Aprender *de*, aprender *sobre*, aprender *con las* computadoras

Jonassen, D. H. (1996) *Learning from, learning about, and learning with computing: a rationale for mindtools*. Computer in the classroom: *mindtools* for critical thinking. (pp.3-22) Englewood Cliffs, New Jersey: Merrill Prentice- Hall.[1]

Introducción

Este libro trata de la utilización de las computadoras para apoyar la educación y el aprendizaje. En él recomiendo apartarse significativamente de los enfoques tradicionales sobre la utilización de computadoras en las escuelas. Yo promuevo la idea de utilizar una selección de programas como herramientas cognitivas (*mindtools*) para comprometer y favorecer el pensamiento complejo en los estudiantes. ¿En qué sentido las *mindtools* representan un alejamiento respecto de las aplicaciones tradicionales? Yo creo que los estudiantes aprenden de las computadoras- lo cual ha sido un supuesto de muchas aplicaciones de computadora- pero, en realidad, asumo que los estudiantes aprenden sobre el pensamiento complejo en formas significativas. Algunos de los resultados se obtienen cuando los estudiantes intentar representar lo que ellos saben. El pensamiento complejo está involucrado en diferentes actividades de aprendizaje, que pueden vincularse estrechamente con las tareas y los requerimientos funcionales de las aplicaciones de computación.

Las *mindtools*, entonces, son aplicaciones de computación que requieren que los estudiantes reflexionen en forma significativa de modo tal de utilizar la aplicación para representar lo que saben. Afirmo que los estudiantes no pueden utilizar las aplicaciones que se describen en este libro sin pensar críticamente (comprometer la mente). Afirmo también que el modo más apropiado de utilización de la computadora como herramienta cognitiva es para acceder a la información e interpretar y organizar el conocimiento personal. Así como los carpinteros no pueden trabajar en forma efectiva sin su equipo de herramientas adecuadas que los ayudan a ensamblar maderas y construir muebles o casas, los estudiantes no pueden trabajar en forma efectiva el pensamiento complejo sin acceder a un equipo de herramientas intelectuales que los ayuden a ensamblar y construir conocimientos. En este libro sostenemos que ellos utilizan *mindtools*.

Una distinción primera entre el aprendizaje de aplicaciones de computación y las *mindtools* fue expresada por Salomon, Perkins y Globerson, quienes diferenciaron los efectos **de** la tecnología computacional de los efectos **con** tecnología computacional. Ellos se refirieron a los efectos de las computadoras en la persona que aprende, como si quien aprende no interviniera en el proceso. El segundo concepto refiere a los efectos en el aprendiz que ingresa en una sociedad intelectual con la computadora. Aprender con *mindtools* depende del compromiso reflexivo del aprendiz con la tarea que asumen estas herramientas que conlleva la posibilidad de actualizar cualitativamente el desempeño de un sistema conjunto entre el aprendiz más la tecnología. En otras palabras, cuando los estudiantes trabajan con tecnología computacional, en vez de ser controlados por ésta, ellos mejoran las capacidades de la computadora, y la computadora mejora la reflexión y el aprendizaje de los estudiantes. El resultado de esta "sociedad" es que el aprendizaje en su totalidad se transforma en algo más que la suma de sus partes. Los carpinteros utilizan sus herramientas para construir cosas, las herramientas no controlan al carpintero. De manera similar, las computadoras deberían ser utilizadas como

---

[1] Traducción al castellano: *Marta Libedinsky*

herramientas para ayudar a los aprendices a construir conocimientos; ellos no deberían controlar al aprendiz.

El propósito de este capítulo es presentar los fundamentos conceptuales respecto del uso de los *mindtools*. Describiremos brevemente algunas aplicaciones tradicionales de las computadoras para el aprendizaje - aprender de las computadoras y aprender sobre las computadoras. Más adelante explicaremos en qué consiste la idea de aprender con las computadoras -esto es, utilizar las computadoras como herramientas cognitivas- y justificar esa aplicación desde fundamentos teóricos, educativos y prácticos.

Aprender de las computadoras: la enseñanza asistida por computadora

Hasta hace muy poco, el uso primario de las computadoras en las escuelas fue ofrecer enseñanza asistida por computadora que incluía *drill and practice,* tutoriales y, en una escala muy limitada, tutorías inteligentes. La enseñanza asistida por computadora (*Computer-Assisted Instruction CAI*) representa el aprendizaje de las computadoras, ya que la computadora está programada para enseñar, para dirigir las actividades de quien aprende hacia la adquisición de conocimientos o habilidades predeterminadas.

