



3.- *TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y PROCESOS DE APRENDIZAJE*

Coautores:

Pilar Aznar Minguet
Universidad de Valencia
Ángela Barrón Ruiz
Universidad de Salamanca
Bernardo Gargallo López
Universidad de Valencia

1. Enfoque tecnológico de la educación: concepción actualizada de la naturaleza del aprendizaje

Un enfoque tecnológico de la Educación trata de aplicar conocimiento pedagógico a la práctica educativa; es conocimiento aplicado, conformado por conjuntos de sistemas, redes de acciones intencionales, planes, procedimientos y recursos técnicos dirigidos a mejorar el proceso de aprendizaje humano; el énfasis tecnológico hace referencia no sólo a soportes técnicos sofisticados, mediadores y canalizadores de la información, sino más bien, a gestión de procesos y entornos de aprendizaje (García Madrid, 1990: 366). Desde esta óptica se entiende que la Tecnología educativa está supeditada a la ciencia en general, y no a un paradigma exclusivo de ella (Sarramona, 1990: 66); por lo que la Tecnología educativa puede desarrollar modos diversos de intervención sobre el proceso educativo en función del paradigma científico en el que se base.

Así pues, desde la intervención educativa se debe tener alguna concepción acerca de la naturaleza del aprendizaje, para seleccionar desde la misma los métodos y estrategias de enseñanza coherentes. En general, toda práctica educativa refleja una teoría de aprendizaje, e incluso una epistemología, desde la que adoptar una determinada perspectiva sobre la forma en que se adquiere el conocimiento; es decir, sobre la forma en que uno aprende. La adopción de un enfoque epistemológico tiene amplias implicaciones en los diseños y prácticas educativas. El marco teórico desde el que se definen los métodos es esencial para guiar a la intervención educativa en el proceso de

decisiones preactivas, interactivas y postactivas imprescindibles en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Los importantes cambios sociales operados en las sociedades postindustriales por el volumen de información que se requiere manejar y las nuevas oportunidades provenientes de la tecnología, han causado la búsqueda de nuevos o renovados enfoques en el proceso de aprendizaje. La idea de que el conocimiento es algo que puede ser objetivamente validado, preestablecido, transmitido y adquirido, es hoy una metáfora folklórica (Duffy y Jonassen, 1992: 198). La sociedad de hoy parece requerir que los sujetos evalúen la relevancia de la información, puedan construir planes para responder a situaciones nuevas y autodirijan su aprendizaje hacia la construcción de un conocimiento activo, flexible y adaptable al cambio de los requerimientos sociales.

Estos requerimientos están situando a la Tecnología Educativa en un punto de vista dinámico entre la concepción epistemológica que subyace en la teoría cognitiva del procesamiento de la información y las precisiones conceptuales definidas desde la epistemología constructivista (Merril, 1992: 99)⁴⁸. La primera concibe el aprendizaje como el resultado de la organización de la memoria en estructuras cognitivas o modelos mentales; lo cual implica:

- una elaboración de relaciones entre unidades de conocimiento;
- una organización de las redes relacionales en la estructura cognitiva;
- una evaluación de los resultados del aprendizaje.

La intervención educativa desde esta óptica concibe el diseño instructivo como instrumento que organiza y elabora lo que ha de enseñarse. La segunda concibe el aprendizaje como un proceso constructivo del conocimiento desde la experiencia; lo cual implica:

- una representación interna de los materiales de la experiencia;
- una interpretación personal de dichos materiales;
- un proceso activo e interactivo para negociar significados;
- una evaluación integrada en las tareas de aprendizaje.

La intervención educativa desde esta óptica concibe el diseño instructivo como soporte de la construcción de conocimiento que debe ocurrir en la mente de los sujetos.

Entre ambas concepciones, integrables en muchos aspectos, el enfoque tecnológico de la educación partiendo de la visión blanda de la metáfora del ordenador⁴⁹, considera la mente humana como un procesador activo de información, que no sólo procesa datos, sino que también los maneja flexiblemente durante el aprendizaje, relacionándolos con sus experiencias cognitivas y afectivas anteriores y sus modelos mentales, estableciendo hipótesis, estructurando la situación de aprendizaje y confiriendo a la nueva información un significado coherente en interacción (Schott, 1992: 55)

El sujeto construye sus propios modelos mentales como resultado de su experiencia, y los modifica como resultado de cada nueva experiencia de aprendizaje. Esta es una de las cuestiones integrables desde la Tecnología educativa actual; sin embargo, la Teoría Cognitiva del procesamiento de la información rechaza que el aprendizaje pueda ser una interpretación personal del mundo; porque, aunque puede suscribir que el aprendizaje es construido, no asume que la estructura cognitiva resultante sea completamente idiosincrásica o única para cada sujeto; es decir, el contenido de los modelos mentales puede ser distinto para cada sujeto, pero el funcionamiento de la mente (codificar, relacionar), es similar para todos los sujetos; por tanto, tales funciones pueden ser conocidas y usadas para guiar el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Por otra parte, la utilización de tecnologías de la Información en el ámbito educativo, requiere un pre-establecimiento de la información; no obstante, un sistema tutorial inteligente que puede establecer un diálogo con el sujeto, no significa necesariamente que tenga que propiciar conocimiento estático, sino más bien lo que hace es posibilitar una presentación interactiva de la información, desde la que poder representar mentalmente el conocimiento; porque el conocimiento es más que información; es complejo, relativístico y abierto a la interpretación (Mitchell, 1989: 12) Pero si el sujeto se representa el conocimiento es porque tiene que haber alguna forma de representación; sobre la que no hay acuerdo; la Teoría Cognitiva del procesamiento de la información considera que dicha forma de representación tiene mecanismos que son comunes a todos los sujetos, mientras el Constructivismo defiende que cada sujeto tiene una forma peculiar de representar la realidad; aunque existen similitudes en las representaciones cognitivas de los sujetos que son debidas a la comunalidad lingüística y cultural.

Hoy por hoy, es difícil concebir una Tecnología educativa que asuma todos los principios constructivistas, entre los que se incluye que la intervención educativa debe modelar el proceso de enseñanza/aprendizaje, pero no prescribirlo; el propio carácter prescriptivo de la Tecnología educativa parece

que todavía tendría que hacer un gran esfuerzo para poder prescribir el “no prescribir” el proceso de construcción de conocimiento.

Con todo, la Tecnología educativa actual se aleja de la concepción que asume que el conocimiento es una entidad identificable con valor absoluto de verdad y que el objeto del proceso instructivo sea que el sujeto adquiera ese conocimiento que puede ser transmitido por cualquier mecanismo de enseñanza. Hoy, la Tecnología educativa asume que es el sujeto quien activamente construye significados desde un modelo mental apropiadamente construido, pero pone serios reparos a la concepción de que todo aprendizaje es idiosincrásico, porque hay formas comunes de aprender (Perkins, 1992: 45) debidas al contexto cultural del que participan los sujetos; el cual irradia lenguaje ya interpretado y experiencias personales similares. Desde esta óptica se asume la naturaleza social de la cognición (Vygotsky, 1979); lo que quiere decir que las interpretaciones personales de la realidad están influidas por el significado social y la forma general que la sociedad tiene de interpretarla.

La actividad humana es algo que ocurre en un contexto; es más, en parte, es producto del contexto con toda su carga cultural e histórica. Así, consistentemente con la Teoría Vygotskiana, la Tecnología educativa puede asumir hoy la necesidad de una negociación social para la comprensión de significados (Vanderbilt Group, 1992: 116) en la que el contexto, si bien no determina el contenido de los conocimientos construidos, sí impone constricciones a dicha construcción; aquí el significado resultante es intersubjetivo, pero no como producto de un acuerdo consensuado, sino como producto de un proceso de intercambio dinámico de comunicación, cuyos significados proceden de un lenguaje cultural común (Salomón, 1994: 15). Es decir, que la construcción en la concepción constructivista reside en el sujeto, no en el contexto; el contexto no puede cambiar la estructura fundamental, la secuencia o los patrones de acción, pero sí perfila los materiales necesarios para que el sujeto, a través de su actividad mental vaya modificando sus estructuras de conocimiento (Duncan, 1994: 18); esto sí es asumido por la Tecnología educativa que admite que los sujetos se desarrollan en contextos específicos que están culturalmente determinados; de ahí que se produzca una relación de dependencia entre los significados que el sujeto construye en sus interpretaciones sobre la realidad y el significado socio-culturalmente atribuido a esa realidad. El contexto, pues, coacciona la libre interpretación del mundo (Valsiner, 1994: 17). El tipo de instrumentos o herramientas culturales mediatiza la actividad del sujeto en el proceso de construcción de significados. Los modelos mentales que el sujeto utiliza para interpretar la realidad, funcionan y se desarrollan a través de la experiencia en situaciones interactivas

de resolución de problemas y con las herramientas que el contexto físico y socio cultural proporciona (Rogoff, 1993: 63).

Por tanto, la naturaleza del aprendizaje de la que parte el enfoque tecnológico actual de la educación reside en la organización y estructuración de la información en modelos mentales y en la elaboración de significados en base a las experiencias previas y a la influencia cultural del contexto (Merril, 1992: 99). El aprendizaje es por tanto, un proceso “compartido” y “cooperativo” (García del Dujo, 1992: 130)

La consideración de esta naturaleza del aprendizaje refleja el punto de vista dinámico de la tecnología educativa actual, desde el que, como teoría prescriptiva, enfocar y guiar la intervención educativa. Una intervención educativa en la que la relación enseñanza/aprendizaje no se establezca como una relación causa/efecto, sino como una relación con una causalidad recíproca (Duncan, 1994: 20; Davis, 1993: 630) (sujetos/contexto/sujetos); las variables personales y contextuales afectan la una a la otra en forma progresiva, circular y multidireccional; es decir, que las personas y las situaciones en un contexto funcionan como causas y a la vez efectos en el proceso interactivo de construcción de la realidad.

Y desde estas consideraciones acerca de la naturaleza del aprendizaje, la preocupación de la Tecnología educativa es, no tanto el diseño de acciones de “enseñanza” para obtener como resultado “aprendizaje”, cuanto el diseño de actividades propiciadoras de autoaprendizajes (Aznar Minguet, 1996).

2. Tecnología de la educación y construcción del aprendizaje

La Tecnología de la Educación, entendida como sistema de acciones humanas, científicamente fundamentado e intencionalmente orientado y sistematizado al logro eficiente de aprendizajes valiosos ha mantenido una estrecha relación con las teorías que ofrecen respuesta a una cuestión fundamental: ¿Cómo aprende el ser humano?. De hecho, la tecnología educativa de este siglo ha ido desarrollándose al amparo de las concepciones de aprendizaje predominantes, adoptando la conductista en un principio y la cognitiva después; las cuales a su vez han encontrado fundamentación en determinadas teorías del conocimiento o posiciones epistemológicas. Así, la concepción conductista del aprendizaje encontró apoyo en una epistemología

objetivista y asociacionista, según la cual conocer consiste en reproducir la realidad a través de la percepción y mediante la práctica en la repetición de asociaciones entre elementos básicos, trátase de elementos sensoriales (empirismo), ideativos (apercepcionismo herbartiano), verbales (verbalismo) o conductuales (conductismo).

En contraposición, la concepción cognitiva del aprendizaje encuentra fundamentación en una epistemología constructivista, para la cual conocer no consiste en reproducir la realidad, sino en reconstruirla en función de marcos perceptivos e interpretativos previos.

a. *El constructivismo: una epistemología en auge.*

Como posición epistemológica, el constructivismo ofrece una respuesta alternativa al problema del conocimiento de la realidad, en clara contraposición al objetivismo. Frente a la concepción objetivista del conocimiento como reflejo especular de la realidad, contrapone una concepción en la que el conocimiento adquiere una base conjetural y relacional.

El objetivismo confiaba en la validación absoluta del conocimiento, entendiendo tal validación como correspondencia entre la representación y la realidad, otorgada directamente por el mundo real mediante los sentidos. El progreso del conocimiento, mediante acumulación de datos, venía de la mano de un proceso de aproximaciones sucesivas a una verdad absoluta, en cuyo avance nos podríamos encontrar con fuentes de incertidumbre, derivadas fundamentalmente de errores de observación, de medida, o de imperfecciones de los instrumentos de registro de datos.

Para el constructivismo, la aspiración de adquirir un conocimiento verdadero acerca de la realidad se desvanece, ya que la realidad no es lo que nos manifiestan los sentidos, dado que éstos sólo nos hacen sensibles a nuestra propia experiencia, en cuya conformación el sujeto participa activamente.

La cuestión de la validez ha sido uno de los puntos centrales de las críticas recibidas por el constructivismo: ¿cómo podemos saber entonces si nuestro conocimiento se ajusta a una realidad objetiva?. En la respuesta que el constructivismo da a esta pregunta postula un criterio de validez relativa, en términos de consistencia entre el conocimiento y la experiencia, tal como ésta es construida por el sistema cognoscitivo en el que se integra, sea el del sujeto individual, o el de una comunidad científica. Es un problema por tanto de

consistencia interna con las estructuras existentes en un sistema de observación, y de consenso social entre observadores. Atendiendo a la existencia de diferentes sistemas de observación, configurados por diversas estructuras y marcos interpretativos, podrán existir diversas interpretaciones alternativas ante los mismos problemas. La predicción científica, al igual que la humana en general, no predice entonces lo que sucederá en un mundo objetivo, sino lo que nuestra experiencia puede captar, a través de sus actos discriminativos; entendiendo que tales actos discriminativos construyen diferencias de las que nosotros (y no la realidad exterior) somos responsables. Cuando lo captado es compatible con el conocimiento disponible y compartido por una comunidad de observadores, será declarado como válido. En caso contrario será descartado.

El constructivismo desarrolla una teoría del conocimiento, en la cual éste ya no se refiere a una realidad ontológica "objetiva", sino que se refiere al "ordenamiento y organización de un mundo constituido de nuestras experiencias" (Von Glaserfeld, 1989: 25). Como expresaría Von Foerster, nunca conoceremos una realidad fuera de nosotros mismos. Nosotros somos sistemas auto-organizados, auto-regulados, auto-reprimidos (1989).

La única realidad que nosotros podemos conocer es la realidad de nuestra experiencia, y una teoría del conocimiento puede aspirar al conocimiento de la experiencia, pero no al apareamiento entre conocimiento y realidad (Kilpatrick, 1990). De acuerdo con Von Glaserfeld, la mente construye conocimiento que adapta al mundo, igual que se construye una llave para una cerradura, pero la llave no es la imagen de la cerradura, sino una de las muchas llaves que pueden abrir la cerradura (1989).

En la relación cognoscitiva, ¿qué es entonces la realidad? Podríamos responder a esta pregunta afirmando que la realidad en un sistema co-construido a partir de la relación cognoscitiva entre un agente observador y un entorno o referente, que interactúan en un ámbito de experiencia (Lahitte, Ortiz y Barrón, 1994).

Frente al objetivismo y al subjetivismo, que han acostumbrado a disociar al sujeto cognoscente del objeto de conocimiento, el constructivismo reconoce que ambos elementos se hallan comprometidos en la co-determinación del conocimiento. Tanto el observador como lo observado son partes indisolubles e indispensables para el establecimiento de la relación que genera el acto de conocimiento, de tal modo que podemos afirmar que no existe conocimiento si falta alguno de estos elementos.

El constructivismo es fundamentalmente una epistemología que cuenta con un gran apoyo multidisciplinar. Si bien encuentra sólidos antecedentes en la historia de la filosofía de la ciencia (Vico, Kant, Husserl ...), está encontrando un auge reciente, al ser defendidas sus posiciones en los planteamientos actuales, no sólo de la moderna teoría de la ciencia (Kuhn, 1975, Lakatos, 1974, Laudan, 1977, Hanson, 1977, Toulmin, 1977) sino también de diversas áreas disciplinares, como la psicología cognitiva (Bruner, 1988; Norman, 1987; Piaget, 1977; Pozo, 1989; Simon y Kaplan, 1989; Vygotsky, 1979) la física (Talbot, 1980; Capra, 1982; Zukav, 1979), la biología (Maturana & Varela, 1986; Von Foerster, 1981, Lewontin, 1985, Gould, 1983 ...), la neurología (Eccles-Zeir, 1984, Chanqueux, 1985) , la psicoterapia (Kelly, 1955, Ellis & Grieger, 1977, Beck, 1976, Mahoney & Freeman, 1985, Feixas & Villegas, 1990), la sociolingüística (Bain, 1983), la ética (Cela-Conde, 1985), la educación (Aznar Minguet y otros: 1992; Carretero, 1993; Coll y otros: 1993; Porlán, 1993) ...

Apreciamos en esta confluencia de contribuciones multidisciplinarias en el constructivismo, el valor de este "meta-paradigma" como marco epistemológico integrador, que permite la interconexión de las aportaciones desarrolladas en diversas parcelas del conocimiento.

