

Las TIC's y su aporte al cambio conceptual

Walter Temporelli

Docente e investigador de la Universidad Autónoma de
Barcelona.

E-mail: wtemporelli@hotmail.com

Resumen

Somos como docentes producto y consecuencia de nuestras concepciones implícitas, por lo que creemos fundamental proveer al cambio de las mismas, como primer paso en el camino de lograr posteriores modificaciones profundas dentro del sistema educativo. Esta idea se sostiene en la figura de un espiral o circuito dialéctico de modificaciones, que implicaría cambiar las propias teorías para intentar cambiar el sistema, aunque no necesariamente se trate de una sustitución, sino más bien una reorganización en el marco de una nueva teoría o relación de sistemas conceptuales. A continuación, analizaremos algunas propuestas tendentes a revisar el denominado cambio conceptual, y cómo las TIC's pueden ayudar en este proceso.

Palabras clave

Cambio conceptual, modelos mentales, modos de apropiación de TIC, teorías del aprendizaje.

Abstract

As teachers, we are a product as well as a consequence of our implicit conceptions. Because of that, we believe that it is crucial to carry out a change in our conceptions as a first step towards achieving further deep modifications within the educational system. This idea is based on the concept of a spiral or a dialectic circuit of modifications which would imply changes in the very theories which attempt to change the system. This may be not a substitution

but a reorganization within the framework of a new theory or relation of conceptual systems. Next, we analyze some proposals oriented to review the so-called conceptual change and how ICT tools may help in this process.

Key words

Conceptual change, mental models, modes of appropriation of ICT's, theories of learning.

Introducción

Un rechazo de la experiencia pura, ha llevado a los filósofos de la ciencia a adoptar una cierta perspectiva desde la cual ver los cambios de las creencias (Bevir, 2003), es por ello que tanto para la psicología educativa, para la psicología del desarrollo, para la psicología cognitiva, como para la enseñanza de las ciencias, no resulta nuevo el interés creciente sobre el cambio conceptual (Duit y Treagust, 2003). Cada una de estas disciplinas aborda este proceso a partir de posiciones distintas, pero sin apartarse de la idea de que la base de estos estudios está en la comprensión de cómo se organizan las teorías que permiten entender el mundo, y cómo dichas teorías son elaboradas, enriquecidas y/o revisadas por los sujetos durante los procesos de adquisición, elaboración y organización del conocimiento. Las TIC's, han venido a reavivar este panorama, cuestionándolo, delimitando, expandiendo y aportando formas alternativas de construir concepciones y representaciones. Las teorías implícitas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, están regidas por principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales, que organizan y limitan las formas en que nos representamos esas situaciones. El conocimiento al que se accede es solo una pequeña muestra de todo aquello que subyace, aunque no se vea ni resulte tangible.

El cambio conceptual como cambio representacional

Una concepción implícita es una experiencia personal fuertemente afinada en nuestra mente, por lo que es de difícil traducción (Pozo y Rodrigo, 2001), o expresado de otro modo: cualquier tipo de explicación o intención de dar sentido a esa experiencia, resultará una transformación del objeto del cual se procura dar cuenta. Por lo expuesto, todo intento de explicitación de una teoría implícita, no es más que lo que Karmiloff-Smith (1994) define como una redesccripción

representacional, es decir, una explicitación que en sí misma transforma aquello que explica. Para cambiar conceptualmente y progresar en los modos de enseñanza-aprendizaje, no basta con presentar teorías nuevas, sino que hay que modificar creencias implícitas profundamente arraigadas que las sostienen. Sólo a través de una explicitación constante y progresiva de las representaciones, podemos lograr un auténtico cambio conceptual, es decir, un proceso lento y paulatino que obedece más al trabajo desde distintas ópticas, que a una toma de consciencia súbita (Mateos y Pérez Echeverría, 2009).