Drill and practice

En los 70 y algunos años de los 80, la forma más importante de CAI estaba representada por los programas de *drill and practice*. Estas planillas electrónicas presentaban problemas- mayormente problemas matemáticos- para que los estudiantes los resolvieran. Los aprendices ingresaban su respuesta y recibían *feedback* sobre la precisión de su respuesta, a menudo recibiendo recompensas gráficas (caritas sonrientes, explosiones y otras distracciones) cada vez que ofrecían respuestas correctas. Los *drills* estaban basados en nociones conductistas de refuerzo de las asociaciones estímulo-respuesta. La recompensa (atracción visual) acentuaban la probabilidad de manera tal que los aprendices dieran una respuesta particular cuando se les presentaran estímulos específicos. Los principios conductistas que fundamentan el *drill and practice* no pueden dar cuenta de actividades intelectuales como resolución de problemas, transferencia de esas habilidades a situaciones nuevas, aprendizaje verbal y originalidad.

El mejor fundamento sobre el uso del *drill and practice* fue la automatización. Para aprender habilidades complejas de nivel superior, argumentan, es necesario primero aprender automáticamente subhabilidades de nivel inferior. De este modo, practicar estas subhabilidades en una computadora permite que el estudiante gane automaticidad. Este supuesto sobre el aprendizaje es cuestionado por las teorías contemporáneas del aprendizaje que se describirán más adelante en este capítulo.

Los miles de programas de *drill* que había disponibles a los educadores eran sencillos de producir para los editores y satisfacían la demanda de los docentes de ser innovadores y usar computadoras. La ironía de su existencia y uso fue que replicaba una de las formas con menos sentido del aprendizaje. Mientras que algunos programas de *drill* ayudaron a algunos estudiantes remediales que necesitaban práctica, no fueron los más efectivos para usar las poderosas tecnologías de la computación.

Tutoriales

La naturaleza monolítica de los programas de *drill and practice* dieron lugar a los tutoriales, que empezaron a dar respuesta a las diferencias individuales en el aprendizaje, proveyendo enseñanza remedial cuando las respuestas de los aprendices eran incorrectas. El tutorial arquetípico presentaba información en texto o gráfico y le formulaba una pregunta al estudiante para evaluar su comprensión sobre lo que había visto. El estudiante respondía, mayormente en un formato de *multiple choice* y el *software* tutorial compararía la respuesta del estudiante con la respuesta correcta. Las respuestas correctas eran recompensadas mientas que las respuestas incorrectas terminarían en la presentación de enseñanza remedial. Algunas veces las estrategias de remediación fueron relativamente sofisticadas, y el *software* proveía instrucciones respecto de la naturaleza del error cometido por el estudiante. El programa entonces abría distintas formas alternativas de enseñanza. Siguiendo la remediación, el programa típicamente presentaba el problema nuevamente y el estudiante así tenía otra oportunidad para responder correctamente.

Algunos tutoriales consisten en secuencias de esta presentación de ciclos de respuesta y *feedback*. Muchos tutoriales también proveen estrategias de orientación, como objetivos, organizadores avanzados, presentaciones, sumarios y personalización (por ejemplo: responder al aprendiz por su nombre). Algunos tutoriales modernos adaptados al nivel de partida de aprendizaje, permitían a los estudiantes seleccionar la cantidad y forma de la enseñanza que prefirieran u orientarlos sobre cuánta enseñanza necesitaban. La limitación inherente de los tutoriales es que toda forma de respuesta del estudiante y la enseñanza apropiada debe ser anticipada y programada. Cualquiera que haya enseñado a estudiantes puede darse cuenta que es imposible anticipar cómo interpretará una consigna cada estudiante. Otra debilidad de los tutoriales, de acuerdo con las teorías del aprendizaje que se describirán más adelante en este capítulo, es que no permiten que los estudiantes construyan su propio significado, sino que intentan mapear una sola interpretación del mundo sobre lo que los estudiantes conocen. Los estudiantes no son estimulados ni son capaces de determinar qué es importante ni reflexionar o diagnosticar lo que ellos conocen, ni tampoco construir ningún significado personal sobre lo que están estudiando. Ellos a menudo adquieren de los tutoriales conocimiento "inerte"

Sistemas tutoriales inteligentes

La forma más sofisticada de CAI es el sistema tutorial inteligente (ITS). Fue desarrollado en los 80 y 90 por investigadores en inteligencia artificial (AI) para enseñar resolución de problemas y conocimientos procedimentales en una variedad de dominios. Lo que los ITS agregaron a los tutoriales fue inteligencia que asumieron la forma de modelos de estudiantes, modelos expertos y modelos tutoriales. Los modelos expertos describen los pensamientos o estrategias que un experto utilizaría para resolver un problema El desempeño del estudiante para tratar de resolver el problema se compara entonces con el modelo experto. Cuando hay discrepancias, se piensa que el modelo del estudiante está infectado. Y el modelo tutorial diagnóstica el problema y provee instrucción remedial apropiada. Los ITS presentaban más inteligencia que los tutoriales tradicionales y podían responder en forma sensitiva a los errores de interpretación de los aprendices.

