

# Conceptos básicos relacionados con el aprendizaje electrónico

por Heribert Nacken\*

**En septiembre de 2006 se celebró en China una Reunión de expertos en Aprendizaje a distancia asistido por ordenador sobre meteorología, hidrología y recursos hídricos. El grupo de trabajo debatió en gran medida acerca de los fundamentos del aprendizaje electrónico a distancia y decidió exponer estas cuestiones básicas de manera práctica y sencilla.** Este artículo es el fruto de esas pretensiones.

## ¿Cómo aprendemos? El modelo SOI

Comencemos prestando un poco de atención a nuestra manera de aprender. El estilo de aprendizaje no es único ni mucho menos, lo que nos permite clasificar a los estudiantes en tres grupos según su estilo de aprendizaje:

- estudiantes visuales
- estudiantes auditivos
- estudiantes *cinestésicos* (o *hápticos*)

Seguro que por propia experiencia el lector sabe que algunas personas necesitan poner por escrito los datos que escuchan y que, cuando los repiten, la transmisión de conocimiento se fija en su memoria a largo plazo.

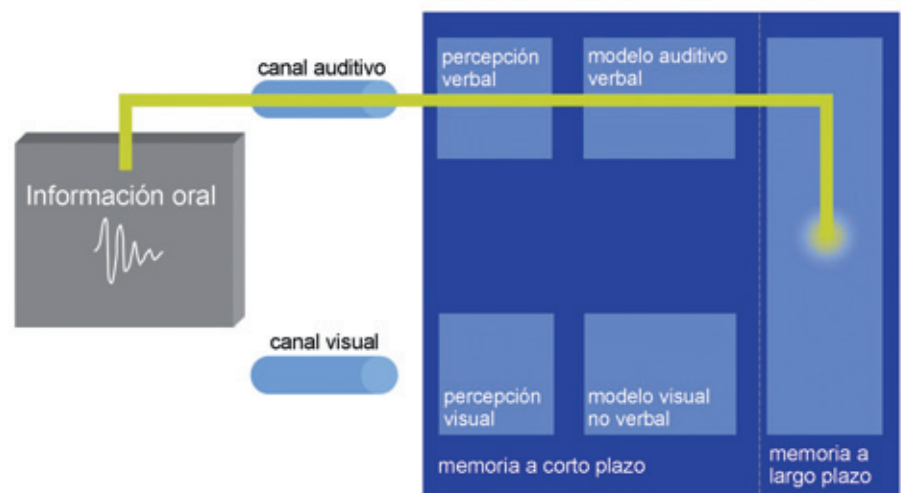
Hay quienes para aprender necesitan contarles a sus amigos lo que han escuchado. Es posible que al hacerlo descubran que no han terminado de comprender por completo los entresijos del asunto. El proceso de aprendizaje avanza gracias al debate que se produce al respecto y a la repetición de la información verbal.

Otras personas aprenden mejor cuando el sistema de enseñanza les permite implicarse físicamente en el tema objeto de estudio. Este grupo es el más minoritario y sus individuos reciben el nombre de *cinestésicos*.

En general, cada persona debe descubrir cuál es su estilo de aprendizaje (visual, auditivo o *cinestésico*). En la vida real, cualquier curso de formación relacionado con la hidrología o la meteorología hará intervenir a estos tres

estilos de aprendizaje en proporciones variadas (lo veremos más adelante).

Prestemos algo más de atención a los estudiantes cuyo estilo de aprendizaje es visual o auditivo. Imagine que asiste a un curso presencial tradicional sobre hidrología y que la clase de hoy está dedicada al ciclo hidrológico. El profesor, ambicioso y con las ideas claras, pretende asentar bien los conocimientos (teóricos y prácticos) y capacitar a sus alumnos. Se ha propuesto implantar conocimientos duraderos, por lo que su objetivo es la memoria a largo plazo del cerebro de sus alumnos. El profesor conoce la teoría de codificación dual (Paivio, 1986) por lo que sabe que en el proceso de aprendizaje los canales de percepción auditiva y visual de los humanos funcionan de manera completamente independiente. Para conseguir activar la memoria a largo plazo tiene dos opciones: por un



