

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO EN LA EDUCACIÓN EN LÍNEA

Un modelo para el fomento de aprendizaje activo y autorregulado

EDUARDO PEÑALOSA CASTRO / SANDRA CASTAÑEDA FIGUEIRAS

Resumen:

En este trabajo se distinguen dos modelos de aprendizaje en línea: de transmisión y de generación de conocimiento. El primero incluye acceso a exposiciones, lecturas, tutoriales, ejercicios y pruebas, y se asocia con resultados superficiales de aprendizaje; el segundo ofrece recursos y funciones de aprendizaje activo, constructivo, acumulativo y autorregulado. Se propuso la operación de un modelo de generación de conocimiento mediante un ambiente de aprendizaje llamado *meta-tutor*, que ofrece una variedad de recursos, alta interactividad, fomenta construcción de conocimiento y habilidades autorregulatorias. El modelo se evaluó empíricamente con un curso de psicología. Los resultados indican que al aprender en este ambiente, los estudiantes muestran desempeños significativamente superiores tanto en comparaciones pre-post test como contra un grupo testigo. Se discuten las implicaciones para diseñar instrucción en línea.

Abstract:

This paper distinguishes between two models of online learning: transmission and the generation of knowledge. The first model includes access to exhibitions, readings, tutorials, exercises, and tests, and is associated with superficial results of learning. The second model offers resources and functions of active, constructive, cumulative, and self-regulated learning. The proposal is made to operate a model of generating knowledge through a setting of learning called *meta-tutor*, which offers a variety of resources and high interactivity, and promotes the construction of knowledge and self-regulatory skills. The model was evaluated empirically in a psychology course. The results indicate that students who learn in this setting show significantly higher achievement in pre-test and post-test comparisons and in comparisons with a control group. The implications for designing online instruction are discussed.

Palabras clave: aprendizaje, tecnologías de la información, internet, recursos educacionales, software educativo, psicología, México.

Key words: learning, information technologies, Internet, educational resources, educational software, psychology, Mexico.

Eduardo Peñalosa Castro es investigador del Laboratorio de Evaluación y Fomento del Desarrollo Cognitivo y el Aprendizaje Complejo del Depto. de Posgrado de la Facultad de Psicología-UNAM. Facultad de Psicología, Edificio "D" último piso, cubículo 6, Av. Universidad 3000, Coyoacán, 04510. CE: eduardo.penalosa@gmail.com
Sandra Castañeda es profesora titular e investigadora del posgrado en Psicología, coordinadora del Lab. de Evaluación y Fomento del Desarrollo Cognitivo y el Aprendizaje Complejo, Fac. de Psicología-UNAM. CE: sandra@servidor.unam.mx

Introducción

En años recientes se han reportado diversas soluciones que han permitido la impartición de una enorme cantidad de cursos mediante internet. Sin embargo, su calidad no ha sido homogénea, su diseño no parece fundamentarse en teorías sólidas del aprendizaje o la instrucción; a juzgar por el pragmatismo de los métodos empleados, las metodologías que han utilizado no son rigurosas y los resultados obtenidos han sido diversos. Lo anterior hace reflexionar acerca de la ausencia de un cuerpo de investigación que evalúe, sistemática y metódicamente, los efectos en el desempeño de las variables disponibles en este tipo de ambientes de aprendizaje.

Los argumentos anteriores se derivan de una revisión de la bibliografía especializada en la enseñanza en línea de la psicología, campo de este trabajo. En este contexto, destacan dos tipos de soluciones de aprendizaje en línea: *a) un modelo que podemos clasificar como transmisión de conocimiento*, que se caracteriza por replicar los diseños instruccionales tradicionales del salón de clases y trasladarlos a un ambiente web (Kinney, 2001), que conduce a resultados de aprendizaje superficiales o conocimiento inerte (Schwartz, Brophy, Lin y Bransford, 1999); y *b) de generación de conocimiento*, que se basa en un cuerpo teórico y metodológico de conocimientos acerca del aprendizaje, y que considera a este proceso como una actividad cognitiva constructiva autorregulada, como lo plantea Castañeda (2004).

En la enseñanza en línea de la psicología se han reportado múltiples estudios que pueden identificarse con el modelo de transmisión descrito. Este tipo de estudios comparan, generalmente, grupos que realizan cursos en línea contra los que toman los presenciales, ya sea mediante evaluaciones sumativas, o bien, a través de cuestionarios de opinión de los alumnos al finalizar los cursos. Los resultados, en términos generales, favorecen a los ambientes web en cursos introductorios de psicología (Maki y Maki, 2000 a y b; Maki *et al.*, 2000; Waschull, 2001; Poirier y Feldman, 2004; DeBord, Aruguete y Muhlig, 2004), desarrollo humano e infantil (Graham, 2001; Eppler y Ironsmith, 2004) o psicología del lenguaje (Carroll, 2004). Sin embargo, también se han encontrado casos donde los cursos presenciales son superiores que los que se ofrecen en línea (Edmonds, 2006; Wang y Newlin, 2000).

Los cursos mencionados pueden clasificarse dentro del modelo de transmisión, puesto que reproducen el diseño instruccional típico de los basa-

dos en exposiciones o conferencias, donde los estudiantes hacen tareas como resolver, después de alguna lectura, cuestionarios (en lugar de hacerlo después de asistir a conferencias, como en el caso tradicional) que cubren los conceptos principales del curso y, en algunas ocasiones, pueden participar o plantear dudas en espacios sincrónicos o asincrónicos como foros o *chats*, imitando la discusión del salón de clases.

Jona (2000) afirma que la mayoría de nuestros sistemas educativos no son efectivos debido a que se basan en un modelo fallido de cómo aprende la gente. Este modelo plantea que “educación es igual a transmisión”, y es la base del enfoque de conferencias practicado extensamente en el contexto de la mayoría de la educación universitaria presencial, y también se empieza a aplicar en las traducciones web de este tipo de cursos. Aun cuando las exposiciones o las conferencias pueden tener un papel en el aprendizaje en ciertas condiciones, utilizarlas como método central de enseñanza podrían promover un aprendizaje pasivo, dado que este tipo de cursos se enfocan en métodos inefectivos para la integración del conocimiento declarativo y el procedimental, y los contenidos que se eligen dependen de lo que fácilmente se puede medir y aplicar en pruebas. Para Jona (2000), la mayoría del aprendizaje en línea incluye los mismos problemas de la educación tradicional en un nuevo paquete.

Kinney (2001) critica los cursos tradicionales convertidos al formato web y plantea que muchos de ellos no incluyen mucho más que notas de las conferencias o material publicado en páginas web mediante “cortar y pegar”. Los estudiantes que buscan alternativas de aprendizaje en línea a menudo se tienen que conformar con un sustituto pobre de las clases tradicionales.

En este trabajo estamos de acuerdo con las críticas de Jona (2000) y Kinney (2001) acerca de las deficiencias de muchos de los cursos web reportados en la bibliografía especializada en estos temas. Reconocemos la existencia de modelos instruccionales alternativos que podrían aplicarse a la enseñanza en línea de la psicología.

Concretamente, el modelo de generación de conocimiento propone el arreglo de condiciones del ambiente web en favor de un concepto de aprendizaje donde el alumno tiene un papel activo y el propósito es favorecer que construya y utilice el conocimiento como herramienta.

En este modelo, en lugar de simplemente transmitir conocimiento al alumno mediante lecturas o exposiciones, se le confiere un rol activo y se

le involucra en la realización de actividades que implican el análisis y la solución de problemas, casos o proyectos, en ambientes de aprendizaje donde tienen acceso a recursos variados que soportan el proceso, permitiendo la interactividad con diferentes agentes del ambiente y dando oportunidades de aplicar el conocimiento que se construye, especialmente en situaciones auténticas; esto es, tienen relación con la práctica cotidiana del alumno.

Existen algunos desarrollos instruccionales que son centrales a la propuesta de un modelo de generación de conocimiento. Entre éstos se pueden mencionar:

- 1) las propuestas acerca de la enseñanza y el aprendizaje estratégicos y de la concepción del estudiar como una actividad cognitiva constructiva autorregulada (Castañeda y Martínez, 1999; Castañeda, 2004);
- 2) la propuesta del diseño instruccional con base en “principios fundamentales” (Merrill, 2002);
- 3) el trabajo acerca de un diseño instruccional “flexible y adaptativo” para la promoción del aprendizaje profundo (Schwartz, Lin, Brophy y Bransford, 1999; Schwartz, Brophy, Lin y Bransford, 1999; Bransford, Brown y Cockings, 2003; Schwartz, Bransford y Sears, 2005); y
- 4) la identificación de las habilidades de aprendizaje autorregulado como centrales en entornos en línea, donde el estudiante desempeña un rol activo y es el centro del proceso educativo (Azevedo *et al.*, 2003; Azevedo y Cromley, 2004; Azevedo *et al.*, 2006; Ley y Young, 2001; Ley, 2004).

A partir de lo anterior, podemos proponer que un modelo de generación de conocimiento para el aprendizaje en internet puede basarse en tres lineamientos:

- 1) el diseño del ambiente de aprendizaje y la interactividad pensando en el estudiante como ente activo y protagonista en el proceso;
- 2) la incorporación de funciones para el fomento de la construcción de conocimiento; y
- 3) la incorporación de funciones para el fomento de habilidades de aprendizaje autorregulado.