Aunque los ITS eran más poderosos que los tutoriales tradicionales, hay muchos problemas con los modelos de los procedimientos estudiante/experto. Por ejemplo, Derry y LaJoie (1993) afirmaron que el modelo del estudiante no podía especificar todas las formas en que los estudiantes iban a intentar solucionar un problema. Proveer un texto "enlatado" como *feedback*

no permitía la misma sensibilidad que un buen tutor humano. Más importante es el tema que los tutoriales debían involucrarse en diagnósticos inteligentes, debido a que muchos educadores creían que la meta más importante de la educación es que los estudiantes aprendan a reflexionar y a diagnosticar sobre su desempeño. Los estudiantes debían ser estimulados a transformarse en "prácticos reflexivos" (Schon, 1983) Derry y LaJoie también señalaron que es técnicamente difícil implementar buenos ITS ya que cuesta millones de dólares desarrollarlos. Hay relativamente pocos tutoriales inteligentes disponibles, la mayoría se usan en las universidades, y virtualmente ninguno se ha utilizado extensivamente en las escuelas. Finalmente, los métodos para modelar estudiantes mayormente aplicados a los tutores, son útiles para diagnosticar un tipo particular de conocimiento procedimental. Los ITS se parecen a dispositivos educativos poderosos que benefician, yo argumento, a los profesionales que los desarrollan. Como Derry y LaJoie, yo argumento que los recursos educativos limitados están mejor invertidos en aplicaciones no inteligentes de computadora.

Aprender sobre computación: la alfabetización computacional

En los 80, cuando los educadores estaban resolviendo respecto de las implicaciones de las microcomputadoras para la educación, muchos sintieron que era importante que los estudiantes aprendieran *sobre* computadoras. Las definiciones sobre alfabetización computacional fueron desarrolladas para guiar el uso de las computadoras en las escuelas. La mayoría de las definiciones iniciales incluyendo la programación, a menudo utilizando BASIC. Más tarde, los educadores desarrollaron definiciones más significativas de alfabetización computacional como "las habilidades y el conocimiento necesario para todos los ciudadanos para sobrevivir y prosperar en una sociedad que depende de la tecnología para manejar información y resolver problemas complejos (Hunter, 1983). Aunque los expertos en alfabetización computacional como Luehrmann (982) señalaron que más allá de la solvencia verbal respecto de los componentes de una computadora, la alfabetización computacional es la habilidad para hacer algo constructivo con la computadora y que demasiados estudiantes habían aprendido que la forma de transformarse en un alfabeto computacional, era memorizar las partes de una computadora. Aprender a hacer algo significativo con computadoras es el tema de este libro y se describirá en la próxima sección.

Por un número de razones, la alfabetización computacional ya no es un tema central en las escuelas. Primero, muchos más estudiantes son capaces de usar computadoras (la mayoría juega juegos de computadoras y usa una variedad de procesadores de texto y programas de aplicación) sin recibir enseñanza en las escuelas, en parte debido a que las computadoras están más disponibles y son más fáciles de usar. Muchos estudiantes tienen computadoras en sus casas, y la mayoría están expuestos a las computadoras desde edad temprana en jardines de infantes y escuelas primarias.

Segundo, la desenfatización de la alfabetización computacional ha resultado del descubrimiento de que los estudiantes no tienen que comprender una computadora para poder usarla en forma productiva. Las computadoras son herramientas intelectuales y, como la mayor parte de las herramientas, deben ofrecer la funcionalidad deseada de una forma eficiente y comprensible. Sin embargo, los estudiantes generalmente no necesitan estudiar una herramienta -especialmente una tan poderosa como una computadora- para poder entender cómo usarla. El *software* contemporáneo utiliza el poder de una computadora para hacer las herramientas amigables o aún transparentes. ¿Alguna vez tomó usted un curso sobre teléfono o sobre contestador automático? No, aun cuando usted use teléfonos y cajeros automáticos, que están controlados por redes sofisticadas de computadoras que permiten hacer llamadas

telefónicas o retirar dinero de nuestras cuentas. La tendencia respecto de la transparencia del *software* continuará mejorando las interfases, y por lo tanto, la alfabetización sobre computadoras, será aún más innecesaria. Las interfases de *touch sensitive* y WIMP (*w*indowed, *i*con, *m*ouse-driven, *p*ull down menus) de hoy serán reemplazadas en el futuro cercano por interfases activadas por la voz humana, que requerirán muy poca o ninguna alfabetización en habilidades de computación.