\* Departamento de Estudios e Investigación, Ingeniería hidrológica. Universidad RWTH de Aachen. Nacken@lfi.rwth-aachen.de skype: prof.nacken

Figura 1— Vía de acceso a la memoria a largo plazo

lado, puede dirigirse a los oídos de sus alumnos (canal auditivo) o bien a sus ojos (canal visual), que transferirán los datos a la memoria a corto plazo (véase la Figura 1). Mientras escucha al profesor, se activará su sistema mental verbal y comenzará a crear una percepción verbal del concepto de aprendizaje del que se trate. En el momento en que se produzca el aprendizaje efectivo, este nuevo conocimiento se almacenará en la memoria a largo plazo y podrá recuperarlo a voluntad.

Al llegar al punto en el que desea explicar el ciclo hidrológico, es posible que el profesor crea que es una buena idea recurrir a una animación o a un vídeo para hacerlo y mostrar así sus diferentes etapas. En ese momento el sistema mental no verbal del alumno se pondrá en marcha, captará la información visual que está recibiendo y la transformará en una imagen visual, pictórica no verbal. De nuevo, se transferirá esta información preprocesada a la memoria a largo plazo (véase la Figura 2, esquina superior derecha).

Cada vez que el profesor muestra una diapositiva en la que solo aparece texto, el cerebro de los alumnos comenzará por adquirir los datos textuales a través del canal visual y, como no puede asimilarlos a través de una imagen no verbal, los transfiere al sistema mental encargado de construir percepciones verbales. A partir de esta imagen verbal ya pueden almacenarse en la memoria a largo plazo (véase la Figura 2, esquina inferior izquierda).

Hasta este instante todo está marchando como una seda y puede que empiece a preguntarse por qué estamos repasando con (tanto) detalle un proceso que conoce bien. La respuesta es porque toda historia bien contada tiene que tener un punto de intriga.

Imagine el lector que en un determinado momento el profesor se da cuenta de que no tiene muy claro qué es lo que pretendía contar en una de las diapositivas (lo que no dice mucho en su favor) y empieza a leer en voz alta el texto de dicha diapositiva. Justo en ese instante los alumnos se perderán y la clase que-

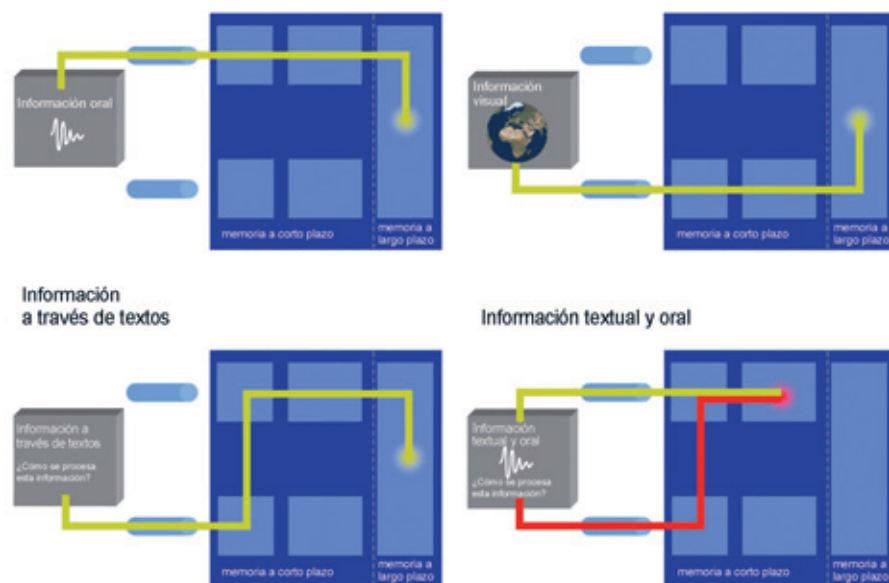


Figura 2 – Ruta de acceso de la información ya procesada a la memoria a largo plazo

dará abocada al fracaso. Lo que ocurre es que los alumnos están prestando atención a lo que dice el profesor (al menos, hasta ahora) mientras leen simultáneamente los datos que aparecen en las diapositivas. Los sistemas mentales verbales y no verbales están trabajando a toda máquina para transformar la información escrita y la auditiva. El proceso por el cual el sistema mental verbal se pone en marcha se activa, pero por mucho que los alumnos se esfuercen, no sirve de nada, ya que entra en conflicto con la memoria a corto plazo (véase la Figura 2, esquina inferior derecha).

