

Universidad Nacional Abierta
Dirección de Investigaciones y Postgrado

DISEÑO EDUCATIVO PARA UN APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTA

Mayer, R. (2000), Diseño Educativo para un aprendizaje constructivista. En: Reigeluth, Ch. (Eds) **Diseño de la instrucción Teorías y modelos. Un paradigma de la teoría de la instrucción.** Parte I. 153-171 Madrid: Aula XXI Santillana
(Compilación con fines instruccionales)

7. DISEÑO EDUCATIVO PARA UN APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTA

RICHARD E. MAYER

Universidad de California, Santa Bárbara

RICHARD E. MAYER es profesor de Psicología en la Universidad de California en Santa Bárbara. Forma parte de los consejos de redacción de 11 revistas, entre las que se incluyen la *Journal of Educational Psychology* y la *American Educational Research Journal*. Fue director de *Educational Psychologist* e *Instructional Science* y presidente de la División 15 (Psicología Educativa) de la Asociación Norteamericana de Psicología. Es autor de más de 200 artículos y libros, principalmente de psicología educativa, entre los que se incluye *The Promise of Educational Psychology: Learning in the content areas* (La promesa de una psicología educativa: Aprendizaje en las áreas de contenido). Entre los intereses de su investigación se encuentran la cognición y la tecnología, con una atención especial al aprendizaje multimedia.

Prólogo

Objetivos y condiciones previas. El objetivo fundamental de esta teoría es fomentar la construcción (comprensión) del conocimiento a través de la educación directa. Está diseñada principalmente para utilizarse con el aprendizaje basado en los libros de texto, clases magistrales y entornos multimedia donde no es posible una actividad (manipulación) conductista.

Valores. Entre los valores en los que se basa esta teoría se incluyen:

- una enseñanza que se centra en el proceso de aprendizaje (que tiene lugar en el cerebro del alumno) y en el resultado del mismo;
- transferencia (utilización del conocimiento) y retención;
- cómo y qué hay que aprender.

Métodos. Éstos son los métodos principales que ofrece esta teoría.

Seleccionar la información pertinente:

- destacar la información más importante para los alumnos, utilizando:
 - encabezamiento
 - cursiva
 - negrita
 - cuerpo de letra
 - viñetas
 - flechas
 - iconos
 - Subrayado
 - notas al margen
 - repetición
 - espacios en blanco
 - subtítulos
- emplear objetivos educativos y adjuntar preguntas;
- proporcionar un resumen;
- eliminar información irrelevante; ser conciso.

Organizar la información para el alumno, utilizando:

- estructuras del texto:
 - estructuras de comparación / contraste
 - estructuras de clasificación
 - estructuras de enumeración (o partes)
 - estructuras de generalización
 - estructuras de causa-efecto
- reseñas;
- encabezamientos;
- palabras indicadoras (o señales);
- representaciones gráficas.

Integrar información:

- organizadores avanzados;
- ilustraciones (cuadros múltiples) con subtítulos;
- ejemplos prácticos;
- preguntas elaboradas.

Aportaciones principales. Ofrece un planteamiento de aprendizaje constructivista sin investigación y sin manipulación.

Diseño educativo

para un aprendizaje constructivista

El aprendizaje constructivista tiene lugar cuando los alumnos elaboran de forma activa sus propios conocimientos, intentando comprender el material que se les proporciona. Por ejemplo, durante la lectura en un libro de texto de una lección sobre la formación de rayos, un alumno constructivista intenta crear un modelo mental del sistema de causas y efectos que se producen en la formación del rayo. El objetivo de este capítulo es examinar el diseño de los principios que fomentan el aprendizaje constructivista, como en el caso del aprendizaje de las explicaciones científicas de los libros de texto, de las clases magistrales y de los entornos multimedia. En este capítulo se pone de manifiesto que no es necesario un aprendizaje basado en el descubrimiento para tener un aprendizaje constructivista (es decir, los alumnos pueden elaborar el significado a partir de una enseñanza directa bien diseñada). En primer lugar, examinaré algunas de las cuestiones preliminares relativas al diseño educativo del aprendizaje constructivista. Después presentaré y pondré ejemplos sobre un modelo general para presentar el proceso cognitivo que lleva implícito el aprendizaje constructivista. En tercer lugar, examinaré los métodos educativos que tienen como objetivo fomentar el aprendizaje constructivista. Y, por último, revisaré los objetivos y valores implícitos en los principios del diseño educativo del aprendizaje constructivista.

INTRODUCCIÓN AL APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTA

TRES PUNTOS DE VISTA SOBRE EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA

MAYER (1992) muestra cómo han surgido tres criterios de aprendizaje durante los últimos 100 años de investigación sobre el aprendizaje: el aprendizaje como resultado de la consolidación, el aprendizaje como adquisición de conocimientos, y el aprendizaje como elaboración de conocimientos. Según el primer criterio, el aprendizaje surge cuando un alumno refuerza o debilita una asociación entre un estímulo y una respuesta. El criterio del aprendizaje como resultado de la consolidación se desarrolló en la primera mitad del siglo XX y se basa principalmente en el estudio del aprendizaje animal en un entorno artificial de laboratorio. La función del alumno es la de recibir de forma pasiva recompensas y castigos, mientras que la función del educador es la de administrar recompensas y castigos, como en el caso de la repetición y las prácticas. La función del diseñador educativo es la de crear entornos donde al alumno se le indique de forma repetitiva que dé una respuesta simple, a la que le sigue inmediatamente una respuesta (*feedback*).

El segundo criterio, el aprendizaje como adquisición de conocimientos, se basa en la idea de que el aprendizaje tiene lugar cuando el alumno consigue retener en su memoria de forma permanente información nueva. Este criterio se desarrolló durante los años cincuenta, sesenta y setenta y se basa fundamentalmente en el estudio del aprendizaje humano en laboratorios artificiales. La función del alumno es la de adquirir información de forma pasiva, y el trabajo del profesor consiste en presentar dicha

información a través, por ejemplo, de libros de texto o lecciones magistrales. Según el criterio de la adquisición de conocimientos, la información es una mercancía que puede transmitirse directamente de los profesores a los alumnos. La función de diseñador educativo es la de crear entornos en los que el alumno este expuesto a una gran cantidad de información, como en el caso de los libros de texto, las lecciones magistrales y los programas informáticos multimedia.