La tercera razón, para esta situación es que muchas de las aplicaciones o habilidades que los estudiantes aprenden no apoyan las metas educativas de las escuelas. Las herramientas son realmente útiles sólo si nos ayudan a llevar a cabo una actividad que nosotros necesitamos o deseamos llevar a cabo. En Estados Unidos, millones de estudiantes fueron obligados a adquirir habilidades relacionadas con las computadoras que no tenían ninguna relevancia para ellos y que no apoyaban metas de aprendizaje significativas.

Otro problema común con la alfabetización en computación, es la creencia fuerte que "el vocabulario implica conocimiento" Es un error creer que si los estudiantes memorizan las partes y las funciones de las computadoras y los software, ellos entenderán y serán capaces de usarlas. Las siguientes preguntas fueron extraídas de una prueba tomada en quinto grado a mi hija cuando ella aprendía sobre computadoras en la escuela, y típicamente se pregunta a los estudiantes.

1. *Bug*	A. Programas para computadoras
2. Programador	B. Un error en el programa
3. *Software*	C. Como una máquina de escribir
4. CPU	D. Persona que escribe juegos
5. Impresora	E. El cerebro de la computadora

¿Verdadero o falso?

El depósito es el lugar donde se guarda la información. Un disco floppy es un pedazo del hardware.

Desafortunadamente, es mucho más fácil evaluar vocabulario que reflexión, y es así como la alfabetización computacional sigue siendo en gran medida información verbal.

No afirmo que el conocimiento sobre las computadoras es irrelevante. Un poco de conocimiento sobre cualquier herramienta es necesario para poder usar esa herramienta. Sin embargo, el conocimiento sobre cualquier herramienta es más significativo si se adquiere en el contexto de aprendizaje que efectivamente utiliza esa herramienta. Memorizar las partes de una computadora, u otros datos sobre computadoras es relativamente poco significativo si las herramientas no son utilizadas como herramientas. Comprender los resultados a partir del uso, no memorizando.

En síntesis, el aprendizaje sobre las computadoras debería ser situado en el acto de utilizar la computadora para hacer algo que sea útil, significativo e intelectualmente comprometedor. Si la tarea consiste en algo que es relevante para los estudiantes o importante para sus vidas educacionales, los estudiantes entonces aprenderán y comprenderán más sobre la computadora que memorizando definiciones.

Aprender con las computadoras: *mindtools* como herramientas cognitivas para el aprendizaje

Este libro trata de *mindtools* -herramientas basadas en computadoras- y entornos de aprendizaje que han sido adaptados o desarrollados para funcionar como socios intelectuales con el aprendiz para favorecer el pensamiento crítico y el aprendizaje de nivel superior. Estas herramientas incluyen (aunque no necesariamente están limitadas a esta lista) bases de datos, planillas de cálculo, redes semánticas, sistemas expertos, conferencias por computadora y micromundos de aprendizaje.

Las herramientas son extensiones humanas. A través de nuestra historia hemos desarrollado herramientas mecánicas para facilitar el trabajo físico. La rueda y la palanca proveyeron a los humanos de ventajas mecánicas. La revolución industrial agregó fuentes artificiales de energía para extender esa ventaja. La revolución de la información ha extendido más allá esa ventaja extendiendo la funcionalidad y la velocidad de las herramientas. Como señala Salomon (1983) las herramientas no son sólo implementos, sino que también sirven para propósitos culturales definidos y requieren operadores habilidosos para que las hagan funcionar en forma útil.

Las tecnologías electrónicas, incluyendo la computadora, han provisto de funciones múltiples de información. Ellas pueden tener distintos propósitos. Este libro trata de desarrollar y adoptar las herramientas basadas en la computadora, como *mindtools* para extender el funcionamiento cognitivo durante el aprendizaje, para comprometer a los estudiantes en operaciones cognitivas mientas construyen el conocimiento, de una manera que, de otra forma, no podrían ser capaces de hacerlo (Pea, 1985)

Las *mindtools* son herramientas de computación generalizables que intentan comprometer y facilitar procesos cognitivos. Las herramientas cognitivas son dispositivos mentales y computacionales que apoyan, guían y extienden los procesos de pensamiento de los usuarios. Son herramientas para construcción de conocimientos que pueden ser utilizadas en una variedad de dominios específicos. Yo afirmo, primero, que los estudiantes no pueden usar estas herramientas sin pensar sobre el contenido que están aprendiendo, y segundo que si ellos eligen esas herramientas para que los ayuden a aprender, las herramientas les facilitarán el aprendizaje y el proceso de atribución de significados.