Como teoría de adquisición del conocimiento, la epistemología constructivista insiste en la importancia de los procesos cognoscitivos en la comprensión de la realidad, lo que otorga a las aportaciones de la psicología un papel fundamental, al poner de manifiesto el papel que tiene el agente humano en el proceso de observación y experimentación del objeto de estudio.

b. *Distintos tipos de constructivismo en la explicación del aprendizaje.*

Como hemos planteado anteriormente, el modo en que se concibe el aprendizaje cobra una especial relevancia para la Tecnología Educativa actual. Los planteamientos, sin embargo, son diversos, en función de la existencia de diversos marcos de referencia desde los que se construyen las distintas teorías. Actualmente, uno de los marcos de referencia a los que con mayor frecuencia se recurre es el de la Psicología Cognitiva, pero también dentro de ella las posiciones son diversas. No en vano, como plantea A. Riviere, el "concepto de Psicología Cognitiva tiene la estructura de una categoría natural" en la que sus ejemplares son diversos, con límites borrosos, desigualmente representativos y no definidos por unos mismos atributos (1987: 14).

Sin embargo, todas las posiciones que se integran dentro de esta Psicología comparten una misma oposición a la concepción conductista del aprendizaje, dejando de identificar el aprendizaje con el cambio conductual acontecido por modificaciones en la fuerza de las conexiones E-R, para pasar a ser entendido como reorganización de los sistemas cognitivos, acontecida por la interacción transformadora y selectiva entre los esquemas cognitivos del sujeto y los del objeto de conocimiento. Asimismo, también están de acuerdo en asumir una posición epistemológica constructivista, según la cual cuando aprendemos no reflejamos especularmente el objeto de conocimiento, sino que lo reconstruimos en función de nuestros propios marcos interpretativos, muy condicionados por nuestros registros sensitivos y nerviosos, así como por nuestros referentes contextuales y culturales.

A partir de esta tesis constructivista básica se pueden distinguir distintos tipos de constructivismo en la explicación psicológica del aprendizaje. Podemos distinguir, por un lado, la tradición cognitiva americana de la psicología del procesamiento de información, que mantiene, en términos de Pozo (1989: 147), un constructivismo estático, por el que entiende que interpretamos la realidad a partir de nuestros esquemas, pero explica el aprendizaje por mecanismos asociativos y procesos inductivos. Tal constructivismo, compatible con el principio empirista del asociacionismo, explica que el conocimiento se construye a partir de estructuras y procesos cognitivos, pero no puede explicar, mediante reglas exclusivamente sintácticas, cómo se construyen tales estructuras y procesos (Pozo, 1989: 147).

Al adoptar una definición sintáctica del procesamiento cognitivo, como sistema lógico constituido exclusivamente por procedimientos formales, deja como irrelevantes los factores semánticos, afectivos y culturales; por lo que no puede dar cuenta de la subjetividad de los procesos cognitivos, ni explicar el origen y aprendizaje de las estructuras de conocimiento que determinan la conducta de los sujetos (Norman, 1987; Pascual-Leone, 1980; Pozo, 1989; Riviere, 1987; Russell, 1984; Voss, 1978 ...). En definitiva, los sistemas computacionales pueden simular que procesan conocimiento, pero no que lo adquieren; ya que sólo aprenden lo que la inserción de reglas les permite.

Por otro lado estaría la tradición cognitiva europea, que postula además un constructivismo dinámico, por el que entiende que no sólo reconstruimos la realidad, sino también los esquemas de interpretación de la misma, y tal construcción no se explica por mecanismos asociativos, sino por mecanismos de reestructuración. Dentro de esta tradición hay que citar, como antecedente, el estudio de los procesos cognitivos que realizara la Psicología de la Gestalt, para

destacar la importante aportación de la Escuela ginebrina de Piaget, así como de la Escuela rusa de Vygotsky, y algunos psicólogos cognitivos americanos que integran aportaciones del cognitivismo europeo, como son Bruner y Ausubel.

Una diferencia esencial entre ambos programas procede de sus unidades de análisis. Mientras el procesamiento de información es elementalista, descomponiendo el procesamiento cognitivo en sus unidades mínimas, en base a la creencia básica de que la totalidad puede ser descompuesta en sus partes, la otra corriente cognitiva utiliza unidades más molares, entendiendo que la clave para la comprensión de los procesos cognitivos no se encuentra en la división de sus componentes, sino en la consideración holista de sus interconexiones, ya que la totalidad contiene propiedades específicas que no se encuentran en sus componentes.

Como manifiesta J. I. Pozo, *“a pesar de su aparente semejanza, existe una verdadera fractura entre la psicología cognitiva que hacen unos y otros: mientras el procesamiento de información adopta los presupuestos del asociacionismo y el mecanicismo, la «otra» psicología cognitiva, ..., puede ser calificada como estructuralista y organicista”* (Pozo, 1989: 56-57; Kessel & Bevan, 1985). Sin embargo consideramos que es posible una integración de ambos programas, en base al reconocimiento de que se ocupan de cambios cognitivos distintos. Mientras los teóricos del procesamiento de información se ocupan de cambios cognitivos cuantitativos, cambios continuos y cuantificables, que se producen por asociación a través de práctica acumulada; los otros investigadores cognitivos se ocupan de cambios cualitativos, cambios que son discontinuos y se producen por reestructuración de las estructuras cognitivas (Barrón, 1992).

En realidad, los cambios cuantitativos son diferentes, pero necesarios para que tengan lugar los cambios cualitativos, ya que el progreso en el conocimiento se debe tanto a un incremento cuantitativo del saber, como a una reorganización cualitativa del mismo. El incremento cuantitativo funciona básicamente a través de mecanismos asociativos de aprendizaje, por los que nueva información queda asociada con elementos relevantes de las propias estructuras cognitivas; mientras que la reorganización cualitativa funciona por mecanismos de reestructuración, por los que la integración de la nueva información produce modificaciones nucleares en la estructuración cognitiva. De tal modo que el incremento cuantitativo se convierte en un requisito previo para la reorganización cualitativa, ya que es a través de la acumulación de conocimientos y anomalías como se producen las reestructuraciones cognitivas; a la vez que son las nuevas estructuras cognitivas las que proporcionan los

inclusiones necesarios donde asociar los nuevos contenidos. Como expresa J.I. Pozo, *“la interacción entre ambos tipos de aprendizaje es bidireccional. Si la asociación facilita la reestructuración, los procesos inductivos característicos del aprendizaje asociativo no son posibles sin las teorías o estructuras jerárquicas de conceptos producidas por la reestructuración. ... De esta forma, los procesos de aprendizaje por asociación y reestructuración pueden integrarse en un mismo modelo”* (1989: 241). Muchos de los cambios cognitivos que tienen lugar en el enriquecimiento y diferenciación de las estructuras cognitivas existentes obedecen a mecanismos de acumulación de asociaciones; mientras que los cambios cognitivos que tienen lugar en las fases de reestructuración de las estructuras cognitivas establecidas obedecen sin embargo a mecanismos de reestructuración que suponen saltos cualitativos, o rupturas con los planteamientos anteriores. Planteamiento que viene a plantear la posibilidad de integración de las dos tradiciones constructivas que hemos analizado.

Por otra parte, dentro del constructivismo dinámico que defiende la denominada “tradicción europea” también se pueden distinguir distintos tipos de constructivismo a la hora de explicar el aprendizaje. Por un lado estaría el “constructivismo intrasubjetivo” o individualista, que enmarca el aprendizaje en la relación cognoscitiva sujeto-objeto, transmitiendo la imagen del mismo como construcción solitaria que acontece en el individuo, al margen de las relaciones con su contexto social. La posición piagetiana es la que mejor ejemplificaría este tipo de constructivismo.

Por otro lado estaría el “constructivismo intersubjetivo” o social, que enmarca el aprendizaje en la relación sujeto-objeto-sujeto, transmitiendo una imagen del mismo como construcción intersubjetiva que acontece en la actividad conjunta, a través de procesos de negociación de contenidos. La posición vygotskiana y los representantes de la “cognición situada” (Brown, Collins y Duguid, 1989; Cazden, 1990; Nelson, 1988; Rogoff, 1993; Wertsch, 1988 ...) estarían aquí incluidos.

Si bien el constructivismo intersubjetivo se ha centrado en el papel regulador y estructurante que tiene la interacción social en el desarrollo cognitivo en tanto posibilitador de zonas de desarrollo potencial, el constructivismo intrasubjetivo ha concedido prioridad al papel estructurante que tiene la autorregulación del sujeto en la resolución de sus propios desequilibrios cognitivos. Sin embargo, ambos planteamientos son susceptibles de integración, dado que comparten una misma epistemología constructivista, como lo ha demostrado el enfoque del conflicto sociocognitivo que ha desarrollado desde

mediados de los años 70 un sector de la Escuela de Ginebra, principalmente representado por Doise, Mugny y Perret-Clermont.

La confrontación entre ambos tipos de constructivismo se resuelve al reconocer que sus respectivos enfoques van dirigidos a la explicación de momentos diferentes del funcionamiento cognitivo, que son perfectamente complementarios entre sí. Si bien es cierto que el sujeto aprende en un contexto social y sobre el soporte de las relaciones intersubjetivas, también es cierto que para que se produzca aprendizaje deben acontecer una serie de relaciones intrasubjetivas que sólo el sujeto puede establecer dentro de su estructuras cognitivas y gracias a su actividad autoestructurante. Por tanto también en esta ocasión consideramos, junto con otros autores (Barrón, 1991a, Carretero, 1993), que se trata de dos distintas perspectivas, complementarias y mutuamente enriquecedoras, en el estudio del aprendizaje.

c. El aprendizaje como proceso de construcción intrapersonal e intersubjetiva.

Partiendo de una integración de las diversas posiciones constructivistas que hemos comentado, vamos a analizar, en primer lugar, cómo acontece el proceso de aprendizaje en el nivel intrapersonal. En este sentido, entendemos que en el proceso de construcción intrapersonal que subyace al aprendizaje hay que contar con la existencia de unas estructuras cognitivas internas (receptores, registro sensorial, memoria a corto y a largo plazo...) encargadas de realizar los procesos cognitivos (percibir, codificar, memorizar, recordar ...) que subyacen al proceso por el que se adquiere conocimiento.

La información del medio es recogida por las estructuras cognitivas internas de un modo selectivo a través del proceso de atención, para pasar a ser reconstruida en función de códigos propios, y almacenada en la memoria. Su recuperación posterior conlleva asimismo un proceso activo de reconstrucción cognitiva de acuerdo a ciertos indicios y a los propios sistemas de codificación.

La información que el sujeto selecciona del medio es transformada en información nerviosa que penetra en el registro sensorial. Los datos de que se dispone sugieren que la mayor parte de la información sensorial que llega al sistema cognitivo humano es procesada, en algún grado, de forma automática. Del contenido registrado, sólo una pequeña parte va a ser objeto de un procesamiento más elaborado, siendo selectivamente percibidos algunos componentes. Recogiendo la influencia de la teorías de la Gestalt, los

psicólogos del procesamiento de información concuerdan en poner de relieve la atención o percepción selectiva como variable primaria del aprendizaje. Pese a la diversidad de aproximaciones a la explicación de los procesos atencionales, algunas ideas parecen de general aceptación en estos momentos, como es el hecho de que parte de la información es seleccionada, en base a características físicas de la estimulación y a las expectativas, intereses y estrategias propias del sistema de procesamiento; y que la información no seleccionada es, a pesar de ello, capaz de contactar con algunos componentes del sistema y activar representaciones almacenadas en la memoria (Marcel, 1983).

Muy relacionado con el tema de la atención está el de la memoria operativa, o memoria en funcionamiento. La idea de un sistema de memoria operativa que haría las veces de ejecutivo central, estaba ya presente en el modelo multialmacén propuesto por Atkinson y Shiffrin (1968), adscrita al denominado almacén a corto plazo. Sin embargo, la especificación del sistema, con sus componentes y funciones, es más reciente, y constituye un campo de investigación muy activo, sobre todo en el ámbito europeo (Phillips & Baddeley, 1989). Además, la memoria operativa no sólo tendría que ver con la atención y retención a corto plazo de parte de la información entrante en el sistema. Su campo de acción sería más extenso y desempeñaría un papel fundamental en la mayoría de las actividades cognitivas, como por ejemplo la comprensión, construcción de representaciones, solución de problemas, etc.

Los procesos de codificación, que llevan a cabo la construcción de representaciones, combinan los aspectos atendidos de la información externa con información relevante ya almacenada en el sistema cognitivo. Sería poco menos que imposible enumerar la lista de posibles atributos que podría incorporar una representación, pues las representaciones no son observables y sus propiedades son sólo inferibles en base a los datos obtenidos en diversas tareas y situaciones experimentales. El estudio de las representaciones mentales es una de las áreas más activas de la investigación psicológica, pero no ha alcanzado el grado de coherencia deseable (Schank & Abelson, 1987; Rumelhart, McClelland & Grupo PDP, 1992).

El paso de la información de la memoria operativa al almacén de memoria a largo plazo, configura el proceso de aprendizaje propiamente dicho, ya que por definición, el aprendizaje implica cambios relativamente permanentes de la capacidad (competencia) o de la conducta (ejecución), que como tales acontecen cuando el conocimiento queda almacenado en la memoria a largo plazo. Ahora bien, ¿cómo tiene lugar tal proceso de adquisición o paso

de la información trabajada en la memoria operativa al almacén de los conocimientos permanentes?

La respuesta a esta pregunta tienen mucho que ver con el tipo de relaciones que establezca el sujeto entre sus esquemas de memoria preexistentes y la nueva información, así como el tipo de transformación que establezca, tanto de la nueva información, para asimilarla a sus esquemas, como de sus propios esquemas, para acomodarlos a la información seleccionada, como planteó Piaget (1978).

En este sentido, podríamos afirmar que casi todo lo que hemos aprendido lo hemos adquirido por dos vías fundamentales (dentro de las cuales existen diversidad de variantes), que se corresponderían con la vía del aprendizaje repetitivo por asociación, por un lado (lo que en lenguaje común solemos denominar aprendizaje memorístico), y con la vía del aprendizaje significativo por reestructuración de significados, por otro (Claxton, 1984; Pozo, 1989).

Cuando el sujeto apenas establece relaciones entre sus conocimientos previos y la nueva información, sino que se limita a almacenar una copia literal de ésta, mediante la práctica repetitiva de asociaciones verbales, estará optando por la vía del aprendizaje repetitivo por asociación, para el que ni siquiera es requisito necesario la comprensión de la información. Esta vía se basa en la idea, ya expresada por Aristóteles, de que para aprender debemos asociar cosas entre sí y cuantas más veces mejor. Esta vía permite la reproducción literal de la información y ha sido y continúa siendo bastante frecuentada en la práctica escolar. A su vez, es la vía que explicó la Psicología Conductista y que ha desconsiderado la Psicología Cognitiva.

Sin embargo es una vía cuya utilización está justificada en determinadas situaciones, como por ejemplo cuando deseamos reproducir literalmente una información verbal, bien porque nos falten conocimientos previos desde los que comprenderla, o bien porque sea necesario reproducirla tal cual, como es el caso del aprendizaje de ciertos hechos, datos, listas de nombres, etc., como puede ser, por ej., la lista de los reyes godos. A su vez, también es la vía que utilizaremos cuando lo que necesitamos reproducir sean determinadas técnicas o destrezas motrices como aprender a escribir a máquina o montar en bicicleta; aprendizajes que requieren forzosamente de práctica repetitiva de asociaciones, en este caso no verbales sino de movimientos musculares. O también es la vía que explica la adquisición de tendencias a reproducir determinadas conductas que han quedado asociadas de modo repetido con consecuencias favorables o desfavorables.

De ahí que podamos afirmar que si bien la psicología cognitiva se ha centrado en el estudio del aprendizaje por reestructuración de esquemas, no todo aprendizaje escolar se hace por reestructuración, ni requieren de cambios conceptuales en las concepciones previas de los alumnos. Existen otros tipos de aprendizaje de naturaleza fundamentalmente asociativa, en los que los alumnos valiéndose de la repetición, reproducen cadenas de asociaciones verbales o musculares, en la adquisición de información o destrezas que hay que reproducir tal cual, porque en caso contrario quedarían deformadas. Así como existen ocasiones en las que son necesarios aprendizajes asociativos previos para poder favorecer aprendizajes posteriores por reestructuración. En definitiva, como plantea Carretero (1993: 119) los planteamientos constructivistas de la psicología cognitiva del aprendizaje no pueden aplicarse a todos los contenidos ni a todas las situaciones educativas.

La otra vía, la del aprendizaje significativo por reestructuración, que es la que encuentra fundamentación en la epistemología constructivista y en la psicología cognitiva, requiere que el sujeto establezca diversas relaciones entre las estructuras de sus conocimientos previos y las que extraiga de la nueva información. En función de la calidad y cantidad del tipo de relaciones establecidas obtendrá un aprendizaje con un grado mayor o menor de significatividad. Los estudios en psicología de la memoria (Baddeley, 1984; Norman, 1987) muestran que la recuperación de la información depende en gran medida de la organización recibida por la información en el momento de la adquisición. En este sentido, cuanto mejor y mayores sean las relaciones establecidas entre el nuevo material aprendido y los conocimientos anteriores más fácil será su recuperación en el futuro.

De acuerdo con la caracterización constructivista del aprendizaje, cualquier nivel de conocimiento es siempre una modificación del previamente poseído, y la actividad cognitiva no es aleatoria, sino que se halla organizada y dirigida por características estructurales propias. Cuando un sujeto adquiere conocimiento, reconstruye significados propios en función de su propia actividad autoestructurante. Entendemos por actividad autoestructurante la actividad por la que el sujeto organiza las relaciones entre los nuevos significados y los ya construidos, y va progresivamente anticipando, contrastando y reformulando su propias expectativas.