El tercer criterio, el aprendizaje como elaboración de conocimientos, se basa en la idea de que el aprendizaje se produce cuando los alumnos participan de forma directa en la construcción en la memoria activa de una representación del conocimiento. Este criterio surgió durante los años ochenta y noventa y se basa principalmente en el estudio del aprendizaje humano en entornos cada vez más realistas. Según el criterio de la elaboración del conocimiento, la función básica de los alumnos es la de comprender y la de los profesores la de orientar de forma cognitiva, proporcionando orientación y diseño de las auténticas tareas académicas. La función del diseñador educado es la de crear entornos en los que puedan tener lugar interacciones imperáís entre los alumnos y el material académico, incluyendo la estimulación del proceso de selección por parte del alumno, la organización y la integración de información. En este capítulo, utilizo el criterio de la elaboración del conocimiento para orientar la discusión sobre los principios del diseño educativo (I).

TRES TIPOS DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Consideremos la siguiente situación. Pido a tres alumnas, Alice, Belinda y Carmen que lean un fragmento sobre la formación del rayo, tal y como se muestra de forma parcial en la tabla 7.1. Cada alumna lee atentamente, asegurándose de así cada palabra. Más tarde realizo una prueba de retención en la que Pido que escrito todo lo que puedan recordar del fragmento que han leído y una prueba de transferencia en la que les pido que respondan a las preguntas utilizando la información en forma diferente. En la tabla 7.2 se muestran diferentes ejemplos de preguntas de retención y de transferencia.

Alice obtiene unos resultados bastante malos en las pruebas de retención y transferencia, lo que indica que no ha aprendido mucho sobre la formación del rayo. Denomino a este tipo de resultado como *no aprendizaje*. Cuando tiene lugar en el *no aprendizaje* puede ser debido a que los alumnos no se fijan en la información pertinente que están recibiendo.

Belinda obtiene unos buenos resultados en la memorización de la informal importante del capítulo sobre la formación del rayo, pero obtiene malos resultados en la aplicación de dicha información para resolver un problema nuevo. Este modelo representa el resultado de un *aprendizaje de memorización*, los alumnos intentan incorporar a su memoria -"conductas o información. Por ejemplo, durante la lectura de un capítulo sobre el rayo, el alumno intenta memorizar el mayor número posible de hechos, como: «Cada año mueren aproximadamente 150 norteamericanos a causa de un rayo. El Proceso cognitivo principal se codifica (por ejemplo, situando parte de la información en la memoria a jargo plazo). Este Proceso se apoya mejor en los métodos educativos de repetición y prácticas.

Tabla 7.1. *Fragmento de un texto sobre la formación del rayo.*

El rayo puede definirse como la descarga eléctrica que resulta de la diferencia entre la carga eléctrica de las nubes y la tierra. Cada año mueren aproximadamente 150 norteamericanos a causa de un rayo. Los nadadores son un blanco fácil para el rayo, ya que el agua es un excelente conductor de las descargas eléctricas.

Quando la superficie de la tierra está caliente, el aire húmedo cerca de la superficie se calienta y sube con rapidez produciendo una corriente de aire ascendente. Cuando un avión atraviesa una corriente de aire ascendente da sacudidas. Al enfriarse el aire en estas corrientes ascendentes, el vapor del agua se condensa convirtiéndose en pequeñas gotas que forman una nube. La parte superior de la nube se extiende por encima del nivel de congelación. En esta altitud, la temperatura del aire es inferior a los cero grados y por lo tanto la parte superior de la nube se convierte en pequeños cristales.

Con el tiempo, las gotitas de agua y los cristales de hielo de la nube se vuelven demasiado grandes y la corriente ascendente no puede sujetarlos. Al desprenderse de la nube las gotas de agua y los cristales de hielo arrastran hacia abajo parte del aire, produciendo una corriente descendente. Las corrientes de aire ascendentes y descendentes que tienen lugar en la nube pueden dar lugar a la formación de granizo. Cuando las cometas descendentes chocan contra la tierra, se extienden en todas direcciones produciendo ráfagas de aire frío que se perciben justo antes de que comience a llover. Cuando el rayo choca con la tierra, el calor del rayo funde la arena y la convierte en corriente eléctrica en forma de polvo. Dentro de la nube el movimiento de aire produce descargas eléctricas, fenómeno que los científicos no conocen con certeza cómo tiene lugar. La mayoría de los expertos opinan que la descarga se produce como resultado de la colisión de las ligeras gotitas de agua ascendentes y los trocitos de cristal de la nube contra el granizo y otras partículas pesadas. Para intentar comprender cómo se produce este proceso, los científicos originan en algunas ocasiones rayos lanzando cohetes a las nubes. Las partículas de carga negativa caen a la parte inferior de la nube y la mayoría de las partículas de carga positiva suben a la parte superior.

(Los dos párrafos siguientes describen el flujo de las partículas de carga negativa de la nube a la tierra y el movimiento de las partículas positivas de la tierra a la nube, respectivamente.)

Por último, Carmen obtiene buenos resultados tanto en la prueba de retención como en la de transferencia, un modelo que indica un resultado de aprendizaje constructivista (por ejemplo, basado en el *aprendizaje constructivista*). En el aprendizaje constructivista, los alumnos intentan comprender la información que se les presenta.

Tibla 7.2. *Tests de retención y transferencia para una lección sobre la formación del rayo.*

Prueba de retención

Explica cómo se forma el rayo.

Prueba de transferencia

Supongamos que hay nubes en el cielo pero no hay rayos. ¿Por qué no?

¿Qué se puede hacer para reducir la intensidad de una tormenta?

¿Qué origina el rayo?

Cuando un alumno constructivista lee el fragmento sobre el rayo, trata de elaborar un modelo mental del sistema del rayo que consta de una cadena de causas y efectos. El aprendizaje constructivista es un aprendizaje activo en el que los alumnos poseen y utilizan diversos procesos cognitivos durante el proceso de aprendizaje. El proceso cognitivo principal incluye prestar atención a la información pertinente organizar dicha información en imágenes coherentes e integrar esas imágenes en los conocimientos ya existentes. Los métodos educativos, aparte de los de repetición y prácticas, requieren que se fomente este tipo de procesos durante el aprendizaje.

Los tres modelos de resultados del aprendizaje que se resumen en la tabla 7.3 establecen que el no aprendizaje es resultado de la mala retención y transferencia, que con el aprendizaje de memorización se obtiene una buena retención y una mala transferencia, y con el *aprendizaje constructivista* una buena retención y una buena transferencia (MAYER, 1984, 1996).

Tabla 7.3. *Tres tipos de resultados de aprendizaje de una lección sobre la formación del rayo.*

| Rendimiento del test de retención | Rendimiento del test de transferencia | Resultado del aprendizaje |
|--|--|----------------------------------|
| Malo | Malo | No aprendizaje |
| Bueno | Malo | Aprendizaje memorístico |
| Bueno | Bueno | Aprendizaje constructivista |

DOS TIPOS DE APRENDIZAJES ACTIVOS

Consideremos la siguiente situación. Dos alumnas están preparando un examen de meteorología en sus respectivos pupitres. Rachel trabaja con los ejercicios practicados de su libro de texto, donde tiene que rellenar los espacios en blanco con palabra. Por ejemplo una de las actividades dice: «Cada año aproximadamente ———norteamericanos mueren a causa de un rayo». En este caso Rachel está siendo activa en este sentido conductista, puesto que está escribiendo activamente en su libro de ejercicios, pero puede que dicha actividad no sea cognitiva si no intenta comprenderla.