Como discutiré más adelante en el capítulo 2, las aplicaciones funcionan como *mindtools* debido a que comprometen a los aprendices en el pensamiento crítico. Lo hacen modelando- en sus funciones- habilidades de pensamiento crítico.

¿Por qué utilizar *mindtools*?

Razones teóricas que justifican el uso de *mindtools*

Las *Mindtools* apoyan el aprendizaje constructivo, en el cual los aprendices construyen su conocimiento más que recordar el conocimiento del docente. El aprendizaje constructivo, de acuerdo con Simmons (1993) es necesariamente:

. activo: los estudiantes procesan información en forma significativa

. acumulativo: todo nuevo aprendizaje se construye sobre conocimientos previos

. integrador: los aprendices elaboran el nuevo conocimiento y lo interrelacionan con su conocimiento disponible.

. reflexivo: los aprendices conscientemente reflexionan sobre lo que saben y lo que necesitan aprender y lo evalúan.

. dirigido por metas e intencional: los aprendices suscriben metas de aprendizaje.

Esta definición suena razonable, pero, ¿qué significan esos atributos? ¿En qué sentido es la construcción activa y acumulativa diferente del aprendizaje regular y por qué los *mindtools* ayudarían?

Construcción de conocimientos

La teoría del aprendizaje está en medio de una revolución, en la que los investigadores y los teóricos están discutiendo sobre qué significa saber algo y cómo llegamos a saberlo. La nueva teoría que busca reemplazar a la antigua es el constructivismo. El constructivismo se ocupa de estudiar el proceso de construcción del conocimiento por parte de los aprendices. Los aprendices construyen su conocimiento según lo que ya han aprendido, esto depende del tipo de experiencias que tengan, de cómo han organizado esas experiencias en estructuras de conocimiento y de las creencias que utilizan para interpretar objetos y acontecimientos con los que interactúan en el mundo. Las *Mindtools* son herramientas que sirven para ayudar a los estudiantes a organizar y representar lo que ellos saben. Los constructivistas afirman que nosotros construimos nuestra propia realidad a través de la interpretación de las experiencias que tenemos en el mundo. La realidad no existe completamente en el mundo "real". El docente no puede mapear su interpretación en el aprendiz ya que no comparte con él un conjunto común de experiencias y de interpretaciones. La realidad (o al menos lo que nosotros conocemos y comprendemos como realidad) reside en la mente de cada persona que conoce, que interpreta el mundo externo de acuerdo con sus experiencias, creencias y conocimiento. Una interpretación errónea del constructivismo sugiere que si los aprendices terminan construyendo sus representaciones de conocimiento individuales, entonces esto resultará en un caos intelectual. Si todos los aprendices tienen sus propias percepciones y creencias, ¿cómo pueden compartir representaciones comunes? Los constructivistas creen que esto puede ocurrir a través de un proceso de negociación social de significados. Socialmente, colaboramos en determinar el significado de ciertas percepciones. Por ejemplo, socialmente acordamos sobre el significado de la luz roja en la calle, la sociedad negocia leyes para solidificar esas interpretaciones. Las negociaciones sociales permiten construir interpretaciones comunes de eventos y objetos. Los *mindtools* son medios para negociar colaborativamente el significado. Este proceso es requerido en orden de construir los tipos de representaciones del conocimiento que proveen las *mindtools*. Los modelos constructivistas de enseñanza se esfuerzan en crear entornos en los cuales los aprendices construyan activamente su propio conocimiento, más que recapitular la interpretación del mundo de su docente. En entornos constructivistas como *mindtools*, los aprendices están activamente comprometidos en la interpretación del mundo externo y en la reflexión sobre sus interpretaciones. El aprendizaje activo y constructivo combate la ocurrencia del así llamado "conocimiento inerte". Si los aprendices construyen activamente sus propias interpretaciones del mundo, ellos tienen más autoría sobre sus reflexiones. Los fundamentos e implicaciones del debate constructivista serán investigados más adelante. La implicación del debate en este libro es que las mindtools son herramientas para la construcción de conocimientos.