Contexto de aprendizaje e interactividad

El contexto de aprendizaje y la interactividad son elementos que han sido considerados por la bibliografía especializada en educación en línea como fundamentales en el esfuerzo de favorecer la generación de conocimiento en los estudiantes. Al respecto, Bransford, Brown y Cocking (2000) sugieren que estos ambientes estén:

- 1) centrados en el estudiante, y que ajusten la enseñanza al conocimiento, habilidades y actitudes que los estudiantes incorporan a la situación;
- 2) centrados en el conocimiento, y nunca descuidar qué se enseña (conocimiento), cómo se enseña (comprensión) y qué competencia se desea fomentar;
- 3) la evaluación, para ayudar a los estudiantes a tener una valoración de su propia comprensión, y
- 4) en la comunidad, propiciando la colaboración con otros estudiantes y miembros de la misma.

Este tipo de ambientes de aprendizaje ubican al estudiante al cargo del proyecto, son entornos con soporte genérico, que hacen posible la realización de actividades según su ritmo y eligiendo opciones de trabajo de entre varias disponibles permanentemente. Molenda, Reigeluth y Nelson (2003) indican que los ambientes de aprendizaje son entornos que se pueden concebir como estructuras generales de interacción para la inmersión libre de los estudiantes entre un conjunto de condiciones instruccionales. Jonassen (1999) desarrolla una propuesta de ambientes de aprendizaje constructivistas, donde existen recursos, actividades, herramientas, objetos y opciones para la interacción libre. Otro ejemplo de un ambiente de aprendizaje es *Star Legacy*, un espacio virtual en el que se realizan actividades alrededor de retos o problemas, donde los estudiantes pueden investigar, aplicar su conocimiento, resolver colaborativamente una serie de retos de aprendizaje y, posteriormente, dejar su trabajo como legado para que otros alumnos puedan consultarlos (Schwartz, Brophy, Lin y Bransford, 1999).

Dentro de un ambiente de aprendizaje, una función central es la interactividad, que puede definirse como una serie de “eventos recíprocos que requieren al menos dos objetos y dos acciones [...] las interacciones ocurren cuando estos objetos se influyen mutuamente” (Wagner, 1994:9).

La interactividad describe la relación entre el alumno y otros agentes del ambiente, sean éstos elementos de la interfaz, materiales, compañeros o tutores.

La interactividad es especialmente importante en el contexto de la educación a distancia. Este tipo de educación ha sido definida como “un diálogo didáctico mediado entre el profesor (o la institución) y el estudiante que, ubicado en espacio diferente al de aquél, aprende de forma independiente o cooperativa” (García Aretio, 2001:41). La educación en línea puede considerarse una forma especial de la educación a distancia en la que se utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) precisamente para facilitar el diálogo didáctico o la interacción. En este ámbito, la interactividad asume un rol especialmente importante, dada una serie de funciones de las TIC que hacen posible la presentación de los *eventos recíprocos* de los que habla Wagner (1994) en la definición de interactividad.

Se ha propuesto la existencia de tres modalidades principales de interacción: estudiante-estudiante, estudiante-profesor y estudiante-contenido. Éstas han sido reconocidas como componentes de la educación a distancia (Moore, 1989; Anderson y Garrison, 1998; Anderson, 2003 a y b), así como en línea (Anderson, 2004).

Aun cuando no identificamos reportes en la bibliografía especializada en aprendizaje en línea que comparen empíricamente las modalidades interactivas mencionadas, Anderson (2003a) ha especulado que cuando se tienen constantes el método instruccional y el contenido, la exposición a las tres modalidades interactivas mencionadas conduciría a resultados de aprendizaje equivalentes, en lo que el autor denomina el “Teorema de equivalencia”, que se cita a continuación:

El aprendizaje profundo y significativo es fomentado mientras una de las tres formas de interacción (estudiante-profesor, estudiante-estudiante o estudiante-contenido) esté a un nivel alto. Las otras dos pueden ofrecerse a niveles mínimos, o incluso eliminarse, sin degradar la experiencia educativa. Niveles altos de más de una de estas modalidades proporcionará una experiencia educativa satisfactoria (Anderson, 2003a:4).

El teorema de equivalencia tiene fundamento en la investigación que ha comparado los efectos de medios tecnológicos entre sí (televisión, radio,

internet) o modos de entrega de programas educativos (a distancia *vs.* presencial), donde se ha encontrado que no hay diferencias significativas en el aprendizaje de estudiantes en dichas comparaciones. En tanto, presupone que los métodos instruccionales empleados son los responsables del resultado, en coincidencia con Clark (1983, 1994).

Principios de instrucción

Merrill (2002) formula una serie de principios *fundamentales* para la instrucción efectiva, con base en un esfuerzo de resumen donde retoma estrategias que han sido eficaces a lo largo del tiempo y la investigación. Estos principios son los siguientes:

- 1) las situaciones más efectivas de instrucción se basan en el planteamiento y la solución de problemas;
- 2) el aprendizaje se promueve con mejores resultados cuando se activa el conocimiento previo;
- 3) el aprendizaje se facilita a través de la demostración del conocimiento, en lugar de la simple transmisión de información;
- 4) el aprendizaje se facilita cuando se requiere que el usuario aplique su conocimiento nuevo ante situaciones diseñadas en la instrucción; y
- 5) el aprendizaje se facilita cuando el estudiante puede demostrar, discutir su nuevo conocimiento o habilidad, y cuando puede crear, inventar o explorar nuevas formas de utilización.

Es importante notar la observación de Merrill (2002:249) acerca de que “si un programa viola uno o más de estos principios fundamentales, existirá un decremento en el aprendizaje o el desempeño”.

De acuerdo con Merrill, creemos que el aprendizaje de un programa instruccional es facilitado en proporción directa al uso de estos principios fundamentales. De hecho, es posible analizar los cursos web de psicología citados antes, que se ubican en el modelo de transmisión de información, y detectar que en ellos no se aplican varios de estos principios. El diseño instruccional en línea debería incorporar métodos de comprensión profunda como los identificados por Merrill.

Un ejemplo prototípico de la aplicación de los principios de Merrill es *Star Legacy* (Schwartz, Brophy, Lin y Bransford, 1999), un modelo de un curso computarizado de psicología educativa, donde se planean acti-

vidades cíclicas de aprendizaje, que parten del planteamiento de retos (problemas), con base en los cuales los estudiantes son guiados a través de un proceso donde generan ideas (activación), consultan recursos materiales, opiniones de expertos, investigan (demostración), ensamblan soluciones colaborativamente, prueban su conocimiento; reciben soporte de otros miembros de la comunidad (aplicación); después de todo este trabajo, publican sus soluciones y, posteriormente, reflexionan sobre el proceso y el conocimiento construido (integración). Después de realizar estas actividades, las publicaciones quedan como un “legado” que sirve como material de consulta para otros alumnos y el ciclo se reinicia con otros retos cada vez más complejos.

Principios del aprendizaje autorregulado

Siguiendo con la propuesta inicial, consideramos que un modelo de generación de conocimiento en ambientes en línea debería promover habilidades de autonomía en los estudiantes (Glaser y Baxter, 2000; Castañeda, 2004). Un conjunto comprehensivo de habilidades de este tipo se ha agrupado bajo el constructo de aprendizaje autorregulado. Éste es un proceso activo, constructivo, a través del cual los estudiantes plantean metas de aprendizaje y después intentan monitorear, regular y controlar su cognición, su motivación y su conducta (Pintrich, 2000).

Varios autores coinciden en la propuesta de que un ambiente de aprendizaje en web debería considerar el fomento de habilidades de aprendizaje autorregulado (Körndl, Narciss y Proske, 2004; Dembo, Junge y Lynch, 2006), pues existen evidencias que demuestran que a pesar del potencial de los hipermedios para mejorar la comprensión de temas complejos, los estudiantes tienen dificultad para regular diversos aspectos de su aprendizaje cuando utilizan este tipo de ambientes (Azevedo, Cromley, Seibert y Tron, 2003; Azevedo y Cromley, 2004; Azevedo, Cromley, Winters, Moos y Greene, 2006).

Consecuentemente, se han sugerido lineamientos para incluir soporte para el aprendizaje autorregulado en este tipo de ambientes instruccionales, como los siguientes: *a)* guiar a los estudiantes para que准备 y estructuren un ambiente efectivo de aprendizaje; *b)* organizar la instrucción y las actividades para facilitar procesos cognitivos y metacognitivos; *c)* utilizar metas instruccionales y retroalimentación para presentar a los estudiantes oportu-

tunidades de monitoreo, y *d)* ofrecer continuamente a los estudiantes información de sus evaluaciones, así como múltiples ocasiones para autoevaluarse (Ley y Young, 2001; Ley, 2004).