Por el contrario, Michelle está repasando el texto e intenta en silencio explicarse a sí misma el contenido. Cuando ciertos aspectos del texto son incompletos o poco claros, intenta crear lo que CHI, BASSOK, LEWIS, REIMANN Y GLASER (1989) denominan «autoexplicación». Por ejemplo, cuando el texto dice que las cargas positivas llegan a la superficie de la tierra, Michelle añade mentalmente la explicación que dice que las cargas opuestas se atraen entre sí. En este caso, Michelle es conductivamente inactiva ya que no está escribiendo, hablando o haciendo mucho de cualquier cosa pero es activa de forma cognitiva al intentar explicarse a sí misma el capítulo.

¿Qué tipos de actividades conducen al aprendizaje constructivista? ROBINS y MAYER (1993) han demostrado que el aprendizaje constructivista depende más de la actividad cognitiva del alumno que de la actividad conductista. Resulta que el diseño educativo intenta motivar a los alumnos para desarrollar una actividad cognitiva y no centrarse exclusivamente en las actividades conductistas. Los ejemplos anteriores.

sugieren que pueden darse casos en los que un alumno activo de forma conductista no participe del aprendizaje constructivista, y que habrá otros casos en los que el alumno inactivo en lo relativo al conductismo pueda realizar un aprendizaje constructivista. Este capítulo se centra en los métodos que fomentan la actividad cognitiva cuando la conductista no es factible.

DOS TIPOS DE EXÁMENES

Este ejemplo también indica la importancia de distinguir entre dos técnicas clásicas de evaluación del aprendizaje: la prueba de retención y la de transferencia. Las pruebas de retención evalúan la cantidad de información que el alumno puede recordar sobre el material presentado. Aquí se incluyen las pruebas de memoria, en las que se puede pedir a los alumnos que escriban todo lo que recuerden (o rellenar los espacios en blanco), y las de reconocimiento, en las que los alumnos eligen la respuesta más apropiada de entre varias posibilidades (o emparejan respuestas con términos). Los tests de retención constituían el centro de atención de los primeros estudios conductistas sobre el aprendizaje y sirvieron para fomentar la repetición y la práctica como el mejor método educativo (THORNDIKE, 1926).

Por el contrario, las pruebas de transferencia exigen que el alumno aplique lo que ha aprendido en situaciones completamente nuevas. Como se puede comprobar en este ejemplo, la capacidad de *transferir la resolución del problema* es la característica que diferencia a una persona que aprende mediante la comprensión de otra que aprende mediante la memorización. Según MAYER y WITTRICK (1996, p. 47), «la transferencia de la resolución del problema tiene lugar cuando una persona utiliza sus experiencias previas en la resolución de problemas, con el fin de idear una solución para el nuevo problema». Las pruebas de transferencia fueron el eje de los primeros estudios sobre el aprendizaje influidos por la *gestalt* y sirvieron para fomentar la comprensión estructural como un método de enseñanza muy valioso (WERTHEIMER, 1945).

Cuando la enseñanza tiene como objetivo el aprendizaje constructivista, se garantizan múltiples métodos para medir el nivel de aprendizaje, entre los que se incluyen las pruebas de retención y transferencia. En lugar de preguntar únicamente: «¿Cuánto se ha aprendido?» mediante una prueba de retención, el planteamiento constructivista también exige saber: «¿Qué se ha aprendido?» mediante un test de prueba de transferencia. Por ejemplo, en los seis niveles de la taxonomía de Bloom (BLOOM, ENGELHART, FURST, HILL y KRATHWOHL, 1956), el primero implica una retención y los cinco siguientes indican diferentes aspectos de transferencia. Una vez establecida la importancia de las pruebas de transferencia para diferenciar el aprendizaje memorístico del constructivista, la investigación sobre la transferencia resulta esencial para el diseño educativo del aprendizaje constructivista.

TRES CONDICIONES PREVIAS PARA LA TRANSFERENCIA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

MAYER (1998) ha propuesto tres condiciones previas fundamentales para la transferencia en la resolución de problemas: la técnica, la metatécnica y la voluntad.

La técnica hace referencia a los procesos con un componente cognitivo, como por ejemplo, la selección de información relevante de una lección para una futura utilización en la memoria activa, la organización de la información seleccionada en representaciones mentales coherentes en la memoria activa, y la integración de la nueva información conocimiento existente de la memoria a largo plazo. Estas tres actividades podrían, llamarse «procesos cognitivos de comprensión. La metatécnica hace referencia a los procesos metacognitivos y de autorregulación para el diseño, dirección y control de la utilización de los procesos que integran una tarea de aprendizaje. La voluntad se refiere a la motivación y la aptitud de aprendizaje, incluyendo la creencia de que el trabajo duro tiene su recompensa y que es posible entender explicaciones científicas. Aunque el diseño de entornos para el aprendizaje constructivista depende de estas tres condiciones previas, yo centro este capítulo, principalmente, en la función cognitiva de los procesos de comprensión (por ejemplo, técnicas de aprendizaje).

EL MODELO DE APRENDIZAJE SOI: FOMENTAR LOS TRES PROCESOS COGNITIVOS EN LA ELABORACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El aprendizaje constructivista depende de la activación en el alumno durante el aprendizaje de los diferentes procesos cognitivos, incluyendo la selección de información pertinente, la organización de la nueva información y la integración de dicha información en los conocimientos existentes. Me refiero a este análisis como el modelo SOI para resaltar tres procesos cognitivos cruciales en el aprendizaje constructivista: S de selección, O de organización e I de integración (MAYER, 1996). A diferencia de las teorías de aprendizaje anteriores donde se subrayaba el proceso por el cual la nueva información se codificaba dentro de la memoria a largo plazo, la teoría del aprendizaje constructivista se centra en la forma en la que los alumnos elaboran el conocimiento dentro de su memoria activa. En este proceso de construcción el alumno utiliza tanto la información nueva que recibe del entorno como los conocimientos previos almacenados en su memoria a largo plazo. El modelo SOI es una teoría del aprendizaje que se puede utilizar para crear contenidos educativos.