En la interacción cognoscitiva con el medio, el sujeto selecciona los estímulos de interés y les otorga una determinada significación en función de sus condiciones intrapersonales (sistema ideativo, motivacional, emocional, personológico...). Significación que adquiere la características de una

reconstrucción personal, que puede mantener notables similitudes con las otorgadas por otros sujetos, en función de que compartan determinadas características intrapersonales (misma edad, intereses parecidos, conocimientos previos similares...) y situacionales (parecido entorno situacional y sociocultural).

Desde este punto de vista, el hombre construye y recrea parcial y simbólicamente la realidad. Decimos parcialmente porque la realidad objetiva, exige y condiciona en cierto modo la construcción simbólica a realizar, fuertemente condicionada no sólo por su naturaleza física sino también por su conformación sociocultural, que tiende a homogeneizar las construcciones personales, al estar basadas en la aplicación de unos instrumentos cognitivos que han sido adquiridos por apropiación de la dotación cultural.

La vía del aprendizaje significativo es la que debiera utilizarse para el aprendizaje de conceptos y teorías que no es preciso copiar literalmente, sino que se requiere su comprensión y reestructuración con el fin de facilitar su integración adecuada en el sistema cognitivo del sujeto, de modo que se puedan recuperar y transferir en diversas situaciones. Sin embargo, uno de los problemas más frecuentes en la práctica escolar es que los alumnos aprenden conceptos y teorías, no por esta vía, sino por la vía del aprendizaje repetitivo de asociaciones verbales, logrando con ello reproducir literalmente una información que carece de significado y utilidad para ellos. Una clave para discriminar cual es la vía por la que ha optado el alumno, si la del aprendizaje literal sin comprensión, o la del aprendizaje significativo, vendrá dada por el grado de literalidad de lo aprendido, ya que si ha intervenido la comprensión siempre va a conllevar una traducción de lo aprendido a las propias palabras.

La vía del aprendizaje significativo también será la vía por la que se adquieren las diversas estrategias cognitivas y metacognitivas de aprendizaje, que requieren, no sólo de la reproducción de determinadas técnicas, sino de la reconstrucción de una secuencia de acciones orientadas a la consecución de una meta, a través de la reflexión creativa sobre la propia práctica resolutoria. La adquisición de estrategias permitirá al alumno planificar, organizar, orientar y evaluar sus propias actividades de aprendizaje. Si bien el dominio de una estrategia requiere el dominio de diversas técnicas que pueden adquirirse por vía reproductiva, requiere a su vez de un cierto grado de metaconocimiento sobre el propio proceso de aprendizaje, que les permita decidir la estrategia más conveniente en cada caso y planificar con acierto su uso. Para ello no basta con la reproducción mecánica y repetitiva de un procedimiento, sino que se requiere de un ejercicio reflexivo que ponga en relación las propias habilidades, recursos

y procesos de aprendizaje que uno tiene con los que requiere cada situación, de modo que el sujeto pueda planificar la secuencia de actividades más eficaces en cada caso y evaluar los resultados obtenidos tras su aplicación.

Cuando se opta por la vía del aprendizaje significativo no se trata de copiar literalmente una información o un procedimiento, sino que se requiere en primer lugar de una comprensión o codificación realizada en función de lo que ya sabemos, de tal modo que podamos "reformular" en nuestros propios términos la información comprendida. Tal proceso de "reformulación" conlleva ya un proceso de transformación de la información, realizada por nuestros esquemas cognitivos al intentar asimilarla. Pero el aprendizaje significativo requiere, además de tal comprensión y codificación previa, una integración de la misma en nuestras estructuras cognitivas, proceso tras el cual éstas quedarán asimismo transformadas, al haberse acomodado a la estructura de la nueva información asimilada. El resultado de este doble proceso de transformación será el aprendizaje significativo, que como tal va a suponer una transformación personal de la nueva información adquirida, así como de los esquemas de memoria preexistentes, los cuales quedarán más diferenciados y/o coordinados entre sí.

Tal proceso de reconstrucción será más o menos costoso de realizar en función del distinto tipo de transformaciones que sea necesario establecer entre la estructura cognoscitiva del sujeto y la nueva información. Cuando el sujeto dispone de una estructura que le permite comprender y organizar con claridad la nueva información, es probable que sólo tenga que vincular los nuevos elementos con los preexistentes, a través de un aprendizaje asociativo subordinado, en términos de Ausubel. Pero cuando los esquemas asimilativos de que dispone el sujeto han de ser corregidos y reestructurados, porque de forma contraria deformarían la nueva información al intentar asimilarla, entonces necesitan poner en marcha mecanismos de adquisición más complejos, que implican un aprendizaje supraordenado por reestructuración (Carey, 1985; Gil & Carrascosa, 1985; Pozo, 1989; West & Pines, 1985 ...).

Una vez que la información se encuentra almacenada y codificada en la memoria a largo plazo, teóricamente se encuentra disponible de modo permanente; aunque existen muchas razones, como la falta de uso, interferencias con recuerdos recientes (interferencia retroactiva) o con los viejos (interferencia proactiva), así como la ineficacia de los procesos de búsqueda y recuperación que pueden hacer inaccesibles los datos almacenados. Los procesos de recuperación cambiarán en función de las demandas de la tarea de memoria, y se sitúan en una dimensión continua, que va desde los procesos más

pasivos de evocación cuasi-automática, hasta los más activos de auténtica reconstrucción del pasado (Baddeley, 1986). Recuperada la información, son organizadas las respuestas que comportan la ejecución conductal. La observación de los resultados proporcionará la retroalimentación necesaria para continuar el proceso de aprendizaje.

Para comprender cómo tiene lugar la construcción del aprendizaje en la situación educativa hay que tener en cuenta que nos situamos en un contexto de inter-influencia en el que el aprendizaje aparece indisolublemente vinculado a la enseñanza, y en el que la relación cognoscitiva sujeto-objeto utiliza como soporte las relaciones interindividuales y sociales. Con ello estamos planteando que la construcción del conocimiento en la situación educativa trasciende el plano individual del sujeto que aprende para ser entendida como fenómeno multidimensional, en el que intervienen dos grandes tipos de relaciones comunicativas, interactuantes entre sí: relaciones interobjetivas del sujeto con los diferentes objetos de conocimiento; y relaciones intersubjetivas de comunicación social, donde se sustentan y apoyan las primeras (Luria, 1980; Lautrey, 1985; Wertsch, 1988; Nelson, 1988 ...).

Se trata ahora de enriquecer la consideración del aprendizaje como construcción intrapersonal, que hemos realizado antes, con la complementaria consideración del aprendizaje como construcción intersubjetiva. Ambas perspectivas son necesarias y mutuamente enriquecedoras, ya que en cualquier contexto educativo siempre se halla presente la mediación social como instancia condicionante de la actividad autoestructurante del sujeto. Tal mediación social se halla materializada no sólo en la organización de la estimulación social, sino también en la organización del entorno físico y en la propia configuración de los objetos de relación (juguetes, libros, materiales ...). Razón por la que entendemos que la actividad autoestructurante por la que el sujeto construye el conocimiento, no puede ser entendida al margen de la mediación intersubjetiva.

En este sentido podemos entender el aprendizaje en la situación educativa como un proceso de construcción intrapersonal de un conocimiento, que primero es poseído en la interacción interpersonal y que pasa a ser interiorizado. Tal planteamiento responde a la ley fundamental del desarrollo de las funciones psicointelectivas superiores, que estableciera Vygotsky, según la cual tales funciones aparecen dos veces en el curso del desarrollo: primero en las actividades colectivas sociales, como funciones intersíquicas, y después en las actividades individuales, como funciones intrapsíquicas, o propiedades internas del pensamiento del niño (Vygotsky, 1979). El dominio del conocimiento en el plano intersubjetivo conlleva la construcción de una actividad conjunta, en la

que la mente de los sujetos participantes funciona con apoyos instrumentales y sociales externos. A medida que el individuo vaya dominando el conocimiento con la ayuda de tales apoyos externos, irá construyendo sus propios correlatos intrapersonales mediante un proceso de internalización que pasa del nivel práxico al verbal y de éste al mental (Galperin, 1980). Proceso de interiorización que no consistirá en una pasiva reproducción del conocimiento poseído en la actividad intersubjetiva, sino en una reconstrucción personal realizada por la actividad autoestructurante en el plano de la propia representación mental.

De acuerdo con lo planteado, la Tecnología de los procesos de aprendizaje necesita situar el centro de reflexión en el análisis de la interactividad que pueda potenciar en el sujeto el proceso de reconstrucción significativa del conocimiento. Para ello es preciso un enfoque sociocognitivo que analice la relación cognoscitiva desde la integración de las relaciones que mantiene el sujeto con el objeto, sobre el soporte de las relaciones intersubjetivas.

En la relación educativa, educador y educandos se encuentran en un proceso interactivo de construcción, en el que una de las experiencias a reconstruir es precisamente la propia relación educativa. Para cada sujeto, la presencia, conducta, lenguaje ... del otro supone una experiencia a construir, y que como tal irá produciendo validaciones o invalidaciones de las respectivas anticipaciones implicadas en dicha experiencia. La concepción de la relación educativa, desde los planteamientos constructivistas, parece ser entendida como de colaboración y negociación de significados, lo que supone el reconocimiento de saberes mutuos y complementarios. Por ser saberes mutuos, se reconoce a educador y educandos en un mismo nivel de importancia, y por ser complementarios se delimitan las distintas responsabilidades de cada uno, ya que corresponde al educador la máxima responsabilidad en la dirección del proceso educativo hacia el logro de los objetivos previstos.

Una Tecnología de los procesos de aprendizaje acorde con la epistemología constructivista, orienta las conductas, tanto de los educandos como de los educadores hacia un comportamiento autorregulado e interactivo. En tal concepción, el educador no pierde su carácter directivo sino que es reconceptualizado en términos de dinamizador del proceso por el que se anima a los educandos a regular su propio proceso de construcción del saber.

En sí, el educador se convierte en un facilitador de la reconstrucción cognitiva de sus educandos, así como un investigador de los modos en que tal proceso puede ser mejorado, en el marco de un contexto de negociación de

significados, mas que de mera transmisión-recepción de contenidos preestablecidos por el curriculum oficial. En este sentido entendemos que no se puede imponer el conocimiento, sino que su construcción intersubjetiva requiere de una comunicación efectiva que encuentra en la negociación el eje central de los procesos de regulación educativa. Tal negociación supone asumir una actitud de aceptación y motivación para el intercambio de información, una atención receptiva y respetuosa al otro, una retroalimentación continua que alimente el compromiso compartido de implicarse en tareas de enseñanza-aprendizaje. De lo contrario el flujo de información educativa se empobrece y el proceso educativo se convierte progresivamente en proceso ficción.

Desde la perspectiva de la negociación y asumiendo los roles que desempeñan educador y educando, se tratará de ir negociando los intereses y objetivos en el diseño de tareas que sean funcionales y significativas para todos. Para ello la información previa existente en el sistema educativo debe ser especialmente atendida, ya que en ella se encuentran los significados que los elementos de la educación aportan a la interacción educativa. Información que está presente en cada educando (conocimientos, habilidades, actitudes ...), en cada educador (conocimientos, habilidades, actitudes ...), así como en los propios elementos contextuales (disposición, estructura organizacional, formas de uso ...), y que remite a la propia historia del sistema.

Para la concreción de los objetivos y contenidos de aprendizaje en un programa de actividades que pueda favorecer la reconstrucción ínter e intrasubjetiva del conocimiento, será preciso estimular un proceso de exposición y negociación de las ideas e intereses de los sujetos de la educación, de forma que se pueda llegar a un acuerdo compartido de trabajo, que promoverá unos mayores niveles de implicación y motivación en la realización de las tareas. Se introduce así la razón comunicativa en el proceso educativo. A través de la comunicación y la negociación, se determinará un "programa de actividades", que guarde coherencia con los objetivos y contenidos, mantenga una lógica interna que evite la desorientación, y disponga de la flexibilidad necesaria para adaptarse a las nuevas situaciones que puedan generarse al hilo de su propio desarrollo.

La concepción del aprendizaje como construcción ínter e intrasubjetiva se integra en una concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje en términos de construcción conjunta de sistemas de significados, que pueden llegar a configurar o no contextos mentales compartidos. El logro de tales contextos dependerá de la medida en que se aliente, a través de la comunicación y la

negociación, el establecimiento de la intersubjetividad en el aula, entendida como un sistema de significados compartidos, formado por las parcelas coincidentes de los respectivos significados subjetivos que aportan los distintos participantes en la experiencia formativa. Cuando no existen parcelas coincidentes y tal sistema de significados compartidos no se conforma nos encontraremos con situaciones de incomprensión en la relación educativa. El grado de comprensión irá aumentando en la medida en que vaya incrementándose progresivamente tal grado de coincidencia, gracias a los mecanismos de comunicación y negociación de significados, lo cual exige la capacidad de descentrarse del propio punto de vista, de reconocer otros puntos de vista posibles y de colaborar en una definición intersubjetiva que permita realizar el proceso de construcción de significados compartidos (Coll y otros: 1995; Cazden 1988, Stodolsky, 1991, Green y Harker, 1988).

La actividad autoestructurante por la que aprenden los alumnos se sitúa en el contexto educativo en un marco de construcción conjunta, de modo tal que no se podrá comprender la naturaleza y dinámica de tal actividad autoestructurante, si no se atiende y comprende a su vez la actuación del profesor, y a la inversa.

3. Implicaciones del enfoque tecnológico actual

El aprender ya es un proceso a través del cual el sujeto va construyendo su propio conocimiento de la realidad desde sus propios modelos mentales; pero en dicha construcción influyen una serie de variables, como la actividad mental, las experiencias y aprendizajes previos, el contexto social y cultural, las situaciones de interacción (Duncan, 1989: 85), y las actitudes y afectos hacia el aprendizaje (Romiszowski, 1989: 85). Variables que están presentes en los procesos que el sujeto pone en marcha para aprender y que fundamentalmente se refieren a:

- los procesos cognitivo-afectivos;
- los procesos interactivos;
- los procesos autorregulativos; y
- los procesos resolutivos.

- ◆ **Procesos cognitivo/afectivos:** Desde la concepción actualizada de la naturaleza del aprendizaje asumida por la Tecnología educativa se considera al sujeto como “*un organismo intencional y regulador, capaz de producir procesos organizativos de la información, tanto exterior, como interior, para integrarla y modificar la organización anterior en un sentido creativo de construcción de significados*” (Barrón, 1991b: 310). Implica el desarrollo de procesos atencionales, perceptivos, de codificación y almacenamiento, de recuperación de la información, de relación entre distintos datos e informaciones nuevas y las ya almacenadas, así como procesos de integración en la estructura cognitiva, cuya modificación actualiza los modelos mentales desde los que se va a reinterpretar la realidad.
- ◆ **Procesos interactivos:** El aprendizaje transcurre a lo largo de toda la vida, en los continuos intercambios activos que establece el sujeto con otros, con los contextos, las situaciones, los acontecimientos y las fuentes diversas. A través de los procesos interactivos los sujetos aprenden diferentes sistemas de representaciones significativas de la realidad y anticipan mentalmente el comportamiento a seguir, en función de sus propios sistemas cognitivos y afectivos; actualmente se reconoce que el desarrollo del sujeto está en función de las complejas interacciones persona-ambiente, en las cuales los sujetos y los contextos se influyen recíprocamente en un continuo proceso de cambio (Duncan, 1994: 31); lo cual implica que los sujetos son a la vez productos y productores de sus ambientes; aunque, teniendo en cuenta que la causalidad es recíproca, los efectos son también bidireccionales. Así, en las situaciones de interacción y a través del lenguaje, el sujeto asume las interpretaciones sociales sobre la realidad y las reformula sobre la base de sus experiencias anteriores, ya que la percepción y la interpretación de la realidad están fuertemente influidas por las interacciones sociales.

La interacción educativa se caracteriza por dos elementos: la participación guiada (Rogoff, 1993) y el control-andamiaje (Wood, 1988; Bruner, 1990), que definen la necesaria relación “mediada” y la adecuada y precisa definición de las situaciones de interacción para la construcción de conocimiento, así como la asunción progresiva de responsabilidad por parte del sujeto que aprende, en las tareas de aprendizaje.

- ◆ **Procesos de autorregulación:** Desde los planteamientos anteriores, se destaca la importancia de la habilidad de los sujetos para controlar su propio proceso de aprendizaje, ya que el proceso de construcción personal de conocimiento, no está tanto en función de los estímulos contextuales, como de la toma de conciencia de cada sujeto, de la interacción que establece con

su contexto, o más bien, con el modelo percibido de dicho contexto (Mitchell, 1989: 19); la auto-conciencia emerge de la interacción social; tanto desde un macro nivel -contexto socio-cultural- como desde un micro nivel -situaciones de interacción.

