

Una revisión del programa de investigación sobre aprendizaje activo en un ambiente simulado desde la perspectiva de la educación en ingeniería

Luis A. Godoy¹

Resumen. Este trabajo presenta una revisión de las contribuciones de Roger C. Schank en el campo de la enseñanza a través de desarrollar actividades en un ambiente virtual simulado en una computadora. Este autor sostiene que solo se aprende a través de intentar hacer cosas que requieran conocimiento y no escuchando a un docente narrar reglas del oficio. Schank enfatiza la importancia que tienen las fallas en quien aprende, y que la falla conduce a reconstruir la estructura del conocimiento para explicarse por qué las predicciones no resultaron correctas. Se discuten las formas de razonamiento basadas en casos y en reglas, y el modelo de explicación basado en casos. Schank considera cinco arquitecturas de enseñanza que se reseñan en este escrito. A continuación se muestran esquemáticamente dos alternativas para implementar aprendizaje activo en un ambiente virtual: el desarrollo de simulaciones que recrean una situación realista en la que el participante desempeña un papel y lleva a cabo actividades; y el desarrollo de actividades centradas en una historia, en las que el participante debe hacer actividades pero no se representa en forma virtual el ambiente en el que trabaja. El primer caso requiere de un fuerte apoyo de multi-media, mientras que el segundo prescinde de ellos para concentrarse en las tareas. Se resumen los principios de la enseñanza de este tipo y el proceso de diseñarla. Debido a que en este tipo de aprendizaje se considera crucial el apoyo de expertos virtuales, se presentan varias alternativas implementadas por Schank. También se discuten riesgos y dificultades asociadas a las propuestas de aprendizaje activo en un medio virtual.

Palabras clave: aprendizaje activo, Schank, simulación computacional

A review of the research program on active learning in a simulated environment in engineering education

Abstract. This paper presents a review of the contributions by Roger C. Schank in the field of learning by doing in a simulated environment. The philosophy of this approach is that people learn by trying to do something and not by listening to a lecturer telling them the rules of the discipline. Schank emphasizes the importance of failing in trying to explain an event. A failure leads to the reconstruction of the knowledge structure of the learner, so that she can explain why her predictions were incorrect. Forms of case-based and rule-based reasoning are discussed, followed by a model of case-based explanation. Schank considers five learning architectures, which are summarized in this paper. Next, two alternatives of implementing this approach are reviewed: the development of simulations that recreate a realistic situation in which the participant plays a role and performs certain activities; and the development of story-centered activities, in which the participant carries out activities but the environment in which she works is not represented in the computer. The first approach relies heavily on multimedia, whereas the second one does not require them and only focuses on the tasks. The principles of teaching using this active approach are summarized, followed by the process of its design. Expert advice and story-telling are crucial in this type of e-learning, so that various alternatives implemented by Schank are discussed. Finally, difficulties and threats associated to this approach are identified.

Keywords: active learning, computer simulations, Schank

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se reseñan las estrategias de aprendizaje propuestas por Roger C. Schank, que combinan aprendizaje activo con su implementación computacional. Usaremos la

abreviación AAACS para indicar “Aprendizaje Activo en un Ambiente Computacional Simulado”.

(Schank, 2002) enfatiza los problemas que visualiza en la enseñanza (y el entrenamiento) tradicional basada en clases y conferencias. Afirma que en alguna época remota se podía esperar que una persona educada hubiera leído muchos de los grandes libros del mundo. Las clases tipo conferencia tenían

¹ Catedrático, Director del Centro de Investigaciones en Infraestructura Civil, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto Rico 00680-9000, E-mail: luis.godoy@upr.edu.

Note. The manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on August 3, 2009, and accepted for publication on October 29, 2009. This paper is part of the Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education, Vol. 3, No. 2, pp. 61-75, 2009. © LACCEI, ISSN 1935-0295.

entonces mucho sentido porque había pocas copias de cada libro y eran de difícil acceso; el maestro destilaba el libro y lo hacía accesible a sus estudiantes (Burke, 2002). La situación se complicó cuando los libros se multiplicaron por miles y a su vez tuvieron que competir con otras formas de presentar el conocimiento. En este contexto, las clases tipo conferencia ya no parecen tan efectivas como hace varios siglos. Primero, las personas no pueden absorber la cantidad de información que se intenta pasarles en 50 minutos. Segundo, la gente no aprende demasiado por escuchar pasivamente a otros, sino que aprende especialmente haciendo cosas. En la enseñanza clásica se aprende “para saber” y se descuida el aprendizaje orientado a “hacer” cosas. Tercero, se imparte el conocimiento correcto, pero no se aprovecha el conocimiento con errores conceptuales que tienen los estudiantes. De esta forma no se usa el conocimiento de las fallas que pueden ocurrir cuando se hacen cosas, ni se discute cómo evitar esas fallas. Cuarto, las recompensas que usa el sistema clásico son las notas: el estudiante aprende para obtener buenas calificaciones. En realidad, la expectativa es que si el estudiante aprende ahora, entonces eso será bueno para él/ella en un futuro. Pero los estudiantes necesitan recompensas durante el proceso de aprender, no a futuro. Quinto, la gente aprende mejor cuando hace cosas solo que cuando mira lo que hace un profesor, así sea un profesor excelente. Cuando un conferenciante es muy elocuente, lo más que puede lograr es inspirar a la audiencia, pero su público no va a internalizar procedimientos que le permitan hacer mejor una tarea.

Un cambio crucial en las últimas décadas ha sido el ingreso de computadoras a la educación como forma de aprovechar las ventajas que puede ofrecer el trabajo en un ambiente virtual. Muchos docentes con mentalidad abierta han intentado explorar qué formas virtuales de aprendizaje existen, para encontrarse desilusionados al poco tiempo. En el caso de quien escribe, algunas de las experiencias más frustrantes fueron intentar explorar la así llamada Universidad Barnes y Nobles, que ofrecía cursos (gratuitos) por Internet en su sitio de venta de libros. La metodología consistía en presentar una página de ideas generales sobre un tema, seguida de preguntas específicas que, para responderse, necesitaban de lecturas de los libros que se compraban en el mismo sitio. No menos frustrante fue la experiencia con los llamados cursos en línea de MIT: en este caso los docentes de MIT habían dejado las transparencias de Power Point o las notas manuscritas que usaban en sus clases. De más está decir que los textos que ellos mismos usaban como referencia eran una fuente mucho más completa y didáctica que esas notas manuscritas. Muchas universidades ofrecieron plataformas para mediar la relación entre profesores y estudiantes fuera del aula, como Blackboard, Web-CT o Moodle, pero en general se trata de depósitos donde el estudiante recoge notas de clase o asignaciones y las regresa resueltas. En el mejor de los casos se establecen foros de discusión sobre temas específicos, pero fuera de clase y en un espacio virtual. En otros casos se ponen manuales o textos que se leen en la pantalla. Otras investigaciones relacionadas a e-learning abordan los medios y su impacto pero no avanzan a mostrar detalles sobre cómo implementar e-learning de

manera que pueda ayudar efectivamente el aprendizaje. En ningún caso se plantean conflictos o problemas que el participante deba resolver. No hay consecuencias de acciones que se lleven a cabo porque el estudiante nunca hace nada.

Una caracterización de malas experiencias en e-learning aparecen listadas en (Schank, 2002, Cap. 8). Típicamente se encuentran módulos de e-learning con acciones como: (a) Lea texto, apriete botón, pase a la próxima página. (b) Lea texto, escoja una opción de una lista, reciba una nota. (c) Lea una pregunta, conteste, reciba feed-back, lea la pregunta siguiente. (d) Lea mucho texto, responda preguntas al finalizar. (e) Tome test, vea nota, reciba feed-back. También critica los software educativos existentes porque lo que se dice domina por encima de las experiencias, porque no hay diversión involucrada y porque no hay historias presentadas por gente que sepa (Schank, 2005, Cap. 4).

Después de la publicación de su libro “Designing World Class e-Learning”, Schank ofreció algunas conferencias en 2002 mostrando una perspectiva totalmente diferente y ofreciendo cursos de acción creíbles y viables de realizarse por parte de docentes no especializados. Esa fue la motivación de quien escribe para interiorizarse por las ideas y propuestas de este autor, llegando a implementar varias por cuenta propia (Godoy, 2005, 2009). La intención de este artículo es llamar la atención sobre los escritos de Schank, con la expectativa que otros docentes de ingeniería se acerquen a explorar las posibilidades del aprendizaje activo en un ambiente simulado. La revisión no sigue necesariamente un orden cronológico, sino más bien temático, pero indicando en cada caso la fuente donde se encuentra tratado el material.

Debido a que vamos a presentar ideas desarrolladas por otro autor, conviene insertar aquí una pequeña historia (hay más sobre el valor de las historias dentro de la obra de Schank, por ejemplo en Schank y Morson, 1995). Hacia el final de su vida, Galileo escribió en italiano “Diálogos sobre dos nuevas Ciencias”. Marini Mersenne fue gran admirador de Galileo y trató de divulgar sus ideas; como parte de ese esfuerzo, tradujo los Diálogos al francés. Quienes hayan leído la obra original de Galileo tendrán dificultad en aceptar que la presentación de Mersenne es simplemente una traducción al francés del texto original italiano publicado en Leiden en 1638, como sugiere la portada del libro. Galileo presentó sus ideas de manera teatralizada y amena, con tres personajes que argumentan durante varios días, cada personaje representando diferentes perspectivas sobre la temática tratada. En su versión al francés, Mersenne abandonó la forma dialogada de Galileo y la convirtió en una narrativa de proposiciones que se presentan de manera impersonal. Algo similar ocurre en este trabajo: en sus textos, Schank presenta sus ideas de forma amena, apartándose de la rigidez del estilo académico e insertando anécdotas interesantes para ilustrar cada punto. Por el contrario, este artículo intenta rescatar las ideas básicas de sus libros (como lo habría hecho Marsenne), presentándolas con aridez y sin respetar su estilo. En el caso de Schank esto se vuelve aun más problemático, porque el estilo de Schank es parte de sus ideas. De modo que esta revisión solo intenta motivar al lector

para que consulte las fuentes originales, indicándole dónde puede encontrar determinados aspectos de este tipo de aprendizaje.