Como las representaciones implícitas se aprenden en contextos de prácticas (Martín y Cervi, 2009), el cambio en las prácticas contribuiría a modificar las representaciones, en especial a través de procesos reflexivos tanto de los de los alumnos como las de los docentes, y es precisamente allí donde reside gran parte de la necesidad de exteriorizar lo interiorizado, dado que representa el gran salto cualitativo hacia el cambio conceptual. El motivo reside en que, mientras las representaciones implícitas para lograr un cambio o reestructuración, pueden hacerlo de forma muy trabajosa, (a través de procesos asociativos o de acumulación), las concepciones explícitas son relativamente más fáciles de modificar, y pueden hacerse por métodos asociativos, aunque también por reestructuración (Pozo *et al*, 2009). Para los autores, el cambio conceptual consiste en una modificación de las ideas intuitivas, constituidas por principios fenomenológicos, que abandonarían sus cualidades auto explicativas e ingresarían en el ámbito científico. A través del cambio conceptual, se logra un aumento en la consistencia y coherencia, desde las primeras ideas dispersas hasta alcanzar teorías científicas, como si fuera una auténtica revolución conceptual o reestructuración de conocimientos.

El cambio conceptual es un cambio teórico, donde se modifican no sólo algunos conceptos, sino sobre todo, las relaciones entre ellos (Schön, 1992); en palabras de Reif y Larkin (1991), implicaría una transformación en las ideas generales sobre el conocimiento –entendidas como creencias epistemológicas-. Para ello, es fundamental introducir un elemento nuevo, que exija reformulaciones en el resto de la teoría. En concordancia con lo anteriormente expuesto, Mateos y Pérez Echeverría (2009) sostienen que el cambio de concepciones de los alumnos sobre el aprendizaje, se alcanza más eficazmente a través de una reflexión en relación a los contenidos tratados y en contextos

particulares, que por medio de una teorización general sobre qué es el conocimiento y cómo funciona la mente humana.

A grandes rasgos, el proceso de cambio de las teorías implícitas de los alumnos, implica tomar consciencia de la contradicción entre los conocimientos ya existentes y los nuevos contenidos escolares, considerándose así como el punto de partida de la reconstrucción de los conocimientos previos (Lawson, 2003; Marchesi y Martín, 2000).

Uno de los problemas más habituales para lograr el cambio conceptual, se produce cuando los conocimientos previos tuvieron una validación exitosa, dado que mover esa estructura que alcanzó el éxito, es mucho más complejo y trabajoso. Desde las teorías cognitivas del aprendizaje, se postulan distintos niveles de intensidad de reconstrucción:

Nivel 1: Crecimiento. Los conocimientos previos se amplían con información nueva que viene a enriquecer la anterior, sin necesariamente provocar ningún cambio

Nivel 2: Ajuste. Los esquemas se reorganizan entre sí, por ejemplo, un esquema global logra descomponerse en estructuras nuevas, más generales, que incluirían otros conocimientos previos.

Nivel 3: Reestructuración. Cambio drástico y profundo en los esquemas de conocimiento, los cuales ofrecen cambios sustanciales. Puede afectar a un dominio, o trascender a otros

Nivel 3.1: Reestructuración fuerte: alberga un cambio teórico profundo, por el cual se generan nuevas explicaciones a un fenómeno.

Nivel 3.2: Reestructuración débil: reorganización jerárquica sin cambio teórico.

De acuerdo a lo expuesto, no todos los niveles que se plantean garantizarían una reconstrucción de los conocimientos adquiridos. Solo el nivel 3 – *reestructuración*–, nos brindaría la posibilidad de movilizar las estructuras existentes del sujeto hacia un cambio radical. En efecto, si los procesos de aprendizaje explícito son constructivos (productores de nuevas formas de conocimiento por reestructuración), lo son gracias a que antiguos conocimientos pasan a ostentar nuevos significados. Dicha reestructuración solo será posible, si una

nueva concepción pueda dar cuenta del fenómeno estudiado, de una forma más clara y superadora que la teoría ya instalada. La reestructuración teórica surge frente a las estructuras simplificadoras del conocimiento cotidiano, dominadas por reglas asociativas de aprendizaje implícito, por lo cual adquirir conocimientos más complejos, impone el desarrollo de estructuras conceptuales mucho más complejas. Esta necesidad nos conduce al siguiente punto del presente artículo, que es el de ofrecer algunas propuestas destinadas a lograr el cambio conceptual.