La figura 7.1 presenta el modelo SOI en forma de mensaje educativos que contienen palabras e imágenes (2). Siguiendo las teorías actuales sobre la memoria activa, el modelo SOI de la figura 7.1 diferencia la memoria visual activa y la memoria auditiva activa (BADDELET, 1992; SÉLLER 1994). Los materiales presentados de forma visual, como imágenes y textos, son retenidos inicialmente en la memoria visual activa, aunque los textos pueden convertirse en sonido que se almacena en la memoria auditiva activa. Los materiales presentados de forma auditiva, como las conferencias, se retienen en la memoria auditiva activa. Debido a la limitada capacidad de la memoria visual y auditiva activas, no toda la información nueva puede ser retenida y procesada.

Tomemos como ejemplo la lección sobre el rayo que aparece en la figura 7.2. Un alumno constructivista debe seleccionar mentalmente las imágenes y las palabras relevantes sobre la forma del rayo, debe conectarlas dentro de sus respectivas cadenas de causa y efectos, tanto gráficas como verbales y debe crear una conexión mental entre las dos cadenas mediante los conocimientos previos.

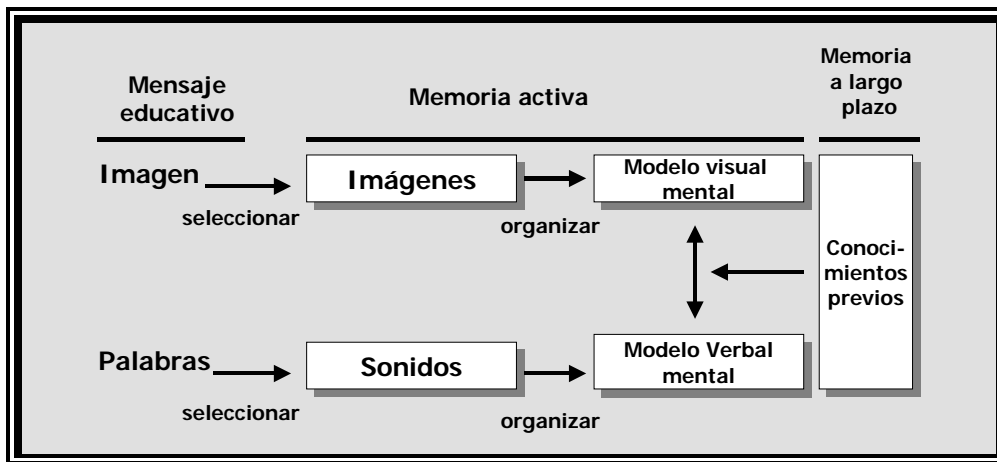


Figura 7.1. *Modelo de aprendizaje constructivista SOI de palabras e imágenes.*

LA SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN PERTINENTE

El primer proceso es la selección de la información pertinente que será objeto de tratamiento en el futuro. Cuando a un alumno se le presentan las palabras y las imágenes en forma de mensaje educativo, las representa brevemente en las memorias sensoriales. Debido a limitada capacidad del sistema de tratamiento de la información del ser humano, sólo algunas de estas representaciones pueden retenerse en la memoria activa para su procesamiento futuro. De ese modo, la selección de la información pertinente que realiza el alumno y que va a retener en su memoria activa representa un importante proceso cognitivo. En la figura 7.1 este paso se representa mediante las flechas de «selección», las imágenes nuevas se seleccionan en la memoria visual activa, para un futuro tratamiento y las palabras nuevas se seleccionan en la memoria auditiva activa también para un futuro procesamiento.

Por ejemplo, en la lectura del fragmento sobre el rayo que aparece en la figura 7.2, un alumno constructivista necesita centrar su atención en los pasos principales de la formación del rayo como, por ejemplo, «las partículas de carga negativa se desplazan a la parte inferior de la nube», y en las imágenes más importantes como el dibujo de una nube con signos positivos en la mitad superior y signos negativos en la mitad inferior. Esta lección que se presenta en la figura 7.2 ayuda a fomentar el proceso de selección porque hace hincapié en las palabras e imágenes pertinentes. Cada subtítulo presenta un informe conciso sobre un paso crucial del proceso de la formación del rayo. Mediante el resumen que destaca los pasos principales, se estimula al lector a seleccionar la información importante.

LA ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN NUEVA

El siguiente proceso implica organizar las representaciones auditivas seleccionadas en representaciones verbales coherentes y la organización de las representaciones de imágenes seleccionadas en una serie de representaciones gráficas coherentes. KINTSCH (1988) describe esta actividad como la elaboración de un modelo de situación a partir de la información presentada. En la figura 7.2, p, 162, este paso se representa

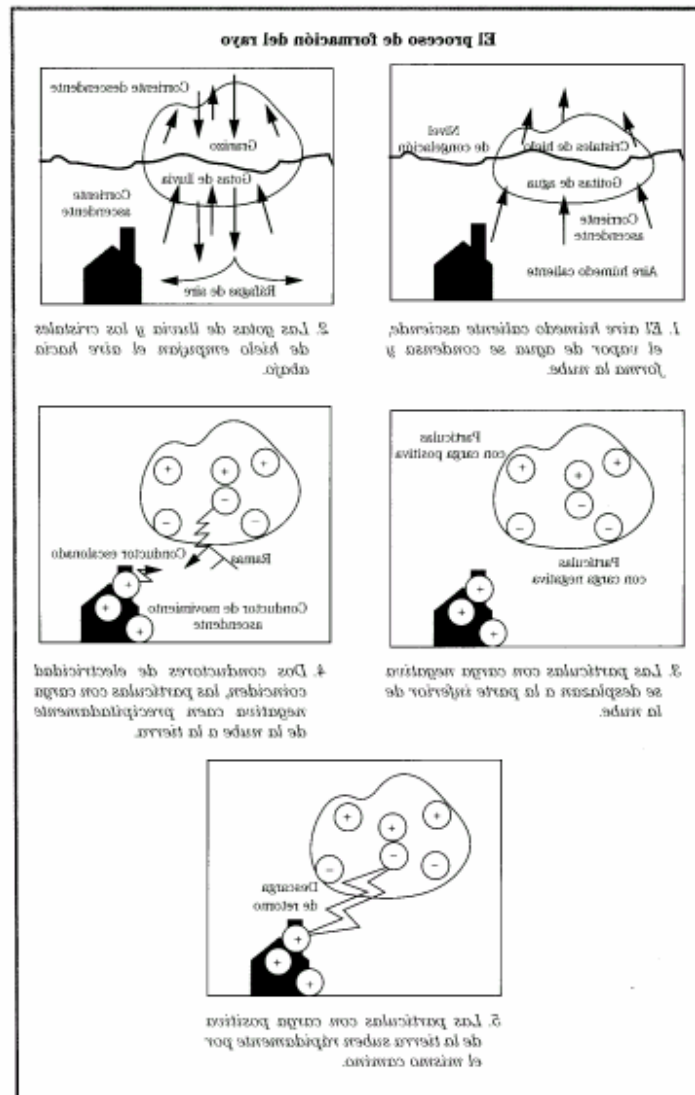


Figura 7.2. Parte de una lección revisada sobre la formación de los rayos. Copyright 1996 by American Psychological Association.

mediante las flechas de «organizar», las representaciones visuales se conectan a través de los enlaces adecuados (como, por ejemplo, la causa y el efecto) y las representaciones verbales se conectan igualmente a través de unos enlaces adecuados (como, por ejemplo, la causa y el efecto). Esta actividad tiene lugar en la memoria activa, que cuenta con un número limitado de recursos para su tratamiento. Este proceso tiene como resultado la elaboración de representaciones gráficas (o modelos mentales gráficos) y de representaciones verbales (o modelos mentales verbales) coherentes.