Para evitar identificar la naturaleza de quien aprende en estas simulaciones (si se trata de un estudiante, como nos interesa en este escrito, o de un empleado o gerente, como le interesa a Schank), usaremos en general la designación más neutra de “participante” en lugar de emplear estudiante, novato u otras.

ACERCA DE ROGER SCHANK

Roger C. Schank nació en Estados Unidos en 1946, y a principios de los 70 ya era profesor asistente en la Universidad de Stanford en California. Durante su primera etapa trató computacionalmente problemas del lenguaje, interesándose en cómo hacer para que una computadora comprenda un texto. A los 28 años, pasó a la Universidad de Yale, enfatizando el tema de explicación por vía computacional. A partir de 1981 dirigió un laboratorio de Inteligencia Artificial en esa universidad. Su trabajo de las décadas de los 70 y 80 lograron gran reconocimiento tanto en Inteligencia Artificial como en Psicología Cognitiva.

En 1989 tuvo un nuevo cambio, esta vez en la Universidad de Northwestern para crear el Instituto para las Ciencias del Aprendizaje (ILS, Institute for the Learning Sciences), que en algún momento llegó a tener 200 empleados trabajando. En 2001 comenzó en el Campus de la Costa Oeste de Carnegie Mellon University, estableciendo programas graduados a distancia. En esa época fundó la compañía “Socratic Arts”. Hacia 2008 se involucró con la Universidad La Salle, de Barcelona, España, para crear otro Instituto para las Ciencias del Aprendizaje. En la actualidad vive en el estado de Florida en Estados Unidos.

Sus perspectivas sobre inteligencia artificial y educación se han publicado en artículos y en una decena de libros y los más relevantes para los propósitos de este artículo se encuentran listados en las referencias. La filosofía básica de este autor es que aprendemos haciendo, teniendo nuevas experiencias e intentando integrarlas en nuestra estructura existente de memoria. Desde esta perspectiva se abre un espectro de oportunidades y dificultades para e-learning, porque hay que desarrollar computacionalmente las condiciones para que el participante haga tareas relevantes que lo conduzcan a aprender procedimientos y contenidos.

El trabajo de Schank ha estado principalmente dirigido al adiestramiento para el trabajo en el contexto empresarial. Dado que nuestro interés se restringe a la enseñanza de la ingeniería, ha sido necesario adaptar la perspectiva original para enfatizar su relevancia en la formación de ingenieros.

La obra de Schank tiene niveles de complejidad muy distintos de acuerdo a la etapa a la que se acerque el lector. Para rescatar procesos de desarrollo de e-learning recomendamos comenzar por (Schank y Cleary, 1995), continuar con (Schank, 2002), finalizando con (Schank, 2005).

MEMORIA Y CONOCIMIENTOS

La conceptualización de la memoria es un punto importante desde la perspectiva del aprendizaje. Schank defiende el modelo de Memoria Dinámica, según el cual la memoria se auto-ajusta para adaptarse a la información que procesa. No hay una única estructura de memoria sino varias; ese es el tema de otro libro (Schank, 1982). Un tipo de memoria son los scripts (o scriptlets), que “capturan lo que sabemos sobre cómo ocurren las cosas en situaciones típicas en las que nos encontramos” (Schank, 1982, pp. 39). Un scriptlet es un procedimiento o un conjunto de acciones que llevamos a cabo tan frecuentemente que podemos hacerlos casi sin pensar. Si no se usan con alguna frecuencia, los scriptlets decaen en la memoria. El segundo tipo son los Paquetes de Organización de Memoria que toman porciones más grandes de conocimientos acerca de secuencias típicas de eventos.

¿Qué conocimientos necesitamos aprender/enseñar en la actualidad? (Schank y Cleary, 1995, Cap. 11) distinguen entre conocimientos de cosas, procesos, destrezas y casos.

Por cosas entendemos datos e información acerca de hechos. Schank sostiene que en la vida real no interesa tanto conocer cosas sino que interesan los otros tres tipos, porque no tiene demasiado valor memorizar algo sin tener una experiencia por detrás. Por eso hay que promover que los participantes practiquen cómo hacer determinadas actividades que son importantes en la vida profesional.

Los procesos marcan evoluciones de cosas y son de naturaleza más abstracta, involucrando razonamientos, comunicaciones y relaciones.

Las destrezas son estrategias complejas para hacer algo. Para enseñar destrezas debemos identificar situaciones y contextos en los que ellas sean importantes. Fundamentalmente, aprender para hacer debe incluir aprender procedimientos y practicarlos lo suficiente como para que resulten algo natural en el participante.

Los casos son historias acerca de uno o más eventos que contienen porciones de conocimientos. Típicamente se emplean casos para ilustrar cómo funcionan aspectos del mundo o para aprender a desempeñarse en situaciones parecidas. Hay una idea subyacente que cada aspecto ilustrado en un caso puede generalizarse y así servir para comprender otros casos nuevos.

RAZONAMIENTOS BASADOS EN CASOS Y EN REGLAS

La conceptualización del razonamiento es un tema de gran complejidad, pero la educación incluye una buena parte de enseñarles a los estudiantes a razonar. El razonamiento no es único y depende de las disciplinas (no es lo mismo el razonamiento en ingeniería que en antropología), pero se pueden identificar algunos aspectos en común. Dos formas identificables son las de razonamiento basado en casos y el razonamiento basado en reglas.

Para emplear razonamiento basado en casos es necesario que la persona haya enfrentado casos con anterioridad. Los casos contienen trozos de conocimiento que hemos experimentado, y para que sean de utilidad en el futuro, es

necesario haber reflexionado sobre ellos. Específicamente, es necesario haber indexado cada caso en la memoria a fin de poder recordarlo con facilidad en situaciones futuras. Cuando se almacena un caso se simplifica la experiencia, pero aun así se debe guardar la suficiente información y detalles como para poder generar recordatorios significativos. Indexar o etiquetar es el proceso por el cual se adjuntan etiquetas a los casos, lo cual es imprescindible para poder volverlos activos cuando se los precise. Una diferencia entre expertos y novatos es que el experto ha enfrentado muchos casos y los ha indexado de manera que puede recordarlos adecuadamente.

En el razonamiento basado en reglas, la persona usa reglas, que son generalizaciones acerca de eventos o aspectos del mundo. Los sistemas expertos almacenan y recuperan reglas (en lugar de casos) y generan nuevos conocimientos mediante combinaciones de reglas. Las reglas provienen de expertos y se obtienen mediante entrevistas o también observando actividades de expertos realizando tareas. A su vez, los expertos construyeron las reglas analizando casos, pero en el momento en que la experiencia se convierte en regla, se desvincula de los casos que le dieron origen. Esto genera algunos problemas cuando fallan las expectativas, porque no es posible reformular las reglas dado que no se sabe cómo se generaron (o sea qué conjunto de casos se empleó para construir originalmente la regla).

(Schank y Cleary, 1995) sostienen que el razonamiento basado en casos es el que predomina en los humanos y el que mejor se acomoda al gerenciamiento de conocimientos usando computadoras. En la medida que se tienen más casos, se genera una estructura en la memoria que almacena lo que se aprende de cada caso. A partir de los casos se construye una teoría en forma de reglas. Schank afirma que si se intenta enseñar generalizaciones directamente, sin necesidad de traer los casos mismos en los que se basan, el proceso de aprendizaje pierde sentido.

Pero el uso de casos en la enseñanza no garantiza de ninguna manera el aprendizaje. Es frecuente encontrar que profesores comparen clases tipo conferencia versus uso de casos, pero en realidad el uso de casos consiste en explicarlos en clase (mediante conferencia), de modo que en ambos casos se comparan la enseñanza tradicional mediante conferencias usando contenidos generales (reglas) versus contenidos específicos (casos). Lo importante es aprender a través de resolver problemas que son seleccionados como casos paradigmáticos porque hay lecciones importantes que se pueden aprender de ellos. En definitiva, si bien el manejo de casos puede ser útil, el aprendizaje significativo se logra cuando es el participante el que se involucra en el caso, participando para encontrar una solución. El que aprende retendrá el material en la medida que el mismo se relacione con alguna meta que quiere alcanzar y que el material de estudio se construya encima de algo que ya comprenda.

EXPLICACIONES BASADAS EN CASOS

Durante su estancia en Yale, Schank se interesó por las explicaciones, desarrollando un modelo de explicación basada

en casos; este tema está tratado en detalle en (Schank, 1986) y (Schank et al., 1994). Este camino fue una continuación de los esfuerzos anteriores de lograr que una computadora comprenda un texto. Schank sostiene que los humanos comprendemos un texto cuando podemos explicarlo; comprender una historia quiere decir desarrollar una hipótesis acerca de lo que realmente está ocurriendo en la historia (para este autor, el tema de las historias es crucial en el desarrollo de las ideas sobre aprendizaje).

Una parte importante de “comprender algo” asociado a experiencias nuevas es acceder a nuestras estructuras de conocimiento para ubicar allí las nuevas experiencias. Esta tarea se dificulta cuando hay diferencias demasiado grandes entre las experiencias nuevas que tenemos y las antiguas que ya están en nuestra memoria.