La autorregulación implica reflexión y conciencia de la propia tarea; es el elemento clave de las experiencias del sujeto que determinan sus actitudes hacia el aprendizaje. Implica un nivel de auto-control percibido sobre lo que sucede y niveles de auto-control asociados a la propia actividad física y mental. A través de los procesos auto-regulativos se incrementa el nivel de control del sujeto en las tareas que realiza en su proceso de aprendizaje y mejora sus actitudes hacia la ciencia (White, y Mitchell, 1994: 22). Subrayar la capacidad auto-reguladora del sujeto es subrayar el potencial humano para aprender cómo actúa la realidad. Precisamente la tarea prioritaria de la educación es ayudar a los sujetos a que dirijan su propia actividad, el desarrollo de la propia conciencia “como entidad explicativa experiencial y reguladora de la realidad...” (Vázquez, 1991: 132) y la adquisición progresiva de la capacidad auto-regulativa de su aprendizaje (Lebow, 1995: 6).

Controlar el propio proceso de aprendizaje implica también controlar los propios procesos mentales y estados afectivos y motivacionales; lo cual requiere el desarrollo de habilidades metacognitivas que estimulen un aprendizaje autónomo y autodirigido, tales como la capacidad de controlar las exigencias que conlleva la realización de las tareas de aprendizaje y la capacidad de reflexionar sobre la forma en que uno aprende (Aznar Minguet, 1992: 116). Reflexión y control son los mecanismos que precisa el desarrollo de la capacidad de aprender a pensar para aprender; el término reflexión hace referencia a la toma de conciencia sobre la propia actividad con la función básica de regularla, en un proceso que se desarrolla en situaciones de interacción en un marco socio-cultural determinado.

- ◆ **Procesos resolutivos:** Subraya la importancia de saber cómo actuar y qué procedimientos utilizar. Cualquier tarea de aprendizaje constituye un problema que el sujeto ha de intentar solucionar considerando los posibles caminos y adoptando, de entre los posibles, la decisión más adecuada para su resolución. En estos procesos se requiere identificar lo que uno sabe, lo que necesita saber, cómo adquirirlo y cómo usar lo que ya se sabe.

Estos planteamientos subrayan el protagonismo conferido a los sujetos en la construcción de su propio conocimiento; y, precisamente este protagonismo hace difícil acomodar los principios del diseño instructivo tradicional a las

nuevas concepciones acerca de la naturaleza del aprendizaje. Esta nueva concepción acerca de cómo se aprende requiere nuevas formas de tomar decisiones pedagógicas; la capacidad informativo-regulativa y el carácter de control de la intervención pedagógica propios de la Pedagogía Tecnológica (Vázquez, 1991: 124) han de ponerse al servicio de estos nuevos planteamiento acerca de la forma de aprender. Una Tecnología educativa bajo estos presupuestos ha de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La interdependencia contexto/conocimiento; el sujeto aprende en un contexto cultural que le proporciona un marco de referencia común, desde el cual construye representaciones significativas sobre la realidad en interacción con otros.
- La naturaleza mediada del aprendizaje; la interacción mediada desde la cual el sujeto aprende condiciona el tipo de significados y la forma de interpretar dicha realidad en contexto, ya que los procesos de construcción de conocimiento no pueden considerarse independientes de las condiciones en las que se genera; el “mediador” educativo pone las condiciones para que la construcción que realiza el sujeto sea más amplia o más restringida, se oriente en un sentido o en otro; es decir que la intervención educativa establece los parámetros en los que se puede desarrollar la actividad mental constructiva de los sujetos (Zabala, 1995: 36).
- La historia personal de experiencias de aprendizajes anteriores; en las situaciones de interacción y a través del lenguaje, el sujeto asume las interpretaciones sociales sobre la realidad y las reformula sobre la base de sus aprendizajes previos.

Desde estas consideraciones básicas, la Tecnología educativa requiere un cambio de rol focalizado más sobre el aprendizaje que sobre la enseñanza; un rol dirigido, no tanto a enseñar contenidos, como a promover aprendizajes. Este cambio de óptica tiene necesariamente que tener su correspondencia en un cambio en la aplicación de las tecnologías de la información a la educación (Winn, 1992: 179); cambio que implica desestimar las llamadas *tecnologías llenas*⁵⁰ para centrarse más en el desarrollo y aplicación de *tecnologías vacías*; es decir, se trata de usar tecnologías que funcionen, no como sistemas instructivos, sino como herramientas o instrumentos que los sujetos utilicen para desarrollar habilidades cognitivo-afectivas y sociales.

Este cambio de rol implica que un enfoque tecnológico actual de la educación tiene que abordar :

- ♦ un cambio desde la consideración de un único contexto de aprendizaje a la configuración de múltiples contextos y redes de contextos de aprendizajes,
- ♦ un cambio desde un aprendizaje pasivo a un aprendizaje activo;
- ♦ un cambio desde una presentación estática de las situaciones de aprendizaje a una presentación dinámica a través del uso de recursos diversificados;
- ♦ un cambio desde una presentación unidireccional de la información a una presentación interactiva;
- ♦ un cambio desde el uso de estrategias de enseñanza por vía universal a la consideración de las diferencias individuales en los diseños de enseñanza/aprendizaje;
- ♦ un cambio desde la atención puesta casi únicamente en los efectos de los factores cognitivos, hacia la consideración de los efectos afectivos en la cognición en general y el impacto específico de las variables motivacionales sobre el aprendizaje (Mac Farlane, 1994: 148).

La Tecnología educativa afecta al proceso de enseñanza/aprendizaje a través de la atención puesta en un conjunto interaccionado de variables (Wager, 1992: 455), referidas a las características del sujeto que aprende, las características de las propias tareas de aprendizaje y las características referidas al contexto, cuya consideración subraya las diferencias individuales de los sujetos y la necesidad de que la intervención educativa facilite y oriente el proceso de construcción de conocimiento adaptando a las diferencias individuales, los recursos, estrategias, técnicas e instrumentos tecnológicos con los que ayudar a andamiar dicho proceso :

- ♦ **Características del sujeto.-** La motivación, el conocimiento previo, las estrategias de aprendizaje y las actitudes son características del sujeto que afectan al modo en que se enfrenta al proceso de aprendizaje; por tanto afectan también a la forma de diseñar el proceso educativo:
 - **Motivación:** se trata de propiciar la motivación interna a través del diseño de situaciones que implementen el interés y la atención, la relevancia de la tarea, las expectativas positivas y un nivel adecuado de percepción de autoeficacia personal⁵¹.
 - **Conocimientos previos:** un diseño instructivo desde la Teoría cognitiva del procesamiento de la información precisa del análisis de las tareas de aprendizaje, en términos de los conocimientos y de las habilidades requeridas para realizarlas; un diseño realizado desde ópticas constructivistas subraya la necesidad de indagar los conocimientos y

habilidades ya adquiridas por el sujeto para adecuar las tareas de aprendizaje a la zona de desarrollo posterior a la ya alcanzada por el sujeto, así como planificar el tipo de ayuda que va a necesitar para avanzar en el proceso de aprendizaje. ¿Dos caras de la misma moneda?; desde ambos enfoques se subraya la necesidad de atender a las experiencias de aprendizajes anteriores en los diseños educativos; pero mientras el primer enfoque se centra en los requerimientos de la tarea, el segundo enfoque se centra más en los requerimientos del sujeto. La integración de ambos enfoques es necesaria para potenciar un aprendizaje más significativo; lo cual depende de la medida en que las nuevas informaciones que licitan las tareas nuevas, se integren en las estructuras de conocimiento ya establecidas.

- **Estrategias de aprendizaje:** Las habilidades que el sujeto precisa para procesar información, relacionarla con los aprendizajes previos, interpretarla y controlar el proceso de construcción de conocimiento, pueden ser facilitadas desde la tecnología educativa a través de la elaboración y uso de recursos que proporcionen al sujeto herramientas generativas de múltiples formas representacionales (Pellegrino, 1995: 11), para facilitar los procesos de relación e integración de la información; y que activen los procesos de autorregulación⁵² propiciando conflictos entre las estructuras cognitivas y la realidad que el sujeto trata de representar, y definiendo situaciones de interacción desde las que internalizar modelos representacionales adecuados (Aznar Minguet, 1996), e incentivando la autoevaluación como medio para favorecer las estrategias de control y regulación de la propia actividad.
- **Actitudes hacia el aprendizaje:** Las predisposiciones a actuar de cierta manera en determinadas situaciones son un factor decisivo a la hora de afrontar una tarea de aprendizaje; a veces los sujetos muestran una actitud de "economía cognitiva" (Perkins, 1992: 164) al preferir que el mediador educativo les diga o resuelva lo que quieren saber, en vez de buscarlo por ellos mismos; el enfoque tecnológico desde los presupuestos epistemológicos actuales parte de una necesaria actividad del sujeto y de un compromiso personal con su proceso de aprendizaje, para lo que el sujeto puede no estar preparado. La Tecnología educativa debe proporcionar ayuda para reducir la resistencia cognitiva y definir, desde la acción educativa, situaciones de aprendizaje según modelos de estructura participativa y colaborativa, favorecedoras de un clima socio-afectivo, de fuerte impacto motivacional hacia el aprendizaje (Romiszowski, 1989: 88)⁵³; situaciones de aprendizaje colaborativo que

favorezcan la asunción de múltiples perspectivas propiciatorias del cambio y modificación de las representaciones internas (Park, y Hannafin, 1993) y motor del desarrollo cognitivo, afectivo y social; ya que no puede haber construcción de conocimiento si no hay una constante modificación de las estructuras cognitivo-afectivas.

- ♦ **Características de las actividades y tareas de aprendizaje.-** Los diferentes tipos de actividad humana constituyen también diferentes tipos de aprendizaje que requieren diferentes condiciones internas para procesar y conferir sentido a la información; estas condiciones internas pueden ser promovidas por determinadas condiciones externas, que se pueden diseñar desde la tecnología educativa, como condiciones presentes en los ambientes de aprendizaje, para facilitar el proceso de construcción de conocimiento (Gagné, Briggs y Wager, 1992); actividades y tareas que propicien, no tanto que el sujeto almacene información, cuanto que aprenda cómo encontrarla y conferirle significado, seleccionando prácticas educativas que sean relevantes por su conexión con las prácticas sociales y culturales que ocurren en los contextos de experiencia de los sujetos (Means y Olson, 1995); tareas que estimulen a razonar y pensar y a que los sujetos se comprometan en las actividades de solución de problemas; desde la acción educativa se pueden planificar tareas con grados adecuados de dificultad que generen conflictos cognitivos adecuados a la zona próxima al nivel de desarrollo del sujeto, que les motiven a la reflexión para estimular un aprendizaje autónomo y autodirigido; desde esta óptica, la evaluación de los aprendizajes no es tanto un refuerzo o control de dichos aprendizajes, sino más bien un auto-análisis y un instrumento metacognitivo para guiar el propio proceso de aprender. Lo cual no obvia el establecimiento de criterios de evaluación de proceso desde la acción educativa, para implementar la calidad de los resultados del aprendizaje (Jonassen, 1992: 139), en los que considerar dos elementos fundamentales: la perspectiva que cada sujeto desarrolla en un ámbito de conocimiento y la defensa de los propios juicios. El primer elemento es instrumental y explica el grado en que el conocimiento construido por el sujeto en un ámbito determinado, le permite funcionar efectivamente en dicho ámbito; el segundo elemento es funcional y explica el desarrollo de habilidades metacognitivas o saber reflexivo del propio pensamiento para dirigir el desarrollo de la comprensión de las actividades de aprendizaje y el proceso de construcción de esa representación en la estructura cognitiva. (Cunningham, 1992: 35).
- ♦ **Contexto de enseñanza/aprendizaje.-** Todo aprendizaje es situado; todo conocimiento se construye en contexto; un contexto configurado

tradicionalmente -aislado de otros contextos- dificulta el desarrollo de la habilidad de transferir el aprendizaje a otros contextos y situaciones. Desde la Tecnología educativa se defiende que el proceso de enseñanza/aprendizaje debe comenzar siendo contextualizado y que el sujeto tiene que experimentar la abstracción en una variedad de contextos y aplicaciones; pero en algún punto del proceso estas abstracciones han de descontextualizarse para poder transferirlas a otros contextos y aplicaciones. Teniendo en cuenta que el contexto sociocultural organiza y regula la experiencia del sujeto a través de las interpretaciones y significados transmitidos a través del lenguaje, la intervención educativa debe cuidar la configuración de contextos educativos que proporcionen a los sujetos la mayor riqueza y variedad de experiencias posible que faciliten la transferencia a otras situaciones o problemas: a) propiciando que los sujetos apliquen los conocimientos y habilidades nuevas en contextos de solución de problemas significativos para el sujeto, b) ofreciendo múltiples perspectivas o interpretaciones de la realidad, c) usando mediadores, métodos, instrumentos y recursos diversificados, d) aplicando simulaciones a través de juegos y/o tecnología electrónica⁵⁴, que proporcionen contextos ricos "simulados" de solución de problemas desde múltiples perspectivas, y e) diseñando actividades basadas en la experiencia.

Los sujetos tienden a usar sus esquemas o modelos mentales para solucionar los problemas nuevos, posiblemente con soluciones viejas basadas en la experiencia pasada; la experiencia pasada propicia heurísticos útiles para desarrollar estrategias de solución de problemas y para facilitar el reconocimiento de la información que sirve de base para intuir soluciones. A través de la solución de problemas y la necesaria toma de decisiones, los sujetos, a lo largo de su vida, se van relacionando con su ambiente. Pero la capacidad de resolución de problemas en las diferentes situaciones vitales es vulnerable a los cambios que acompañan a la edad; con el paso del tiempo el sujeto es menos flexible en el control activo de búsqueda de soluciones y menos eficiente en el mantenimiento de secuencias de respuesta. Sin embargo la Tecnología educativa tiene que tener en cuenta que el impacto del contexto en la actividad cognitiva, afectiva y relacional que acompaña a la búsqueda de soluciones a los problemas cotidianos es tan importante que se puede decir que el contexto es parte de su definición y, consecuentemente también, parte de su solución (Luszcz, 1989: 26); lo que quiere decir que el contexto es parte integral del significado de la realidad, lo cual requiere una mayor aproximación a las prácticas sociales y culturales.

Un buen ambiente de aprendizaje es aquel que facilita afrontar los problemas desde perspectivas nuevas y variadas y manejar fuentes de datos diversas para propiciar que los sujetos sepan usar la información obtenida "en contexto" fuera de los límites del escenario en el que fue organizada, relacionada e integrada⁵⁵. De ahí la importancia del contexto como variable de los diseños educativos; variable que requiere acciones educativas favorecedoras de aprendizajes contextualizados, pero facilitadores de la descontextualización de dichos aprendizajes mediante métodos y recursos apropiados que relacionen la teoría con la praxis; los contextos de aprendizaje deben reflejar la complejidad del mundo y de la vida, como apoyo al proceso constructivo de la realidad y para facilitar la transferencia de las experiencias de aprendizaje a las diferentes situaciones de la vida. El crecimiento y el desarrollo personal esta en función de una constante construcción cognitiva, afectiva y comportamental en interacción con el medio; implica un aprendizaje creativo, que requiere reorganización de datos y construcción de nuevos modelos o mapas mentales de acción; la Tecnología educativa, como gestionadora de procesos y entornos de aprendizaje tiene actualmente el reto de proporcionar una adecuada cantidad y calidad de experiencias para propiciar dichas construcciones mentales.

4. Técnicas y propuestas para la acción educativa

A continuación se presenta tecnología de intervención potenciadora de los procesos de aprendizaje: en primer lugar, técnicas educativas derivadas de la teoría del procesamiento de la información, en segundo lugar del constructivismo y, en tercer lugar, propuestas educativas desarrolladas en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación. Los dos primeros bloques se incardinan en una interpretación de la tecnología educativa como aplicación de lo que se sabe de enseñanza-aprendizaje a la práctica educativa (Ault, 1993; Schroeder, 1995), desarrollando, para ello, técnicas pedagógicas, interpretación ésta que compartimos y que ha sido habitual en los tecnólogos de nuestro país. El tercero se inscribe en la que ha sido la manera más corriente de entender la tecnología educativa en el ámbito anglosajón, en que se la suele entender como hardware, aparatos que se manejan para aportar o manipular información y que sirven como herramientas para realizar tareas⁵⁶, hermanada ahora, en sus propuestas educativas más relevantes, con la teoría constructivista del aprendizaje.

a. *Tecnología derivada de la teoría del procesamiento de la información. Ámbito de las estrategias de aprendizaje.*

Los procesos cognitivos que moviliza el sujeto para aprender -procesos atencionales, de codificación, de almacenamiento y retención, de recuperación de información y de respuesta (Atkinson y Shiffrin, 1968)- son activados desde una serie de estructuras cognitivas: los registros o receptores sensoriales, la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo y los efectores expresivos o generadores de respuesta, que son dirigidos por el procesador central -cerebro humano- por medio de las *estrategias de aprendizaje*. Éstas son los mecanismos de control de que dispone el aprendiz para dirigir sus modos de procesar información, para enfrentarse, en definitiva, a las situaciones de aprendizaje; son las competencias que facilitan la adquisición, almacenamiento y recuperación de la información (Bernad, 1993; Gargallo, 1992 y 1995; Mayor, 1993; Nisbet y Shucksmith, 1987; Monereo, 1990 y 1992; Pozo, 1993).