Planteamiento del problema de investigación e hipótesis

Con base en los argumentos expuestos, el propósito del presente trabajo consistió en operar el modelo propuesto de generación de conocimiento mediante la construcción de un paquete instruccional para internet que incorporó los siguientes componentes: *a)* un ambiente de aprendizaje rico en recursos, que permitió una alta interactividad instruccional; *b)* un curso con un diseño instruccional basado en los principios fundamentales de Merrill (2002), y *c)* una serie de funciones de fomento del aprendizaje autorregulado integradas al ambiente en línea.

De esta manera, puede plantearse que el propósito principal del estudio consistió en evaluar empíricamente la eficacia del modelo de generación de conocimiento mediante la aplicación de este paquete a un grupo de estudiantes de psicología, en un ambiente de aprendizaje que se desarrolló para el estudio y que se denominó *meta-tutor*.

Un propósito subordinado a la prueba de este modelo consistió en determinar los efectos de exponer a los estudiantes a las tres modalidades interactivas descritas (estudiante-contenido, estudiante-estudiante, estudiante-profesor), con el objeto de determinar su impacto en el aprendizaje. Esto se consideró importante debido al papel central de la interactividad en el aprendizaje en línea, así como ante la falta de evidencia respecto de los efectos de las modalidades interactivas en el desempeño académico de los estudiantes.

Un tercer propósito consistió en identificar la correlación entre la ejecución de habilidades de aprendizaje autorregulado y la comprensión de los contenidos del curso en línea por parte de los estudiantes.

Con base en lo anterior, en este trabajo se pretendió responder a las siguientes preguntas:

- 1) Dada la identificación de una serie de variables instruccionales que componen un modelo de generación de conocimiento como las mencionadas, ¿una solución instruccional en línea que incluye estas variables producirá cambios significativos en la comprensión de un curso de psicología clínica teórica en estudiantes de nivel superior?;*

- 2) cuando se mantienen constantes las condiciones del diseño instruccional, ¿existen diferencias en el desempeño derivadas del efecto de las tres modalidades interactivas principales identificadas en la educación en línea?; y
- 3) ¿los datos de ejecución de tareas de aprendizaje autorregulado correlacionan con datos de desempeño en el curso?

La propuesta de un modelo de generación de conocimiento incluye una serie de variables instruccionales como las descritas. Con base en la demostración de la efectividad de éstas para producir aprendizaje basado en comprensión, y dado que el ambiente de aprendizaje *meta-tutor* incorporaba las funciones propuestas en el modelo de generación de conocimiento, hipotetizamos que tomar un curso de psicología clínica teórica en este ambiente podría conducir a un cambio significativo en la comprensión de los temas de este dominio por parte de estudiantes, comparando puntajes de evaluaciones pre y postest, así como a los alumnos con un grupo testigo, que sólo realizó lecturas en línea y evaluaciones del aprendizaje, pero que no tuvo acceso a las funciones de construcción de conocimiento ni de aprendizaje autorregulado disponibles en el ambiente *meta-tutor*.

Por otro lado, hipotetizamos que la exposición a las tres modalidades interactivas no conducirían a desempeños significativamente diferentes, siguiendo lo propuesto por el teorema de equivalencia de Anderson (2003a), dada la preponderancia del diseño instruccional y los contenido sobre la modalidad interactiva.

Una tercera hipótesis planteó que los estudiantes que utilizaran las funciones de fomento del aprendizaje autorregulado también tendrían puntajes altos en evaluaciones de conocimiento del dominio.

Método

Participantes

El estudio se desarrolló con 135 estudiantes de psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (97 mujeres y 38 hombres), quienes recibieron crédito parcial en una asignatura de psicología clínica teórica por su participación. Su edad promedio, al momento de iniciar el estudio, era de 22.1 años. Ninguno había tomado este curso anteriormente, y el pretest confirmó que todos los participantes tenían un conocimiento bajo en el enfoque cognitivo conductual en psicología clínica, cubierto en el curso.

Materiales

El curso se basó en el temario autorizado por el área de Psicología clínica de la Facultad. Todos los contenidos se desarrollaron con base en el programa oficial, así como en una antología didáctica impresa que incluye el programa y las lecturas seleccionadas, disponible en la librería del campus.

Con base en la estructura del curso, se realizó un análisis cognitivo de tareas (Castañeda, 1998 a y b, 2002, 2004), que permitió identificar los contenidos y habilidades cognitivas necesarias para cumplir con los objetivos. Este análisis fue necesario para desarrollar el diseño instruccional y las evaluaciones.

Se construyeron cuatro instrumentos de evaluación académica: *a)* prepos test; *b)* evaluación de la unidad 1: Introducción a la aproximación cognitivo conductual en psicología clínica; *c)* unidad 2: La evaluación cognitivo conductual; y *d)* unidad 3: El análisis funcional. Los instrumentos se validaron en cuanto a contenidos mediante jueceo y se calibraron utilizando los programas ITEMAN (1993) y RASCAL (1994). De esta manera se conformaron evaluaciones confiables, consistentes y válidas, que permitieron la identificación de niveles de complejidad cognitiva y de conocimientos.

El diseño instruccional se desarrolló de acuerdo con los principios propuestos por Merill (2002), considerando: *a)* el planteamiento de problemas o casos para conducir el proceso instruccional, *b)* activar el conocimiento disponible, *c)* demostrar el conocimiento y *d)* facilitar la integración del conocimiento, permitiendo a los estudiantes la solución de problemas equivalentes a los de la instrucción en contextos diferentes. Un documento de diseño instruccional mostraba las condiciones y actividades de aprendizaje a desarrollar en cada una de las fases mencionadas.

Las interacciones de aprendizaje propiciadas por el sistema eran de tres tipos: con materiales, con compañeros y con un tutor en línea. Cada una de estas actividades, así como materiales, ejercicios y lecturas fueron incluidos en el documento de diseño instruccional, indicando en cada caso los materiales a emplear.

Meta-tutor

El *meta-tutor* es un ambiente desarrollado por los autores de este trabajo con la finalidad de realizar investigación acerca de procesos de aprendizaje en línea en educación superior y su funcionalidad se deriva del modelo de generación de conocimiento descrito en este trabajo.

En una sesión típica, los estudiantes ingresaban a la dirección del sistema tecleando sus datos de usuario y contraseña, y al entrar –dependiendo de la programación de actividades determinada por la condición experimental de cada participante– encontraban diversos componentes de aprendizaje como cursos, ejercicios, materiales de lectura, áreas de colaboración y de tutoría en línea

El *meta-tutor* llevaba el registro del desempeño de los estudiantes y permitía el acceso a los siguientes eventos instruccionales:

- Tutoriales interactivos. Desarrollados con *Macromedia Flash®*, estos materiales se basaban en los objetivos derivados del análisis de tareas e incluían presentación de contenidos, ejercicios, auto evaluaciones, y retroalimentación del desempeño.
- Áreas de colaboración. El sistema presentaba algunas actividades que debían ser desarrolladas de manera colaborativa, donde de 8 a 10 estudiantes (al azar se conformaban equipos) eran expuestos a actividades guiadas por casos o problemas a resolver. Las actividades colaborativas se incluían en el ambiente de aprendizaje para promover procesamiento grupal de la información, discusión en línea y solución de problemas colaborativa.
- Actividad tutorial. En un área diseñada para este efecto, un tutor experto se comunicaba individualmente con cada uno de los alumnos asignados a esta condición, les informaba acerca de sus actividades, supervisaba y daba andamiaje, en una situación estructurada por una serie de pasos a resolver por el estudiante con el apoyo del tutor. El tutor en línea era un profesor e investigador experto en psicología clínica, con 25 años de experiencia docente en este tema.

Adicionalmente, el *meta-tutor* tenía un área en la que se permitía a los estudiantes realizar las siguientes acciones de aprendizaje autorregulado: *a)* establecer metas de aprendizaje, *b)* auto-evaluar el cumplimiento de metas, *c)* tomar notas en línea de las actividades realizadas, *d)* programar actividades en una agenda, *e)* consultar recursos de aprendizaje y *f)* auto monitorear el desempeño.

El área de aprendizaje principal del *meta-tutor* incluía, en la zona izquierda de la pantalla, actividades de aprendizaje para la unidad temática en revisión, con ocho vínculos, que conducían a: *a)* una guía del aprendiza-

je de la unidad; *b*) antecedentes del tema (activación del conocimiento previo); *c*) introducción al tema y planteamiento de casos o problemas (principio de aprendizaje basado en problemas); *d*) explicación del tema (principio de demostración); *e*) lecturas y actividades (principios de demostración y aplicación); *f*) problemas y ejercicios (principio de aplicación); *g*) repaso, auto evaluaciones y nuevos ejercicios (principio de aplicación), y *h*) actividad de integración (principio de integración).

En este contexto, se tenía acceso a los recursos de aprendizaje necesarios para el trabajo en la unidad, incluyendo todas las lecturas digitalizadas, ejercicios, acceso a áreas tutoriales, de colaboración, etcétera.

Es importante mencionar que, independientemente de la modalidad interactiva que mediara el aprendizaje de los estudiantes, las ocho actividades que se enumeran anteriormente siempre se realizaban, y en ese orden. La diferencia estribaba en que éstas eran ejecutadas por el estudiante –de acuerdo con el diseño experimental– ante un programa interactivo automatizado (modalidad de interacción estudiante-material), ante situaciones de trabajo colaborativo en línea (estudiante-estudiante) o ante un profesor en línea (estudiante-profesor).