Según (Schank et al., 1994), cuando teníamos expectativas acerca de cómo iba a evolucionar algo y nos fallan esas expectativas (lo que constituye una anomalía), entonces tratamos de explicar lo sucedido. El término anomalía también se emplea en la filosofía de las ciencias, especialmente en los escritos de (Thomas Kuhn, 1962) e (Imre Lakatos, 1978), pero en esos casos se hace referencia a teorías científicas; Schank ejemplifica sus conceptos con asuntos de la vida cotidiana, no de la ciencia.

Desde esta perspectiva, se enfatiza que una falla en nuestras expectativas abre una oportunidad para lograr un aprendizaje significativo. Una de las dificultades puede ser la identificación de cuáles de nuestras expectativas han fallado. Para evitar nuevamente tener expectativas fallidas necesitamos explicar lo que ha ocurrido y lo hacemos tratando de identificar cuáles son los principios que hay detrás de las expectativas que tuvimos en primer lugar.

El marco general de esta teoría es el paradigma basado en casos, aplicado a la problemática de explicaciones. Uno construye explicaciones frente a experiencias nuevas utilizando las explicaciones previas que ya tiene en la memoria; Schank usa el término patrón de explicación para referirse a una explicación que ya ha sido usada antes y que puede ser adaptada para construir nuevas explicaciones. Es llamativo que Schank no haga referencia a los patrones o modelos de explicaciones desarrollados en la filosofía de la ciencia por (Nagel, 1961) y (Salmon, 1998 y sus trabajos previos), quienes construyeron estructuras más finas sobre cómo operan diferentes explicaciones.

Construir una explicación requiere pasar por las etapas de recuperar, evaluar y adaptar explicaciones. La secuencia sería algo así:

- Se hacen predicciones acerca de lo que se cree que va a ocurrir en base a lo que se sabe de casos previos. ¿Qué es lo que se sabe? Usando similitudes entre eventos, se han construido generalizaciones.
- Cuando ocurre una falla en nuestras expectativas (o sea cuando fallaron nuestras predicciones), significa que estamos enfrentándonos con una anomalía y hay fallas en la estructura de conocimientos.
- Ahora viene la etapa de explicar: para eso, hay que recuperar una explicación ya existente que pueda ser relevante para la anomalía. Las explicaciones a su vez están

construidas en base a casos, de manera que es necesario volver a considerar los casos ya conocidos pero ahora desde una perspectiva nueva. Si podemos explicar la falla, entonces sabremos cuál es la estructura de conocimiento que debe ser reparada. Las fallas en la estructura del conocimiento nos hace preguntar cosas como:

o ¿A qué problema anterior (que ya hemos visto) se parece éste?

o ¿Cómo descomponer este problema en otros más simples?

¿Cómo evitar caer nuevamente en la misma falla?

- Hay que evaluar si la explicación recuperada tiene sentido cuando se la aplica a la anomalía que tenemos entre manos.

- Si la explicación no encaja bien, entonces es necesario adaptarla, con lo que producimos una variante nueva de explicación.

Las operaciones específicas necesarias para construir la explicación, que el grupo de Yale implementó computacionalmente en varios casos, pueden sintetizarse como:

- (a) Identificar cuál es la anomalía que enfrentamos.
- (b) Establecer una meta de lo que precisamos explicar.
- (c) Establecer una pregunta que requiera explicación.
- (d) Encontrar un patrón de explicación que esté relacionado con la pregunta.
- (e) Verificar si el patrón identificado tiene causas que son coherentes con la anomalía que se enfrenta. Si es incoherente, entonces hay que buscar un patrón nuevo para esta anomalía. Si es coherente, puede adoptarse.
- (f) Establecer si la explicación puede generalizarse más allá del caso específico considerado, comparando con otros casos.
- (g) Cuando se generaliza una explicación hay que generar una regla nueva y proceder a reorganizar la memoria.

SOBRE EXPERTOS Y NOVATOS

(Schank y Cleary, 1995) afirman que lo que distingue la actuación de un experto es su habilidad para desempeñarse en una situación nueva dentro de su campo de experiencia. Frente a una situación nueva, el experto sabe qué preguntas hacer y cómo hacer para buscarles respuestas.

Según Schank, un experto razona a partir de una gran biblioteca de casos que ha construido durante sus actuaciones. Esa información de expertos se translada a formas de almacenamiento; esto es frecuente en abogacía (donde la jurisprudencia no es otra cosa que aplicar justicia basada en casos previos en los que se dieron situaciones similares) o en medicina (donde se reconocen enfermedades en base a casos previos). El caso se constituye en conocimiento a partir del cual se pueden resolver disputas o tomar decisiones.

Para saber qué enseñar, (Schank, 2005) propone llevar a cabo entrevistas a expertos de la propia institución y preguntarles qué anda mal en la actualidad. ¿Cuáles son las cosas cruciales que la gente precisa saber hacer en este contexto? ¿Cuáles son los mayores errores que se cometen? ¿Por qué esos errores son importantes? ¿Bajo qué condiciones la gente hace cosas equivocadas aunque se les haya dicho

cómo hacerlas bien? ¿Qué problemas están creando conflictos a la institución?

La temática sobre el razonamiento diferente entre expertos y novatos ha cobrado gran atención en las últimas dos décadas en educación (ver, por ejemplo, Bransford et al., 1999, capítulo 2) y el interés ha permeado a temas como diseño en ingeniería (Ahmed et al., 2003) y a la identificación de fallas en ingeniería civil (Godoy, 2010; Godoy y Covassi, 2010). Nótese que los expertos son aquellos que han almacenado casos y razonan a partir de ellos; esto ha motivado el desarrollo de la sub-disciplina de Razonamiento Basado en Casos (Kolodner, 1993). Extraer información de expertos no es algo obvio (González y Dankel, 1993) y requiere de entender protocolos y procedimientos de probada efectividad.

ARQUITECTURAS DE ENSEÑANZA

(Schank y Cleary, 1995, pp. 68) denominan aprendizaje natural a un modelo en cascada, en el que se adopta una meta, se genera una pregunta y se desarrolla una respuesta. Para que exista una meta es necesario que el participante esté motivado o interesado en algo. Si intenta algo y no da buenos resultados, vimos que eso le genera preguntas al participante. La búsqueda de respuestas puede hacerse por diferentes medios, como preguntarle a alguien, buscar en libros o Internet, o llevar a cabo experimentos; en todos los casos es necesario que el participante genere índices o etiquetas para vincular el caso con otros conocimientos disponibles. Desde el punto de vista del docente, no hay que dar respuestas a un participante que aun no ha formulado una pregunta, sino que hay que dejar que los participantes intenten cosas y, como consecuencia de sus experiencias, formulen sus preguntas.

Hay varias arquitecturas que pueden servir para cada etapa del proceso natural de aprendizaje. (Schank y Cleary, 1995) distinguen entre aprendizaje activo, incidental, reflexivo, basado en casos y por exploración.

El Aprendizaje Activo

Este aprendizaje mediante “hacer” cosas, requiere que el participante se coloque en una situación en la que deba hacer algo. El postulado básico es que la única manera de aprender algo es... haciéndolo. En el Medioevo el aprendizaje de oficios se llevaba a cabo al lado de un maestro en instituciones conocidas como gremios, mirando lo que hacía el maestro y reproduciéndolo.

Muchos autores han trabajado el aprendizaje activo en el contexto de ingeniería (ver por ejemplo Froyd, 2008). Lo novedoso del tratamiento de Schank es su implementación computacional. Los tipos más comunes de acciones que puede realizar el participante en una simulación son:

- Preguntar algo para reunir información que le sirva para alcanzar sus metas. Por ejemplo, puede preguntar cuáles eran las condiciones que existían cuando ocurrió determinado evento.
- Ir a un lugar para observar algo. Por ejemplo ver una construcción o una situación.

- Leer documentos. Por ejemplo, leer qué dice un código de diseño en un aspecto de su interés.
- Hacer cálculos o usar modelos. Por ejemplo, llevar a cabo análisis de circuitos eléctricos (lo cual pasa a ser exploratorio).
- Responder a algo que le haya preguntado alguno de los personajes simulados.
- Pedirle a alguien que haga algo. Por ejemplo, solicitar a un asistente de computación que lleve a cabo determinado cálculo.
- Decirle algo a alguien. Por ejemplo, decirle al cliente cuál es la solución del problema planteado.

Para que una simulación de este tipo sea exitosa, es necesario tomar algunos cuidados especiales, como:

- Para que sea efectiva, la tarea propuesta al participante debe ser creíble.
- Presentar una situación interesante que el participante pueda intentar resolver porque está dentro de sus capacidades.
- Permitir que el participante falle. Esto no es trivial y debe ser diseñado para asegurarse que el participante tenga la posibilidad de caer en trampas y pueda salir de ellas.
- Mostrar ejemplos exitosos que estén relacionados con la situación que se está enfrentando.
- Permitir que se aproveche el conocimiento adquirido para tratar nuevamente.

Aprendizaje incidental

Se puede hacer que los participantes encuentren hechos o datos casi inadvertidamente en el camino hacia conseguir otra cosa que sí les interesa. Se aprende de esta forma al pasar, como parte de algo que se debe hacer, aunque no sea divertido.

Por ejemplo, si precisamos ir de la estación A del metro a la B, tendremos que ver el plano de metro para identificar las líneas que conectan A y B. Se aprende eso al pasar, aunque nadie intente memorizar todo el plano de metro; solamente interesa alcanzar la meta, que es llegar hasta B.