El motivo es que la información accede a la memoria a corto plazo a través de dos canales con un breve desfase temporal (el más rápido es el visual). Para hacerse una idea de lo que pasa en el cerebro imagine una de esas conversaciones telefónicas en las que debido a la retroacción acústica se oye a usted mismo a la vez que habla. Si el desfase es pequeño no será capaz de seguir hablando, se bloqueará sin remedio. Es muy parecido a lo que le sucede a la memoria a corto plazo. La capacidad del ser humano para procesar y adquirir información es limitada. Es lo que se llama el "siete mágico": se ha descubierto que los seres humanos pueden admitir hasta siete elementos de información independientes por cada canal. Si los datos se suceden con demasiada

rapidez, al cerebro no le da tiempo a crear la imagen mental que le permite almacenar los datos en la memoria a largo plazo.

Si pretende diseñar un curso de formación, bien se trate de un curso tradicional con clases presenciales o de un curso basado por completo en los sistemas de aprendizaje asistido por ordenador tiene que tener en cuenta estos condicionantes. El objetivo de toda esta exposición ha sido describir los puntos básicos del modelo de aprendizaje SOI (selección, organización e integración). Los fundamentos del modelo de aprendizaje SOI nos permiten resumir todo lo dicho hasta este momento:

- los canales auditivo y visual funcionan de manera completamente independiente en el proceso de aprendizaje de los seres humanos (las dos vías de entrada de la información son autónomas);
- la capacidad para procesar los datos de ambos canales y de la memoria a corto plazo es limitada (el siete mágico);
- el proceso de aprendizaje es siempre activo: es necesario crear una imagen mental coherente (o una reproducción) de los objetos de aprendizaje.

Si (aún) desea saber algo más acerca de las teorías sobre el aprendizaje puede leer los trabajos de Sweller y Chandler (1991) y Paas (2003) al respecto. Como puede ver, el proceso de aprendizaje es laborioso (en alemán este término comparte raíz con el que se utiliza para describir penurias, así que, al contrario de lo que muchas personas creen, el aprendizaje electrónico no tiene nada que ver con la industria del entretenimiento).

Por cierto, habría resultado más sencillo llegar hasta aquí utilizando un recurso disponible en internet (<http://hydrology.lfi.rwth-aachen.de>). Es un buen ejemplo de la capacidad de adaptación de las tecnologías de aprendizaje electrónico para satisfacer cualquier necesidad.

## Algunos principios básicos del aprendizaje con sistemas multimedia

Basándose en la teoría SOI, Clark y Meyer (2002) definieron seis principios que se deben tener en cuenta al diseñar y crear contenidos multimedia. Se trata de principios fáciles de comprender por lo que me limitaré a enunciarlos sin más:

- **Contenidos multimedia**  
El aprendizaje es más eficaz si se combinan textos con diagramas o ilustraciones que si se utiliza sólo texto.
- **Modalidad**  
Las explicaciones y descripciones de las ilustraciones o diagramas se comprenden mejor si son verbales que escritas.
- **Continuidad**  
Es conveniente presentar los textos y diagramas que tengan relación entre sí de manera que el vínculo sea evidente.
- **Redundancia**  
Si la misma información se presenta simultáneamente de manera verbal y escrita el proceso de aprendizaje resulta perjudicado (véase la teoría de la codificación dual de Paivio).

- **Coherencia**  
Es conveniente utilizar los recursos multimedia con moderación y cuando son necesarios (economía de los recursos). La sobrecarga de información perjudica el aprendizaje.
- **Personalización**  
Conviene evitar el idiolecto especializado. Las explicaciones en lenguaje comprensible se aprovechan mejor y favorecen el proceso de aprendizaje.