Las funciones de aprendizaje autorregulado siempre, y de manera constante, eran administradas por el ambiente de aprendizaje.

Diseño y procedimiento

Se utilizó un diseño experimental de grupos aleatorios con medidas repetidas, como se ilustra en el cuadro 1.

CUADRO 1

Diseño experimental

Intervenciones instruccionales y evaluaciones para cada grupo

Pretest	Unidad 1	Eval U1	Unidad 2	Eval U2	Unidad 3	Eval U3	Posttest
✓	Material	✓	Tutor	✓	Colaboración	✓	✓
✓	Colaboración	✓	Material	✓	Tutor	✓	✓
✓	Tutor	✓	Colaboración	✓	Material	✓	✓
✓	Testigo	✓	Testigo	✓	Testigo	✓	✓

Como puede observarse, existen tres grupos experimentales y un testigo. Cada uno de los experimentales se sometió a una secuencia de interactividad instruccional diferente en cada una de las tres unidades de aprendizaje: 1: material-tutor-colaboración (M-T-C); 2: colaboración-material-tutor (C-M-T), y 3: tutor-colaboración-material (T-C-M).

Estas secuencias constituyeron un control metodológico, se incluyeron en el diseño con el fin de descartar efectos derivados de combinaciones asociadas con el orden de presentación de las modalidades, pero se deseaba que todos los grupos (excepto el testigo) se sometieran a todas las modalidades interactivas, para evaluar sus efectos en el desempeño en las evaluaciones. En todo caso, el diseño permitió comparar los efectos de cada modalidad interactiva contra las demás, así como contra el desempeño del grupo testigo.

El grupo testigo se sometió, durante las tres unidades del curso, a la siguiente situación: los participantes de este grupo eran citados en el aula de cómputo, entraban a la dirección electrónica del sistema, en la pantalla principal tecleaban sus datos de usuario y contraseña para entrar, ingresaban al *meta-tutor*, pero sólo tenían acceso a lecturas digitalizadas en línea (las mismas que utilizaban los estudiantes de los otros grupos). Sólo se les dieron instrucciones de leer los materiales correspondientes a cada unidad temática, pero no realizaban las actividades de aprendizaje derivadas del diseño instruccional como el resto de los grupos; no tenían acceso a tareas interactivas ni a las funciones de fomento del aprendizaje autorregulado.

Todos los grupos –incluido el testigo– se expusieron a las mismas evaluaciones: pretest, unidad 1, unidad 2, unidad 3 y postest.

Los participantes asignados a los grupos experimentales fueron expuestos a las condiciones instruccionales en el *meta-tutor*, y en cada unidad del curso trabajaron en un conjunto de actividades de aprendizaje. El curso tenía tres unidades temáticas, y estos grupos experimentales se sometieron a una modalidad interactiva en cada una, de acuerdo con lo que se observa en el cuadro 1.

La forma de evaluar el efecto de las modalidades interactivas se basó en los resultados de las evaluaciones que se aplicaban al final de cada unidad. Dado que éstas eran sensibles a la complejidad cognitiva y de la estructura de conocimientos, constituyeron un apoyo fundamental para identificar la influencia de los tratamientos instruccionales.

El diseño instruccional se mantuvo constante a través de las diferentes modalidades, a pesar de los cambios en las situaciones interactivas y en los contenidos. Esto se logró mediante la programación de las mismas etapas y actividades instruccionales independientemente de la modalidad: las derivadas de Merrill (2002). En las tres modalidades interactivas se partía del planteamiento de un problema, se activaba el conocimiento previo, se demostraba el conocimiento del tema en cuestión, se propiciaba su aplicación al problema planteado y, finalmente, la reflexión mediante actividades basadas en nuevos problemas o casos. Lo que variaba era la modalidad interactiva; esto es, en las fases instruccionales mencionadas se realizaban las tareas mediante instrucciones y andamiaje administrados por un programa automatizado (modalidad de interacción con materiales), por compañeros (de interacción colaborativa) o por un tutor humano (de interacción tutorial), dependiendo de la modalidad en efecto en ese grupo.

El estudio se condujo en la biblioteca del campus, en un laboratorio de cómputo equipado con una red de 40 computadoras conectadas a internet; los estudiantes asistían al laboratorio para realizar sus sesiones de aprendizaje dos veces por semana, en períodos de 1.5 horas. También podían ingresar al sistema para trabajar en cualquier otro momento y lugar. Las evaluaciones sólo se realizaban en el laboratorio, se tenía acceso a ellas sólo en ese tiempo y lugar. La figura 1 muestra el ambiente en el que se desarrolló el estudio.

FIGURA 1
Situación de trabajo



El procedimiento del estudio fue de la siguiente manera: en una primera reunión con los estudiantes, se les expuso información general del curso, y se les explicó la funcionalidad del ambiente de aprendizaje. Asimismo, se les presentó la programación y la calendarización de actividades de aprendizaje y evaluaciones; este calendario se publicó en la página web inicial del *meta-tutor*. También se les informó sobre las condiciones del curso y que este ambiente se había desarrollado para promover nuevos métodos de estudio. Se les entregaron la dirección electrónica para tener acceso a la aplicación, así como sus datos personales de usuario y contraseña.

Medidas

Los estudiantes fueron evaluados en cinco ocasiones a lo largo del curso, como se muestra en el cuadro 1: pretest, unidades 1, 2 y 3, y postest. Las evaluaciones se construyeron con el objeto de detectar los efectos de los paquetes instruccionales en el desempeño.

Todos los instrumentos fueron construidos con base en un diseño de observación que cubría tres tipos de modelos mentales: conceptual, estructural y causal (Van Merriënboer *et al.*, 2002), y tres niveles de complejidad cognitiva: comprensión, aplicación de conceptos y procedimientos, y solución de problemas utilizando el conocimiento. Todos los instrumentos fueron válidos, confiables y sensibles, como se demostró en procedimientos de jueceo y calibración realizados.

Los instrumentos eran de opción múltiple, con tres posibilidades de respuesta. La evaluación pre-post contaba con 25 reactivos, y el resto de los instrumentos: 40, 34 y 31, respectivamente.

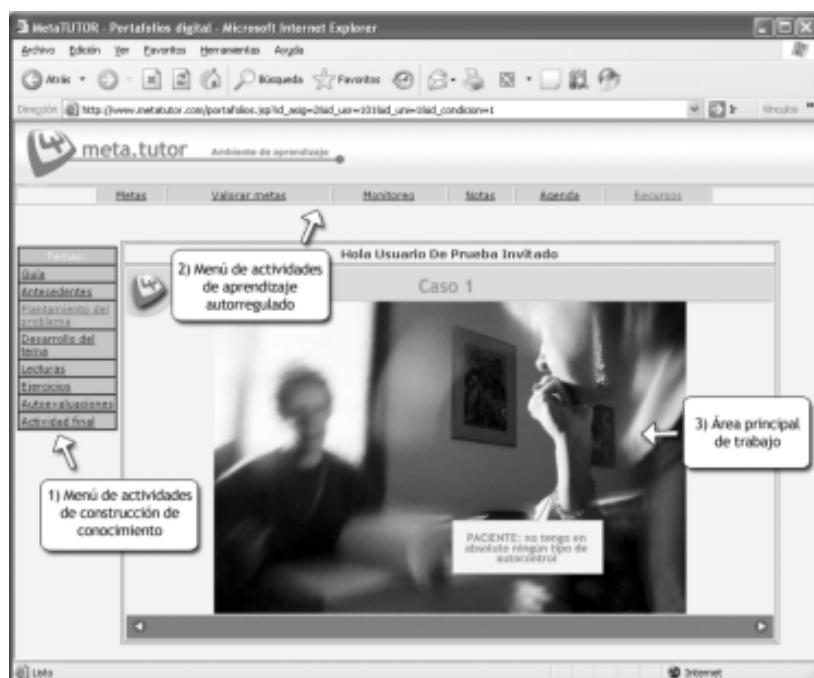
Las sesiones de evaluación fueron conducidas como sigue: cada estudiante era asignado a una computadora en el momento de ingresar al salón; ingresaban a la dirección web del *meta-tutor*, en cuya pantalla inicial aparecían dos grupos de opciones: *a)* evaluaciones y *b)* actividades de aprendizaje. En sesiones que ahora se describen, debían seleccionar la evaluación que estuviera activa (ya que se accionaba desde el área de administración del sistema según la calendarización del curso). Al ingresar, resolvían secuencialmente cada uno de los reactivos que aparecían en pantalla. Al final, se les pedía a los alumnos que revisaran sus respuestas, a cuyo término, cerraban la aplicación y la sesión de evaluación se daba por finalizada.

Además de registrar todas las respuestas ante cada reactivo de todas las evaluaciones, el *meta-tutor* también registraba los resultados de ejercicios, actividades colaborativas y tutoriales en el sistema, así como las acciones de autorregulación realizadas por los usuarios, como planteamiento de metas, acciones de automonitoreo, publicación de notas, uso de la agenda o consulta de recursos.