Aprendizaje por reflexión

En casos en que el participante no sabe cómo formularse preguntas, el maestro puede ayudarlo a reflexionar, orientándolo hacia nuevas formas de ver el problema. Esto puede ayudar a salir de un bloqueo. Se puede reflexionar sobre consecuencias de acciones, sobre alternativas, sobre enfoques o sobre perspectivas.

La forma de fomentar el aprendizaje por reflexión es mediante la inclusión de preguntas sobre algo que ha ocurrido en la simulación, siguiendo una secuencia lógica. Las preguntas mismas dependen del contenido que se aprenda, pero pueden referirse a cosas u objetos, a procesos o acciones, o a agentes. Ejemplos de preguntas sobre cosas son: “¿Para qué se usa X? ¿Quién necesita de cosas como X? ¿Dónde se encuentran cosas como X?” Ejemplos de preguntas sobre acciones: “¿Por qué ocurre X? ¿Qué consecuencias trae X

sobre Y? ¿Bajo qué condiciones ocurre X?” Ejemplos de preguntas sobre agentes: “¿Por qué X actuó haciendo Y en lugar de hacer Z?”

Las preguntas para motivar reflexiones pueden ser usadas de maneras diferentes y perseguir diferentes intenciones. Primero, llamar la atención acerca de algo, para evitar que algún aspecto pase desapercibido, como: “¿Hay corrosión en esta viga?” Segundo, quitar limitantes en el caso para fomentar que la persona amplíe su forma de pensar. Por ejemplo: “Si contara con los recursos suficientes, ¿qué ensayos habría llevado a cabo?” Tercero, relacionar el contenido con casos o soluciones que ya conozca. Por ejemplo: “¿A qué situación se parece ésta de las que Ud. ya ha enfrentado hoy?” Cuarto, cambiar el contexto en la búsqueda de soluciones. Por ejemplo: “¿Qué consideraciones de equilibrio podrían hacerse en este caso? ¿De qué manera este diseño podría haber perjudicado el confort de los usuarios?” Quinto, traer cuestiones que son específicas de la disciplina de trabajo. Por ejemplo: “¿En qué forma ayudaría la computación en paralelo? ¿Qué programa de elementos finitos puede servir para modelar este problema?”

La interacción puede hacerse de manera síncrona o asíncrona; en este último caso las preguntas se presentan de una y el participante las responde para ulterior consideración por parte de un tutor real.

(Schank y Cleary, 1995) comentan una simulación que desarrollaron en la que se ayuda al participante a interpretar películas, pero que podría adaptarse a la interpretación de casos para los que interesan estudiar problemas. Se muestra una película, se detiene para que el participante reflexione y luego se continúa. Esto permite asegurarse que el participante tenga en claro el contexto, en el que se desarrolla una situación y, de ser necesario, después de la reflexión puede continuar estableciendo una explicación. Si algún evento genera expectativas, se puede producir aprendizaje por reflexión tratando de predecir qué va a ocurrir a continuación.

Enseñanza basada en casos

La información más útil generalmente se presenta en forma de historias, de manera que hay que darle acceso al participante a historias en el momento que las necesite (no fuera de tiempo o de lugar). Esto está asociado a dos grandes dificultades para el maestro que pretende hacer enseñanza a base de casos, si es que: (1) no conoce casos; (2) no sabe cómo enseñar con casos. Las soluciones en ambos casos no son intuitivas, y requieren de saber hacer. El Comité de Estudios Forenses de American Society of Civil Engineering llevó a cabo encuestas a profesores de ingeniería civil sobre las posibilidades de enseñar temas de ingeniería forense a nivel subgraduado, encontrando que los departamentos no tenían personal con formación en esa área ni conocían de casos que pudieran servir de apoyo.

Con respecto a un caso mismo, surge la pregunta sobre cuándo un caso puede considerarse importante. Algunas respuestas son: cuando contiene hechos importantes, cuando es inusual, o cuando es paradigmático (en el sentido que pertenece a una clase de casos que ocurren repetidamente).

Con respecto a la forma de usar casos, hay colecciones muy buenas de casos sobre temas específicos. Por citar un ejemplo, (Delatte, 2009) ha compilado casos de fallas en ingeniería civil. Pero simplemente por leer casos las personas no aprenden, a menos que estén muy motivadas en primer lugar. En la mayoría de las situaciones de aprendizaje hay que disponer de estrategias especiales para aprender usando casos.

Schank identifica tres aspectos que deben tener los casos para que sean efectivos en el aprendizaje: (a) Los casos deben ser relevantes para alguna actividad que se está llevando a cabo, y deben ofrecerse en el momento adecuado. (b) El caso debe aparecer cuando el participante se ha encontrado con una falla en sus expectativas. (c) Los participantes no pueden usar y recordar casos a menos que aprendan a etiquetarlos.

Etiquetar casos no es algo intuitivo y es necesario enseñarles a los participantes cómo hacerlo, o sea cómo generar índices a partir de los cuales se pueda recuperar la información cuando se la necesite. Hay más: es necesario comprender la significación a fin de extraer generalizaciones a partir de casos. Esto tampoco es intuitivo: hay que saber cómo extraer aspectos comunes que aparecen en los casos estudiados, a pesar de que se presentan en formas diferentes y relacionados a contenidos diferentes. Tampoco es intuitivo cómo generar expectativas; los docentes no están acostumbrados a pensar y catalogar las posibilidades de fallar que tienen los estudiantes cuando enfrentan un caso. Para esa tarea ayuda mucho si se dispone de estudios de preconcepciones, aunque eso no siempre (o casi nunca) se encuentra disponible. El común denominador de estos elementos es que no son intuitivos ni para el docente ni para el estudiante, sino que requieren de aprendizaje adicional para poder concretarlo. Una limitación de las presentaciones de Schank es que discute todos estos aspectos como si fueran elementos intuitivos.

Aprendizaje por exploración

Explorar es examinar un ambiente o una parte del mundo en suficiente detalle. Como parte de examinar cosas o procesos de interés, el participante siente curiosidad y se hace preguntas. En el contexto tradicional puede hacer esas preguntas en clase, o en el horario de oficina del maestro, pero generalmente trata de solucionarlas recurriendo a un experto local. También puede buscar respuestas en libros de textos. Pero para responder las preguntas que se formula, el participante podría usar otras estrategias, como explorar posibles soluciones mediante un modelo, usar programas de computadora que permitan encontrar soluciones o preguntándole a alguien que no sea su maestro en una conversación.

En simulaciones en el contexto de ingeniería es importante disponer de una sala de cómputos en la que el participante pueda emplear modelos ya construidos y así llevar a cabo los cálculos necesarios para explorar las respuestas. También pueden hacerse experimentos virtuales en un laboratorio simulado. Otras formas de exploración pueden hacerse mediante bibliotecas de videos breves, muy organizados para encontrar fácilmente el tópico de interés. (Schank y Cleary, 1995, Cap. 9) son entusiastas de esta forma de exploración y dedican gran espacio a discutirla. Finalmente

se puede explorar un tema mediante discusiones grupales con pares en un foro.

En un mismo módulo pueden coexistir diferentes formas de aprendizaje, aunque probablemente una de ellas domine el escenario.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA ASOCIADAS AL APRENDIZAJE VIRTUAL ACTIVO

La estrategia general propuesta por (Schank y Cleary, 1995) es que los que aprenden deben tener metas y el aprendizaje debe consistir en cumplir con esas metas dentro de un ambiente virtual simulado. Una fortaleza de enseñar en un ambiente virtual es que los casos se presentan mejor mediante una combinación de texto, diagramas, voces, imágenes y videos.

Para crear un escenario orientado a una meta, es necesario establecer una secuencia de tareas, que incluyen:

(a) Identificar un conjunto de destrezas objetivo que queremos que aprendan los participantes. En realidad, solo interesan las destrezas que se usen muchas veces en el contexto en el cual se deberá desempeñar el participante en un futuro. Esto depende de cada institución y contexto, de manera que no es lo mismo en una empresa que en una universidad.

(b) Para esto es importante saber cuáles son las destrezas que tienen los expertos profesionales que trabajan en esa disciplina (alguien tiene que saber lo que intentamos enseñar). Hay que identificar los mejores expertos que están en la institución en el área específica de interés de la simulación que se va a construir. Si no hay expertos en la propia organización, será necesario buscarlos en otros sitios, pero sin su aporte no se puede avanzar. Además, hay que identificar cuáles son los aspectos más demandantes del adiestramiento.

(c) Desarrollar misiones que requieran el uso de esas destrezas que se han identificado.

(d) Seleccionar un foco. El foco de la meta puede ser diseñar, diagnosticar, descubrir o controlar algo, de acuerdo a qué se acople mejor para la misión. Por ejemplo, diseñar algo, como crear una compañía de camiones en el contexto de una simulación; o diseñar un puente para unir dos poblaciones. Hacer un diagnóstico, como identificar los problemas que ocurren en una situación y explicarlos. Descubrir cómo se hace algo, para aprender de eso, como descubrir cómo se sustenta el ala de un avión. Controlar un evento, como hacer las operaciones necesarias para mantener un avión en vuelo en un simulador.

(e) Crear una historia que incluya la misión y el foco. En las historias, el participante se encuentra con personajes simulados que representan distintos intereses o poseen informaciones relevantes para alcanzar la meta. Dentro de la historia, el participante reúne informaciones y toma decisiones. Esto permite navegar dentro del caso en el cual se ha establecido la misión. Para construir historias es necesario haber recolectado muchas historias de la vida real; esto se logra mediante entrevistas a expertos, preguntándoles cosas como ¿Qué es lo más interesante que le ha ocurrido a Ud. en relación a este tópico? ¿Qué es lo difícil de hacer? ¿Qué

problemas difíciles ha enfrentado Ud.? ¿Qué tipo de razonamiento usó?