Por último, consideramos arriesgado intentar reducir a una definición única sobre el cambio conceptual, es por ello que a partir de las principales tradiciones pedagógicas, de la influencia de la filosofía de la ciencia, la psicología, y la epistemología, presentaremos algunos modelos teóricos acerca del cambio conceptual. En concreto, hablaremos de algunos de los principales referentes: los modelos de la revolución conceptual; el modelo de Vosniadou o de la teoría-marco, el modelo de Chi o de la significación de la pericia; dentro de la bibliografía en español, destacaremos el aporte de Pozo a través de sus mecanismos para el cambio conceptual, y por último el *Dual Situated Learning Model (DSLIM)* de Liao y She (2009).

Algunos modelos de Cambio Conceptual

Modelos de la Revolución Conceptual

En los años sesenta, Kuhn (2006) es quizás quien primero cuestionó el punto de vista predominante de su tiempo, el cual aseguraba que el progreso científico era un proceso gradual resultante de la acumulación constante de nuevos datos y nuevos conocimientos. En sus escritos, puso de manifiesto que la historia de la ciencia se encuentra marcada por cambios dramáticos de la visión, auténticas revoluciones conceptuales, en las que un paradigma desplaza a otro. En la misma línea, y basados en una visión fuertemente relativista del conocimiento, a contracorriente de los planteamientos empiristas dominantes de comienzos del siglo XX, los modelos que describiremos a continuación conciben el cambio conceptual, como un reemplazo de teorías, sostenido en los beneficios que aporta el conflicto cognitivo como mecanismo explicativo.

Estudiosos pioneros en el ámbito del cambio conceptual, a comienzos de la década del 80, (Posner *et al.*, 1982; Strike y Posner, 1992) inician sus investigaciones que los llevan a afirmar que el aprendizaje es el resultado de la yuxtaposición de las ideas previas y las nuevas, y su consecuente conflicto cognitivo. Asimismo, sostienen que la acción reflexiva y comprensiva desembocará en la necesidad de encontrar una nueva teoría o concepción. Por lo tanto, identificar las concepciones iniciales o teorías intuitivas y comprender algunas razones de su persistencia, ayuda a desarrollar una visión de cómo las ideas previas controlan e influyen todos los procesos de construcción de conceptos. El cambio conceptual ocurre cuando las personas tratan de utilizar el conocimiento existente para enfrentarse a nuevos problemas, y al no obtener respuestas satisfactorias, dichas ideas o teorías dominantes son modificadas.

Para Thagard (1992) la estructura de conocimiento sufre una serie de pequeños cambios que culminan en una revolución conceptual, es por ello que remarca la importancia de las actividades cotidianas del aula, las cuales deben favorecer esos pequeños cambios que promuevan el cambio conceptual. El mencionado autor alude a siete casos fundacionales en la historia de la ciencia (Einstein, Copérnico y Darwin entre otros) cada uno de los cuales demuestra que las revoluciones conceptuales implican transformaciones radicales de los sistemas de conceptos y leyes, y no la simple revisión de las creencias o teorías. En gran parte, fija la importancia de las revoluciones conceptuales, en que la ciencia no da saltos revolucionarios con mucha frecuencia, pero cuando lo hace tiene consecuencias epistémicas enormes, debido a que implican importantes adiciones o supresiones de las creencias, reorganización de los conceptos, y redefinición de las jerarquías conceptuales. Es por ello que para Thagard (1992), la adquisición de un sistema conceptual nuevo es algo similar a aprender una segunda lengua. Thagard y Findlay (2009) aseguran que la aceptación de la teoría de Darwin, se frenó en el siglo XIX por los temores de la amenaza a lo establecido (teorías teológicas de la creación de las especies). Tal resistencia continúa en la actualidad, no sólo en el ámbito de las ciencias naturales sino en muchos otros espacios científicos. Para superar las citadas resistencias, es necesario abordar tanto las limitaciones emocionales como las cognitivas, generando pruebas disponibles, hipótesis y explicaciones. Así, una explicación general, computacionalmente factible, y psicológicamente

sustentable, debe traer aparejados un proceso que implica una revisión de creencias, una reorganización y modificación de la estructura conceptual, una revisión de la estructura de conocimientos, y la reestructuración total del conocimiento en un modelo superador.