Intento diseñar siempre mis cursos basándome en estos principios y en el modelo de aprendizaje SOI, de manera que más del 80% de la información que quiero que se convierta en conocimientos llegue a los alumnos de manera auditiva (independientemente de si se trata de una clase presencial o de un módulo de aprendizaje electrónico). El resto de los contenidos se transmitirán mediante gráficos, animaciones o vídeos.

## El esquema de diseño del aprendizaje electrónico

En las fases iniciales de diseño de cualquier curso por ordenador surge siempre la cuestión de cuál es la tecnología más adecuada para impartir las enseñanzas. Quisiera citar aquí

las sabias palabras de Josh Bersin, quien dijo: "El que un curso por ordenador sea mejor o peor tiene poco que ver con la tecnología que utilice. Si el diseño no es bueno, la tecnología sólo ayuda a cometer más errores en menos tiempo". Por lo tanto, en la fase de diseño conviene concentrarse en los aspectos didácticos de la estructura del curso. Nosotros utilizamos un esquema de diseño en tres etapas para los cursos de aprendizaje electrónico (véase la Figura 3).

Conviene comenzar por estructurar la información por temas bien definidos para poder proceder a la transmisión de conocimientos mediante objetos de aprendizaje. Estos objetos de aprendizaje pueden ser presentaciones orales, conferencias en formato de vídeo o seminarios interactivos a través de internet. El cometido de todos los objetos de aprendizaje es transmitir al alumno toda la información necesaria. No podemos olvidar la teoría de la codificación dual. En el caso de recurrir a la transmisión de información a través del canal auditivo principalmente, no conviene superar los cinco minutos por secuencia (más allá de ese tiempo, la capacidad de concentración de los alumnos decae si no hay apenas cambios en la imagen que ven en el monitor). Si es necesario que

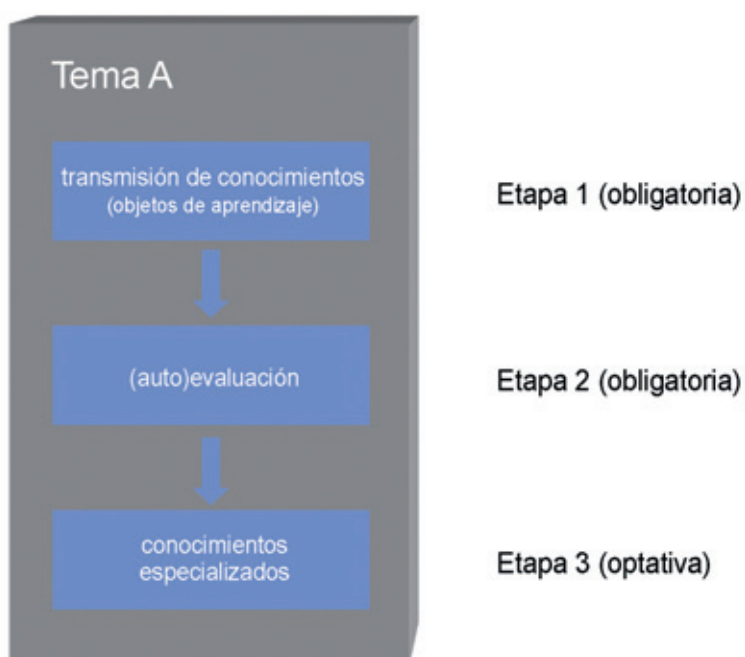


Figura 3 – Estructura en tres etapas de un curso de aprendizaje asistido por ordenador

la secuencia tenga mayor duración, alterne esa imagen con la del orador para evitar el tedio de los alumnos y favorecer su concentración.

La segunda etapa de la estructura didáctica es el proceso de evaluación. Se comprueba aquí si la transmisión de información ha funcionado correctamente y los alumnos han completado con éxito la adquisición de conocimientos (teóricos o prácticos) o competencias identificadas en la primera etapa de diseño. Lo más habitual es recurrir a un examen (test de verdadero o falso, selección de la respuesta correcta de entre varias posibles, respuestas cortas, respuesta numérica o identificación de elementos), pero lo mejor es recurrir a la especificación de Interoperabilidad de preguntas y test, QTI (el estándar QTI de IMS, <http://www.imsproject.org/question>). El método de evaluación elegido, al igual que el método de transmisión de conocimientos que se seleccione, debe motivar, estimular y animar a los alumnos. Además, es bueno que el diseño del módulo de aprendizaje electrónico permita proponer diversas maneras de resolver el mismo problema y muestre a los alumnos distintos caminos de llegar a una solución pues incrementa la eficacia del proceso de transmisión de conocimientos y lo afianza.