(f) Planificar las operaciones. Las operaciones necesarias para construir un módulo educativo pueden incluir recolectar datos, crear documentos, hacer cálculos en computadora, leer material o hablar con otros.

(g) Construir ambientes de aprendizaje que soporten las destrezas que se van a aprender, permitiendo que los participantes persigan una meta dentro de un escenario específico donde desempeñen actividades.

Hay por lo menos dos formas principales en las que Schank y colaboradores han implementado estas ideas, una mediante simulaciones y otra mediante actividades centradas en una historia.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN UN AMBIENTE SIMULADO

Para llevar a cabo la discusión sobre casos presentados por Schank, discutimos en esta sección algunos detalles de sus implementaciones. Donde mejor aparecen presentadas las actividades en ambientes simulados es en (Schank, 2002).

Planteo del problema

En una simulación típica, inicialmente se asigna un rol al participante y se plantea un escenario con un problema que el participante debe enfrentar (que constituye su misión). Los cursos de e-learning deben comenzar con algo impactante que atraiga a los participantes o que los divierta. Deben tomar

decisiones desde el principio. Por ejemplo, en una de las simulaciones, el participante se desempeña como un programador joven en una empresa de software (rol), que debe desarrollar un código para solucionar un problema (misión). En otra es un experto de arte (rol) que debe asesorar a un museo acerca de si alguna de sus pinturas es falsa (misión).

Una vez que se le ha planteado la misión, el participante puede responder:

(a) Estoy listo para comenzar. En este caso pasa a la parte de navegación.

(b) Necesito alguna ayuda antes de comenzar. En este caso se le ofrece un menú de ayudas.

(c) No tengo idea de cómo comenzar. En este caso se le ofrecen preguntas más frecuentes, guías sobre el proceso, ejemplos, especificaciones de diseño, etc.

Navegación por el caso

La etapa siguiente es la interacción del participante con el caso. Esto se hace mediante una serie de situaciones generadas por los personajes virtuales que se presentan en cada pantalla y de acciones que puede llevar a cabo el participante en respuesta a ellas. Esta etapa es la que denominamos de “navegación” por el caso. Es importante que haya ramificaciones de manera que los participantes puedan optar por seguir caminos diferentes y que cada uno provea experiencias o informaciones diferentes.

La Figura 1 muestra una pantalla durante la navegación, para ilustrar los elementos que la componen.

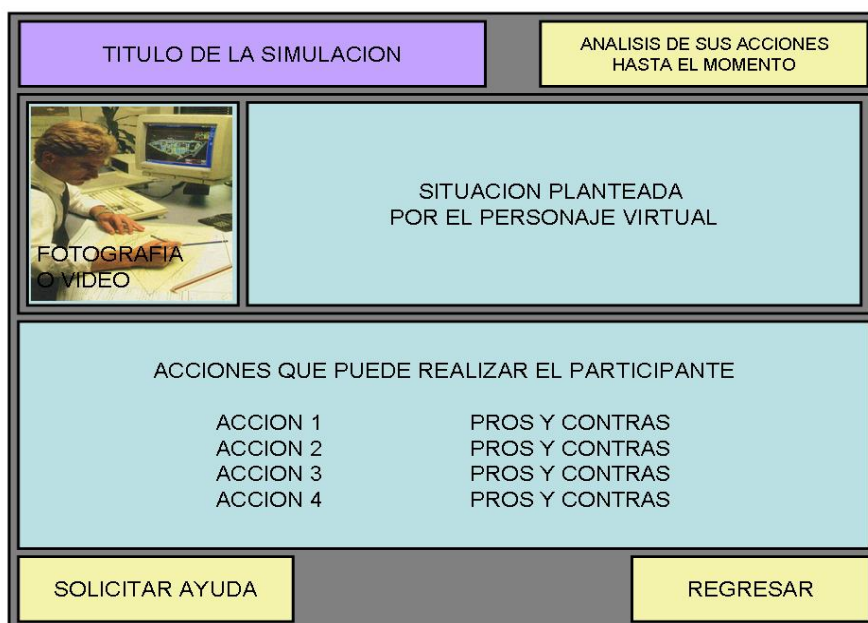


Figura 1

Hay varias acciones posibles implementadas en cada pantalla, algunas de las cuales pueden ser convenientes o apropiadas y otras no. Como ayuda, junto a cada acción hay un botón que lleva a identificar pro y contras de seguir por ese camino (un tutor virtual tipo “entrenador”, como veremos más adelante). Además, hay un botón de ayudas que son generales de la situación. El participante puede elegir ver un análisis de las acciones que ha llevado a cabo. También puede volver atrás para rehacer algo. Para ir hacia adelante debe seleccionar alguna de las acciones que hay previstas en la pantalla. Si la situación es una conversación con un personaje, las acciones serán frases que el participante puede decir a continuación.

La participación de un personaje virtual puede ser con foto más texto, foto más audio, video, video más texto o cualquier forma que se considere conveniente. Los pro y contras de hacer una acción determinada pueden venir como texto, como audio o como video. Pero la acción es siempre texto que enuncia cuál es la acción que se puede seguir. Aquí está la parte de “hacer” del participante.

Ese no es el único formato, pero en esencia se trata de crear un escenario y permitir que el participante haga cosas dentro de un conjunto establecido previamente.

Como describe (Schank, 2002, pp. 46), en cada escenario se le presenta al usuario una visión global de la situación y se le ofrece la oportunidad de hacer una investigación del contexto mediante recursos específicos que están dentro de la simulación. Pero esos recursos solo están disponibles por demanda, quiere decir que si el participante no quiere consultarlos y decide seguir adelante sin conocerlos, puede hacerlo. El participante puede tomar decisiones pero los escenarios se le harán más difíciles si no conoce el contexto previo en el que ocurrió alguna situación actual.

En otro ejemplo (ver Figura 2), la organización de cada pantalla es diferente, pero contiene elementos que permiten “hacer” al participante.

Solución del caso

Después de haber navegado la situación de acuerdo a lo que se le presentaba, de haber reunido elementos suficientes, en general el participante debe tomar decisiones globales sobre el caso. La solución del caso debe responder al planteo del problema que se hizo al inicio. Esto puede consistir en realizar un dictamen, o recomendar qué ha ocurrido en su interpretación, o decidir un curso de acción, o generar un producto que se le pidió en la introducción.

Para presentar la resolución, la forma más común es presentarle una serie de alternativas predeterminadas de solución, para que el participante elija una entre ellas. Esto limita las posibilidades y canaliza las soluciones hacia las que ha pensado el diseñador del módulo, pero resulta simple de implementar.

Otra posibilidad es que el estudiante navegue el caso, pero para completar su misión escriba un documento propio que someta. Ese documento puede ser un informe o un producto. Esto es especialmente conveniente en problemas que no tienen un número pequeño de soluciones posibles, y en los que las cosas no son blancas o negras sino que tienen una gama de grises posibles. Para ayudar a escribir, es conveniente proveer ejemplos breves de documentos similares al que debe producir el participante, o darle el formato que se espera que tenga su documento.

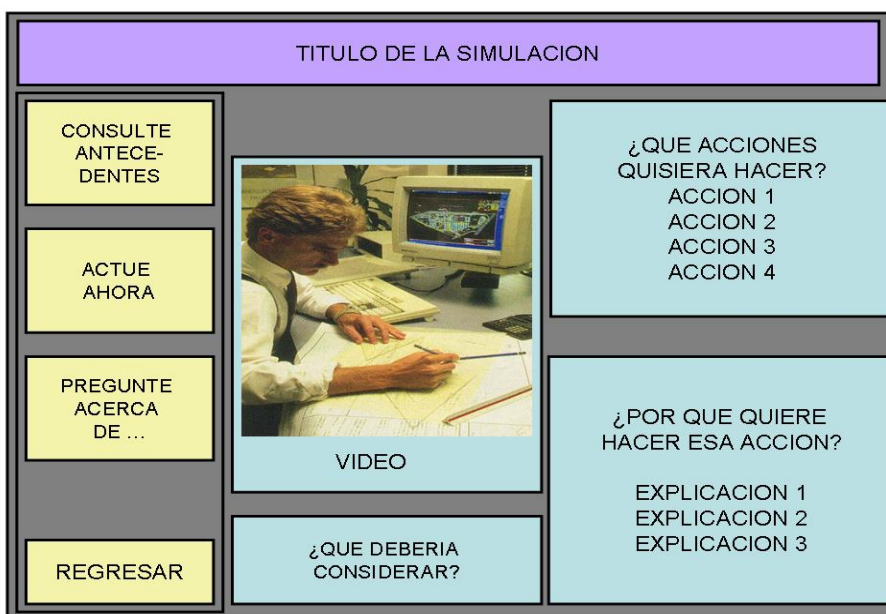


Figura 2

Alternativa de “observe y critique”

Una alternativa es crear un escenario en el que el participante no sea uno de los actores sino que observe una situación creíble y conflictiva, evalúe la situación y aconseje a uno de los personajes virtuales acerca del curso de acción que debería seguirse (Schank, 2002, pp. 145). En algunos casos, esto puede dar algo más de libertad al participante, no poniéndolo directamente en la mira de la simulación. Como consecuencia de los caminos que elige el participante para aconsejar, el sistema le muestra las consecuencias de las acciones. Esto puede hacerse mediante videos.