Pensamiento reflexivo

Donald Norman distingue dos formas de pensamiento: experiencial y reflexivo. El pensamiento experiencial evoluciona de nuestras experiencias con el mundo; es reflexivo y ocurre en forma automática. Usted experimenta algo en el mundo y reacciona. El pensamiento reflexivo, por otro lado, requiere deliberación. Usted se encuentra involucrado en una situación, piensa, reflexiona, almacena conocimientos, realiza inferencias, determina implicaciones y razona. El pensamiento reflexivo es un tipo cuidadoso de pensamiento que ayuda a darle sentido a lo que hemos experimentado y a lo que sabemos. Usualmente requiere soporte externo, como libros, computadoras u otras personas. Las computadoras apoyan el pensamiento reflexivo. Norman dice que cuando las computadoras posibilitan a los usuarios componer nuevo conocimiento agregando nuevas representaciones modificando las viejas y comparando las dos. Otras concepciones sobre esta idea se encuentran en la idea de Donald Schon sobre los prácticos reflexivos y la idea general del pensamiento metacognitivo. Más que absorber lo que el docente dice, los estudiantes deben reflexionar sobre lo que saben, evaluar ese conocimiento y decidir lo que es necesario conocer. Cuando los aprendices perciben y declaran una intención de aprender, ellos aprenden esas lecciones mejor. Las mindtools comprometen a los alumnos en esas reflexiones necesarias. Las mindtools constituyen en sí un uso reflexivo de la tecnología. Esto es, usando mindtools necesariamente los estudiantes se comprometen con el pensamiento reflexivo, que conduce a la construcción de conocimientos.

Constructivismo

Papert (1990) distingue entre el instruccionismo y el construccionismo. El instruccionismo, el método dominante de enseñanza en las escuelas, se basa en la idea que los estudiantes son receptáculos vacíos de la información y el conocimiento que el docente o el medio instruccional les imparte. El instruccionismo se apoya en el método esponja de enseñanza, donde la meta de los alumnos es absorber lo que se les da hasta el examen, en ese momento pueden extraer el agua de la esponja. Las alternativas, afirma Papert, son constructi**v**ismo y construccio**n**ismo.

La palabra con la v expresa la teoría que el conocimiento es construido por el estudiante, no provisto por el docente. La palabra con la n, expresa la idea que esto sucede cuando el aprendiz está comprometido en la construcción de algo externo, o al menos que se puede compartir... un castillo de arena, una máquina, un programa de computadora, un libro (Papert, 1990)

El constructivismo y construccionismo (tal vez una distinción innecesaria ya que el constructivismo es un concepto más genérico y claramente apoya la producción de productos externos) ambos afirman que los estudiantes deberían ser constructores y productores de conocimiento personal más que receptores y repetidores de conocimiento inerte. Cuando los aprendices construyen activamente el conocimiento, es más significativo, aplicable y recordable.

Razones educativas que justifican la utilización de *mindtools*

Herramientas de procesamiento cognitivo

En las dos últimas décadas, los sistemas de aprendizaje se han orientado cognitivamente, invirtiendo más responsabilidad intelectual e intencional en los aprendices. Los diseñadores de entornos de aprendizaje y sistemas instruccionales comprometen a los estudiantes en procesamientos mentales más significativos. El siguiente paso lógico de esta revolución es invertir responsabilidad adicional en los aprendices para construir conocimiento. Si esto ocurre, los estudiantes se transformarían en pensadores confiados, más capaces para relacionar nueva información con el conocimiento existente y aplicar ese conocimiento nuevo en situaciones novedosas. Más que diseñar sistemas de aprendizaje que suplanten el pensamiento de los aprendices, las herramientas cognitivas efectivas apoyan el pensamiento significativo ejecutando operaciones de bajo nivel que permiten a los estudiantes generar y testear hipótesis en la resolución de situaciones problemáticas significativas. Los sistemas de aprendizaje y los entornos que emplean herramientas cognitivas que ejecutan estas tareas representan un paso más en la dirección constructivista del *empowerment* del estudiante.

Herramientas no inteligentes

Los sistemas instruccionales, como la instrucción basada en la computadoras a menudo tratan de pensar en lugar de los estudiantes, actuar como tutores y guiar el aprendizaje. Esto es especialmente cierto en el caso de los ITS- Estos sistemas poseen inteligencia que utilizan para tomar decisiones instruccionales sobre qué necesita aprender el estudiante. Derry y LaJoie afirman que el rol apropiado para un sistema de computación no es el de docente/experto, sino el de ser una herramienta que sea una extensión de la mente. Las computadoras deberían ser usadas como herramientas no inteligentes, que dependan de la inteligencia del estudiante. Esto significa que el planeamiento, la toma de decisiones, la autorregulación del aprendizaje son responsabilidad del aprendiz, no de la computadora. Sin embargo, los sistemas de computadoras pueden servir como catalizadores poderosos al facilitar estas habilidades, suponiendo que son usadas en formas que promocionen la reflexión, la discusión y la resolución de problemas.