El modelo de Teoría Marco de S. Vosniadou

Su propuesta se basa en considerar que las ideas previas son coherentes y consistentes en función de una teoría marco, y refiere a un cambio conceptual, cuando se verifican modificaciones en el cuerpo teórico, bien por enriquecimiento o por revisión:

El primero de ellos – el cambio por enriquecimiento– resultaría relativamente fácil de lograr, e implica la adición de información en la estructura conceptual existente, siempre y cuando sea consistente con el conocimiento previo

El ‘cambio por revisión’ supone la modificación en las creencias individuales o en la estructura relacional del cuerpo teórico. Este tipo de cambio se produce cuando la información nueva es inconsistente con las creencias existentes, o con la estructura relacional de la teoría marco.

Vosniadou (1994) y Vosniadou y Brewer (1992, 1994), plantean que las concepciones de los sujetos están inmersas en teorías-marco a un nivel más amplio que el de las concepciones o teorías personales. En tal sentido, sugieren que los conceptos específicos son un conjunto de presuposiciones o creencias interrelacionadas que describen las propiedades de un objeto formando parte de una estructura teórica (*framework theory*) que los incluye. Generalmente de carácter implícito, una teoría-marco es entendida como un sistema coherente de explicación, basado en experiencias cotidianas que han necesitado años para ser conformadas. En gran medida su propuesta se torna aplicable, cuando el contexto instruccional contribuya a que los estudiantes comprendan que sus creencias o teorías intuitivas son cuestionables. Como propuesta metodológica, incitan a la participación activa de los estudiantes en la explicitación, debate y experimentación de sus hipótesis, con el fin de estimular un posterior ejercicio de revisión, a través del diseño de contextos o ambientes de aprendizaje apropiados (Vosniadou *et al*, 2001). Los autores sostienen que un contexto que anime a los estudiantes a tomar el control activo de su aprendizaje, favorecerá

la elaboración de conceptos útiles.

La Significación de la Pericia o modelo de M. Chi

Es un modelo basado en la incompatibilidad ontológica entre la teoría científica, y la propia teoría implícita del sujeto, y en el cual los estudiantes deben tomar conciencia de cómo la teoría científica no se ajusta a sus actuales estructuras de conocimiento. A su vez, puede asignar el nuevo concepto, a una categoría correcta, mediante la revisión de sus compromisos ontológicos, de sus categorías y de sus presuposiciones.

A partir de la visión de Chi (1992) y Chi, Slotta y Leeuw (1994), podemos asegurar que el cambio conceptual es un proceso que posee la facultad de modificar alguna concepción existente, por lo cual dan cuenta siempre de la existencia de una noción previa de los conceptos. Por lo expuesto, el cambio conceptual se puede lograr cuando un concepto es reasignado de una categoría ontológica a otra.

Los investigadores defensores de esta perspectiva, hacen énfasis en que los cambios conceptuales no se producen de repente, sino por el contrario, implican un gradual y lento proceso, debido a que el estudiante debe revisar y reestructurar toda una red de presuposiciones (Özdemir y Clark, 2007). Se lo denomina también modelo de la pericia, ya que ésta posee un papel relevante en el dominio específico del que se trate, proponiendo una vía paralela entre la reasignación ontológica y la reestructuración conceptual.

El modelo de Explicitación Representacional de J. I. Pozo

Como ya señalamos en diversos pasajes de la presente investigación, un cambio conceptual puede lograrse a través de la instrucción, entendida como una de las formas preferentes de intervención cultural, sin necesidad de sustitución de ideas, sino de reorganización de las mismas en una nueva teoría, por la acción multiplicadora de perspectivas. Para alcanzar este objetivo, Pozo (1994) expone los distintos pasos de un proceso de cambio conceptual:

Paso 1: Exposición de los objetivos de la unidad.

Paso 2: Consolidación de las teorías de los alumnos.

Paso 3: provocación y toma de consciencia de conflictos empíricos.

Paso 4: Presentación de teorías científicas.

Paso 5: Comparación entre las propias y las alternativas.