Las estrategias fundamentales implicadas en el aprendizaje, de acuerdo con la secuencia del procesamiento de la información (Beltrán, 1993; Justicia y Cano, 1993; Pozo, 1990; Weinstein, 1988; Weinstein y Mayer, 1985), son las que siguen:

- ◆ **Estrategias afectivo-motivacionales y de apoyo**, que ponen en marcha el proceso y ayudan a sostener el esfuerzo. Aquí se incluyen procesos motivacionales, autoestima y autoconcepto, relajación, condiciones ambientales adecuadas, etc.
- ◆ **Estrategias de procesamiento**, propiamente dichas:
 - ◇ Estrategias atencionales.
 - ◇ Estrategias de codificación, elaboración y organización de la información: implican reestructuración de la información para integrarla mejor, a través de tácticas como subrayado, resumen, esquema, mapas conceptuales, etc.
 - ◇ Estrategias de repetición y almacenamiento: incluyen la copia, repetición, recursos mnemotécnicos, el establecimiento de conexiones significativas, etc.
 - ◇ Estrategias de recuperación de la información: ejercicios de recuerdo, de recuperación de información siguiendo la ruta de conceptos relacionados, etc.

- ◇ Estrategias de comunicación y uso de la información adquirida, a través de elaboración de informes, de síntesis de lo aprendido, simulación de exámenes, prácticas de aplicación y transferencia, etc.

◆ **Estrategias metacognitivas: planificación, control y evaluación.**

En este marco y a partir de lo que sabemos sobre cómo se aprende, cobra especial relevancia la enseñanza explícita de estrategias de aprendizaje -la mayoría de nosotros las hemos aprendido de manera intuitiva, por tanteos de ensayo y error-, cognitivas y metacognitivas -no es posible una actuación estratégica sin metacognición, lo que supone conciencia del sujeto sobre cómo aprende, autoevaluación y control de su propio proceso de aprendizaje-, en la línea de aprender a aprender y aprender a pensar.

Un formato para programas educativos de enseñanza de estrategias, acordado por los investigadores, idóneo también para enseñar estrategias cognitivas y metacognitivas de resolución de problemas, de toma de decisiones, de expresión escrita, etc., es el que sigue:

- 1) **Planteamiento de la intervención**: requiere análisis de las demandas del escenario escolar, exploración de lo que los alumnos saben en torno a la estrategia, división de la estrategia en microestrategias o habilidades, determinación de objetivos, etc.
- 2) **Motivación para su uso**: valorar la utilidad de la estrategia ante los alumnos, relacionarla con el rendimiento y la competencia, “vender el producto”...
- 3) **Enseñanza-instrucción directa e interactiva**: explicitar lo que se va a aprender y ejemplificar el uso de la estrategia. Los pasos idóneos son:
 - Modelado: ejecutar la estrategia delante de los estudiantes verbalizando y justificando lo que se hace y, en su caso, promover la enseñanza recíproca, haciendo que los alumnos hagan las veces de profesor.
 - Práctica guiada: implica que los alumnos utilicen la estrategia en alguna actividad, guiados por el profesor, en grupo o individualmente.
 - Práctica independiente: los estudiantes emplearán la estrategia con autonomía en actividades similares a las de práctica guiada.
- 4) **Instrucción explícita en procesos de regulación y autocomprobación del aprendizaje**: ofrecer *feedback* correctivo individual que permita contrastar la ejecución del estudiante con un modelo de uso eficaz de la estrategia, utilizar el diálogo para pedir a los alumnos que expliciten los pasos que dan y que aclaren cuándo y cómo les será útil, etc.

- 5) **Incluir entrenamiento en metacognición sobre su uso, como garantía para la generalización, el transfer y el mantenimiento a largo plazo:** enseñar el “cómo”, “cuándo” y “por qué” del uso de la estrategia. Ofrecer a los alumnos oportunidades para aplicarla y transferirla...
- 6) **Enseñanza en contextos reales, en el aula y con materiales escolares habituales.**
- 7) **Evaluación:** utilizar pruebas relacionadas con los objetivos del programa, similares a las empleadas en la instrucción, para valorar la destreza en el uso de la estrategia.

* Técnicas de intervención

- **Modelado** (Beltrán, 1993; García Ros, 1992; Monereo, 1993 y 1994; Nisbet y Sucksmith, 1987). Implica la realización de la tarea por un experto, profesor, padre, adulto o igual, de forma que los estudiantes puedan observar y construir un modelo conceptual de los procesos que se requieren para realizar la tarea. En dominios cognitivos, y el ámbito de las estrategias lo es, ello exige la externalización de los procesos mentales y de los procesos metacognitivos (planificación, control y revisión/evaluación) que el experto moviliza.
- **Planteamiento de preguntas, interrogación o cuestionamiento, también conocida como mayéutica o método socrático de enseñanzá** (Brown y Campione, 1979; Nisbet, 1991; Nisbet y Shucksmith, 1987; Monereo, 1993 y 1994). Brown y Campione adjudican al profesor el papel de “abogado del diablo”, que cuestiona constantemente las suposiciones y premisas básicas del estudiante. El objetivo de la técnica es lograr que los alumnos se hagan conscientes de sus propios procesos de pensamiento. La clave está en la utilización de buenas preguntas: “¿Cómo lo has hecho?”, “¿Por qué lo haces así?”, “¿Por qué has dicho esto?”, “¿Puedes justificarlo?”, “¿Existen otras alternativas?”, etc. Se trata de enseñar al alumno modelos de estrategias de autointerrogación, autodiagnóstico y autocorrección, de las que los adultos disponen, para posibilitar la toma de conciencia metacognitiva en torno al proceso cognitivo utilizado y su posterior control.
- **Introspección, también denominada análisis y discusión metacognitiva** (Danserau, 1978; Nisbet, 1991; Nisbet y Shucksmith, 1987; Monereo, 1993). Esta técnica consiste en verbalizar los procesos cognitivos que se ponen en marcha para llevar a cabo tareas escolares. Los alumnos utilizan estrategias cognitivas para realizarlas, sin embargo les falta conciencia de las mismas y destreza en su uso. Para paliar estos problemas se les enfrenta a

tareas escolares (estudio, resolución de problemas, escritura, realización de trabajos, deberes, etc.) y, al mismo tiempo, se les pide que describan su método de trabajo, oralmente o por escrito. Se pueden utilizar diferentes variantes: tomar nota uno mismo de su proceso de pensamiento a la par que realiza la tarea -lo cual suele producir bloqueos-, tomar nota después de terminarla, verbalizar los procesos mentales que uno moviliza al enfrentarse a la tarea al mismo tiempo que ésta se realiza y que un compañero los anote, o bien grabarlos en audio o vídeo. Posteriormente, ante el grupo de clase, se exponen, se analizan y se someten a crítica las diversas estrategias explicitadas, de modo que unos alumnos puedan aprender las estrategias pertinentes de los otros. Es un procedimiento costoso, en principio, ya que, por falta de hábito, es difícil realizar la introspección o autoanálisis al mismo tiempo que se realiza la tarea y suele faltar repertorio lingüístico pertinente. Sin embargo, con el tiempo da muy buenos resultados.

Autointerrogación metacognitiva (Cassidy y Bauman, 1989; Monereo, 1992 y 1993; Tei y Stewart, 1985). Su aplicación precisa de la elaboración previa de un modelo de interrogación que ha de contener una serie de cuestiones a las que el aprendiz tiene que responderse en tres momentos o fases, antes de comenzar la tarea, durante la ejecución de la misma y al concluirla. El procedimiento prevé una ayuda del profesor desde el inicio, que va disminuyendo hasta conseguir que el alumno interiorice el procedimiento y pueda utilizarlo de forma independiente en diversas situaciones de aprendizaje. Cada profesor puede elaborar su propio modelo de interrogación y experimentar sobre la práctica su aplicación. Un ejemplo de modelo de autointerrogación es el propuesto por Monereo (1992), que plantea los siguientes interrogantes que el estudiante ha de contestarse:

- * *Planificación de la tarea -antes-* : 1. ¿Cuáles son los objetivos de la tarea? (Objetivización); 2. ¿Cuáles son las principales características de la tarea? (Análisis de la tarea); 3. ¿Cuál es mi nivel de conocimientos del tema? (Auto-revisión); 4. ¿Cuál es el mejor procedimiento para alcanzar los objetivos? (Selección de métodos y técnicas de aprendizaje); 5. ¿Cómo aplicaré el procedimiento elegido? (Ordenación de las fases); 6. ¿Cuándo sabré y cómo que los objetivos han sido alcanzados? (Criterios de Auto-evaluación); 7. Aplicar la estrategia escogida (Aplicación de la estrategia);
- * *Regulación de la tarea -durante-*: 1. ¿Me estoy ajustando al plan definido?; 2. ¿Estoy completando los sub-objetivos de la tarea?; 3. ¿Estoy empleando las técnicas más eficaces?; 3. ¿Me encuentro en el tiempo marcado?; y

- * *Evaluación de la tarea -después-*: 1. ¿He alcanzado los objetivos planteados?; 2. Si he cometido errores, ¿Cuál ha sido la causa?; 3. ¿Cómo pueden subsanarse estos errores?; 4. Si volviera a empezar, ¿qué modificaría? (Fin del proceso).
- **Autoinstrucciones.** Meichenbaum (1971, 1981), basándose en las aportaciones de Luria (1959 y 1961) y Vygotsky (1962), desarrolló una técnica de modelado autoinstructivo que es eficaz tanto para el tratamiento de niños con problemas (impulsivos, hiperactivos, deficientes...) como para la enseñanza de estrategias cognitivas y metacognitivas (de aprendizaje, de resolución de problemas, etc.) en sujetos "normales". Trata de enseñar una estrategia general para controlar la conducta y el propio proceso de aprendizaje y para contrarrestar la irreflexividad en la resolución de las tareas, por el habla interna, que se puede aplicar en diferentes circunstancias y que integra las diversas habilidades que el niño debe aprender. Es un procedimiento muy conocido a nivel pedagógico y, por eso, obviamos aquí su exposición.

La enseñanza del *aprender a aprender* y del *aprender a pensar* -objetivo básico de la enseñanza de estrategias de aprendizaje- se contempla hoy como una de las claves del aprendizaje. De ahí el énfasis puesto a partir de la década de los 70 en los programas de entrenamiento cognitivo. Unos se han orientado al entrenamiento en funciones cognitivas básicas, así el Programa de Enriquecimiento Instrumental de Fuerstein, FIE, (Fuerstein, 1980, 1988 y 1993), otros al entrenamiento en heurísticos de solución de problemas, como el programa CORT de De Bono (1986) o el Proyecto Harvard de Desarrollo de la Inteligencia (Nickerson, Perkins y Smith, 1987; Megía, 1992), otros al pensar sobre el pensar, como el Programa de Filosofía para Niños de Lipman (1976), otros a la enseñanza del pensamiento a través de la escritura como el Pequeño Libro Rojo de la Escritura, de Scardamalia, Bereiter y Fillion (1979), etc.

Son éstos programas de notable interés y han entrado en el ámbito pedagógico de nuestro país. Sin embargo tropiezan con diversas dificultades: la mayoría son programas que plantean problemas de generalización y transferencia, ya que suelen estar desprovistos de contenidos curriculares y se aplican fuera del curriculum escolar, caso del FIE, y precisan de mucho tiempo para su aplicación, como ocurre en el FIE y en el Harvard, que necesitan de dos a tres años. Por eso, en nuestro país, se han planteado diversas alternativas por parte de los investigadores: una es la de los programas vinculados a las líneas de la reforma y a sus contenidos educativos, caso del programa *Aprendo a Pensar*, de Monereo (1992), que permite diversas rutas de utilización, todas ellas para

enseñar estrategias de aprendizaje y procesos cognitivos y metacognitivos: la que utiliza como elemento de selección de sesiones de intervención los contenidos de aprendizaje -conceptos, procedimientos y actitudes-, la que sigue como ruta las funciones y procesos que se entrenan -comparación, análisis, síntesis, evaluación, etc.-, la que se orienta por las estrategias de aprendizaje que se quieren enseñar -de elaboración, de organización, de regulación y control, etc.-. Esta estructuración del programa permite una mayor flexibilidad de uso y su incardinación en el curriculum ordinario.

Otra alternativa es el diseño de programas específicos de enseñanza de estrategias de aprendizaje, sobre contenidos curriculares habituales o muy similares a los mismos. Así hay diversos programas que trabajan estrategias específicas: de elaboración de la información -de subrayado, resumen (García Ros, 1992)-, de organización -a través de mapas conceptuales-, etc. Nosotros estamos trabajando actualmente en programas de enseñanza de estrategias de aprendizaje, integradas en el curriculum ordinario, trabajando de manera global a lo largo del curso escolar todas las estrategias de aprendizaje que se movilizan para aprender.

Una tercera alternativa, la más deseable, es la incorporación de la enseñanza de estrategias de aprendizaje en la labor cotidiana del aula: el profesor puede enseñar los modos de aprender -como contenidos procedimentales- modelando diversos maneras de acercamiento a las tareas, analizando sus pros y contras y ejemplificando un uso flexible de los procedimientos de aprendizaje, para que los alumnos las aprendan. El modelado debe complementarse con el planteamiento de preguntas sobre los procesos cognitivos utilizados. A ello se presta cualquier tipo de tarea: desde un pequeño trabajo en equipo, sobre el que se puede debatir la metodología pertinente para llevarlo a cabo, hasta la resolución de un ejercicio, de un problema, o el estudio de una lección o un examen. A través de estos ejercicios se favorece la reflexión, el autoanálisis o introspección, y el análisis y discusión metacognitivos: el alumno aprende, así, a reflexionar sobre cómo hace lo que hace para mejorarlo y aprende de sus compañeros con las puestas en común de los métodos y estrategias empleados, llegando a adquirir estrategias propias de autointerrogación y autorregulación metacognitiva. Lógicamente, en esta dinámica, la evaluación debe afrontarse de otra manera, como una oportunidad para seguir aprendiendo (Monereo, 1994), y articularse en torno a proyectos de trabajo, resolución de problemas y tareas o cuestiones abiertas que den oportunidades para la elaboración, el pensamiento, la integración y construcción personal de significados. Esta línea de trabajo precisa de una formación adecuada de los profesores.

b. Aportaciones del constructivismo. Tecnología educativa.

El constructivismo entiende el aprendizaje como un proceso de construcción personal del conocimiento, en que es básica la interacción con los otros, deviniendo en un proceso social de solución de problemas y negociación de significados. El aprendizaje es un proceso cognitivo-social, activo y constructivo por el que el aprendiz maneja estratégicamente las diversas fuentes de información disponibles y crea nuevo conocimiento por medio de la interacción entre la información ya almacenada en su memoria y la proveniente del entorno (Shuell, 1988; Wager, 1992) en un contexto determinado de aprendizaje.

En esta línea es básico articular la enseñanza en torno a "auténticas tareas" (Jonassen, 1992; Means y Olson, 1995), que tengan sentido y utilidad, y partir de la cultura experiencial de alumno, activando y delimitando los conocimientos previos, para su reafirmación o reconstrucción, ya que el aprendizaje realmente relevante es el que comporta la reconstrucción del conocimiento, del pensamiento y de la acción. Para conseguirlo y favorecer la funcionalidad del aprendizaje, es fundamental crear en el aula un espacio de conocimiento compartido, de modo que ésta se convierta en un foro abierto de debate y negociación de concepciones y representaciones de la realidad, lo que supone para el profesor -mediador del aprendizaje- la capacidad de asumir el riesgo y la imprevisibilidad que comporta esta dinámica.

Algunas *técnicas* vinculadas a estas propuestas, facilitadoras de los procesos de aprendizaje, son las siguientes:

- ◆ **Técnicas para determinar y activar los conocimientos previos:** son idóneos los *cuestionarios*, las *entrevistas*, como instrumento para la evaluación inicial cuando se introduzca información o tópicos nuevos (Pozo, 1992), la *formulación de preguntas razonadas*, para que los alumnos expliciten y justifiquen sus conocimientos sobre el tema, el *planteamiento de problemas* en torno a la tarea de aprendizaje que se inicia, etc.
- ◆ **Técnicas para enlazar los conocimientos previos con los nuevos:** pueden utilizarse:
 - ◇ **Puentes cognitivos:** elementos de conexión entre lo nuevo y lo viejo, entre los conceptos desconocidos y los inclusores -conceptos

generales, bien anclados en la estructura cognitiva- de que dispone el sujeto (Ausubel y otros: 1990).