Por ejemplo, en la lectura del fragmento sobre la formación del rayo que aparece en la figura 7.2, un alumno constructivista necesita deducir la relación de causa y efecto que tiene lugar entre los diferentes pasos del proceso de formación. Al leer «las partículas con carga negativa se desplazan a la parte inferior de la nube» seguido de «las partículas con carga negativa caen precipitadamente de la nube a la tierra», el lector tiene que crear un enlace causal que una el primer suceso con el segundo. Del mismo modo, cuando vemos una ilustración donde se representan las partículas negativas en la parte inferior de la nube, seguida de otra ilustración que muestra cómo las partículas negativas se mueven hacia abajo en la dirección de las partículas positivas de la superficie de la tierra, el lector tiene que crear un enlace causal que una la primera ilustración con la segunda. Mediante una clara ordenación de las ilustraciones y de los subtítulos, y una correcta señalización de los mismos como, por ejemplo, «paso 1», «paso 2», etc., el mensaje educativo puede aleccionar al lector sobre cuál es el proceso de organización apropiado.

LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN NUEVA

En el tercer proceso, los alumnos realizan una por una las conexiones entre los elementos correspondientes a las representaciones gráficas y verbales creadas mediante la utilización de los conocimientos previos. En la figura 7.1, este paso se representa con las flechas denominadas «integrar». Como resultado se obtiene una representación integrada del material representado.

Por ejemplo, durante la lectura del fragmento sobre el rayo los alumnos tienen que establecer una conexión entre las palabras «las partículas negativas se desplazan a la parte inferior de la nube» y la ilustración donde se representa la nube con signos negativos en la parte inferior. Esta conexión se puede realizar con mayor facilidad cuando las palabras e ilustraciones correspondientes están cerca las unas de las otras o cuando la narración y la representación se muestran de forma simultánea (MAYER, 1997). De un modo parecido, los alumnos constructivistas pueden utilizar sus conocimientos previos sobre la fricción como causante de la separación de las partículas, para establecer una posible explicación de por qué las partículas con carga negativa se desplazan a la parte inferior de la nube.

Uno de los últimos pasos en este proceso de aprendizaje es la codificación mediante la cual las representaciones mentales construidas en la memoria activa se almacenan de forma permanente en la memoria a largo plazo. Aunque esta fase era la principal en las anteriores concepciones del aprendizaje, la perspectiva constructivista del aprendizaje hace hincapié en los papeles de los procesos cognitivos utilizados para elaborar el conocimiento en la memoria activa, como la selección, la organización y la integración. Además, el proceso de construcción exige una dirección y una coordinación de estos componentes del proceso, que podría denominarse «control metacognitivo» o «ejecutivo».

MÉTODOS EDUCATIVOS SUGERIDOS POR EL MODELO SOI

¿Qué repercusiones tiene el modelo SOI en la mejora de los libros de texto, las clases magistrales y los mensajes multimedia? Cuando el objetivo sea estimular al alumno para que se involucre de forma cognitiva en el proceso de aprendizaje, la enseñanza debe diseñarse de manera que ayude al lector a identificar la información útil, a entender cómo encajan los diferentes materiales y a establecer una relación de dicho material con los conocimientos previos.

Una cuestión importante del diseño educativo es la función de interacción social del aprendizaje constructivista. Muchos de los métodos educativos más comunes para la promoción del aprendizaje constructivista se basan en los entornos de aprendizaje interpersonal que permiten el debate, el diseño, la investigación orientada y el apoyo educativo. Por ejemplo, las técnicas cognitivas del aprendizaje requieren que el alumno y el educador trabajen juntos en una tarea real (COLLINS, BROWN Y NEWMAN, 1989). Otras formas de aprendizaje con interacción social, como el aprendizaje cooperativo (SLAVIN, 1990) o la incentivación de las comunidades de alumnos (CAMPIONE, SHAPIRO Y BROWN, 1995), requieren que el estudiante realice el aprendizaje como parte integrante de un grupo. Aunque los contextos sociales de aprendizaje proporcionan muchas oportunidades para el aprendizaje constructivista, no todos los contextos sociales fomentan el aprendizaje constructivista y, lo que es más importante, no todo el aprendizaje constructivista se basa en contextos sociales.

Sin embargo, este capítulo se centra en el diseño de mensajes educativos (3) (FLEMING Y LEVIE, 1993), como los fragmentos de libros de texto, las lecciones magistrales y los programas multimedia, que se han convertido, injustificadamente, en el blanco fácil de la revolución constructivista, que considera la transmisión de información a fuerza de repetición como una perspectiva de aprendizaje anticuada. No obstante, estos entornos pueden diseñarse para fomentar el proceso cognitivo activo de los alumnos respaldando así el aprendizaje constructivista. Durante los últimos 20 años, mis colegas y yo hemos investigado en Santa Bárbara las técnicas para la estimulación del aprendizaje constructivista a partir de los libros de texto, las clases magistrales y los programas multimedia. La cuestión fundamental del diseño está en cómo preparar el proceso cognitivo que necesitan los alumnos para su comprensión, por ejemplo, la selección, la organización y la integración.

TÉCNICAS PARA ESTIMULAR A LOS ALUMNOS A SELECCIONAR LOS MATERIALES

¿Cómo podemos estimular a los alumnos a centrarse en las partes más importantes de la información de los libros de texto, las clases magistrales o las presentaciones multimedia? MAYER (1993) ha demostrado cómo pueden incorporarse las siguientes técnicas en los mensajes basados en textos: (a) empleando títulos, cursiva, negrita, tamaños de letra grandes, viñetas, flechas, iconos, subrayado, notas al margen, repeticiones y espacios en blanco para destacar la información pertinente; y (b) adjuntando preguntas y afirmaciones sobre los objetivos educativos con el objeto de destacar la información relevante (4).