Actividades de aprendizaje

En el menú inicial del *meta-tutor*, los estudiantes seleccionaban la unidad de aprendizaje con la que deseaban trabajar, y después ingresaban a la pantalla de las actividades de dicha unidad. La figura 2 muestra esta pantalla, en ella se señalan las tres áreas principales: *a*) menú de actividades de construcción de conocimiento; *b*) menú de actividades de aprendizaje autorregulado, y *c*) área principal de trabajo.

FIGURA 2

Ambiente de aprendizaje meta-tutor

La figura 2 muestra el nivel de unidad de aprendizaje del *meta-tutor*, donde los menús descritos incluían diferentes actividades.

Menú de actividades de construcción de conocimiento: aparece en la zona izquierda e incluía las siguientes opciones:

- a) Guía de la unidad: esta opción conducía a una pantalla en la que se descargaba un documento electrónico con la guía didáctica de la unidad, que incluía una introducción, explicaciones generales de los contenidos, descripciones de lecturas y referencias.
- b) Antecedentes: esta opción conducía, dependiendo de la modalidad interactiva que estuviera vigente para cada participante, a un área con organizadores previos, a una con actividades de interacción tutorial, o bien a una pantalla para realizar actividades colaborativas dirigidas a explicar o recordar el conocimiento básico relevante necesario para iniciar con el proceso de construcción del conocimiento nuevo de la unidad.
- c) Análisis de casos: permitía acceder a un conjunto de recursos (materiales, colaborativos o tutoriales, según la condición instruccional) que exponían una serie de casos clínicos, diseñados para favorecer el razonamiento sobre los aspectos teóricos de los contenidos, a través de la publicación de preguntas reflexivas, tales como “dado el caso revisado, ¿cuáles errores cognitivos puedes reconocer en el paciente?”
- d) Explicación del tema: esta opción conducía a una serie de recursos que explicaban los aspectos teóricos principales relacionados con los contenidos de la unidad de aprendizaje en revisión, e incluía interacciones de aprendizaje con materiales, compañeros o tutor en línea. El objetivo de esta actividad era establecer los fundamentos para la estructura de conocimiento requerida en la unidad.
- e) Lecturas y actividades: al activar esta opción aparecía una pantalla con dos componentes principales: un vínculo a los materiales de lectura relevantes, y un conjunto de actividades que promovían la comprensión profunda de estos contenidos, a través de interacciones con materiales, con compañeros o con el tutor en línea.
- f) Ejercicios: esta opción conducía a un conjunto de contenidos que requerían de la aplicación del conocimiento nuevo ante situaciones relacionadas con los casos revisados anteriormente.

- g) Repaso: permitía a los estudiantes recapitular sobre todo lo revisado a través de análisis de situaciones donde se tenían que tomar decisiones con retroalimentación ya sea de compañeros, del tutor, o bien a través de ejercicios interactivos, según la condición instruccional vigente.
- h) Reflexión e integración: al seleccionar esta opción aparecían en la pantalla nuevos casos. Los estudiantes tenían que aplicar su conocimiento nuevo de acuerdo con los requerimientos de los problemas, justificar sus decisiones y esperar retroalimentación a través de interacciones con materiales, compañeros o tutor.

Menú de autorregulación: en la fila superior aparece el menú de actividades de aprendizaje autorregulado, que incluía las siguientes opciones:

- a) Planteamiento de metas: conducía a una pantalla dividida verticalmente en dos secciones: en la columna de la izquierda aparecían los objetivos de la unidad; en la derecha, un área que mostraba las metas que el usuario podía publicar. Al activar un botón podía aparecer una forma para capturar estas metas para la unidad. Los estudiantes podían leer los objetivos y establecer sus propias metas acerca del trabajo de la unidad de aprendizaje vigente en cualquier momento del curso.
- b) Evaluación de metas: permitía que los participantes evaluaran el cumplimiento de sus propias metas, tanto con comentarios textuales como con un valor numérico.
- c) Monitoreo: conducía a una lista con los resultados de las actividades realizadas al momento por el estudiante, con valoraciones textuales o numéricas.
- d) Notas: permitía ingresar a una pantalla para tomar notas, donde los estudiantes, además de tener los apuntes, podían revisarlos, modificarlos o releerlos.
- e) Agenda: esta opción conducía a un calendario donde el alumno podía seleccionar un día, agregar una actividad y, posteriormente, consultar sus compromisos, especialmente relacionados con el estudio del curso.
- f) Recursos: este vínculo llevaba al estudiante a una lista de sitios web y documentos electrónicos selectos relacionados con los contenidos de la unidad de aprendizaje.

Área de trabajo: es la zona de la pantalla en la cual se realizaban todas las actividades, y donde el estudiante interactuaba con materiales, compañeros y con el tutor.

Al finalizar las actividades de cada unidad de aprendizaje, el sistema publicaba las calificaciones obtenidas por los estudiantes, y entonces podía continuar con la siguiente.

Los estudiantes fueron expuestos a las modalidades instruccionales de acuerdo con el cuadro 1, y el curso concluyó en un periodo de un semestre, de acuerdo con el calendario escolar de la universidad, equivalente a 16 semanas de trabajo académico.

Resultados

Los resultados de este estudio se describen de acuerdo con la siguiente secuencia: *a) comparaciones pre-post, b) efecto de las modalidades interactivas, y c) relación entre uso de funciones de autorregulación y aprendizaje.*

Comparaciones pre-post

Un análisis de varianza (AVAR) de medidas repetidas se aplicó a los datos, y los resultados muestran un efecto significativo en el factor intra sujetos ($F(1,135)=220.334$, $p=.000$), demostrando la presencia de diferencias entre las evaluaciones pre y post. El mismo análisis mostró un efecto significativo en el factor entre sujetos ($F(3,135)=6.220$, $p=.001$). En ambos casos, el análisis no precisa las direcciones de las diferencias encontradas.

Con el fin de encontrar las direcciones de las diferencias en las medidas pre-post en cada grupo, se realizaron análisis en cada uno con ayuda de la prueba *t* para muestras relacionadas. Al aplicarse al grupo *1: M-T-C*, el resultado muestra una diferencia significativa entre el pre y el postest ($t(34,35)=-8.72$, $p=.000$); asimismo, los grupos *2: C-M-T*, ($t(33,34)=-10.6$, $p=.000$); *3: T-C-M*, ($t(31,32)=-6.59$, $p=.000$) e inclusive el testigo ($t(33,34)=-472$, $p=.000$) muestran diferencias significativas entre el pre y el postest.

Pretest

Se realizó un AVAR con los datos del pretest de los cuatro grupos del diseño y no se encontraron diferencias significativas entre ellos ($F(3, 138)=1.593$, $p=.194$). Se aplicó también la prueba *post hoc* de Scheffé para investigar si existían diferencias entre algunos de los grupos y tampoco se encontraron

(entre 1 y 2: $p = .475$; entre 1 y 3: $p = .333$; entre 1 y 4: $p = .980$; entre 2 y 3: $p = .994$; entre 2 y 4: $p = .725$; entre 3 y 4: $p = .569$).

El cuadro 2 muestra la estadística descriptiva del pretest. En él se observa que en las medias obtenidas por los participantes, prácticamente no hay diferencias.

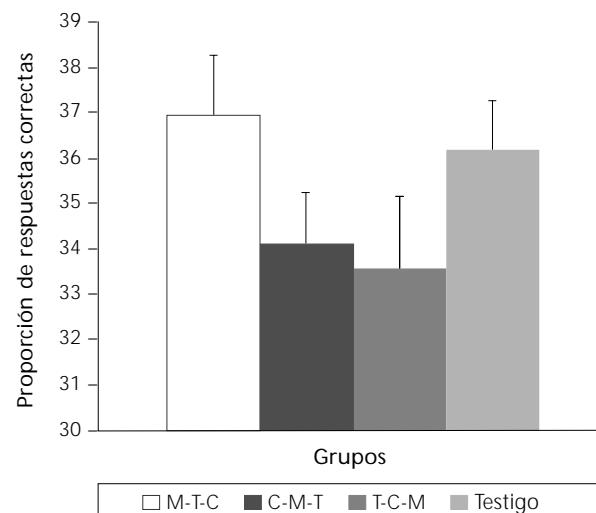
CUADRO 2

Estadística descriptiva del pretest

Grupos	N	Media	Desv. est.	Error est.	Mínimo	Máximo
1. M-T-C	35	9.9714	2.0791	.3514	6.00	13.00
2. C-M-T	34	9.2059	1.7885	.3067	6.00	13.00
3. T-C-M	32	9.0625	2.3954	.4234	5.00	100.00
Testigo	34	9.7647	1.7067	.2927	00	100.00
Total	135	9.5111	2.0181	.1737	00	100.00

GRÁFICA 1

Proporción promedio de respuestas correctas (+EE) para los grupos M-T-C (n=35), C-M-T (n=34), T-C-M (n=32) y testigo (n=34) en el pretest



Postest

Se realizó un AVAR con los datos de los cuatro grupos del diseño en el postest y, a diferencia del pretest, se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($F (3, 138)=6.222$, $p=.001$).

El cuadro 3 muestra la estadística descriptiva del postest, en ella se observa que las medias son superiores en los tres grupos que reciben tratamiento instruccional, con respecto al grupo testigo.