Herramientas como socias cognitivas

Las tecnologías cognitivas son herramientas que pueden ser provistas por cualquier medio y que ayudan a los estudiantes a trascender las limitaciones de sus mentes, como la limitación de la memoria, el pensamiento o la resolución de problemas. La más penetrante es el lenguaje. Imaginen que uno trata de aprender a hacer algo complejo sin el uso del lenguaje. El lenguaje amplifica el pensamiento del estudiante. Las computadoras también funcionan como tecnologías cognitivas para amplificar y reorganizar el pensamiento de los alumnos. A diferencia de la mayor parte de las herramientas, las herramientas de computadora pueden funcionar como socios intelectuales que comparten la carga cognitiva de llevar a cabo tareas. Cuando los alumnos usan computadoras como socios, se liberan de la carga de las tareas de memorización improductiva de la computadora, permitiendo a los aprendices pensar en forma más productiva. Perkins (1993) afirma que el aprendizaje no se produce en solitario y sin apoyos. Por lo tanto, nuestra meta debería ser asignar a los aprendices la tecnología que procesa mejor. Por ejemplo, más que focalizar exclusivamente en cómo la pantalla de la computadora presenta la información, deberíamos analizar qué es capaz de hacer el estudiante con la computadora. Más que usar las capacidades limitadas de la computadora para presentar

información y juzgar las respuestas de los aprendices (ninguna de las dos cosas hace bien una computadora), o más que pedir a los estudiantes que memoricen información y la recuerden más tarde (tarea que las computadoras hacen más rápidamente y con más precisión que los humanos), deberíamos asignar la responsabilidad cognitiva a la parte del sistema de aprendizaje que lo hace mejor. Los estudiantes deben ser responsables de reconocer y juzgar regularidades en la información y entonces organizarla, mientras que el sistema de computación debería hacer cálculos y almacenar y recuperar información. Cuando los estudiantes usan herramientas cognitivas como socios intelectuales, su desempeño es mejorado, dejando en los estudiante algún "residuo cognitivo" que los estudiantes transferirán a situaciones en las cuales ellos usen nuevamente la herramienta. (Salomon, 1993)

Razones prácticas que justifican la utilización de *mindtools*

Hay también un número de razones prácticas para utilizar mindtools.

Poca profundidad del software

La primera razón práctica es la falta de disponibilidad de software educativo tradicional. Desde los últimos años de la década de 1970, la CAI ha estado disponible para apoyar el aprendizaje. Los informes han demostrado que aproximadamente el 85% del software era de *drill and practice* o tutorial y fue diseñado para apoyar el aprendizaje memorístico. Aún asumiendo que uno quisiera utilizar *drills* o tutoriales, es improbable que encontrara un programa para ejercitar la habilidad específica deficiente. A pesar de la existencia de miles de programas instruccionales que han sido publicados, la cantidad todavía no cubre una fracción del curriculum escolar. Simplemente no hay software que enseñe el grueso de materias y habilidades que se enseña en las escuelas. También es difícil localizar, seleccionar, ver e implementar cada programa, que típicamente cubre sólo un objetivo en el curriculum, esto es imposible para docentes y bibliotecarios. Las *mindtools* requieren sólo unos pocos programas de dominio público, programas o paquetes de *software* que ya están disponibles en las escuelas. Esas aplicaciones de programas pueden ser utilizados a través del curriculum. Esto es, uno puede desarrollar bases de datos en matemática, ciencias naturales, ciencias sociales, literatura, salud.

Costo

La segunda razón práctica para utilizar herramientas cognitivas es el costo.

Cada programa basado en la computadora construido por un productor de *software* separado, típicamente responde a un objetivo o meta instruccional o, en el mejor de los casos, a un grupo de metas instruccionales relacionadas. Por lo tanto, atender a una porción significativa del curriculum de ciencias, requeriría muchos programas instruccionales. La mayoría de esos programas instruccionales, especialmente los de alta calidad, cuesta más de $100 la licencia para una estación y varios cientos de dólares para una licencia de una escuela, por lo tanto el costo de proveer simulaciones basadas en computadoras o *software* que provoquen la reflexión en cada escuela para cubrir el curriculum de ciencias, por ejemplo, costaría mucho. La mayor parte del *software* ya está disponible en las escuelas o está disponible al dominio público.

Eficiencia

Las mindtools pueden ser utilizadas a través del curriculum, esto es, en ciencias, ciencias sociales y humanidades para representar conocimiento y estructuras de contenido, y el costo por aplicación es tan bajo, que gran parte del curriculum puede ser afectado por las *mindtools*.