Estas dos primeras etapas son indispensables, mientras que la tercera es optativa y consiste en la oferta de contenidos complementarios o más especializados a los alumnos, como por ejemplo más información sobre el tema que se trate, vínculos a páginas de internet que abordan ese tema o cualquier otro complemento.

El esquema descrito es completamente lineal y permite enlazar los temas de manera secuencial (etapas de 1 a 3) entre sí. Otra posibilidad es estructurar el curso de manera que cada alumno pueda elegir entre varios puntos de inicio (y decidir así qué contenidos le interesan). Si escoge esta opción, podría ser una buena idea que cada tema comenzase por una evaluación de los conocimientos básicos para seguir las explicaciones. En función de la nota de evaluación obte-

nida, el alumno podría seguir adelante o sería redirigido a las materias que necesita aprender antes de empezar con ese tema.

Si busca en internet módulos para el aprendizaje electrónico con un diseño y unos contenidos excelentes, encontrará cursos para el aprendizaje de cuestiones meteorológicas e hidrológicas realmente brillantes. Quisiera mencionar como muestra los de COMET ([www.comet.ucar.edu](http://www.comet.ucar.edu)), ganadores del codiciado Premio a la Excelencia en la Enseñanza de la Geofísica (véanse las páginas 107-111 en este mismo número (Ed.)).

## Carencias actuales

La situación actual de los contenidos y los cursos basados en el aprendizaje asistido por ordenador es muy prometedora. Se identifican, sin embargo, algunas carencias.

## Un estándar QTI para las matemáticas

Es frecuente que para resolver los problemas que se presentan en hidrología y meteorología haya que recurrir a las matemáticas. Así pues, para poder

incorporar soluciones matemáticas a los objetos de aprendizaje que vamos a utilizar, es imprescindible que dispongamos de un estándar QTI avanzado que nos permita llevar a cabo las evaluaciones. No existe todavía un estándar QTI de estas características que la comunidad del aprendizaje asistido por ordenador pueda utilizar para la enseñanza de las matemáticas.

## Diseños adecuados y con valor pedagógico

La tecnología y los programas informáticos de los que disponemos en la actualidad son de gran ayuda durante el diseño y puesta en servicio de los cursos, pero la calidad y los contenidos de estos cursos dependen de la calidad pedagógica del diseño y están vinculados a ella. En mi opinión, hoy en día, es este el eslabón más débil de toda la cadena.

## Objetos de conocimiento realmente compatibles con los estándares existentes

El futuro del aprendizaje electrónico son los cursos mixtos, es decir, aquellos en los que se combina, por un lado, la asistencia a clases presenciales con