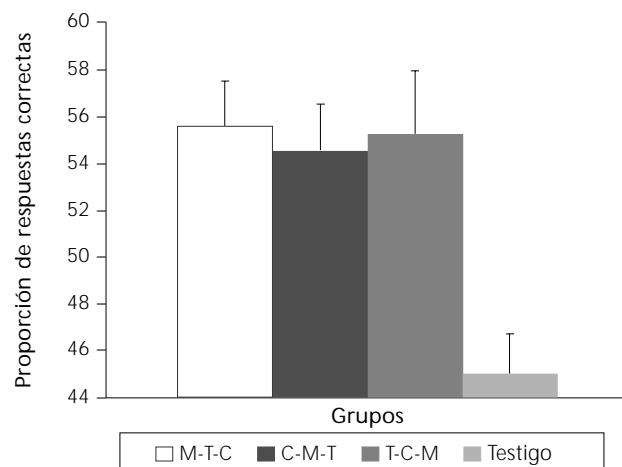
CUADRO 3

Estadística descriptiva del postest

Grupos	N	Medias	Desv. est.	Error est.	Mínimo	Máximo
1. M-T-C	35	15.0000	3.0293	.5120	9.00	23.00
2. C-M-T	34	15.1471	3.1443	.5392	9.00	23.00
3. T-C-M	32	19.063	1142	.7273	8.00	22.00
Testigo	34	12.2353	2.6292	.4509	6.00	19.00
Total	135	13.185	3.4439	.2964	6.00	23.00

GRÁFICA 2

Desempeño promedio (+EE) de los grupos 1: M-T-C (n=35), 2: C-M-T (n=34), 3: T-C-M (n=32) y testigo (n=34), en el postest



Para determinar la dirección de las diferencias, se aplicó también la prueba *post hoc* de Scheffé, cuyos resultados indican diferencias significativas entre los grupos: 1 y 4 ($p=.008$), entre 2 y 4 ($p=.005$) y entre 3 y 4 (.014).

Las comparaciones entre grupos que no resultaron significativas fueron: entre 1 y 2 ($p=.998$); entre 1 y 3 ($p=1$); entre 2 y 3 ($p=.993$).

La gráfica 2 muestra el efecto principal del postest: todos los grupos que recibieron tratamiento instruccional fueron significativamente diferentes al testigo, demostrando un incremento en el desempeño relacionado con la exposición a las actividades de aprendizaje en el *meta-tutor*.

Comparaciones entre grupos

Se realizó un AVAR para contrastar los resultados de los cuatro grupos del estudio en cada una de las cinco evaluaciones (pretest, unidades 1, 2 y 3, y postest). El cuadro 4 muestra los resultados de este análisis.

CUADRO 4

Resultados del AVAR. Todos los grupos en las cinco evaluaciones

Evaluación		Suma cuad.	G. lib.	Media cuad.	F	Sig.
Pre	Entre grupos	19.210	3	6.403	1.593	.194
	Intra grupos	526.523	131	019		
	Total	545.733	134			
U1	Entre grupos	936.416	3	312.139	13.567	.000
	Intra grupos	3013.910	131	23.007		
	Total	3950.326	134			
U2	Entre grupos	478.899	3	159.633	8.261	.000
	Intra grupos	2531.471	131	19.324		
	Total	3010.370	134			
U3	Entre grupos	211.253	3	70.418	5.611	.001
	Intra grupos	164184	131	12.551		
	Total	1855.437	134			
Post	Entre grupos	198.203	3	66.068	6.222	.001
	Intra grupos	1391.101	131	10.619		
	Total	1589.304	134			

Como puede observarse en el cuadro 4, excepto en el caso de la evaluación pretest ($F (3,135)=1.593$, $p=.194$) –donde no hay diferencias significativas entre el desempeño de los cuatro grupos–, en el resto de las evaluaciones sí existen, como en el caso de la unidad 1 ($F (3,135)=13.567$, $p=.000$), la 2 ($F (3,135)=8.261$, $p=.000$), la 3 ($F (3,135)=5.611$, $p=.001$) y el postest ($F (3,135)=6.222$, $p=.001$). Estos resultados indican claramente el efecto del ambiente de aprendizaje, que produjo que los grupos difirieran desde que se inició el curso (unidad 1) hasta que finalizó (postest).

Al aplicar la prueba de Scheffé se encuentra, en general, que los grupos que reciben tratamientos instruccionales de cualquiera de los tres tipos (material, colaboración o tutor) tienen desempeños significativamente superiores que los del testigo. El cuadro 5 destaca con un asterisco las comparaciones entre grupos que fueron significativamente diferentes; exceptuando la comparación entre grupos 3 y 4 en la unidad 2, todos son superiores al testigo (4), y en los casos en que se compara a 1, 2 y 3 entre sí no hay diferencias significativas.

CUADRO 5
Resultados de la prueba post hoc de Scheffé

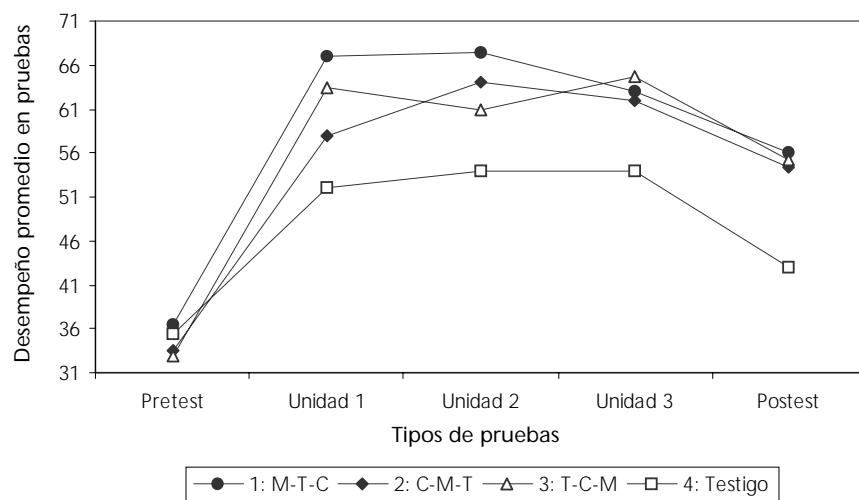
Pruebas	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Pretest	.475	.333	.980	.994	.725	.569
Unidad 1	.057	.755	.000 *	.451	.019 *	.000 *
Unidad 2	.812	.296	.000 *	.818	.004 *	.068
Unidad 3	.993	.944	.020 *	.845	.045 *	.004 *
Postest	.998	1.000	.008 *	.993	.005 *	.014 *

La gráfica 3 muestra el desempeño promedio en pruebas de los cuatro grupos; se observa que los tres que realizan actividades interactivas en cualquiera de sus tres modalidades superan en desempeño al testigo de la unidad 1 en adelante. En el pretest todos los grupos inician con niveles casi iguales. El grupo testigo, si bien aumenta sus niveles de desempeño en las unidades 1, 2 y 3, así como en el postest, no se equipara con los otros grupos. La

lectura en línea beneficia, pero no al nivel de la exposición al ambiente interactivo completo.

GRÁFICA 3

Desempeño promedio de los grupos 1: M-T-C (n=35), 2: C-M-T (n=34), 3: T-C-M (n=32) y testigo (n=34), en las pruebas pretest, unidades 1, 2, 3, y postest



Relación entre uso de funciones de autorregulación y resultados de aprendizaje

Se concentraron los datos de frecuencia de utilización de las funciones de apoyo al aprendizaje autorregulado, concretamente las relacionadas con el uso y valoración de metas, toma de notas, automonitoreo y empleo de la agenda; se registró la sumatoria del uso de estas funciones y se evaluó si se relacionaban con la obtención de puntajes altos en las evaluaciones. Así, se realizó una prueba de correlación entre los datos de uso de estas funciones y el promedio de las evaluaciones aplicadas a los alumnos. El cuadro 6 muestra datos de esta prueba, donde se obtuvo un valor de la correlación de Pearson de .226, que es significativo al .05% con 99 estudiantes, correspondientes a los grupos experimentales, ya que los testigos no tenían acceso al ambiente de aprendizaje.

CUADRO 6

Resultados de la correlación entre uso de funciones de autorregulación y promedio de aciertos en todas las evaluaciones practicadas

Correlaciones		Funciones de autorregulación	Promedio en evaluaciones
Funciones de autorregulación	Correlación Pearson	1	.226 *
	Sig. (2-colas)	.	.025
	Suma de cuadrados y productos cruzados	8313.354	621.296
	Covarianza	84.830	6.340
	N	99	99
Promedio en evaluaciones	Correlación Pearson	.226 *	1
	Sig. (2-colas)	.025	.
	Suma de cuadrados y productos cruzados	621.296	912.430
	Covarianza	6.340	9.311
	N	99	99

* Correlación significativa al nivel 0.05 (2-colas).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que un ambiente de aprendizaje basado en un modelo de generación de conocimiento, que incluye una alta interactividad en cualquiera de tres modalidades interactivas, un diseño instruccional basado en principios para la construcción del conocimiento, así como una serie de funciones para la práctica del aprendizaje autorregulado conduce a desempeños significativamente altos en evaluaciones cuando se comparan con un grupo testigo que sólo tiene acceso a las lecturas del curso en línea y las evaluaciones. Estas diferencias pueden explicarse por la influencia de diversas funciones integradas en el ambiente de aprendizaje *meta-tutor*, que son representativas del modelo de generación de conocimiento para el aprendizaje en línea descrito en el presente trabajo.