- ◇ **Organizadores previos:** son un tipo especial de puente cognitivo constituido por materiales introductorios, pertinentes, inclusivos, claros y estables, que permiten fijar los primeros inclusores cuando no se dispone de ellos o que son idóneos para integrar contenidos relativamente familiares con otros ya disponibles en la mente del sujeto (Ausubel y otros, 1990).
- ◆ **Técnicas para organizar y reconstruir los contenidos de aprendizaje:**
 - ◇ **Mapas conceptuales:** es una técnica directamente derivada de la teoría del aprendizaje significativo y de la estructura cognitiva de Ausubel por su discípulo Novak (González y Novak, 1993; Novak y Gowin, 1988). Los mapas conceptuales son excelentes para la organización de la información, al interrelacionar los conceptos clave de un tema, tópico, etc. y estructurarlos jerárquicamente. Son idóneos para la integración personal de significados, para su negociación con los compañeros, para profundizar en la estructura de los textos, etc.
- ◆ **Técnicas para promover conflictos cognitivos y su solución:** El conflicto cognitivo es la metodología idónea para la reconstrucción del conocimiento y para el aprendizaje por descubrimiento, según Piaget (1978). Se promueve proporcionando *información problemática o preguntas para pensar*, que choquen con los esquemas cognitivos del sujeto para provocar el desequilibrio, y, por medio de los procesos de asimilación y acomodación, propiciar nuevas formas superiores de equilibrio.
- ◆ **Técnicas de ajuste de la intervención:** El *andamiaje* es una técnica derivada de la teoría de la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky (1979 y 1983) por Bruner (1988), que consiste en el ajuste de la intervención mediante las ayudas oportunas que se van retirando conforme el sujeto funciona autónomamente y con dominio en ese área concreta que se ha trabajado. Se ubica la intervención en la Zona de Desarrollo Próximo -en que el sujeto necesita ayuda para funcionar pero puede lograr el éxito con ella- y ésta se retira cuando el sujeto convierte ese Desarrollo Próximo en Desarrollo Real -es capaz de hacerlo sin mediadores externos ni ayudas prestadas por otros-.
- ◆ **Técnicas para potenciar el pensamiento de alto nivel:** Es excelente la *formulación de hipótesis*, la *realización de predicciones* y su *validación*. Se trata de estimular el empleo de conjeturas razonables en

torno a los contenidos de aprendizaje que luego se someterán a prueba y se corroborarán o desestimarán, al estilo de los científicos en sus trabajos de investigación (Bruner, 1988).

- ◆ **Técnicas de estructuración de los materiales de aprendizaje:** se trata de disponer los materiales de aprendizaje de modo que sean potencialmente significativos, según la lógica de la disciplina en cuestión, y que los materiales sean coherentes y bien organizados -significatividad lógica- (Ausubel y otros: 1990; Bruner, 1988). Puede utilizarse una secuencia lineal o cíclica, retornando periódicamente sobre las grandes cuestiones, al estilo del curriculum en espiral de Bruner, o articularse en torno a problemas o centros de interés.
- ◆ **Técnicas de articulación de contextos de aprendizaje:** se trata de desarrollar contextos estructurados y ricos estimuladamente, que favorezcan el aprendizaje, en los que caben las experiencias de laboratorio, los ordenadores, las simulaciones, los audiovisuales, las experiencias directas, en la línea del Curriculum de Humanidades de Bruner (Bruner, 1988), etc. En esta línea se orientan los entornos de aprendizaje que luego se presentan.

c. Tecnologías de la información y comunicación. Diseños y propuestas de intervención.

En los últimos años las tecnologías de la información y comunicación, entendidas como hardware o aparatos, han conocido un desarrollo sin precedentes. La televisión a distancia, la televisión interactiva (TVI), el vídeo digital interactivo (DVI), el ordenador personal, el compact disc interactivo (CDI), las bases de datos electrónicas, el almacenamiento digital permanente de datos (CDROM), el correo electrónico, los sistemas hipermedia o multimedia y los sistemas de realidad virtual⁵⁷ son algunos exponentes de las nuevas tecnologías.

Especiales posibilidades plantean los sistemas hipermedia o multimedia interactivos, que presentan muchas ventajas para el estudiante, especialmente porque se adaptan a las diferencias individuales y permiten al alumno controlar su propio proceso de trabajo, facilitan el acceso a amplias bases de datos y propician la creación de entornos interactivos centrados en el aprendiz. Estos sistemas tienen como características la integración de múltiples medios -texto, sonido, gráficos, imagen sin y con movimiento, controlados por ordenador

(Schroeder, 1991)-, la interactividad, la funcionalidad y la plasticidad (Huertas, 1994).

Los desarrollos de estas tecnologías ponen a disposición del sistema educativo y de los investigadores múltiples posibilidades: correo electrónico, conferencias por ordenador, videoconferencias, hipertexto, desarrollo de juegos y simulaciones⁵⁸ con niveles muy refinados, creación de contextos significativos para aprendizaje contextualizado, grupos de discusión y de trabajo interconectados en torno a problemas, aplicación de sistemas expertos, entornos HyperCard y Multimedia para trabajar procesos de solución de problemas, etc.

Progresivamente vamos a disponer de excelentes herramientas para la intervención educativa, conforme los ordenadores personales, los sistemas multimedia y el acceso a las redes de información se generalicen para todo el sistema educativo⁵⁹.

La cuestión clave del uso de esa tecnología y de su repercusión en educación va a estar en el diseño instruccional, que mediatizará el uso que se le dé (Clark, 1983 y 1994), y, por tanto, en la teoría educativa y teoría del aprendizaje subyacente a ese diseño instruccional. Se precisa, pues, un trabajo conjunto de programadores y expertos en educación, de modo que el software sea realmente instructivo y educativo. En el contexto USA ya hay muchas universidades que trabajan en ese sentido y que permiten acceder a parte de sus trabajos a través de la red Internet, por medio de protocolos FTP (File Transfer Protocol, que permiten la transferencia de ficheros de cualquier parte del mundo).

Por otra parte, es interesante constatar un amplio consenso en torno a cuáles sean las bases teóricas que deben subyacer al diseño y uso de estas tecnologías en el ámbito educativo (Ellis, 1992; Hannafin, 1992; Jonassen, Campbell y Davidson, 1994; Kozma, 1994; Kumar, Helgeson y White, 1994; Park y Hannafin, 1993; Rieber, 1992; Wager, 1992). Estas bases son la *psicología cognitiva*, en sus dos vertientes: *teoría del procesamiento de la información* y *teorías constructivistas* y el enfoque de la *"cognición situada"*, que enfatiza el diseño de contextos ricos, significativos y estimulantes para el aprendizaje, y la solución de problemas.

Las directrices para un adecuado sistema instruccional en el ámbito de las tecnologías a que nos estamos refiriendo son:

- Proporcionar un contexto significativo de aprendizaje que integre motivación intrínseca -desafío, conflicto, curiosidad e interés- y aprendizaje autorregulado- con posibilidad de autoevaluación, autodirección, etc.-
- Establecer un patrón de funcionamiento y desarrollo en que el aprendiz vaya de lo conocido a lo desconocido. Para ello son aportaciones adecuadas el curriculum en espiral de Bruner (1988), la diferenciación progresiva de Ausubel (1990) y la teoría de la elaboración de Reigeluth (1983).
- Equilibrio entre aprendizaje inductivo -de los ejemplos, de la práctica, al concepto, a la regla, al principio- y deductivo -de la regla, principio o concepto a los ejemplos-.
- Enfatizar la utilidad del error, como oportunidad para aprender.
- Simplificación en el diseño, paso a paso, con metas claras y sencillas, permitiendo diferentes caminos.

Se trata de superar, desde estas bases teóricas, las limitaciones de los planteamientos del diseño instruccional tradicional⁶⁰, que, a efectos de aprendizaje, se traducen en demasiadas ocasiones en "transfer de bajo nivel" (Salomon y Perkins, 1989) y en "conocimiento inerte" (Bransford, Franks, Vye y Sherwood, 1989) -aprendizaje momentáneo, que se retiene para el examen, "islas de información" desconectadas de otros contenidos de aprendizaje, desprovistas de funcionalidad, y sujetas a rápido olvido-.

Una alternativa, que pretende superar estas limitaciones de los diseños instruccionales clásicos, es la de los *entornos de aprendizaje*, que se basan en los enfoques constructivistas, en el aprendizaje centrado en el estudiante y en los rápidos avances de las tecnologías de la información y la comunicación, que permiten el diseño de simulaciones de gran calidad. Estos entornos, también denominados microworlds (micromundos), son sistemas integrados que promueven la implicación del sujeto a través de actividades centradas en el alumno, incluyendo presentaciones guiadas, manipulaciones y exploraciones entre temas de aprendizaje interrelacionados (Hannafin, 1992). Los entornos se organizan en torno a temas, problemas que resolver o metas, que les dan unidad y orientan el trabajo del alumno. Cada entorno promueve actividades interactivas y dispone de una guía de trabajo que ayuda al estudiante a tomar decisiones. Se pretende la reconstrucción del conocimiento, la vinculación de los nuevos conceptos con los ya existentes o asentar nuevos conceptos que permitirán vinculaciones posteriores. Cada componente permite al estudiante perseguir el conocimiento y la comprensión, dentro de unos parámetros establecidos. Los estudiantes pueden, por ejemplo, seleccionar un aparato

manipulable, solicitar tutoría en un tópico, autoevaluarse, etc. A través de todo ello se promueve la autodirección y el control del propio proceso de aprendizaje. A continuación se exponen las líneas maestras de algunos de estos entornos de aprendizaje:

* Entornos de aprendizaje en el ámbito de las Matemáticas y las Ciencias.

Electric Misteries, desarrollado por Shavelson, Baxter y Pine (1992), en la Universidad de California, incorpora simulaciones por ordenador de experimentos de física para mejorar la competencia de los alumnos en el ámbito. La tarea a realizar implica encontrar el circuito correcto entre cinco posibles diseños de circuito de cinco "cajas misteriosas" por medio de la manipulación de iconos de baterías, bombillas y cables en ordenador Macintosh. La pantalla del ordenador está dividida en caja de equipamiento, espacio de trabajo y panel de control. Los estudiantes arrastran las baterías, bombillas y cables de la caja de equipamiento al espacio de trabajo. Utilizando el "ratón" completan el circuito para determinar cuál de las misteriosas cajas lo tiene completo. Cada movimiento hecho por el alumno es recordado por el ordenador y posteriormente usado para la evaluación.

Jasper Planning Assistant: desarrollado por el Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990 y 1992), utiliza vídeo interactivo, parte del "aprendizaje situado" y se ubica en el ámbito de la solución de problemas. Presenta diversos episodios de vídeo de 15 minutos y 19 cuestiones sobre diversos aspectos del episodio. A partir de un viaje de Will Jasper por el río, probando un pequeño barco que quiere comprar, por ejemplo, se plantean cuestiones en torno a la distancia, velocidad, combustible necesario, dinero preciso, etc. Se proporcionan a los estudiantes -de final de primaria y primeros cursos de secundaria- contextos de la vida real para el aprendizaje de solución de problemas matemáticos complejos. En clase los estudiantes trabajan en grupos bajo la guía del profesor para hallar la solución. Éste les anima a generar nuevas cuestiones vinculadas al problema y a identificar la información relevante para su solución. Los estudiantes pueden revisar segmentos del vídeo para buscar la información precisa y separar los hechos relevantes de los irrelevantes. Utilizan la información para solucionar los diversos subproblemas y para encontrar la solución al problema completo.

ThinkerTools (Herramientas pensantes). White (1984, 1987 y 1993) desarrolló un entorno basado en ordenador para ayudar a los estudiantes -de secundaria- a superar los problemas que plantea la mecánica Newtoniana. El curriculum de este microworld consiste en 4 módulos que presentan diversos

modelos de fuerza y movimiento, cada vez más sofisticados. Cada módulo incorpora cuatro fases: motivación, evolución del modelo, formalización y transfer. En la fase de motivación el profesor describe situaciones del mundo real referidas a fuerzas actuando sobre los objetos y se pide a los alumnos que realicen predicciones en torno a los resultados. Estas predicciones se anotan sin comentarios evaluativos. La motivación surge del conflicto entre el conocimiento actual del estudiante y el necesario para dominar el entorno. En la fase de evolución del modelo los alumnos trabajan en parejas para resolver problemas presentados durante la fase de motivación y realizan experimentos utilizando el microworld del ordenador. En la pantalla del ordenador los estudiantes ven dos formas de representación coordinadas: en una aparece un blanco y un punto que se mueve de acuerdo con la fuerza y velocidad que se le imprime con un "joy stick" y en la otra una representación vectorial de las fuerzas en una cruz de datos. Mientras se llevan a cabo los ejercicios, a los alumnos se les pregunta qué sucede. Esta fase está estructurada en módulos para que los problemas incrementen progresivamente su complejidad. Por ejemplo, en el primer módulo sólo trabaja un alumno moviendo la fuerza horizontal y en el segundo uno controla la horizontal y el compañero la vertical. Juntos exploran las fuerzas vectoriales combinadas para hacer maniobrar el punto en las cuatro direcciones en torno a una ruta más complicada hacia el blanco. Durante la fase de formalización los estudiantes deben proponer la "ley" que describe la conducta del microworld. En los primeros módulos se les proporcionan varias leyes de las que deben seleccionar las adecuadas. Los estudiantes trabajan juntos en grupos de cuatro o cinco para probar en el ordenador las diferentes leyes y elegir las que sean apoyadas por sus resultados. Los grupos presentan sus decisiones a la clase y éstas se discuten. En módulos más avanzados los estudiantes trabajan juntos para proponer sus propias leyes y experimentos. Durante la fase de transfer los alumnos aplican las leyes formuladas para confirmar sus predicciones de la fase de motivación. En esta fase se trabaja con el ordenador y con objetos reales en la clase para validar las leyes.

Otros entornos del ámbito de las Ciencias Naturales son *Hyperequation*, de Kumar (1993 y 1994), sobre formulación y ajuste de reacciones en química, *Intermediate Science Project*, de Gong, Venezky y Mioduser (1992), que trabaja desde la teoría de esquemas y mapas cognitivos, problemas de ciencias, tales como "¿Por qué las hojas cambian de color en otoño?", a través de simulaciones en ordenador, tutoría artificial de ordenador, bases de datos, mapas de conceptos, etc., y *Space Shuttle Commander* (Comandante de transportador espacial), de Rieber (1990), que trabaja las leyes del movimiento de Newton y

permite, a través de la simulación en que el estudiante es el astronauta, experimentar con la fricción, la gravedad, la ausencia de gravedad, etc., a través de misiones espaciales, etc.

* Entornos de aprendizaje en el ámbito del aprendizaje de la escritura.

Computer-Supported Intentional Learning Environment (CSILE). Es uno de los entornos más interesantes diseñados para enseñar a escribir. Es obra de Bereiter y Scardamalia (1993), que llevan más de veinte años en la enseñanza de los procesos de escritura. Su empeño actual es la creación en la escuela de un discurso comunitario en que la escritura tenga como propósito, en primer lugar, el avance del conocimiento, no la belleza literaria, al estilo de las comunidades de científicos. El sistema CSILE se utiliza en todas las áreas del currículum escolar y en escuelas primarias y secundarias. Trabajando con ordenadores interconectados a través de la red, los alumnos introducen textos o gráficos en una base de datos común y pueden visualizar el material escrito por otros, incluso de otras clases. Pueden escribir comentarios sobre el material de los otros y son avisados cuando se hace un comentario de su propio material. Los autores sostienen que, en este enfoque, la escritura juega un papel más natural y potente, en la construcción del conocimiento, de lo que lo hace en un aula convencional. Las unidades curriculares pueden centrarse en problemas ("¿Cómo funciona el corazón?", "¿Qué hace que se extingan las especies?"...), y los alumnos pueden planificar y proseguir atacando esos problemas. CSILE sirve como un medio, no únicamente para informar de los resultados, sino también para plantear preguntas, formular planes y compartir fuentes de información. Por ejemplo, un alumno que ha contemplado en el museo de su ciudad el cráneo de un homínido puede servirse del CSILE para identificar a otros alumnos interesados en el tema y sugerir él mismo dicha fuente de información. El material de diferentes autores se agrupa en estructuras jerárquicas proporcionando un medio elemental de síntesis del conocimiento, aunque los autores están trabajando en el desarrollo de medios más sofisticados. Estudiantes que utilizan CSILE realizan una gran cantidad de escritura así como de trabajo gráfico, pero -exceptuando cuando se trata de escritura creativa- los estudiantes no se centran en la escritura como tal. Escriben con el fin de participar en la vida del discurso comunitario. No existe asociación entre el nivel de ejecución de los alumnos y el número de apuntes y comentarios con que contribuyen, así alumnos con dificultades de aprendizaje encuentran formas de participar, aún si esto significa copiar o modificar los textos de otros alumnos. El formato del CSILE es similar a los grupos de discusión que, en el ámbito científico, funcionan en el mundo conectados a la red y está siendo

utilizado en diversas experiencias por diferentes investigadores (Means y Olson, 1995).

Otros entornos dedicados a la enseñanza de la escritura, más en línea de lo que se entiende por enseñar a escribir en la escuela, son *I wrote*, de Spanos (1992), para la enseñanza del español a niños estadounidenses, que utiliza HyperCard en Macintosh con MacWrite, con diversas tarjetas, unas que presentan la tarea y dan instrucciones, otras que contienen ejemplos de buenos y pobres escritos de estudiantes de años anteriores y del profesor, otras con instrucciones sobre el adecuado desarrollo del escrito, con palabras de vocabulario y frases hechas, etc., y que incorpora lectura y análisis crítico de los textos de los compañeros por los alumnos y el profesor, *The Hypertext Story Writing Environment*, de Lohr, Ross y Morrison (1995), que utiliza hipertexto con HyperCard, presentando historias de muestra, tarjetas de notas con establecimiento de objetivos, notas de editor, minilecciones sobre estructura básica del escrito, estrategias de revisión, etc., claves para mover texto, cortar y pegar, y permite incluir notas del observador, contar la frecuencia de uso de las tarjetas de notas, minilecciones, etc., y *BubbleMaker*, del Language Development and Hypermedia Research Group (1992), que trabaja con hipertexto, en HyperCard, combinando role playing, creación de comics y diálogo reflexivo para analizar lo ocurrido cada día en el uso del entorno. Los alumnos también reflejan por escrito sus pensamientos y sentimientos.