En las simulaciones que se presentan en los libros de Schank, el participante decide sus acciones en base a un número limitado de posibilidades que le son propuestas. Si en lugar de eso se quisiera que el participante construyera sus acciones (escribiendo lo que quiere hacer o decir o pedir), el algoritmo se complica muchísimo. Una alternativa es que no se le presenten inmediatamente todas las acciones posibles para su selección, sino que tenga la posibilidad de pensar por sí mismo y después solicitar ver las acciones previstas por el sistema. También se puede implementar una estructura de seleccionar una acción y explicar la justificación, eligiéndola de entre una serie de explicaciones posibles.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES CENTRADAS EN HISTORIAS

El costo de desarrollar simulaciones puede ser prohibitivo, porque efectivamente se requieren inversiones grandes de tiempos y recursos. En lugar de eso, (Schank, 2005, pp. 155-158) también ha explorado formas más simples que igualmente constituyen aprendizaje activo en el que el participante debe “hacer” cosas para alcanzar metas.

Planteo del problema

El ejemplo que ilustra esta forma de aprendizaje se refiere a un curso de maestría. El participante recibe su misión en la forma de un correo electrónico, donde se le explicita qué se espera que haga. Se le indica que como consecuencia de las actividades que realice, debe producir un informe para el cual se le especifica un formato.

Navegación por el caso

En este caso no existe una dimensión de navegación (que es la parte más costosa de implementar) y se desarrollan las actividades mayormente fuera del ambiente computacional.

Para ayudar a los participantes a hacer sus tareas, hay guías que están disponibles y lecturas en los sitios indicados. Las guías detallan las actividades que deberían seguir en cada caso para lograr algo (“Lea detenidamente los objetivos de análisis y los requerimientos de evaluación listados en el correo electrónico... Baje de Internet la plantilla en la que debe escribir su informe, léala cuidadosamente... Baje y lea el material del caso para comprenderlo.... Lea los recursos y materiales externos que le harán falta... Someta su informe para que sea revisado por un tutor...”).

Solución del caso

El contenido del informe debe responder a determinadas cuestiones que incluyen análisis de una situación (“identificar...”) y recomendaciones sobre cómo proceder a continuación (“diseñar una solución para...”). Hay aspectos que deben ser evaluados y elaborados en la solución propuesta, que son preguntas (“¿Qué impacto tendrá..., ¿Qué ventajas....? ¿Qué costo...?”).

Este formato de aprendizaje activo es mucho más sencillo de implementar; no usa videos ni grabaciones. Se dan pautas específicas acerca del producto que se espera como consecuencia de la actividad y la evaluación se lleva a cabo de manera asíncrona.

SECUENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE E-LEARNING

En (Schank, 2002, Cap. 7) se encuentran recomendaciones para quien diseña e-learning, enfatizando qué hará el participante en cada etapa. Dice que si la respuesta fuera que se la pasará leyendo página tras página, como si fuera un periódico, entonces seguramente el material está destinado al fracaso.

Para que el proceso de aprendizaje sea efectivo es necesario plantearse algunos interrogantes:

- Hay que identificar qué tópicos se van a enseñar. Para ello se entrevista a expertos, indagando sobre cuáles son las dificultades y los errores que cometen frecuentemente los novatos, qué preconcepciones tienen. Hay que jerarquizar esas dificultades con el fin de incorporar las más importantes en una simulación. La jerarquía dependerá de cuáles tienen impactos mayores, y cuán viable es que los participantes practiquen acciones relacionadas.
- No resulta práctico que todas las destrezas se aprendan “haciendo”, de modo que hay que seleccionar cuáles se aprenderán de manera activa y cuáles no. Para ello se puede identificar el tema que se quiere enseñar y preguntarse si hay destrezas involucradas en ese tema, si se pueden identificar, si se pueden practicar, si alguien las está haciendo bien en la actualidad, si hay errores que se cometen honestamente.
- Crear un tema de diseño para el proyecto. Se hace en pocos párrafos, especificando la audiencia, el núcleo focal, la estructura de la tarea y la duración esperada. Estas son decisiones importantes que tendrán gran influencia en el desarrollo posterior.
- Hay que asignar tiempos. Esto conlleva especificar cuánto va a durar la actividad completa, y cuánto durarán las actividades específicas que se llevarán a cabo dentro de ella.
- Decidir cómo va a estar estructurada la tarea. Para ello conviene desarrollar un ejemplo de contenido y de estructura de la tarea. Aquí se aprecian los riesgos que aparecen en la tarea.
- Recorrer el texto para identificar las intervenciones de tutores que se usarán como elementos de enseñanza, de apoyo y de reflexión.

- Desarrollo de un prototipo, por ejemplo usando Power Point. El prototipo permite apreciar decisiones que Schank lista como: ¿Cuándo aprenderá el participante sobre de qué trata el escenario? ¿Cuándo se le dará su papel? ¿Cuándo tendrá acceso a material de apoyo? ¿Qué materiales hacen falta para implementar la actividad? ¿Cómo se van a estructurar las decisiones: escogiendo entre una serie de acciones posibles, o seleccionando una acción y justificándola? ¿Cómo se logrará generalizar a partir de situaciones particulares? Para ayudar a generalizar puede ser crucial el asesoramiento que se dé al participante (que puede estar enmarcado en un conocimiento general) o puede invitársele a reflexionar sobre implicaciones generales del caso.
- Revisión de la implementación. A esta altura ya se tiene el esqueleto de un diseño detallado. Si se trata de un grupo grande de desarrollo, quizás de aquí hacia adelante haya un grupo especializado en finalizar la tarea.
- Finalmente hay una especificación funcional, en la que se establece las especificaciones generales del sistema. Por ejemplo, se decide sobre modelos de mentoría que se van a usar, o cuándo y dónde se implementarán.

NECESIDAD DE IMPLEMENTAR POSIBILIDADES DE FALLAS

La necesidad de planificar e implementar encrucijadas en las que el participante pueda experimentar fallas con respecto a sus predicciones o expectativas es muy importante desde la perspectiva de Schank. Un buen modulo debe permitir que haya fallas que sorprendan al participante. Este enfoque sostiene que cuando fallamos en las predicciones que hemos realizado basados en nuestros conocimientos, entonces revisamos nuestra base de conocimientos.

El estudiante que mas aprende es aquel que encuentra dificultades, toma caminos equivocados, se corrige y llega a un buen fin. Un indicador de la efectividad de e-learning puede ser identificar cuantas veces falla un participante en su camino tratando de alcanzar una meta.

Como ventajas que identifica para incluir posibilidad de fallas, Shank señala que los expertos virtuales pueden explicar las fallas justo antes que el participante haya hecho una accion inapropiada; ese es el momento exacto para aprender. Adicionalmente, la falla en un ambiente simulado es privada, nadie real esta alli para penalizar al participante o para juzgar su conocimiento . El participante debe tener la opción de reflexionar sobre las opciones que no ha elegido, a pesar de que las tenía disponibles en algún momento. Finalmente, en una simulación las fallas pueden ser controladas, mientras que en la vida real quizás ocurran en contadas ocasiones.

Los errores que cometemos pueden enseñarnos sobre cualquier forma de conocimientos. En sus escritos, Schank enfatiza destrezas “blandas” (principalmente de relaciones humanas), pero estas estrategias igualmente nos pueden ayudar a aprender cuando cometemos errores en destrezas “duras” como las que aparecen en ingeniería.

En el ambiente universitario, la introducción de fallas se hace más difícil porque las universidades enseñan cosas

diferentes a las que se hacen en la vida profesional. Queda el camino de entrevistar a profesores y averiguar ¿Qué quieren enseñar, cómo y por qué?, ¿Qué dificultades tienen los estudiantes con el material?, ¿Qué preguntas se plantean con frecuencia?, ¿Cuánto tiempo quieren que dediquen los estudiantes a cada tema? ¿Qué esperen que sepan hacer los estudiantes cuando terminen el curso? ¿Qué cosas quisieran que sepan los estudiantes, aunque no lo sepan hacer? Los profesores pueden proveer historias interesantes que permitan ilustrar algún aspecto.

INTERVENCIONES DE TUTORES VIRTUALES

Es sabido que si se coloca a alguien a hacer algo pero sin supervisión, posiblemente nunca aprenda a hacerlo bien. Por eso es necesario tener un experto o tutor que supervise al que aprende. Pero los expertos son pocos y no siempre están disponibles en la realidad (o no tienen la paciencia necesaria), de modo que es de gran utilidad recurrir a simulaciones de expertos o tutores. El ejemplo relevante más conocido es el de un simulador de vuelo, en el que es necesario simular no solo la actividad que se realiza (volar) sino que también hay que simular al experto. Es crucial capturar conocimientos y experiencias de los mejores expertos. El participante debería aprender del mejor instructor del mundo en ese campo, lo cual se puede lograr capturando experiencias e integrándolas en una simulación.

Deben proveerse intervenciones de apoyo justo a tiempo, o sea cuando la persona lo necesita porque ha intentado, ha fallado y precisa ayuda. Los tipos de intervenciones que pueden realizar los tutores simulados son de naturaleza diversa, por lo que puede ser conveniente desdoblar los tutores virtuales en varios personajes diferentes:

El narrador de historias

Este personaje aparece para contar una historia que es relevante para el momento de la simulación en el que se encuentra el participante. Aporta casos, no generalizaciones, y usa la arquitectura de casos. La interacción con el narrador de historias puede plantearse de manera compleja, incluyendo la posibilidad que el narrador solo cuente cosas a pedido del participante, como se ilustra en la parte superior de la Figura 3.