Por ejemplo, para poder ayudar a los alumnos a seleccionar la información pertinente del fragmento sobre el rayo de la tabla 7.1, podemos subrayar o escribir en cursiva los pasos principales del proceso de formación del rayo, como «El aire caliente y húmedo se eleva y el vapor de agua se condensa y forma la nube» en el segundo párrafo. Del mismo modo, este resumen puede emplearse como título del párrafo segundo o situarse en el margen en forma de nota. Otra forma de centrar la atención del lector en un aspecto relevante es adjuntando preguntas u objetivos educativos sobre cada uno de los pasos principales del proceso de la formación del rayo, como, por ejemplo, «¿Qué sucede cuando el aire caliente y húmedo se eleva?» o «Tendrás que saber que esto sucede cuando el aire caliente y húmedo se eleva», respectivamente, para el párrafo segundo. Por último, se puede centrar la atención del lector proporcionando un resumen, tal y como muestra la figura 7.2.

Más recientemente, MAYER, BOVE, BRYMAN, MARS y TAPANGCO (1996) comprobaron la idea de que proporcionar un resumen a los alumnos les ayudaría a centrar su atención en la información pertinente. Tal y como se esperaba, los alumnos que leyeron un resumen de los pasos principales del proceso de formación del rayo obtuvieron mejores resultados a la hora de recordar esos pasos principales del proceso y en la resolución de problemas transferidos, que los alumnos que leyeron la lección completa. Al parecer, «menos es más», porque el resumen estimuló a los alumnos a centrar su atención en la información pertinente.

HARP Y MAYER (1997) comprobaron que eliminando la información interesante pero irrelevante del fragmento sobre la formación del rayo se ayudaba a los alumnos a centrarse en la información pertinente. Algunos alumnos leyeron un fragmento normal sobre la formación del rayo, mientras que otros leyeron el mismo fragmento pero, en esta ocasión, se intercalaban texto e imágenes interesantes, como, por ejemplo, una foto y una historia de un chico que había sufrido la descarga de un rayo. Tal y como se esperaba, los alumnos que leyeron la versión sencilla del texto recordaron mejor los pasos del proceso que aquellos que leyeron la versión que contenía detalles interesantes. Este estudio reitera la idea de que «menos es más», ya que los detalles interesantes desvían la atención de la información relevante.

Estos estudios ponen de manifiesto que la concisión es un factor clave para estimular a los alumnos a seleccionar la información relevante. Esta recomendación está reñida con la creciente tendencia de los libros de texto norteamericanos a ser cada vez más extensos y a tratar muchas materias de forma superficial (MAYER, SIMS Y TAJIKA, 1995). Por el contrario, la investigación sobre el diseño de libros de texto indica que los libros deberían ser más concisos y tratar menos temas.

TÉCNICAS PARA ESTIMULAR A LOS ALUMNOS A ORGANIZAR LOS MATERIALES

¿Cómo podemos ayudar a los alumnos a organizar la información en imágenes coherentes? MAYER (1993) demostró que se pueden emplear reseñas, títulos y locuciones indicadoras para señalar la organización de un fragmento. Resulta igualmente importante utilizar un texto que tenga una estructura comprensible (COOK y MAYER, 1988), como en el caso de la cadena de causa y efecto del fragmento sobre la formación del rayo.

Por ejemplo para ayudar a los alumnos en la organización del fragmento sobre el rayo de la figura 7.1, podemos añadir una reseña en el primer párrafo que diga: «Existen cinco pasos en el proceso de formación del rayo: 1. la formación de la nube, 2 el aire descendente, 3. la carga de la nube, 4. el choque de los conductores, 5 la descarga» Además-podemos añadir un título a cada párrafo, correspondiente a cada uno de los pasos, como los que se indican en la figura 7.2 y, por último, podemos mostrarle al lector más claramente la organización enumerando los pasos del proceso que se describen en el libro, por ejemplo, «paso 1», «paso 2», «paso 3», etc. Las locuciones indicadoras del tipo «por esta razón» o «como consecuencia» pueden hacer más evidentes las conexiones causales entre los diferentes pasos.

En un estudio de investigación realizado por LOMAN Y MAYER (1993) los alumnos leyeron un fragmento sobre la formación de las mareas rojas con señales y sin ellas La versión señalizada incluía una breve reseña sobre los tres pasos del proceso de formación de las mareas, los titulares correspondientes a cada paso y las locuciones indicadoras como, por ejemplo, «por esta razón». Los alumnos que leyeron la versión señalizada obtuvieron mejores resultados en la memorización de los pasos principales del proceso de formación de las mareas rojas y en la resolución de los problemas transferidos que aquellos alumnos que leyeron la versión que no estaba señalizada Estos resultados indican que presentar a los lectores la estructura de forma mas clara les ayuda a construir representaciones coherentes que pueden apoyar la resolución creativa del problema.

Las imágenes gráficas organizadas y la señalización pueden utilizarse conjuntamente para ayudar a los alumnos a elaborar representaciones mentales coherentes de la estructura del texto. Por ejemplo, MAYER, DYCK Y COOK (1984) pidieron a los alumnos que leyeran un fragmento de un libro de texto que explicaba el ciclo del nitrógeno y una versión señalizada del mismo fragmento. La versión señalizada, a diferencia de la original, incluía una reseña al principio del texto en donde se indicaban los cinco pasos principales del ciclo del nitrógeno, los titulares sobre esos cinco pasos, una reorganización de las afirmaciones que describía por orden los pasos y una figura donde se resumían en un organigrama las relaciones entre los cinco pasos. Los alumnos que leyeron la versión señalizada recordaron más información pertinente y generaron más soluciones para los problemas de transferencia que los alumnos que leyeron la versión original.

El proceso de elaboración de una representación coherente del texto depende de la habilidad del alumno para identificar la estructura del texto. Por ejemplo, GOOK Y MAYER (1988) demostraron que los alumnos desconocen con frecuencia que el texto puede estar organizado en varias estructuras comunes, tales como comparar / contrastar (es decir una comparación de dos o tres aspectos desde diferentes perspectivas), clasificación (una estructura jerárquica), enumeración (una relación de las características de una materia), generalización (una afirmación general con pruebas donde apoyarse) y causa y efecto (una sucesión de hechos dentro de un sistema de causas), Cuando el texto está desorganizado, o su estructura no es evidente, es probable que el alumno memorice el texto como una relación artificial de hechos inconexos. Las reseñas coordinadas con los títulos y las locuciones indicadoras ayudan al alumno en la identificación de la estructura retórica del texto y en la construcción de representaciones mentales coherentes.

TÉCNICAS PARA ESTIMULAR A LOS ALUMNOS A INTEGRAR LOS MATERIALES

¿Cómo podemos ayudar a los alumnos a activar y coordinar sus conocimientos previos y a activar y coordinar las representaciones múltiples de la información? MAYER (1993) demostró cómo se pueden utilizar organizadores avanzados, ilustraciones, ejemplos prácticos y preguntas elaboradas para estimular la integración de los materiales.