Paso 6: Aplicación de las nuevas teorías a problemas ya explicados por ambas teorías.

Como vemos, una de las claves del cambio conceptual reside en la toma de consciencia de los distintos conflictos empíricos (señalado como el tercer paso). Al respecto Marchesi y Martín (2000) advierten que, si en algunas ocasiones los conflictos más evidentes y observables no se perciben como tales, y se los considera como excepciones compatibles con el conocimiento implícito, no es de sorprender que la contradicción subyacente entre modelos teóricos exhiba una resistencia aún mayor, lo cual impone una actividad clarificadora profunda.

Otro de los factores básicos para el logro del cambio conceptual, es el de comunicar las concepciones implícitas. Efectivamente, la explicitación de las mismas posibilita la contrastación y la negociación de significados para la posterior concertación, evolución y mejora de las representaciones. Observamos que la variación de las concepciones implícitas, se pueden ver modificadas en parte cuando se explicitan, por lo tanto, es condición indispensable de la enseñanza conocer las teorías implícitas para poder reestructurarlas, y luego lograr un cambio conceptual. A propósito de ello, Pozo (2003, 2007), propone los siguientes mecanismos de explicitación, mediante los cuales se puede lograr el cambio de representaciones:

- 1) **Supresión representacional:** Entendida como una conquista cognitiva esencial, es uno de los primeros procesos que se aplican a las representaciones implícitas, y que modifican su funcionamiento. Supone inhibir o desactivar representaciones presentes provenientes del mundo físico (más simples), cambiándolas por otras activadas internamente. Cercana al aprendizaje asociativo, sólo puede explicar el cambio representacional a través del éxito
- 2) **Suspensión representacional:** Implica construir una representación alternativa, más potente y cargada de nuevos significados. A diferencia de

la anterior, no inhibe sino que deja sin efecto, suprime alguno de los componentes de la representación, sustituyéndolo por otra función o significante, conduciendo a una integración de representaciones

- 3) Redescripción representacional: sistemas cada vez más complejos que permiten afrontar tareas cada vez más difíciles. En consonancia con lo propuesto por Karmiloff-Smith (1994), el autor adhiere a la idea de que el aprendizaje explícito, tiene la necesidad del mecanismo de redescripción representacional de otros aprendizajes implícitos previos que se encuentran encapsulados y encarnados. A través de éste mecanismo, la concepción implícita en la mente se convierte en conocimiento explícito para la mente. Explica el agente, es decir, los sistemas de representación desde los que ese agente mantiene actitudes epistémicas o proposicionales con respecto a ciertos objetos

Apreciamos claramente cómo los tres niveles poseen un nivel creciente de explicitación de los componentes del conocimiento (objeto, actitud, agente), lo que paulatinamente estaría acercando al sujeto a la reconstrucción de sus propias representaciones, a la adquisición de conocimiento, y a que sea capaz no solo de ver el mundo, sino de verse a sí mismo a través de ellas.

Para concluir, consideramos que gran parte del logro del cambio conceptual, reside en la promoción del conflicto de las estructuras previas de los alumnos, que den pie a modelos alternativos, que vayan sustituyendo progresivamente su conocimiento implícito. Los sistemas de representación mediante los que reconstruimos nuestras representaciones y por ende nuestra mente, son sistemas culturales de representación explícita (Sperber, 1996), por lo que la adquisición de conocimiento no puede entenderse fuera de dichos sistemas. Si como aseguraba Riviere (1986), conocer, comunicar, y explicitar las propias representaciones es básicamente una actividad socio-cultural, adquirir estructuras mentales más complejas no es ni más ni menos que explicitar lo implícito.

El Modelo Dual de Aprendizaje Situado (DSLMS) de Y. W. Liao y H. C. She

El presente modelo, propone la necesidad de favorecer sets mentales que

predispongan la construcción de más y mejores visiones conceptuales (Liao y She, 2009), de tal forma que el cambio conceptual no ocurre simplemente por crear un conflicto cognitivo, sino que es necesario suministrar a los estudiantes elementos que provean a una nueva mentalidad, (Liao y She, 2009; She, 2002, 2003, 2004), la cual se cristaliza a partir de la confrontación o disonancia con los conocimientos pre-existentes, contribuyendo a suscitar curiosidad e interés en los alumnos, a la vez que a ayudar a la construcción de más puntos de vista científicos acerca de los conceptos tratados.