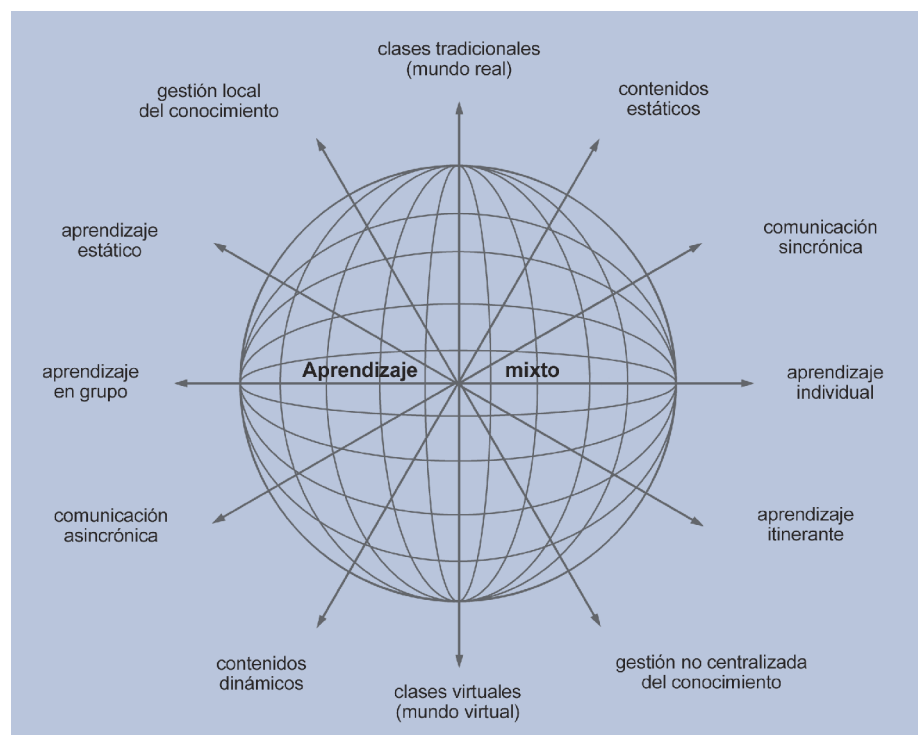


Figura 4 – Aprendizaje mixto = aprendizaje presencial tradicional + aprendizaje electrónico



un profesor, y por otro, el autoaprendizaje por ordenador (véase la Figura 4). Para conseguirlo es necesario que los diseñadores de contenidos sean capaces de satisfacer los requisitos de los estándares actuales del aprendizaje electrónico. Estos estándares no han alcanzado todavía su estado definitivo, pero aun así sería muy beneficioso para la comunidad de aprendizaje electrónico el que todos los diseñadores de contenidos siguieran el estándar SCORM\* (véase <http://www.adlnet.gov>). Esto permitiría intercambiar y combinar distintos módulos de aprendizaje electrónico entre las diferentes plataformas de aprendizaje.

## Intercambio (gratuito) de conocimientos

Imagine que usted se dedica a diseñar los contenidos de cursos sobre hidrología o meteorología y que forma un grupo de trabajo en el que participan cuatro expertos procedentes de diferentes institutos.

Desean elaborar cursos de aprendizaje asistido por ordenador a gran escala y de calidad indiscutible. Si se alían entre

ustedes, acuerdan la estructura común en la que basarán el diseño de los cursos y elaboran los contenidos de conformidad a un estándar ya existente (como el SCORM o el QTI) podrían centrar su atención en el diseño de los objetos de conocimiento y evaluación relacionados con el ciclo hidrológico y, al final del proceso de diseño, en vez de un módulo de calidad tendrían cinco.

Podrían establecer el intercambio de estos contenidos de aprendizaje electrónico mediante su comercialización o, como intentamos hacer en las universidades alemanas, de manera gratuita. Se reduciría así enormemente el gasto invertido en producir contenidos redundantes, se fomentaría la utilización de cursos de aprendizaje electrónico y contribuiría a que los diseñadores de contenidos de estos cursos tuvieran que ocuparse únicamente de lo que realmente es su especialidad.

Como ya se ha comentado, el aprendizaje electrónico parece tener un futuro brillante y prometedor. Ya disponemos de las herramientas y tecnologías que hacen falta y conocemos cuál es la estructura de diseño. Sacar el mejor partido de todo ello corre de nuestra cuenta.

## Referencias

- CLARK, R.C. y R.E. MAYER, 2002: E-learning and the science of instruction. Proven Guidelines for consumers and designers of multimedia learning. Jossey Bass/Pfeiffer, San Francisco (EEUU).
- MILLER, G.A., 1956: The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- PAAS, F., A. RENKL y J. SWELLER, 2003: Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.
- PAIVIO, A., 1986: *Mental representations: A dual coding-approach*. Oxford University Press, Nueva York.
- SIMON, H.A., 1974: How big is a chunk? *Science*, 183, 482-488.
- SWELLER, J. y P. CHANDLER, 1991: Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351-362.

\* Se trata de una colección de normas y especificaciones que han sido integradas a partir de numerosas fuentes a fin de proporcionar un conjunto muy completo de herramientas para el aprendizaje electrónico que permiten la interoperabilidad, accesibilidad y reutilización de los contenidos empleados en el aprendizaje a través de internet.