La literatura en diseño instruccional identifica métodos para producir aprendizaje a niveles bajos o altos. Reigeluth (2005) afirma que existe una creciente necesidad de métodos para el aprendizaje complejo, pues mientras nuestra sociedad evoluciona de manera más profunda en la era del conocimiento, nuestros sistemas se vuelven más complejos, y las tareas que debemos desempeñar también se complejizan más que nunca. Los ni-

veles bajos de aprendizaje son la información y los procedimientos, y para Reigeluth (2005), no son adecuados para enfrentarse a la complejidad de los sistemas en la era del conocimiento.

Los enfoques tradicionales en aprendizaje que se basan en la transmisión de información conducen a niveles bajos de aprendizaje. Schwartz, Brophy, Lin y Bransford (1999) ilustran los niveles bajos como resultantes de los métodos tradicionales de enseñanza, como asignar lecturas, dar conferencias y demostrar puntos considerados importantes por el profesor. Estos autores plantean que la calidad de aprendizaje de estos métodos frecuentemente es menos que satisfactoria, y argumentan que métodos como asignar lecturas y dar conferencias pueden producir cierta evidencia de aprendizaje que parece satisfactoria en primera instancia, pero el resultado puede implicar fallas al hacer el análisis más a detalle, tales como el fracaso para utilizar espontáneamente lo que se ha aprendido, en un fenómeno conocido como el problema del “conocimiento inerte”. Renkl, Mandl y Gruber (1996) identifican tres explicaciones posibles para este problema: *a)* el conocimiento está disponible, pero no se puede usar porque está atrofiado el acceso al mismo, *b)* el estudiante no aplica el conocimiento debido a déficits en la estructura del mismo y *c)* el conocimiento no es transferible debido a una relación específica entre un agente cognitivo y un conjunto único de circunstancias contextuales.

Enfoques instrucionales como el aprendizaje basado en problemas, casos o proyectos pueden aplicarse para atacar el problema del conocimiento inerte: en lugar de simplemente asignar lecturas basadas en conocimiento factual, o dar conferencias, los alumnos pueden iniciar su proceso de estudio con problemas retadores, y construir conocimiento relevante para la solución de estos problemas en la medida en que lo van necesitando. Existe evidencia de que este proceso está entre las formas más consistentemente complejas y auténticas de actividad cognitiva, y entre las estructuras más efectivas para la instrucción (Jonassen, 2005).

El ambiente de aprendizaje *meta-tutor* utiliza casos y problemas como guías instrucionales. En relación con el curso de psicología clínica teórica que aquí reportamos, se revisan algunos casos, después los estudiantes leen e investigan para construir estructuras útiles de conocimientos y, posteriormente, aplican supuestos teóricos, lineamientos metodológicos, etcétera, para realizar las actividades de aprendizaje relacionadas con el análisis de casos.

Otro conjunto de innovaciones instruccionales se basan en la visión de Bransford, Brown y Cocking (2000) acerca de la “nueva ciencia del aprendizaje”, cuyo énfasis está en el aprendizaje con comprensión. Este enfoque revisa la literatura al respecto y propone tres implicaciones de los hallazgos principales en esta área: *a)* los maestros deberían identificar y trabajar con lo que los estudiantes traen con ellos (conocimientos disponibles); *b)* deben enseñar un tema a profundidad, ofreciendo muchos ejemplos en los que el mismo concepto esté funcionando y ofreciendo fundamentos firmes del conocimiento factual; y *c)* la enseñanza de habilidades metacognitivas debería estar integrada al currículum en una variedad de temáticas.

Los principios fundamentales de la instrucción de Merrill (2002), expuestos anteriormente en este trabajo, apuntan hacia una dirección similar, ya que mientras sugieren el uso de actividades de aprendizaje basado en problemas y activar el conocimiento previo del estudiante, también enfatizan la práctica y la integración del conocimiento adquirido. La práctica implica que los aprendices utilicen su conocimiento o habilidad nuevos para resolver problemas, especialmente en tareas auténticas o del mundo real, y no sólo resolver ejercicios de recuerdo. La integración consiste en crear adaptaciones personales del nuevo conocimiento o habilidad por parte de los estudiantes, e implica reflexionar y crear nuevas formas personales de utilizarlos.

En este sentido, Schwartz, Bransford y Sears (2005) plantean que además de instruir a los estudiantes en la solución efectiva de problemas, la instrucción debería promover la innovación, entendida como la reorganización de pensamientos y contextos para manejar nuevos tipos de problemas o información. En el *meta-tutor*, el diseño instruccional en cada unidad de aprendizaje incluía la exposición de los estudiantes a nuevos casos para análisis. Para estos autores, la innovación debería promoverse, pero siempre en balance con la eficiencia de los estudiantes para la aplicación de conocimientos. A la larga, impulsar estas estructuras balanceadas podría conducir a un desempeño experto y adaptativo.

Finalmente, la investigación sugiere que deberían ofrecerse apoyos en los ambientes de aprendizaje para el fomento de habilidades de estudio autónomo. Por esta razón, el *meta-tutor* descrito en este estudio incluye un conjunto de funciones instruccionales para el aprendizaje autorregulado (planteamiento de metas, valoración de metas, tomar notas, agenda, uso de recursos, monitoreo). Los alumnos utilizaron estas funciones, aun cuando

el estudio no incluyó un entrenamiento explícito para hacerlo. Si bien pensamos que los resultados de aprendizaje podrían ser influidos por esta función del ambiente de aprendizaje, un estudio posterior podría analizar los efectos del entrenamiento explícito para el ejercicio de este tipo de habilidades de aprendizaje autorregulado.

El *meta-tutor* es un ambiente centrado en el estudiante, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad (Bransford *et al.*, 1999), construido con base en una serie de supuestos derivados de una psicología instruccional preocupada por el fomento de una serie de competencias que en los entornos actuales de desempeño se convierten en un capital fundamental para individuos y organizaciones.

Es preciso enfatizar que las soluciones de aprendizaje basadas en el modelo de transmisión de conocimiento pueden incluir tecnologías sofisticadas, como videoconferencias, animaciones complejas, diseños gráficos elaborados con colores vívidos, elementos tridimensionales, etcétera, pero adolecen de un problema fundamental: su diseño no considera al proceso de aprendizaje como elemento central en torno al cual construir la solución. Por otro lado, el modelo de generación de conocimiento que se propone aquí permite elaborar soluciones como el *meta-tutor*, que incorpora elementos para el fomento en la construcción de conocimiento, como un diseño instruccional sólido, pensado para el conocimiento profundo, útil y transferible, así como funciones para el fomento de habilidades de aprendizaje autorregulado.

Las diversas funciones integradas en el ambiente *meta-tutor* tienen fundamento en los avances de una nueva psicología instruccional, que se basa en supuestos de la teoría cognitiva contemporánea (Castañeda y Martínez, 1999). Entre los supuestos del aprendizaje activo y profundo de la nueva psicología instruccional podemos citar la conceptualización de este proceso como: constructivo, acumulativo, autorregulado, situado e interactivo.

Un modelo de generación de conocimientos que aplica la conceptualización anterior opera en el *meta-tutor*, ambiente que podría seguirse utilizando para la evaluación empírica, sistemática y metódica, de condiciones que podrían explicar las condiciones para que se presente el aprendizaje en entornos virtuales.

Algunos hallazgos importantes a considerar en la construcción de ambientes de aprendizaje bajo este enfoque podrían ser los siguientes:

- 1) Se recomienda realizar al inicio un análisis cognitivo de tareas que permita la identificación de tipos de conocimiento y habilidades necesarias para cumplir con los objetivos de los cursos en línea.
- 2) Programación de actividades auténticas de aprendizaje; esto es, casos, problemas o proyectos.
- 3) Diseño instruccional basado en principios sólidos (como los de Merrill, 2002).
- 4) Funciones de promoción del aprendizaje autorregulado.
- 5) Propiciar niveles altos de interactividad en las actividades de aprendizaje, ya sea con materiales, con compañeros o con tutores en línea.

En una era caracterizada por la necesidad creciente de conocimiento complejo, identificamos el potencial de los ambientes de aprendizaje en línea, para tomar ventaja del conocimiento actual en cognición e instrucción, y así ayudar a formar estudiantes con conocimiento y habilidades útiles. La identificación de un modelo de generación de conocimiento y su operacionalización en un sistema como el *meta-tutor* es un esfuerzo inicial por proponer y evaluar constructos como la interactividad, el diseño instruccional o la autorregulación, que demuestran tener un papel en la explicación del desempeño en entornos de aprendizaje en línea.