En segundo lugar, queremos comentar que el término *dual* refiere a la existencia de tres dobles funciones del sistema:

- Observar la naturaleza conceptual y las creencias de los estudiantes.
- Promover la disonancia entre ambos conceptos para la creación de una nueva mentalidad que favorezca la concreción de modelos científicos.
- Estimular a los estudiantes a partir del desafío que el conocimiento científico pueda promover sobre sus creencias.

Por acción del DSLM, los estudiantes deben percatarse de las diferencias existentes entre sus propias concepciones (más arraigadas y difíciles de modificar), y las concepciones científicas (más explícitas). De la confrontación entre ambas concepciones, emerge la utilización del término dual dentro del sistema, cuyo objetivo final es demostrar de forma lógica y sostenida a través de evidencias, las contradicciones de su propio pensamiento pre-existente. Un cambio conceptual requiere de un trabajo mancomunado de reflexión y explicaciones coherentes.

Somos conscientes de que la discusión no se agota con los modelos expuestos. Sería demasiado extensa la lista de alternativas más o menos convergentes que podríamos seguir enunciando, que excedería el marco de pertinencia de nuestra investigación. Pese a la multiplicidad de visiones en torno a comprender cómo se garantiza de la mejor manera el cambio conceptual, observamos como denominador común, al conflicto cognitivo como factor fundamental del mismo. De todas formas, no queremos concluir sin hacer referencia a una aseveración realizada por Cubero (2005), quien identifica la

clave del cambio conceptual, como la capacidad de los sujetos de acceder de modo consciente al contenido de sus representaciones. En otras palabras, la promoción de un conocimiento metaconceptual, que desde el aspecto práctico implicaría aprender a aprender. En la visión de los autores, para el cambio conceptual es necesario proveer a la creación de una nueva mentalidad, por ejemplo desarrollando una plataforma que pueda colaborar en una reconstrucción del conocimiento.

En el siguiente listado, Liao y She (2009) describen su modelo DSLM. Vemos cómo las tres funciones básicas del sistema, se constituyen a través de seis estadios:

FUNCIONES:

- Considera la naturaleza de los conceptos científicos de los estudiantes.
- Crea disonancias en los conocimientos pre-existentes de los alumnos, que provean a una nueva mentalidad tendente a alcanzar visiones científicas del concepto.
- Estimula y motiva al cambio de las creencias epistemológicas y ontológicas sobre conocimientos científicos de los alumnos.

ESTADIOS:

1. Examina los atributos del concepto científico.
2. Investiga las alternativas a dicho concepto.
3. Analiza las carencias de los estudiantes para la construcción de visiones más amplias alrededor del concepto.
4. Diseña acciones de DSML de acuerdo a los resultados obtenidos en el paso 3.
5. Provee de acciones de DSLM que permita a los alumnos hacer predicciones, elaborar explicaciones, confrontar contradicciones, y construir nuevas visiones sobre los conceptos trabajados.
6. Provee a los estudiantes de oportunidades para aplicar su nueva mentalidad

a situaciones nuevas que vayan en el sentido de asegurar el cambio conceptual.

Liao y She (2009) a través de su estudio, ofrecen evidencias de que la utilización de teorías pedagógicas en la base del desarrollo de una WBL, además de modelos de cambio conceptual y razonamiento científico, generará una diferencia significativa en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Paralelamente, admiten que un diseño eficiente de un sistema de EaD, trae aparejado el facilitar al estudiante el aprendizaje científico. Justamente el razonamiento científico, es el elemento más destacado por los investigadores para lograr el cambio conceptual.