Por ejemplo, una forma de ayudar al lector a relacionar el texto con sus conocimientos previos es presentando una sucesión de dibujos que se correspondan con cada uno de los pasos, tal y como se indica en la figura 7.2. Mediante una representación concreta de cada uno de los pasos, el lector puede establecer mejor una conexión entre las palabras nuevas y sus conocimientos previos; por ejemplo, el tercer cuadro de la figura 7.2 muestra cómo las partículas negativas se desplazan a la parte inferior de la nube y las partículas positivas a la superior. El resumen presentado en la figura 7.2, en su totalidad, se corresponde con cada una de las tres técnicas indicadas en esta sección: los subtítulos ayudan a centrar la atención del alumno en la información relevante, la división en cinco pasos del mensaje ayuda a indicar al lector la organización de la información, y la coordinación del texto con las ilustraciones ayuda a integrar las palabras en los conocimientos previos.

La investigación realizada por MAYER (1989a) ha demostrado que una organización avanzada puede preparar de forma apropiada el conocimiento previo en los aprendices. En uno de los estudios, los alumnos leyeron un fragmento que explicaba el funcionamiento de un radar (MAYER, 1983). Algunos alumnos leyeron un fragmento que comenzaba comparando el radar con una pelota rebotando en una pared (grupo con organizador avanzado), mientras que otros leyeron un fragmento que no contenía ninguna analogía (grupo sin organizador avanzado). Tal y como se esperaba, el grupo que contó con un organizador avanzado obtuvo mejores resultados en los tests de retención y transferencia que el grupo sin organizador. MAYER llegó a la conclusión de que la analogía proporcionada con el organizador avanzado prepara los conocimientos previos del alumno para su posible utilización en la comprensión del resto del fragmento.

Las preguntas elaboradas del texto también pueden estimular a conectar la nueva información con los conocimientos previos. Por ejemplo, MAYER (1989) llevó a cabo un estudio en el que los alumnos leían un texto que explicaba cómo utilizar una base de datos. En el texto de un grupo de alumnos se incluían preguntas elaboradas en las que tenían que describir el sistema de forma sencilla, por ejemplo, cómo clasifica un trabajador los archivos en las diferentes bandejas. Estos alumnos obtuvieron mejores resultados en los tests de comprensión de la información relevante y en la resolución de problemas que los alumnos a los que no se les proporcionaron dichas preguntas. Las preguntas estimularon a los alumnos a relacionar la información de sus conocimientos previos con el sistema de clasificación de datos.

Más recientemente, MAYER (1997) sugirió que la utilización de ilustraciones con cuadros múltiples fomentaba la integración de conocimientos cuando estas ilustraciones contenían subtítulos que explicaban las representaciones de los cuadros. En una serie de estudios realizados por MAYER, 1989&; MAYER, STEINHOFF, BOWER Y MARS,

1995; MAYER Y GALLINI, 1990, los alumnos leyeron un fragmento que contenía ilustraciones con subtítulos coordinados (grupo integrado) o ilustraciones y subtítulos en diferentes páginas (grupo separado). Los alumnos del grupo integrado obtuvieron mejores resultados en las pruebas de retención y transferencia que los alumnos del grupo separado. Se obtuvieron unos resultados parecidos en los entornos multimedia. Los alumnos que tuvieron acceso simultáneo a la animación y la narración obtuvieron mejores resultados que los alumnos que lo hicieron en diferentes secuencias (MAYER Y ANDERSON, 1991, 1992; MAYER Y SIMS, 1994). En estos casos, la presentación coordinada de imágenes y palabras permite a los alumnos construir y elaborar múltiples representaciones de una misma explicación.

Además de proporcionar técnicas que estimulen el procesamiento cognitivo activo, el aprendizaje constructivista se centra en la concepción del alumno, por ejemplo, de una información que sea potencialmente comprensible. Los investigadores han demostrado que la autosuficiencia y las referencias de los éxitos y fracasos influyen en la perseverancia de los alumnos en su intento de aprender nueva información (5).

VALORES INHERENTES A LOS OBJETIVOS EDUCATIVOS DEL ENFOQUE DE ELABORACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS

Para conseguir unos objetivos educativos adecuados, el planteamiento del aprendizaje constructivista para el diseño educativo se basa en varios valores inherentes que incluyen centrarse tanto en el proceso como en el resultado, en la transferencia y en la retención y en cómo aprender y qué hay que aprender.

Centrarse tanto en el proceso como en el resultado. El planteamiento constructivista considera que es importante centrarse tanto en la información que asimila el alumno como en la forma en que se presenta dicha información. Éste ha sido un valor constante en la educación desde que DEWEY (1902) estableció la clásica distinción entre la educación centrada en el alumno y la educación centrada en el currículo. El planteamiento centrado en el alumno se basa en la estimulación del cambio cognitivo en los alumnos, mientras que el planteamiento centrado en el currículo se basa en el material que lo envuelve. Este principio también se refleja en la concepción clásica, que establece una atención especial tanto al proceso como al resultado del aprendizaje (BLOOM Y BRODER, 1950). La atención al proceso de aprendizaje es un valor esencial en el planteamiento constructivista.

Facilitar tanto la transferencia como la retención. El planteamiento constructivista también se basa en la creencia de que los alumnos tienen que saber utilizar lo que aprenden y no limitarse a recordarlo. En este enfoque se valora más el aprendizaje coherente y la comprensión exhaustiva que el aprendizaje mecánico y la memorización sin sentido. La cuestión del aprendizaje coherente ha sido una constante en la historia de la psicología y la educación, pero quizá los psicólogos de la gestalt, como, por ejemplo, WERTHEMER (1945), son quienes mejor la describen. El sello distintivo de la comprensión exhaustiva es la capacidad de transferir lo aprendido a nuevas situaciones. De este modo, en el planteamiento constructivista se hace hincapié en los métodos de aprendizaje que van más allá de la mera retención.

Fomentar cómo aprender y qué hay que aprender. Por último, el planteamiento constructivista valora tanto saber cómo se aprende (y pensar y recordar) como, también, qué se aprende (y pensar y recordar). Una parte importante del aprendizaje incluye estrategias mediante las cuales el alumno desarrolla componentes del proceso, como la selección, organización e integración de la información, y técnicas para la coordinación y evaluación de estos procesos (PRESSLEY, 1990; WEINSTEIN Y MAYER, 1985). Además del contenido de la materia, los alumnos necesitan tener conocimientos básicos de las técnicas de razonamiento y aprendizaje.