En la **red Internet** se encuentran ya incorporados diversos prototipos de esta línea dentro un proyecto general de *solución de problemas* (Harris, 1994).

La **evaluación** del impacto de estos entornos sobre el aprendizaje - realizada a partir de las manifestaciones de los propios usuarios de estas tecnologías- ha revelado, con los datos disponibles hasta el momento (Means y Olson, 1995), que éste es positivo, comparando los resultados obtenidos con los logrados por metodologías tradicionales. Promueven altos niveles de motivación, vinculación afectiva y compromiso de los estudiantes, propician ricas interacciones entre los alumnos, facilitan la tutoría de iguales, permiten la autodirección y autoevaluación, el establecimiento de planes personales y la adaptación al estilo del estudiante, el trabajo cooperativo y también individual, y mejoran el rendimiento de los alumnos. Se constata mayor asimilación en menor tiempo debido a la combinación de audio y vídeo, a la interacción entre alumno y máquina con refuerzo y *feedback* inmediato y al aprendizaje individualizado que permite, y mayor satisfacción en el aprendiz.

Sin embargo, al hilo de esta exposición hay algunas cuestiones que surgen. Una de ellas es si la mejora obtenida se debe al uso de la tecnología - hardware y software- o al método educativo utilizado, que es otro tipo de tecnología. Téngase en cuenta que todos éstos son prototipos muy sofisticados, trabajados por grupos de investigación que parten de una teoría previa elaborada -constructivismo, aprendizaje contextualizado, etc.-. ¿Sería posible obtener mejoras similares en los resultados introduciendo los planteamientos teóricos que subyacen en la metodología de clase, sin utilizar aparatos?. Creemos que esta tecnología, que es cara, tiene pleno sentido cuando permite aprender más y mejor, lograr mejor y con menos esfuerzo los objetivos previstos. Otra cuestión importante es hasta qué punto es factible la generalización y el uso habitual de este tipo de entornos en las diversas materias y en la dinámica cotidiana del aula. Por otra parte si, como parece, la introducción de las nuevas tecnologías y el diseño de entornos de aprendizaje modifican los roles tradicionales del profesor y del alumno, queremos introducir una última cuestión: ¿Cuál debería ser la normativa pedagógica para ese nuevo papel del profesor y del alumno en este nuevo modo de interacción de cara a optimizar los resultados?.

El mundo de las redes de información está ahí, y también lo está una tecnología progresivamente más sofisticada que no ha sido diseñada por pedagogos ni pensando, en principio, en educación, sino en mercado. Ahí está nuestra tarea, en analizarla críticamente, en evaluar sus límites y posibilidades desde la reflexión pedagógica y en encontrar el modo de establecer puentes para trabajar junto con los diseñadores de software de cara a lograr que esta tecnología sea efectivamente tecnología educativa.

5. Notas

¹ Según este autor, la Tecnología educativa ha desarrollado sus diseños instructivos en base a la forma subyacente de concebir la naturaleza del aprendizaje y describe tres generaciones en la Tecnología Educativa: La primera generación basaba sus diseños instructivos en el conductismo, la segunda generación en la teoría cognitiva del procesamiento de la información, y los diseños instructivos de la tercera generación en el constructivismo. No obstante se alzan voces contradictorias sobre la cuestión; así,

mientras para unos la intervención educativa desde un enfoque tecnológico es inconsistente con el constructivismo, otros defienden que la mayor parte de los principios constructivistas son congruentes con la Tecnología Educativa, porque el constructivismo, como teoría descriptiva del aprendizaje, informa adecuadamente a la Tecnología educativa como Teoría prescriptiva del proceso de enseñanza/aprendizaje.

² Según la cual el conocimiento puede representarse fuera de la mente, en un ordenador que analiza cómo se elabora y organiza la estructura cognitiva; se defiende alguna correspondencia entre estas representaciones y las de la mente para desarrollar modelos mentales. Importa desde esta óptica, por una parte, el desarrollo de modelos explicativos sobre la forma o formas en que la información se representa en la memoria, independientemente del "tipo" de información (afectiva, cognitiva), como por ejemplo el Modelo ACT de arquitectura cognitiva (Anderson, 1983) y, por otra parte, el registro de los procesos involucrados que operan en estas representaciones mentales.

³ William Win establece una diferenciación entre las tecnologías llenas y las tecnologías vacías; caracteriza a las primeras como cerradas, por cuanto se dirigen a transmitir conocimiento a los sujetos (por ej.: la E.A.O., enseñanza asistida por ordenador); las tecnologías vacías, por el contrario, son abiertas y se dirigen a diseñar esqueletos de contenidos que permiten a los sujetos explorar y construir significados por ellos mismos. Éstas son las tecnologías más apropiadas a las nuevas concepciones acerca de la naturaleza del aprendizaje; de ellas se reseñan ejemplos en los capítulos siguientes

⁴ Se han desarrollado modelos de diseño motivacional, como el ARCS (Keller, 1987: 1-8) basado en una intervención sobre las actividades características de los sujetos en situaciones de aprendizaje: Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción.

⁵ Cfr. Bird y Northfield (1992), donde se reseñan materiales para desarrollar la metacognición

⁶ Romiszowski (1986) ha diseñado un modelo cíclico de habilidades que describe los diferentes procesos involucrados en el aprendizaje; reseña 12 competencias básicas que requieren un entrenamiento apropiado. El modelo tiene uso también como ayuda en el análisis de las causas internas en la detección de dificultades de aprendizaje.

⁷ Por ej.: el "Thinker tools", instrumento que simula a través del ordenador las leyes del movimiento newtoniana (White, 1993)

⁸ Perkins describe cinco requisitos que debería reunir todo contexto de aprendizaje: bancos de información, bloques de símbolos, juegos de simulación, fenomenarios y directorios de tareas; y subraya las posibilidades educativas de los instrumentos tecnológicos para implementar el acceso a la información, el procesamiento de símbolos, la relación con la realidad a través de las simulaciones, la presentación de

fenómenos accesibles a la manipulación por parte del sujeto, así como la proporción de retroalimentaciones de la propia actividad (Perkins, 1992: 46-50).

⁹ En este ámbito éste es el acercamiento más habitual. En más de 5000 referencias consultadas en las bases de datos ERIC e International ERIC la más corriente es la interpretación referida a aparatos y a su uso en la enseñanza: ordenadores, sistemas multimedia, TV, vídeo con sus diferentes modalidades, etc. Este enfoque ha conocido un desarrollo realmente llamativo. En el ámbito norteamericano y anglosajón hay multitud de asociaciones (American Educational Research Association, American Society for Training & Development, Association for Educational Communications & Technology, International Society for Performance Improvement, Association for Media & Technology in Education in Canada, Association for Educational & Training Technology, etc.) y más de 50 revistas especializadas (British Journal of Educational Technology, Learning and Leading with Technology, Innovations in Education and Training International, Educational Technology, Educational Technology Research and Development, Journal of Research on Computing in Education, TechTrends, etc.), así como docenas de libros y diversas enciclopedias.

¹⁰ El mundo de la realidad virtual, que ya viene siendo utilizada para entrenamiento de astronautas, pilotos de aviación comercial y de combate, y para entrenar en complejas operaciones médicas que utilizan microcirugía y láser (Ferrington y Loge, 1992), presenta enormes posibilidades para la educación, a pesar de ser, hoy por hoy, una tecnología cara -cuyos costos se reducirán a menudo que se vayan difundiendo los programas y ampliando los usuarios- y de hallarse en fase de experimentación. La realidad virtual permite a los sujetos, a través de una serie de dispositivos mecánicos -casco especial con gafas y auriculares estéreos y sensores conectados a través de guantes peculiares- interactuar con todos sus sentidos con un mundo tridimensional. Permite aprender "con todo el organismo", e integra imagen, sonido y sensaciones táctiles. Creemos que será una tecnología sumamente relevante para la educación en el próximo siglo. La realidad virtual tiene tres aplicaciones claras: una es la visualización, que da al usuario la posibilidad de manipular y reorganizar espacial y temporalmente la información, para poderla entender con facilidad; otra es la simulación de mundos reales, imaginarios, o de fenómenos contruidos -la realidad virtual amplifica las dimensiones perceptuales e interactivas de la simulación en educación y entrenamiento, al facilitar la creación de entornos que reaccionan en tiempo real a las decisiones tomadas por el aprendiz- y la tercera es el desarrollo de entornos participativos y de actividades que sólo pueden existir en los "mundos" generados por ordenador. La realidad virtual, combinando habilidades cognitivas, afectivas y psicomotrices, facilitará el aprendizaje de solución de problemas, de desarrollo de conceptos y la expresión creativa.

¹¹ El término simulación es aplicado a una amplia variedad de productos instruccionales. Una simulación educativa es un modelo de la realidad en que los participantes interactúan con situaciones y con los otros, de cara a entender y

manejar la complejidad de los problemas y situaciones que se dan en un mundo rápidamente cambiante y con valores divergentes (Diulus y Baum, 1991; Thurman, 1994). De acuerdo con McGuire, Solomon y Bashook (1976), una simulación educativa es un marco realista en que los estudiantes son enfrentados con un problema, ejecutan una secuencia que implica respuesta a cuestiones, toma de decisiones y realización de acciones, y reciben información sobre los modos en que la situación evoluciona y cambia en respuesta a sus acciones. Por eso las simulaciones educativas hacen mucho más que duplicar características. Invitan al estudiante a responder a través de toma de decisiones, solución de problemas y/o role playing. Además los participantes en las simulaciones deben cargar con las consecuencias de sus respuestas. Por todo ello es una técnica educativa que presenta unas excelentes virtualidades: es una activa experiencia de aprendizaje que requiere la plena implicación de los participantes, suele ser una actividad altamente interpersonal, provoca un alto grado de motivación, sirve para generar soluciones de problemas, intensifica el aprendizaje, sirve para afianzarlo bien y fomenta la creatividad.

¹² Las empresas proveedoras de los servicios de conexión a la red reúnen a seis millones de abonados en todo el mundo, que pueden acceder a los 45.000 servicios de información que conforman Internet y las demás redes públicas o privadas. En EEUU uno de cada diez ordenadores está equipado con módem, y se prevé que de aquí a 1997 lo sea uno de cada tres. Se augura que dentro de dos años habrá en el mundo 126 millones de personas conectadas. En Europa el camino ha sido más lento pero se va avanzando a gran velocidad.

¹³ El diseño instruccional clásico tiene como componentes los objetivos, jerarquías y secuencias de aprendizaje, el énfasis en propuestas metodológicas y de evaluación idénticas para todo el grupo de clase y en los contenidos de las lecciones, más que en la organización única e individual del conocimiento, que sigue diversas rutas y requiere metodologías más abiertas y compatibles con los diferentes estilos de aprendizaje.

6. Bibliografía

- ANDERSON, J.R. (1983): *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- ATKINSON, R.C. - SHIFFRIN, R.M. (1968): Human Memory; a proposed system and its control processes. En SPENCE - SPENCE (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation*. Nueva York: Academic Press.
- AULT, Ch., Jr. (1993): Technology as method-of-inquiry and six others (less valuable) ways to think about integrating technology and science in elementary education, en *Journal of Science Teacher Education*, nº4 (2), pp. 58-63.
- AUSUBEL, D.P. - NOVAK, J.D. - HANESIAN, H. (1990): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- AZNAR MINGUET, P. (1992): Del aprender a aprender al aprender a pensar: la variable funcional de la educación, en *Revista Interuniversitaria de Teoría de la Educación*, nº 4, pp. 113-126.
- — — (1995): El componente afectivo en el aprendizaje humano: sentido y significado de una educación para la afectividad, en *Revista española de Pedagogía*, nº 200, pp. 59-73.
- — — (1996): Del control al autocontrol del aprendizaje: un enfoque actual de la tecnología educativa. Comunicación presentada al XI Congreso Nacional de Pedagogía. San Sebastián.
- AZNAR MINGUET, P. y otros (1992): *Constructivismo y educación*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- BADDELEY, A.D. (1984): *Su memoria: cómo conocerla y dominarla*. Madrid: Debate.
- — — (1986) *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- BAIN, B. (1983): *The sociogenesis of language and human conduct*. Londres: Plenum Press.
- BARRÓN, A. (1991a) *Aprendizaje por descubrimiento. Análisis crítico y reconstrucción teórica*. Salamanca: Amarú y Ed. Universidad.
- — — (1991b): Constructivismo y desarrollo de aprendizajes significativos, en *Revista de Educación*, nº 294, pp. 301-327.
- — — (1992): Cognición y constructivismo: el estudio psicológico de los procesos cognitivos, en *Cuadernos Larda*, nº 12 (32), pp. 35
- BECK, A. T. (1976): *Cognitive therapy and the emotional disorders*. Nueva York: International Universities Press.

- BELTRÁN, J. (1993): *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis/Psicología.
- BEREITER, C. - SCARDAMALIA, M. (1993): Enfoques de primero, segundo y tercer orden para mejorar las estrategias cognitivas de aprendizaje de la escritura, en BELTRÁN, J.A. - BERMEJO, V. - PRIETO, M.ª.D. - VENCE, D.: *Intervención psicopedagógica*. Madrid: Pirámide.
- BERNAD, J.A. (1993): Estrategias de aprendizaje y enseñanza: una evaluación de una actividad compartida en la escuela. En MONEREO, C.(Comp.): *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Barcelona: Domènech Ediciones.
- BIRD, J.R. - NORTHFIELD, R.J.(Eds) (1992): *Learning from PEEL experience*. Melbourne: Monash University.
- BRANSFORD, J. - FRANKS, J. - VYE, N. - SHERWOOD, R. (1989): New approaches to instruction: Because wisdom can't be told, en VOSNIADONU, S.-ORTONY, A. (Eds.): *Similarity and analogical reasoning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- BROWN, A.L. - CAMPIONE, J.C. (1979): Inducing flexible thinking: the problem of access, en FRIEDMAN, M.P. - DAS, J.P. - O'CONNOR, N. (Eds.), *Intelligence and learning*. Nueva York: Plenum Press.
- BROWN, J.S. - COLLINS, A. - DUGUID, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning, en *Educational Researcher*, nº18 (1), pp.32-42.
- BRUNER, J. (1988): *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- — — (1988): *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa.
- CAPRA, F. (1982): *The Tao of Physics*. Berkeley: Shambala (2ª ed.).
- CAREY, S. (1985): *Conceptual change in childhood*. Cambridge Mass.: Mit Press.
- CARRETERO, M. (1993): *Constructivismo y Educación*. Zaragoza: Edelvives.
- CASSIDY, M. - BAUMAN, J. (1989): Cómo incorporar las estrategias de control de la comprensión a la enseñanza con textos base de lectura, en *Comunicación, Lenguaje y Educación*, nº 1 (1), pp. 45-50.
- CAZDEN, C.B. (1990): *La investigación de la enseñanza*. Barcelona: Paidós Educador/MEC.
- CELA-CONDE, C.J. (1985): *De genes, dioses y tiranos*. Madrid: Alianza.
- CHANQUEUX, J. P. (1985): *El hombre neuronal*. Madrid: Espasa Calpe.
- CLARK, R.E. (1983): Reconsidering research on learning from media, en *Review of Educational Research*, nº 53 (4), pp.445-459.
- CLARK, R.E. (1994): Media will never influence learning, en *Educational Technology Research and Development*, nº 42 (2), pp. 21-29.
- CLAXTON, G. (1984): *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza.

- COGNITION and TECHNOLOGY GROUP at VANDERBILT (1990): Anchored instruction and its relationship to situated cognition, en *Educational Researcher*, nº 19, pp. 2-10.
- — — (1992): Technology and the design of generative learning environments, en DUFFY, T. M. - JONASSEN, D. H., en *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- COLL, C. y otros (1993): *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- CUNNINGHAM, D.J. (1992): Assesing constructions and constructing assesments: a dialogue, en DUFFY, T. M. - JONASSEN, D. H.: *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- DANSERAU, D. F. (1978): The development of a learning strategies curriculum, en H. F. O'NEIL (Ed.): *Learning strategies*. Nueva York: Academic Press.
- DAVIS, N.T. (1993): Transitions from objetivism to constructivism in science education, en *International Journal of Science Education*, nº 15 (6) pp. 627-636.
- DIULUS, F.P. - BAUM, R.B. (1991): Simulation, creativity and learning, en *Contemporary Education*, nº 63 (1), pp. 35-37.
- DUFFY, T.M. - JONASSEN, D.H. (1992): *Constructivism and the Technology of Instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- DUNCAN, S.C. (1994): The trouble with the new contextualism, en *CORE (Collected Original Resources in Education)*; nº18 (4), pp. 1-50.
- ECCLES, J. - ZEIR, H. (1984): *El cerebro y la mente*. Barcelona: Herder.
- ELLIS, M. E. (1992): Applying cognitive theories to multimedia instructional design, ponencia presentada en *International Communication Association Conference*, Miami, mayo.
- ELLIS, A. - GRIEGER, R. (1977): *Handbook of rational-emotive therapy*. New York: Springer (Trad. cast. en Ed. DDB, Bilbao, 1981).
- FAINHOLC, B. (1995): Los aportes que hubiera dado Jean Piaget si se hubiera ocupado de la tecnología educativa, en *Revista de Educación a Distancia*, nº 11, pp. 81-86.
- FEIXAS, G. - VILLEGAS, M. (1990): *Constructivismo y psicoterapia*. Barcelona: PPU.
- FERRINGTON, G. - LOGE, K. (1992): Virtual reality: a new learning environment, en *The Computing Teacher*, Abril, pp. 16-19.
- GAGNÉ, R.M.. - BRIGGS, L.J. - WAGER, W. (1992): *Principles of instructional design*. Orlando: F.L.
- GALPERIN, P.I. (1980): *Introducción a la psicología*. Madrid: Pablo del Río.
- GARCÍA DEL DUJO, A. (1992): Constructivismo e intervención pedagógica: a propósito de quien construye, en *Revista Interuniversitaria de Teoría de la Educación*, nº 4, pp. 127-138.