El analizador

Es quien provee información en forma de reglas y generalizaciones, no de casos. Provee información en el momento justo en el que se necesita para seguir adelante. La información puede ser típicamente la provista en libros. Parece recomendable que el analizador intervenga más veces pero cada vez sobre algo local (en lugar de intervenir pocas veces sobre cosas generales). La interacción con el analizador también puede ser bastante detallada, como se muestra en la parte inferior de la Figura 3.



TITULO DE LA SIMULACION		ANALISIS DE SUS ACCIONES HASTA EL MOMENTO	
	CUENTAME UN RESUMEN BREVE DE TU HISTORIA CUENTAME LA HISTORIA COMPLETA ¿POR QUE ME CONTASTES ESA HISTORIA AHORA? ¿QUE CONCLUSION PUEDO SACAR DE ESTA HISTORIA? ¿DONDE HAY MAS INFORMACION SOBRE ESTA HISTORIA? MUESTRAME UN VIDEO RELACIONADO		
¿QUE CONCEPTOS ESTAN RELACIONADOS CON LO QUE HA OCURRIDO? ¿QUE SIGNIFICA X? ¿COMO SE MIDE? DAME MAS INFORMACION SOBRE EL CONCEPTO X			ANALIZADOR
		REGRESAR	

Figura 3

El entrenador (“coach”)

Este personaje no aporta casos ni reglas, sino que ayuda a decidir cuáles son los caminos que vale la pena seguir. Por ejemplo, si el participante duda acerca de si ir al sitio donde se encuentra una construcción, el entrenador le recuerda las ventajas que puede tener esa acción para lograr sus metas.

El evaluador

Este personaje no aporta casos, ni reglas, ni caminos, sino que ayuda a entender las consecuencias de las acciones que se adoptan. Provee retroalimentación acerca del progreso del participante. Por ejemplo, si el participante opta por subcontratar a alguien para hacer la tarea que se le ha encomendado, el evaluador le dirá que así va a perder su trabajo porque esa acción es inaceptable en ese contexto.

Para facilitar la identificación de cada personaje puede ser útil contar con un reparto al inicio de la simulación. Adicionalmente, una forma de agilizar las intervenciones de los tutores es que respondan con una voz grabada en lugar de usar texto escrito.

Específicamente, una sala de lectura en una simulación puede organizarse con material de apoyo que pueda explorarse, más un bibliotecario que nos ayude y efectivice el

tiempo diciéndonos qué podemos ver de acuerdo al punto en que nos encontramos en la simulación. Una pequeña digresión: en la película Angeles y Demonios, el Prof. Robert Langdon entra a la biblioteca Vaticana y no precisa que le ayuden sugiriéndole qué buscar (él ya sabe lo que quiere porque es el experto) sino que precisa saber dónde está el material que quiere. Pero Langdon es un experto, mientras que nuestros participantes no son como él sino que deben ser ayudados diciéndonos qué hay disponible y para qué sirve cada cosa.

En una de las simulaciones, Schank ha organizado una biblioteca de videos de manera sumamente compleja. En lugar de haber un bibliotecario hay ocho (llamados agentes) y cada uno de ellos tiene características diferentes, lo cual a veces ocurre en bibliotecas reales. Los ocho agentes son el científico, el historiador, el economista, el psicólogo, el dramaturgo, el lógico, el temático y el descriptivo. A su vez, cada agente aparece dividido en dos: en el caso del científico, uno participa usando principios generales mientras que el otro provee ejemplos específicos, cada uno con nombres distintos alusivos. Pero tanto agente puede resultar confuso para el participante o hacer que se sienta apabullado. Uno no puede retener en la cabeza quién es cada uno de los 16 agentes y para qué sirven. Cada agente conduce a un video corto, que puede durar de medio a tres minutos.

La intervención de tutores múltiples está también ejemplificada en una simulación llamada ‘Sickle cell’ (Schank y Cleary, 1995, Capítulo 9). Cuando el participante decide consultar a un experto, debe seleccionar a cuál quiere dirigir su pregunta. Hay una médica que puede responder sobre asuntos médicos de esta enfermedad; hay un genetista que responde sobre genética y acerca de cómo se hereda la enfermedad; un técnico de laboratorio ayuda a aprender cómo se hacen los estudios para ver las características de este desorden.

Dijimos que en ocasiones puede ser efectivo contar con tutores reales que respondan de manera asíncrona. Para esta alternativa hace falta que un tutor evalúe el documento y provea feed-back al participante. Es posible que este tutor esté en otro país, pero siempre debería ser el mismo tutor real para un participante determinado, a fin de que haya uniformidad en los criterios.

Un aspecto importante es que hace falta entrenar a los tutores reales, dándoles ejemplos de críticas buenas y malas que cubran la mayor parte de los errores frecuentes. Un buen tutor debe aparentar ser ignorante cuando se le pregunta directamente; no debe dar respuestas si es posible que el participante las averigüe por sí mismo (para ello debe sugerirle cursos de acción más que darle soluciones). El rol del tutor puede ser desafiar a los participantes para que avancen más, sacándolos de los lugares en los que se sienten confortables.

EL ROL DE LAS HISTORIAS

Escuchar historias ha fascinado a pueblos enteros desde épocas remotas. En algunos lugares y tiempos, el contador de historias ocupaba un lugar social importante, como el ‘griot’ en Africa, o el ‘juglar’ del Medioevo en Europa. En todas las épocas y geografías, los niños se duermen escuchando historias de sus padres o de sus abuelos. Una buena parte de nuestras vidas se emplea en contar o escuchar historias. Desde esta perspectiva, parece natural intentar aprender a través de historias, o bien que las historias de otros formen parte del aprendizaje. Si se quiere enfatizar un aspecto, lo mejor es presentar una o varias historias que lo ilustren. Escribe (Schank, 2005, pp. 126): ‘‘Una conversación no es otra cosa que un intercambio de historias. Las historias están en el centro de nuestra habilidad de comprender el mundo que nos rodea’’.

El uso de historias en aprendizaje es muy importante, pero lo que se cuenta no necesariamente coincide con lo que ocurrió. Las historias no son objetivas, sino que al contar una historia, uno la reconstruye para presentarla ante otros de determinada manera. Por una parte, elegimos cuáles historias vamos a contar, qué partes vamos a enfatizar y cuáles vamos a omitir. Por otra parte, lo que contamos no es exactamente lo que ocurrió. Schank dice que contamos algo que encaje en una visión que queremos proyectar de nosotros mismos. Como visión más extrema, puede decirse que nos definimos a nosotros mismos a través de las historias que elegimos contar.

En el contexto educativo universitario surgen dudas como: ¿Por qué alguien querría oír una historia que tengamos para

contarle? ¿Qué motivación tendrían? ¿Qué aprenderían de ellas? ¿Por qué querría alguien saber de eso?

La persona que desarrolla una simulación debe involucrarse no solo en contar las historias, sino también en el proceso de seleccionarlas. Hay algunos principios generales que podemos usar, por ejemplo que hay que tratar de usar historias que sean reales, no inventadas ad-hoc. Los que escuchan van a detectar rápidamente si algo es inventado. Hay que extraer historia de los expertos en un campo determinado. Entendidas en forma crítica, los participantes creen las historias cuando no aparentan ser simplemente racionalizaciones de algo que el narrador quiere sostener.

Hay que asegurarse que el que cuente la historia no sea un actor sino alguien auténtico. Es preferible usar gente real hablando con un lenguaje real. En todo caso es preferible enseñarle a alguien a contar historias que enseñarle historias a quien sabe contarlas. Como parte de un curso graduado hemos usado un video de fatiga, en el que el narrador aparece usando ropa de laboratorio, pero una leyenda advierte que es un actor. Eso produce gran desilusión en los estudiantes, que quisieran escuchar cosas dichas por alguien que realmente sabe hacerlas.

No hay que omitir las partes de la historia que no parecen agradables, porque seguramente esas son las que la gente va a recordar más. Por ejemplo, en algunos colapsos muere gente que no pudo desalojar la construcción a tiempo, pero es mejor proveer esa información porque va a tener un impacto emocional en los participantes.

Hay que hacer explícitas las decisiones que se tomaron para llegar a los aspectos importantes a los que se refiere la historia.

Hay que contar las historias que se relacionan con las metas y las experiencias de aquellos que las escuchan. Además, no hay que decirle a la gente cosas que no puedan usar inmediatamente, o que nunca van a precisar en la vida real. Hay que contar las historias ‘‘justo a tiempo’’, o sea en el momento en que se necesitan. Esos momentos son cuando los participantes están confundidos y necesitan apoyo. Las historias contadas fuera de tiempo se olvidan rápidamente.

La historia debe sorprender a quien escucha, porque de esa manera las va a retener. Debido a que algunos elementos de una historia sorprenden a algunos que la escuchan y no a otros, hay que tratar de que las historias lleguen efectivamente a la mayor cantidad de gente posible.

Es importante que la gente tenga experiencias con las que construya sus propias historias, en lugar de solamente escucharlas.

La escala en la que Schank ha trabajado usando historias no se limita al desarrollo de módulos o cursos, sino que se ha extendido a la planificación de toda una carrera universitaria. En (Schank, 2002a) cuenta una buena historia sarcástica sobre una universidad ficticia intentando crear una maestría para matar dragones. Según este enfoque, un buen currículo debería contar una historia en la que el estudiante representa roles, que son los roles que podría desempeñar en la vida profesional cuando se gradúe. Para ello es necesario entender cuáles son las metas en la carrera, qué actividades claves hace una persona que ha logrado esas metas, qué eventos pueden ocurrir en la vida profesional de esas personas. Por cierto que

no todo lo que debe saber una persona estará contenido en esa historia, de modo que también hay que identificar esos conocimientos adicionales que están quedando afuera. A continuación hay que diseñar escenarios y tareas a nivel más detallado.