La incidencia de las TIC en el cambio conceptual

Vivimos inmersos en un proceso de cambio de una cultura del saber acabado y delimitado, por una cultura del conocimiento múltiple e incierto. Ya no basta con almacenar información, sino que una educación que pretenda afrontar los nuevos retos, impone el desarrollo de capacidades que aporten ideas y metodologías sobre qué hacer con dicha información (Cox y Marshall, 2007). Monereo y Pozo (2008) van más allá de lo expresado, y comentan que los cambios son tan profundos que posibilitan que la realidad pueda re-construirse sin que el resultado responda necesariamente con el modelo original, viéndonos sumergidos en un mundo de realidad virtual. El impacto de las TIC impone nuevos contextos de interacción, para los cuales no fuimos preparados ni genética ni culturalmente, y como ya vimos, la modificación del contexto pone en tela de juicio la efectividad de las concepciones implícitas (Pozo *et al*, 2009).

Las nuevas tecnologías de la comunicación vienen reclamando procesos de cambio hacia una nueva cultura del aprendizaje, para lo cual –y cuanto más rápido mejor- se impone un cambio conceptual. Lograrlo, no se producirá a través de un elemento discrepante aislado (She, 2004), sino que deben suministrarse una serie de eventos que aumenten la posibilidad de que la mutación se realice con éxito, por lo que debería ir acompañado de un cambio actitudinal, estratégico y metodológico. Encontramos coincidencia con lo que proponen Arriata, Pérez y García (2009), cuando aseguran que el diseño de actividades con TIC persigue distintos objetivos: su aplicabilidad (tecnologías

viables y de fácil implementación en el aula), su efectividad (que faciliten el logro de los objetivos de aprendizaje fijados), su sencillez de evaluación, y - muy especialmente- conseguir un cambio en la mentalidad del alumno, acercándolo a un aprendizaje activo y creativo.

Con similar objetivo, Monereo y Pozo (2008) proponen incorporar a la mente los nuevos sistemas de representación que emanan de las nuevas tecnologías, con el fin de beneficiar el acceso a las nuevas realidades, pensando *en y con* ellas, lo que equivale a ponderar no sólo metas pragmáticas sino también metas epistémicas. Para ejemplificarlo, los mismos autores señalan que en el caso de los buscadores de internet (Google, Wikipedia), un alumno que realiza una búsqueda sin contrastar la información recogida, se aleja del perspectivismo o constructivismo epistemológico, asumiendo un realismo epistemológico mucho más limitado, dado que se apoya en información de escasa fiabilidad. Es de esperar que las TIC nos acerquen a la construcción de nuevas perspectivas del mundo, alejándonos de un realismo ingenuo. En palabras de Mateos y Pérez Echevarría (2009), el cambio representacional requiere del diseño de nuevos espacios instruccionales que faciliten nuevas formas de aprender y enseñar, basadas en la transferencia de control y la gestión autónoma de conocimiento. Bowen y Reeves (2008) señalan que dentro del desarrollo de una WBL, el intercambio de ideas con los usuarios, y el delineamiento de bocetos sobre el papel, entre otros, si están puestos en función de crear un prototipo de interfaz, pueden colaborar a modificar las ideas primarias y concepciones pre-existentes. Similar enfoque adopta la visión de Tynjälä (1997, 1999), quien observa que los grupos de aprendizaje constructivista, presentan mayores opciones de cambio de sus concepciones.

Referencia Bibliográfica

- ARRIATA GARCÍA, O.; PÉREZ RODRÍGUEZ, M.; y GARCÍA ARISTA, M. (2009). *Actividades para la enseñanza semi-presencial de matemática aplicada con Moodle*. [Consultado el 1/8/2012. <http://kmoncada.over-blog.es/article-28249217.html>]
- BEVIR, M. (2003). Notes Toward an Analysis of Conceptual Change. *Social Epistemology* 17 (1), pp. 55–63.