Referencias

- Anderson, T. (2003a). "Getting the mix right again: An updated and theoretical rationale for interaction", *The international Review of Research in Open and Distance Learning*, 4, disponible en <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/149/708> (descargado el 5 de febrero de 2007).
- Anderson, T. (2003b). "Modes of interaction in distance education: Recent developments and research questions", en M. Moore y G. Anderson (eds.), *Handbook of distance education*, Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 129-144.
- Anderson, T. (2004). "Toward a theory of online learning", en T. Anderson y F. Elloumi (eds). *Theory and practice of online learning*, Athabasca: Athabasca University, pp. 33-58.
- Anderson, T. y Garrison, D. R. (1998). "Learning in a networked world: New roles and responsibilities", en C. Gibson (ed.), *Distance learners in higher education*, Madison, WI: Atwood Publishing, pp. 7-112.
- Azevedo, R. *et al.* (2003). "The role of co-regulated learning during students' understanding of complex systems with hypermedia", trabajo presentado en la Annual Conference of the American Educational Research Association.
- Azevedo, R. y Cromley, J.G. (2004). "Does training on self regulated learning facilitate students' learning with hypermedia?", *Journal of Educational Psychology*, 96, 523-535.

- Azevedo, R. *et al.* (2006). "Using computers as meta-cognitive tools to foster students' self-regulated learning" *Tech. Inst., Cognition and Learning*, 3, 97-10.
- Azevedo, R. y Cromley, J.G. (2004). "Does training on self regulated learning facilitate students' learning with hypermedia?", *Journal of Educational Psychology*, 96, 523-535.
- Bransford, J.; Brown, A.L. y Cocking, R.T. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (edición completa), Washington, DC: National Academy Press.
- Bransford, J., Brown, A. L., y Cocking, R. R. (2003). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (edición completa), Washington, DC: National Academy Press.
- Carroll, D.W. (2004). "Web-Based assignments in the Psychology of Language class", *Teaching of Psychology*, vol. 31, núm. 3, pp. 204-206.
- Castañeda, S. (1998a). *Evaluación y fomento del desarrollo intelectual en la enseñanza de ciencias, artes y técnicas: Perspectiva internacional en el umbral del siglo XXI*, México: Miguel Angel Porrúa/UNAM.
- Castañeda, S. (1998b). "Evaluación de resultados de aprendizaje en escenarios educativos", *Revista Sonorense de Psicología*, 12, 57-67.
- Castañeda, S. (2002). "A cognitive model for learning outcomes assessment", *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, 12, 94-106.
- Castañeda, S. (2004). "Evaluando y fomentando el desarrollo cognitivo y el aprendizaje complejo", *Psicología desde El Caribe*, 13, 109-113.
- Castañeda, S. y Martínez, R. (1999). "Enseñanza y aprendizaje estratégicos. Modelo integral de evaluación e instrucción", *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 4, 251-276.
- Clark, R. (1983). "Reconsidering research on learning from media", *Review of Educational Research*, 53, 445-459.
- Clark, R. (1994). "Media will never influence learning", *Educational Technology, Research and Development*, 42, 21-29.
- DeBord, K. A.; Aruguete, M.S. y Muhlig, J. (2004). "Are computer-assisted teaching methods effective?", *Teaching of Psychology*, vol. 27, 2núm. 4, 65-68.
- Dembo, M.H.; Junge, L.G y Lynch, R. (2004). "Becoming a self regulated learner: implications for web based education", trabajo presentado en la Annual Conference of the American Educational Research Association, San Diego.
- Edmonds, C. L. (2006). "The inequivalence of an online and classroom based general psychology course", *Journal of Instructional Psychology*, 33, 15-19.
- Eppler, M. A. y Ironsmith, M. (2004). "PSI and distance learning in a developmental psychology course" *Teaching of Psychology*, vol. 31, núm. 2, pp. 131-13.
- García Aretio, L. (2001). *La educación a distancia: de la teoría a la práctica*, Barcelona: Ariel Educación.
- Glaser, R. y Baxter, G.P. (2000). *Assessing active knowledge*, CRESST-University of Pittsburgh, disponible en <http://www.cse.ucla.edu/CRESST/Reports/TECH516.PDF>.
- Graham, T. (2001). "Teaching child development via the Internet: opportunities and pitfalls", *Teaching of Psychology*, vol. 28, núm. 1, pp. 67-71.
- Jona, K. (2000). "Rethinking the design of online courses", trabajo presentado en la Annual Conference of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education.

- Jonassen, D. (1999). "Designing constructivist learning environments", en C. Reigeluth (ed.) *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, vol. II, Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 215-239.
- Jonassen, D. H. (2005). "Problem solving: the enterprise", en J. M. Spector *et al.* (eds.), *Innovations in instructional technology*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers, pp. 91-110.
- ITEMAN (1993). *Conventional Item Analysis Program* (versión 3.5), St Paul, MN: Assessment Systems Corp.
- Kinney, N. (2001). "A guide to design in testing in online psychology courses", *Psychology Learning and Teaching*, vol. 1, núm. 1, pp. 16-20.
- Körndle, H.; Narciss, S. y Proske, A. (2002). "Promoting self-regulated learning in web-based learning environments", en H. Niegemann, R. Brucken y D. Leutner (eds.), *Instructional design for multimedia learning*, Munster: Waxmann.
- Ley, K. (2004). "Motivating the distant leaner to be a self-directed learner", ponencia presentada en 20th Annual Conference on Distance Teaching and Learning, disponible en http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource_library/proceedings/04_1395.pdf, descargado el 10 octubre 2006.
- Ley, K. y Young, D.B. (2001). "Instructional principles of self regulation", *Educational Technology Research & Development*, 49, pp. 93-103.
- Maki, M. R. H. y Maki, W. S. (2000a). "Mastery quizzes on the web: results form a web-based introductory psychology course", *Behavior, Research Methods, Instruments and Computers*, vol. 32, núm. 2, pp. 212-216.
- Maki, M. R. H. y Maki, W. S. (2000b). "Evaluation of web-based introductory psychology course: II. Contingency management to increase use of on-line study aids", *Behavior, Research Methods, Instruments and Computers*, vol. 32, núm. 2, pp. 230-239.
- Maki, M. R. H. *et al.* (2000). "Evaluation of web-based introductory psychology course: I. Learning and satisfaction in on-line versus lecture courses", *Behavior, Research Methods, Instruments and Computers*, vol. 32, núm. 2, pp. 230-239.
- Merrill, M.D. (2002). "First principles of instruction", *Educational Technology Research and Development*, vol. 50, núm. 3, pp. 43-59.
- Molenda, M.; Reigeluth, C.M. y Nelson, L. M. (2003). "Instructional design", en L. Nadel (ed.). *Encyclopedia of Cognitive Science*, vol. 2, Londres: Nature Publishing Group, pp. 574-578.
- Moore, M. (1989). "Three types of interaction", *American Journal of Distance Education*, 3(2), 1-6.
- Pintrich, P. R. (2000). "The role of goal orientation in self-regulated learning", en M. Bokaerts, P. Pintrich y M. Zeidner (eds.), *Handbook of self-regulation*, San Diego, Academic Press, pp. 451-502.
- Poirier, C. R. y Feldman, R. S. (2004). "Teaching in cyberspace: online versus traditional instruction using a waiting-list experimental design", *Teaching of Psychology*, vol. 31, núm. 1, pp. 59-62.

- RASCAL (1994). *Rasch Analysis Program (version 3.5). Users Manual for the RASCAL (IRT Calibration Program)*, St Paul, MN: Assessment Systems Corp.
- Reigeluth, C. M. (2005). "New instructional theories and strategies for a knowledge-based society", en J. M. Spector *et al.* (eds.) *Innovations in instructional technology*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 207-217.
- Renkl, A.; Mandl, H.; y Gruber, H. (1996). "Inert knowledge: Analyses and remedies", *Educational Psychologist*, 3, 115-121.
- Schwartz, D.L.; Brophy, S.; Lin, X. y Bransford, J.D. (1999). "Software for managing complex learning: examples from an educational psychology course", *Educational Technology Research and Development*, 47, 39-60.
- Schwartz, D.; Lin, X.; Brophy, S. y Bransford, J.D. (1999). "Toward the development of flexibly adaptive instructional designs", en Ch. M. Reigeluth (ed). *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*, Nueva Jersey: Lawrence-Earlbaum Associates. 183-213.
- Schwartz, D.L.; Bransford, J. D. y Sears, D. (2005). "Efficiency and Innovation in Transfer", en J. Mestre (ed.) *Transfer of learning: Research and Perspectives*, Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Van Merriënboer, J.G.; Clark, R. y deCrook, M.B.M (2002). "Blueprints for complex learning: the 4 C/ID-Model", *Education, Training and Development*, 50, 39-6.
- Wagner, E. (1994). "In support of a functional definition of interaction", *The American Journal of Distance Education*, 8, 6-29.
- Wang, A. Y. y Newlin, M. H. (2000). "Characteristics of students who enroll and succeed in psychology web-based classes", *Journal of Educational Psychology*, 28, 143-147.
- Waschull, S. B. (2001). "The online delivery of psychology courses: attrition, performance, and evaluation", *Teaching of Psychology*, vol. 28, núm. 2, pp. 143-147.

Artículo recibido: 28 de febrero de 2007

Dictaminado: 14 de agosto de 2007

Segunda versión: 17 de septiembre de 2007

Aceptado: 21 de septiembre de 2007