- GARCÍA MADRID, A. (1990): Aproximación al ámbito de la Tecnología educativa; elementos, estructura y exigencias, en *Revista de Ciencias de la Educación*, nº 144, pp. 359-371.
- GARCÍA ROS, R. (1992): *Instrucción en estrategias de aprendizaje en el aula: Bases teóricas, diseño y validación de un Programa de Resumen*. Universidad de Valencia. Tesis doctoral.
- GARGALLO, B. (1992): Aprender a aprender. La enseñanza de estrategias de aprendizaje como objetivo educativo, en *PAD'E* nº 2 (1), pp. 61-87.
- — — (1995): La intervención educativa en el ámbito de las estrategias de aprendizaje. Reflexiones y propuestas, en *Estudios Pedagógicos*, nº 21, pp. 29-46.
- GIL, D. - CARRASCOSA, J. (1985): Science learning as a conceptual and methodological change, en *European Journal of Science Education*, nº 7 (3), pp. 231-236.
- GOULD (1983): *Desde Darwin*. Madrid: H. Blume.
- GONG, B. - VENEZKY, R. - MIODUSER, D. (1992): Instructional assessments: Lever for systemic change in science education classrooms, en *Journal of Science Education and Technology*, nº 1 (3), pp. 157-176.
- GONZÁLEZ, F.M. - NOVAK, J.D. (1993): *Aprendizaje significativo. Técnicas y aplicaciones*. Madrid: Cincel.
- GREEN, J.L. - HARKER, J.O. (1988): *Multiple perspective analyses of classroom discourse*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- HANNAFIN, M.J. (1992): Emerging technologies, ISD, and learning environments: critical perspectives, en *Educational Technology Research and Development*, nº 40 (1), pp. 49-63.
- HANSON, N. R. (1977): *Patrones de descubrimiento. Observación y explicación*. Madrid: Alianza.
- HARRIS, J. (1994): Opportunities in Work Clothes: Online problem-solving project structures, en *The Computing Teacher*, abril, pp. 52-55.
- HUERTAS, R. (1994): Aprender con multimedia, en *Vela Mayor*, nº 3, pp. 55-63.
- JONASSEN, D.H. (1992): Evaluating constructivistic learning, en DUFFY, TH. M. - JONASSEN, D. H.: *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- JONASSEN, D.H. - CAMPBELL, J.P. - DAVIDSON, M.E. (1994): Learning with media: restructuring the debate, en *Educational Technology Research and Development*, nº 42 (2), pp. 31-39.
- JUSTICIA, F. - CANO, F. (1993): Concepto y medida de las estrategias y los estilos de aprendizaje, en MONEREO, C. (Comp.), *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Barcelona: Domènech Ediciones.
- KELLER, J.M. (1987): The systematic process of motivational design, en *Performance and instruction*, nº 26 (9), pp. 1-8.

- KELLY, G.A. (1955): *The psychology of personal constructs*. New York: Norton Company.
- KESSEL, F. S. - BEVAN, W. (1985): Notes toward a history of cognitive psychology, en BUXTON, C. E. (Ed.), *Points of view in the modern history of psychology*. Orlando: Academic Press.
- KILPATRICK, J. (1990): Lo que el constructivismo puede ser para la educación de la matemática, en *Educación*, nº 17, pp. 37-52.
- KOZMA, R.B. (1994): Will media influence learning?. Reframing the debate, en *Educational Technology Research and Development*, nº 42 (2), pp. 7-19.
- KUHN, T.S. (1975): *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires: F.C.E.
- KUMAR, D.D. (1993): Hyperequation, en *The Agora*, nº 3, pp. 8-9.
- — — (1994): Hypermedia: A tool for alternative assessment?, en *Educational and Training Technology International*, nº 31 (1), pp. 59-66.
- KUMAR, D.D. - HELGESON, S.L. - WHITE, A.L. (1994): Computer technology-cognitive psychology interface and science performance assessment, en *Educational Technology Research and Development*, nº 42 (4), pp. 6-16.
- LAHITTE, H.B. - ORTIZ, V.M. - BARRÓN, A. (1994): *Matriz relacional de los Procesos Cognitivos: Nuevos paradigmas*. Salamanca: Amarú.
- LAKATOS, I. (1974): *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Madrid: Tecnos.
- LANGUAGE DEVELOPMENT and HYPERMEDIA RESEARCH GROUP (1992): Bubble dialogue: a new tool for instruction and assessment, en *Educational Technology Research and Development*, nº 40 (2), pp. 59-67.
- LAUDAN, L. (1977): *Progress and its problems*. Berkeley: University of California Press.
- LAUTREY, J. (1985): *Clase social, medio familiar e inteligencia*. Madrid: Visor.
- LEBOW, D.G. (1995): *Constructivist values and emerging technologies: transforming classrooms into learning environments*. Informe de la Association for Educational Communications and Technology. Florida. IR. 017 139.
- LEWONTIN, R. C. (1985): *La diversidad humana*. Barcelona: Labor.
- LOHR, L. - ROSS, S.M. - MORRISON, G.R. (1995): Using a hypertext environment for teaching process writing: an evaluation study of three student groups, en *Educational Technology Research and Development*, nº 43 (2), pp. 33-51.
- LOUDEN, W. - WALLACE, J. (1994): Knowing and teaching science: the constructivist paradox, en *International Journal of Science Education*, nº 16 (6), pp. 649-657.
- LURIA, A.R. (1980): *Los procesos cognitivos. Análisis sociohistórico*. Barcelona: Fontanella.

- LUSZCZ, M.A. (1989): Theoretical model of every day problem solving in adulthood, en SINNOT, J. (Ed), *Every day problem solving: theory and applications*. Nueva York: Praeger.
- MAC FARLANE, A.G.J. (1994): Visions of learning, en *Aspects of Educational and Training Technology*, nº 27, pp. 145-153.
- MAHONEY, M. J. - FREEMAN, A. (1985): *Cognition and psychotherapy*. New York: Plenum (Trad. cast. en Ed. Paidós, 1988).
- MARCEL, A.J. (1983): Conscious and unconscious perception: experiments on visual masking and word recognition, en *Cognitive Psychology*, (nº 15), pp. 197-237.
- MATURANA, H. - VARELA, F. (1986): *El árbol del conocimiento*. Santiago de Chile: Ed. Universitaria.
- MAYOR, J. - SUENGAS, A. - GONZÁLEZ MARQUÉS, J. (1993): *Estrategias metacognitivas. Aprender a aprender y aprender a pensar*. Madrid: Síntesis/Psicología.
- MEANS, B. - OLSON, K. (1995): Technology's role within constructivist classrooms. Ponencia presentada en *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. San Francisco. Abril. 1995.
- MEICHENBAUM, D. (1981): Una perspectiva cognitivo-comportamental del proceso de socialización, en *Análisis y Modificación de Conducta*, nº 7 (14 y 15), pp. 85-113.
- MEICHENBAUM, D. - GOODMAN, J. (1971): Training impulsive children to talk to themselves: A means of developing self-control, en *Journal of Abnormal Psychology*, nº 77, pp. 115-126.
- MERRILL, M.D. (1992): Constructivism and instruccional design, en DUFFY, T.M. - JONASSEN, D.H.: *Constructivism and technology of instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- MITCHELL, D.P. (1989): The future of Educational technology is past, en *The Canadian Journal of educational communication*, nº 18 (1), pp. 3-27.
- MONEREO, C. (1992): *Aprendo a pensar*. Madrid: Pascal.
- — — (1993): *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Barcelona: Domènech Ediciones.
- — — (1994): *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona: Graó.
- NELSON, K. (1988): *El descubrimiento del sentido. La adquisición del significado compartido*. Madrid: Alianza.
- NISBET, J. (1991): Investigación reciente sobre estrategias de aprendizaje y pensamiento a través de la enseñanza, en MONEREO, C. (Comp.), *Enseñar a pensar a través del currículum escolar*. Barcelona: Casals.
- NISBET, J. - SHUCKSMITH, J. (1987): *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Santillana/Aula XXI.
- NOVAK, D. - GOWIN, D.B. (1988): *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

- NORMAN, D. A. (1987): *Perspectivas en la ciencia cognitiva*. Barcelona: Paidós
- PARK, I. - HANNAFIN, M.J. (1993): Empirically-based guidelines for the design of interactive multimedia, en *Educational Technology Research and Development*, nº 41 (3), pp. 63-85.
- PASCUAL-LEONE, J. (1980): Constructive problems for constructive theories: the current relevance of Piaget's work and a critique of information-processing simulation psychology, en KLUWE, R. - SPADA, H. (Eds.), *Development models of thinking*. Nueva York: Academic Press.
- PELLEGRINO, J.W. (1995): Technology in support of critical thinking, en *Teaching of Psychology*, nº 22 (1).
- PERKINS, D.N. (1992): Technology meets constructivism: do they make a marriage?, en DUFFY, T.M. - JONASSEN, D.M., *Constructivism and Tecnology of Instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- PHILLIPS, W.A. - BADDELEY, A.D. (1989): Learning and memory, en BADDELEY, D. - BERNSEN, N.O. (Eds.), *Research directions in cognitive science: European perspectives*. Vol. 1, Cognitive psychology (pp. 61-83). Hove, Inglaterra: Erlbaum.
- PIAGET, J. (1977): *Epistemología genética*. Argentina: Solpin, S.A.
- — — (1978): *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI
- PORLÁN, R. (1993): *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada.
- POZO, J.I. (1989): *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- — — (1990): Estrategias de aprendizaje, en COLL, C. - PALACIOS, J. - MARCHESI, A.: *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la Educación*. Madrid: Alianza.
- — — (1992): El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos, en COLL, C. - POZO, J.I. - SARABIA, B. - VALLS, E.: *Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana/Aula XXI.
- POZO, J.I. - POSTIGO, Y. (1993): Las estrategias de aprendizaje como contenido del currículo, en MONEREO, C. (Comp.), *Las estrategias de aprendizaje: procesos, contenidos e interacción*. Barcelona: Domènech Ediciones.
- REIGELUTH, C.M. (1983): *Instructional-design theories and models: an overview of their status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- RIEBER, L. (1990): Animation in computer-based instruction, en *Educational Technology Research and Development*, nº 38 (1), pp.77-86.
- — — (1992): Computer Microworlds: A bridge between constructivism and direct instrucion, en *Educational Technology Research and Development*, nº 40 (1), pp. 93-106.
- RIVIERE, A. (1987): *El sujeto de la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza.
- ROGOFF, B. (1993): *Aprendices de pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Barcelona: Paidós.

- ROMISZOWSKI, A.J. (1986): *Developing auto-instructional materials: from programmed texts to CAL and Interactive Video*. Londres: Kogan Page.
- — — (1989): Attitudes and affect in learning and instruction, en *Educational Media International*, nº 26 (2), pp. 85-100.
- RUMELHART, D.E. - McCLELLAND, J.L. - Grupo PDP (1992): *Introducción al Procesamiento Distribuido en Paralelo*. Madrid: Alianza
- RUSSELL, J. (1984): *Explaining mental life. Some philosophical issues in psychology*. London: Macmillan.
- SALOMON, G. - PERKINS, D. (1989): Rocky roads to transfer: Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon, en *Educational Psychologist*, nº 24, pp. 111-142.
- SALOMON, J. (1994): The rise and fall of constructivism, en *Studies in Science Education*, nº 23, pp. 1-19.
- SCHANK, R.C., - ABELSON, R.P. (1987): *Guiones, planes, metas y entendimiento*. Barcelona: Paidós.
- SCHOTT, E. (1992): The contributions of cognitive science and educational technology to advancement of instructional design theory, en *Educational Technology*, nº 40 (2), pp. 55-57.
- SCHROEDER, E.E. (1991): *Interactive multimedia computer systems*. ERIC Clearinghouse on Information Resources.
- — — (1995): *The field of educational technology*. ERIC Clearinghouse on Information Resources.
- SHAVELSON, R.J. - BAXTER, G.P. - PINE, J. (1992): Performance assessments: Political rhetoric and measurement reality, en *Educational Researcher*, nº 21 (4), pp. 22-27.
- SHUELL, T. (1988): The role of the student in learning from instruction, en *Contemporary Educational Psychology*, nº 13, pp. 276-295.
- SIMON, H.A. - KAPLAN, C.A. (1989): Foundations of Cognitive Science, en POSNER, M.I. (Ed.), *Foundations of Cognitive Science*, (pp. 1-47). Cambridge, MA.: The MIT Press.
- SPANOS, T. (1992): Combining pedagogy and technology to improve composition skills, en *Hispania*, nº 75, (1), pp. 230-234.
- STODOLSKY, S. (1991): *La importancia del contenido en la enseñanza. Actividades en las clases de matemáticas y ciencias sociales*. Barcelona: Paidós/MEC.
- TALBOT, M. (1980): *Mysticism and the new physics*. : (Trad. cast. en Ed. Kairós).
- TEI, E. - STEWART, O. (1985): Effective study from text: Applying metacognitive strategies, en *Forum for Reading*, nº 16 (2), pp. 46-55.
- THURMAN, R.A. (1993): Instructional Simulation from a cognitive psychology viewpoint, en *Educational Technology Research and Development*, nº 41 (4), pp. 75-89.

- TOULMIN, S. (1977): *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- VALLS E. (1993): *Los procedimientos: Aprendizaje, enseñanza y evaluación*. Barcelona: ICE/Horsori.
- VALSINER, J. (1994): What is "natural" about "natural context"?: cultural construction of human development, en *Infancia y Aprendizaje*, nº 66, pp. 11-19.
- VÁZQUEZ, G. (1991): La Pedagogía como Ciencia Cognitiva, en *Revista Española de Pedagogía*, nº 188, pp. 23-145.
- VON GLASERSFELD, E. (1989): Introducción al constructivismo radical. En WATZLAWICK, P. y otros: *La realidad inventada*. Buenos Aires: Gedisa, pp. 20-37.
- VON FOERSTER, H. (1981): *Observing systems*. Seaside, CA: Intersystems Publications.
- — — (1989). Construyendo una realidad, en WATZLAWICK, P.: *La realidad inventada*. Buenos Aires: Gedisa, pp. 38-56.
- VOSS, J. F. (1978): Cognition and instruction: toward a cognitive theory of learning, en LESGOLD, A. M. - PELLEGRINO, J. W. - FOKKEMA, S. D. - GLASER, R. (Eds.), *Cognitive Psychology and Instruction*. New York: Plenum Press.
- VYGOTSKY, L.V. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- — — (1983): *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- WAGER, W. (1992): Educational Technology. A broader vision, en *Education and Urban Society*, nº 24 (4), pp. 454-465.
- WEINSTEIN, C.E. (1988): Assessment and training of student learning strategies, en SCHMECK, R.R.: *Learning strategies and learning styles*. Nueva York: Plenum Press.
- WERTSCH, J.V. (1988): *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.
- WEST, L. - PINE, S (1985): *Cognitive structure and conceptual change*. Orlando, Florida: Academic Press.
- WHITE, B. (1984): Designing computer games to help physics students understand Newton's laws of motion, en *Cognition and Instruction*, nº 1, pp. 69-108.
- — — (1993): ThinkerTools: Causal models, conceptual change and science education, en *Cognition and Instruction*, nº 10 (1), pp. 1-100.
- WHITE, B. - HORWITZ, P. (1987): *Thinker Tools: Enabling children to understand physical laws*. (Report No. 6470). Cambridge, MA: BBN Laboratories.
- WHITE, R. - MITCHELL, I. (1994): Metacognition and the quality of learning, *Studies in Science Education*, nº 23, pp. 21-37.
- WIN, W. (1992): The assumptions of constructivism and instructional design, en DUFFY, T.M. - JONASSEN, D.H.: *Constructivism and Technology of Instruction: a conversation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

- WITTROCK (Ed.), *Handbook of research on teaching*. Nueva York: MacMillan.
- WOOD, D. (1988): *How children think and learn*. Oxford: Blackwell.
- ZABALA, A. (1995): *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Graó.
- ZUKAV, G. (1979): *The dancing Wu-Li masters: An overview of the new physics*. Londres: Rider.



4.- EDUCACIÓN PERMANENTE Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Autores

Agustín Requejo Osorio
Universidad de Santiago de Compostela
Jaume Sarramona López
Universidad Autónoma de Barcelona
Bernardo Martínez Mut
Universidad de Valencia