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS EN EL APRENDIZAJE ACTIVO EN UN AMBIENTE SIMULADO

Hay una cantidad de argumentos que se usan para evitar enseñar de manera activa. (Schank, 2005, Cap. 10) identifica algunos de ellos:

En contra del “hacer” en clase

Los detractores argumentan: “Lo que hay que enseñar son principios generales y eso no se presta a “hacer” cosas. Los temas no parecen orientados a la actividad. Los objetivos de aprendizaje de la currícula pueden aprenderse sin necesidad de hacer. Las clases magistrales son formas eficientes de transmitir gran cantidad de información”. Claramente, éstas son decisiones educativas cruciales que dependen del docente, de la institución, de la disciplina y del tipo de actividades que debe llevar a cabo un profesional de la disciplina. También hay prejuicios como “hacer como forma de aprendizaje es para las clases trabajadores y los oficios, mientras que las cosas intelectuales se aprenden de libros”. Pero en casi todos los casos hay destrezas que el participante debe dominar y para ellas las propuestas de Schank pueden ser muy efectivas.

Falta de recursos para “hacer” en clase

“Lleva demasiado tiempo. Las horas que se asignan a un curso son pocas y hay que aprovecharlas dando conferencia. No hay expertos disponibles localmente para ayudar a cada estudiante”. Encontrar expertos localmente que puedan ayudar al desarrollo de una simulación es difícil y a veces los expertos no están dispuestos a ayudar al desarrollo de algo en lo que no participan. Muchos expertos acceden a conceder entrevistas por amistad con quien se los solicita, pero si no existe un vínculo previo, éste puede ser un escollo duro.

En contra del uso de simulaciones

Se argumenta que “las situaciones en la vida real son muy complejas y se simplifican demasiado para que quepan dentro de una simulación. La realidad solo puede discutirse a partir de leer libros”. En realidad, una simulación nunca está basada en un único caso, sino que se enriquece con experiencias de varios casos, cada uno aportando aspectos de complejidad que los otros no contienen. De modo que una simulación bien hecha debería ser más compleja (en los aspectos de aprendizaje) que una situación real. Además, a veces hay que aprender contenidos para los que no existe una experiencia accesible en la vida real, como el aprendizaje de las consecuencias de una explosión nuclear.

Falta de reconocimiento para lograr permanencia

Las evaluaciones estudiantiles están preparadas para profesores que enseñan mediante clases magistrales, y cualquier variante perjudica al profesor. De modo que el empleo de simulaciones en un ambiente institucional que no fomenta su desarrollo y su uso requiere de negociaciones con el director de departamento para coordinar como incidirán esas actividades en la apreciación institucional del desempeño del profesor. A esto se suma que los instructores generalmente solo saben enseñar dando clases tipo conferencia y no se imaginan cómo hacerlo de otra manera.

Falta de recursos para desarrollar simulaciones

“Lleva demasiado tiempo. Lo más barato es dar clases en las formas tradicionales”. Pero el recurso mayor es desarrollar las simulaciones y ésta es una gran inversión para la que es necesario contar con fondos de apoyo. (Schank, 2005) dice que el desarrollo de una hora de simulación puede costar alrededor de 100,000 dólares, mientras que una hora de una actividad centrada en historias cuesta 5,000 dólares. Distinto es si ya existe una simulación cuyo desarrollo haya sido costado (por ejemplo, por una agencia de apoyo a la ciencia) y podamos usarla como una actividad enlatada. Finalmente, podemos decir que las simulaciones de e-learning son óptimas cuando una gran población tiene que aprender de ellas.

Algunas ventajas de aprender con simulaciones realistas son que se puede lograr experiencias sin colocar a nadie en riesgo real. El manejo del tiempo es otro punto a favor, porque el participante puede detener el tiempo para reflexionar o preguntarle algo a un experto. En la vida real no existen esas posibilidades porque el tiempo transcurre rápidamente y no permite pensar o preguntarse cosas significativas. También se puede regresar a tiempos anteriores y volver a hacer todo o parte de la simulación para comprender qué ocurrió. Finalmente, una buena simulación permite que el participante entre en problemas o se confunda y a partir de allí esté maduro para hacer preguntas cuyas respuestas genuinamente le interesen.

Schank considera que un buen módulo de e-learning debe producir una respuesta emocional del participante y éste es un verdadero desafío para el que desarrolla un módulo o un curso en forma virtual. Para que una actividad sea atrapante debe contener elementos de fascinación, anticipación, confusión, curiosidad, identificación emocional, excitación, etc.

Las emociones son parte importante para recordar algo. Se recuerda mejor aquello por lo que se siente miedo, sorpresa, enojo, placer, alegría, tristeza o culpa. No produce emoción ver a otro tener experiencias, sino que lo que importa es tenerlas uno. Por eso las simulaciones deben ser realistas y deben hacer sentir cosas a los participantes. Esto se puede lograr con una demostración poderosa, o bien provocando una reacción de parte del participante ante lo que ha visto.

Es necesario trabajar sobre la motivación de los participantes en un curso o un módulo educativo. En general, los estudiantes están motivados para aprender algo cuando eso les ayudará a lograr algo que les interesa, o cuando se

encuentran frustrados porque algo no les sale como desearían, o porque pronto tendrán alguna compensación por haber aprendido. Quien diseña un módulo debe preguntarse si el material es intrínsecamente interesante o si habrá que transformarlo de manera que sea más interesante. Debe considerarse que el aprendizaje es el mismo para todas las personas, pero hay personalidades diferentes. Por eso un sistema de e-learning debe ser completo e incluir posibilidades para las diferentes personalidades de participantes. Por ejemplo, algunos prefieren ver el camino completo antes de comenzar, otros prefieren comenzar a hacer inmediatamente, a otros les gusta explorar por sí mismos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de un subsidio de NSF-CCLI identificado como DUE-0736828: "A Computer-Based Simulated Environment to Learn on Structural Failures in Engineering" (Program Director: Sheryl Sorby). Sin embargo, los resultados y opiniones expresadas son solamente del autor y no necesariamente reflejan las perspectivas de la agencia financiadora.

REFERENCIAS

- Ahmed S., Wallace K. M. & Blessing L. T. M. (2003), Understanding the differences between how novices and experienced designers approach design tasks, *J. Research in Engineering Design*, vol. 14(1), pp. 1-11.
- Bransford J. D., Brown A. L. & Cocking R. D. (1999), *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*, National Research Council, Washington, DC.
- Burke, P. (2002), *Historia Social del Conocimiento*, Paidós, Barcelona.
- Delatte, N. (2009), *Beyond Failure: Forensic case studies for civil engineers*, ASCE Press, Reston, VA.
- Froyd, J. E. (2008), Evidence for the Efficacy of Student-active Learning Pedagogies, PKAL (Project Kaleidoscope), in: <http://www.pkal.org/documents/BibliographyofSALPedagogies.cfm>
- Godoy, L. A. (2005), Learning-by-Doing in a Web-Based Simulated Environment, *Proc. ITHET 6th Annual International Conference* (Information Technology in Higher Education and Training), IEEE, July 7 – 9, Juan Dolio, Dominican Republic.
- Godoy, L. A. (2009), Developing a Computer-Based Simulated Environment to Learn on Structural Failures, *Proc. ASEE Annual Conf.*, Austin, Texas, 14–17 Junio.
- Godoy, L. A. (2010), Interviews with experts, in which they explain how they solved structural failure investigations, *Proc. ASEE-SE Annual Conf.*, Blacksburg, VA, 18-20 Abril.

- Godoy, L. A. y Covassi, P. A. (2010), Extracting expert knowledge on Geotechnical failures for use in Civil Engineering education, *Proc. ASEE Annual Conf.*, Louisville, KY, 20-23 Junio.
- González, A. J. & Dankel, D. D. (1993), *The Engineering of Knowledge-Based Systems: Theory and practice*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Kolodner J. (1993), *Case-Based Reasoning*, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA.
- Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago.
- Lakatos, I. (1978), *The Methodology of Scientific Research Programs*, Cambridge University Press.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science: Problems in the logic of scientific explanation*, Harcourt, Brace & World, New York.
- Salmon, W. C. (1998), *Causality and Explanation*, Oxford University Press.
- Schank, R. C. (1982), *Dynamic Memory: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People*, Cambridge University Press.
- Schank R. C. (1986), *Explanation Patterns: Understanding Mechanically and Creatively*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Schank, R. C. (2002), *Designing World Class E-Learning*, McGraw-Hill, New York.
- Schank, R. C. (2002a), Every curriculum tells a story, kurzweilai.net, www.kurzweilai.net/articles/art0395.html?printable=1
- Schank, R. C. (2005), *Lessons in Learning, E-Learning, and Training*, Pfeiffer (Wiley), New York.
- Schank, R. C., Kass, A. & Riesbeck, C. K. (1994), *Inside Case-Based Explanation*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Schank, R. C. & Cleary, C. (1995), *Engines for Education*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Schank, R. C. & Morson, G. S. (1995), *Tell Me A Story: Narrative and Intelligence (Rethinking Theory)*, Northwestern University Press, Chicago, IL.

Páginas consultadas en Internet

(activas en Septiembre de 2009):

- Homepage de R. C. Schank, www.rogerschank.com
- Socratic Arts, www.socraticarts.com
- Engines4ed, Organización sin fines de lucro creada por Schank: www.engines4ed.org
- Schank en Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Roger_Schank
- “Solo se aprende haciendo”, entrevista a Schank en español. Disponible en YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=tw1VVjvMF9k>