- BOWEN, J. y REEVES, S. (2008). Formal models for user interface design artefacts. *Education Tech Research* 4(2), pp. 125-141.
- COX, M.; y MARSHALL, G. (2007). Effects of ICT: Do we know what we should know? *Education and Information Technologies*, 12(2), pp. 59-70.
- CUBERO, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- CHI, M. (1992). *Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science*. In: R. Giere (ed.) *Cognitive models of science*. pp. 129-186. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- CHI, M., SLOTTA, J. D., y LEEUW, N. de. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), pp. 27-43.
- DUIT, R., y TREGUST, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, pp. 671-688.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- KUHN, T. (2006). *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- LAWSON, A. E. (2003). *The Neurological Basis of Learning, Development and Discovery*. London: Kluwer Academic.
- LIAO, Y.-W. y SHE, H.C. (2009). Enhancing Eight Grade Students Scientific Conceptual Change and Scientific Reasoning thought a Web-based Learning Program. *Educational Technology & Society*, 12(4), pp. 228-240.
- MARCHESI, A. y MARTÍN, E. (2000). *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Madrid: Alianza.
- MARTÍN, E. y CERVI, J. (2009). Modelos de formación docente para el cambio de concepciones en los profesores. En J. Pozo et al: *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó. pp. 419-434.
- MATEOS, M. y PÉREZ ECHEVERRÍA, M. (2009). El cambio de las concepciones de los alumnos sobre el aprendizaje. En J. Pozo et al.: *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*.

- Barcelona: Graó.
- MONEREO, C. y POZO, J. (2008). El alumno en entorno virtuales: Condiciones, perfiles y competencias. En C. Coll y C. Monereo (Eds.) *Psicología de la educación virtual*. Madrid: Morata. pp 109-131.
- ÖZDEMİR, G.; y CLARK, D. (2007). An Overview of Conceptual Change Theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), pp. 351-361.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; y GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- POZO, J. (1994). El cambio conceptual del conocimiento físico y social. En M. Rodrigo (ed.): *Contexto y desarrollo social*. Madrid: Síntesis.
- POZO, J. (2003). *Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo*. Madrid: Morata.
- POZO, J. (2007). Inteligencia: ¿dominio general o específico?. *Conferencia impartida en la Facultad de Psicología, UAB*. Febrero de 2007.
- POZO, J. y RODRIGO, M. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4), pp. 407-423.
- POZO, J.; SCHEUER, N.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M.; y MATEOS, M (2009). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. Pozo; N. Scheuer; M. Pérez Echeverría; M. Mateos; E. Martín y M. de la Cruz: *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó. pp. 95-134.
- REIF, F. y LARKIN, J. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), pp. 733-760.
- RIVIERE, A. (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.
- SCHÖN, D. (1992). *La formación de los profesionales reflexivos*. Barcelona: Paidós.
- SHE, H. C. (2002). Concepts of higher hierarchical level required more dual situational learning events for conceptual change: A study of students' conceptual changes on air pressure and buoyancy. *International Journal of Science*

- Education*, 24 (9), pp. 981-996.
- SHE, H. C. (2003). DSLM instructional approach to conceptual change involving thermal expansion. *Research in Science and Technological Education*, 21 (1), pp. 43-54.
- SHE, H. C. (2004). Fostering Radical conceptual change through Dual Situated Learning Model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (2), pp. 142-164.
- SPERBER, D. (1996). *Explaining culture: a naturalistic approach*. Oxford: Blackwell.
- STRIKE, K. A.; y POSNER, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. En: R. A. DUSCHL y R. J. HAMILTON (ed.): *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. New York: State University of New York Press.
- THAGARD, P. R. (1992). *Conceptual revolutions*. Cambridge, MA., Cambridge University Press.
- THAGARD, P., y FINDLAY, S. (2009) Changing minds about climate change: Belief revision, coherence, and emotion. En E. Olsson (Ed.): *Science in flux: Belief revision in the context of scientific inquiry*. Berlin: Springer. Consultado en línea <http://cogsci.uwaterloo.ca/Articles/changing.minds.2009.pdf> (Fecha de última consulta: 1/10/2012).
- TYNJÄLÄ, P. (1997). Developing education students' conceptions of the learning process in different learning environments. *Learning and Instruction*, 7(3), pp. 277-292.
- TYNJÄLÄ, P. (1999). Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the University. *International Journal of Educational Research*, 31, pp. 357-442.
- VOSNIADOU, S. (1994): Capturing modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), pp. 45-69.
- VOSNIADOU, S. y BREWER, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, pp. 535-585.
- VOSNIADOU, S. y BREWER, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, pp. 123-183.
- VOSNIADOU, S.; IOANNIDES, CH.; DIMITRAKOPOULOU, A.; y

PAPADEMETRIOU, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction* 11(4-5) pp. 381-419.