Estos valores son la base del diseño educativo para el aprendizaje constructivista que he presentado en este capítulo.

CONCLUSIÓN

La tesis de este capítulo consiste en que es posible diseñar modelos educativos que fomenten el aprendizaje constructivista, incluso cuando el alumno no está implicado en una actividad de aprendizaje conductista. Concretamente, este aprendizaje constructivista puede desarrollarse a partir de la tarea aparentemente sencilla de lectura de un texto, si el texto está diseñado para estimular apropiadamente el proceso cognitivo en el alumno. Según el modelo de aprendizaje SOI, el aprendizaje constructivista puede producirse cuando el alumno lleva a cabo tres procesos cognitivos: presta atención a la información relevante (seleccionar), organiza mentalmente la información en representaciones coherentes (organizar) e integra la información en los conocimientos previos (integrar). Los métodos educativos que fomentan el proceso de selección de información del texto incluyen el uso de títulos, cursiva, negrita, tamaños de letra, viñetas, flechas, iconos, subrayado, notas al margen, repeticiones, espacios en blanco y subtítulos. Los métodos que estimulan el proceso de organización de la información del texto utilizan las reseñas, los títulos señalizadores, las locuciones indicadoras, las ilustraciones organizadas y las estructuras coherentes del texto. Por último, los métodos educativos que fomentan la integración de la información presentada y los conocimientos previos emplean organizadores avanzados, ilustraciones con múltiples cuadros subtitulados, narraciones con imágenes, ejemplos prácticos y preguntas elaboradas.

La revolución constructivista ofrece una nueva perspectiva en la que el alumno participa de forma activa en la comprensión y sugiere nuevos métodos educativos que enfatizan la práctica y la discusión. Puesto que es evidente que la educación basada en libros de texto continúa desempeñando un papel muy importante (BRITTON, WOODWARD Y BINKLEY, 1993), es conveniente explorar formas de aprendizaje constructivista a partir de los libros de texto, y este capítulo ofrece una visión sobre cómo conseguir ese objetivo.

REFERENCIAS

- BADDELEY, A. (1992). Working memory. *Scwnce*, 255, 556-559.
- BLOOM, B. S. Y BRODEH, L. J. (1950). *Problem-solving processes of college students*. Chicago: University of Chicago Press.

- BLOOM B S ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H. Y KRATHWOHL, D. R. (1956). Taxonomy Of educational objectives: Classification of educational goals. Handbook I, Cognitive domain. Nueva York: David McKay.
- BRITTON, B. K., WOODWARD, A. y BINKLEY, M. (eds.) (1993). Learning from textbooks: Theory and practice. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CAMPIONE J C SHAPIRO, A. M. Y BROWN, A. L. (1995). Forms of transfer in communities of learners- Flexible learning and understanding. En A. McKeough, J. Lupart y A. Marmi (eds.), Teaching for transfer (pp. 35-68). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CHI M T. H., BASSOK, M., LEWIS, M., REIMANN, P. Y GLASER, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- COLLINS A BROWN J. S. Y NEWMAN, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading writing- and mathematics. En L.B. Resnick (ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- COOK, L. K. Y MAYER, R. E. (1988). Teaching readers about the structure of scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 80, 448-456.
- DEWEY, J. (1902). *The child and the curriculum*. Chicago: University of Chicago Press.
- FLEMING M Y LEVIE W H (eds.) (1993). *Instructional message design: Principles from the behavioral and cognitive sciences* (2.a edición). Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Educational Technology Publications.
- HARP S F Y MAYER, R. E. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology*, 89, 92-102.
- KINTSCH, W. (1988). The use of knowledge in discourse processing: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- LOMAN, N. L. y MAYER, R. E. (1983). Signaling techniques that increase the understandability of expository prose. *Journal of Educational Psychology*, 75, 402-412.
- MAYER R E (1980). Elaboration techniques that increase the meaningfulness of technical text An experimental test of the learning strategy hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 72, 770-784.
- (1983). Can you repeat that? Qualitative and quantitative effects of repetition and advance organizers on learning from science prose. *Journal of Educational Psychology*, 75, 40-49.
 - (1984). Aids to text comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 19, 30-42.
 - (1989a) Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59, 43-64.
 - (1989&). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.
 - (1992). Cognition and instruction: On their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84, 405-412.
 - (1993) Problem-solving principles. En M. Fleming y W. H. Levie (eds.), *Instructional message design: Principles from the behavioral and cognitive sciences* (2." edición, pp 253-282). Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Educational Technology Publications.
 - (1996) Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8, 357-371.
 - (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 99 1-19
 - (1998). Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26, 49-63.
- MAYER, R. E. Y ANDERSON, A. B. (1991). Animation need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
- MAYER R E BOVE, E., BRYMAN, A., MARS, R. Y TAPANGCO, L. (1996). When less is more Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88, 64-73.

- MAYER, R. E., DYCK, J. L. Y COOK, L. K. (1984). Techniques that help readers build mental models from science text: Definitions pre-training and signaling. *Journal of Educational Psychology*, 76, 1089-1105.
- MAYER, R. E. Y GALLINI, J. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-727.
- MAYER, R. E. Y SIMS, V. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning? *Journal of Educational Psychology*, 86, 389- 401.
- MAYER, R. E., SIMS, V. Y TAJIKA, H. (1995). A comparison of how textbooks teach mathematical problem solving in Japan and the United States. *American Educational Research Journal*, 32, 443-460.
- MAYER, R. E., STEINHOFF, K., BOWER, G. Y MARS, R. (1995). A generative theory of textbooks design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology: Research and Development*, 43, 31-43.
- MAYER, R. E. Y WITTRUCK, M. C. (1996). Problem solving transfer. En D. Berliner y R. Calfee (eds.) *Handbook of educational psychology* (pp. 47-62). Nueva York: Macmillan.
- PRESSLEY, M. (1990). *Cognitive strategy instruction that really improves children's academic performance*. Cambridge, Massachusetts: Brookline.
- ROBINS, S. Y MAYER, R. E. (1993). Schema training in analogical reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 85, 529-538.
- SCHUNK, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychology*, 26, 207-231.
- SLAVIN, R. (1990). *Cooperative learning*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- SWELLER, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- THORNDIKE, E. L. (1926). *Educational psychology: Vol. 2, The psychology of learning*. Syracuse, NY: Masón.
- WEINER, B. (1986). *ATO attributional theory of motivation and emotion*. Nueva York: Springer Verlag.
- WEINSTEIN, C. E. Y MAYER, R. E. (1985). The teaching of learning strategies. En M. C. Wittrock (ed.), *Handbook of research on teaching* (3.a edición) (pp. 315-327). Nueva York: Macmillan.
- WERTHEMER, M. (1945). *Productive thinking*. Nueva York: Harper y Row.