Las *mindtools* no sólo son costo-efectivas, sino que proveen eficiencia operativa. Cada programa basado en la computadora construido por un producto de *software* posee un conjunto de resultados e involucra diferentes procedimientos para operarlo y para proveer actividades instruccionales. Aprender los procedimientos para utilizar cada programa requiere que el docente aprenda a usar el *software* y el material instruccional relacionado para cada clase. Tener que adaptar cada programa instruccional a las necesidades y habilidades de cada clase no representaría un uso eficiente del tiempo del docente. Las *mindtools* requieren una adquisición de un número limitado de habilidades del usuario que pueden ser aplicados a un rango amplio de contenido. Las *mindtools* simplemente representan un uso más eficiente del tiempo.

Evaluación de software como *mindtools*

Las aplicaciones de software que se describen en este libro, no representan todas las posibles. Las nuevas aplicaciones de computadora están siendo desarrolladas constantemente, y muchas aplicaciones existentes están siendo revisadas con otros propósitos. Primero distinguiremos las *mindtools* de las herramientas productivas y entonces presentaremos un conjunto de criterios para evaluar el uso de cualquier aplicación como un *mindtool*.

Mindtools versus herramientas productivas

Anteriormente en este capítulo, afirmé que aprender de las computadoras y aprender sobre computadoras debería ser reemplazado por aprender con las computadoras. Aprender con las computadoras significa utilizar la computadora para aprender. Las computadoras frecuentemente se utilizan en las escuelas y en los lugares de trabajo como herramientas para ayudar a los estudiantes o a los trabajadores a producir trabajo- son herramientas productivas. Utilizar las computadoras de esta forma involucra a la computadora para ayudar al usuario a distinguir entre *mindtools* y herramientas productivas para explicar por qué las herramientas como los procesadores de texto y los programas para pintar no están incluidos en este libro como *mindtools*. Herramientas como los procesadores de texto (el más común), programas gráficos y para pintar, y diseño asistido por computadora (CAD) sirven para aumentar la productividad de los usuarios. Esto es, son herramientas poderosas de productividad que pueden hacernos escritores y artistas más productivos. Por ejemplo, la mayoría de los académicos y escritores han reprimido sus memorias de la molesta naturaleza del proceso de escritura antes de los procesadores de texto. Muchos de nosotros creemos que los procesadores de texto nos transformaron en escritores más eficientes, efectivos y productivos. Lo que es cuestionable es si, como muchos afirman, nos volvieron mejores escritores. En un

estudio no científico Halio (1990) afirma que el uso de procesadores más poderosos y amigables por parte de estudiantes resultó en composiciones más desprolijas, simplistas, banales, y gramaticalmente incorrectas. La amigabilidad de la interfase provoca que los escritores perciban la computadora más como un juguete que como una herramienta y lleven su escritura a niveles inmaduros de desarrollo. Claramente, la facilidad para editar ideas puede hacernos menos cuidadosos durante la composición inicial, pero ¿nos vuelve escritores más creativos? Los hallazgos de Halio han sido ampliamente criticados. Yo no estoy convencido que los procesadores de texto amplifiquen la habilidad de los usuarios para escribir. Ellos facilitan el proceso, esto es, la escritura es un talento conceptual que puede ser facilitado por herramientas productivas, pero no necesariamente amplifican el proceso. Yo no estoy convencido que las novelas de William Faulker o sus personajes hubieran podido ser mejorados si Faulkner hubiera usado un procesador de texto, más que una máquina de escribir manual. Sin embargo, los procesadores de texto, los programas graficadores y de pintura, y otras herramientas productivas, no se incluyen en este libro porque yo siento que no reestructuran significativamente ni amplifican el pensamiento del estudiante ni las capacidades relacionadas. El procesador de texto no reestructura la tarea. Provee un formalismo alternativo para representar ideas. El formalismo es el lenguaje, que es el formalismo más rico y flexible para representar conocimientos. El procesamiento de textos no cambia fundamentalmente el proceso de representación. Usted se estará preguntando entonces, por qué incluimos herramientas productivas como bases de datos y planillas de cálculo. Ellas también son herramientas productivas. Sin embargo, yo pienso que las bases de datos y las planillas de cálculo como otras aplicaciones que se describen en este libro, pueden funcionar también como herramientas cognitivas para mejorar, extender, amplificar y reestructurar la forma en que los estudiantes piensan sobre el contenido que están estudiando. Estas aplicaciones proveen conceptualizaciones alternativas sobre el contenido. Proveen nuevos formalismos para pensar. Eso las hace *mindtools*.

Algunos pueden argumentar que las nuevas generaciones de herramientas de procesamientos de ideas que integran toma de apuntes, subrayado y composición estructural, y redacción y prueba del texto son herramientas más poderosas y pueden funcionar como mindtools. Por ejemplo: *Writer's Toolkit (Scottish Educational Technology Council) y Writer's Assistant*. Estas son herramientas poderosas para apoyar el proceso de composición, pero sólo asisten a los alumnos en utilizar el formalismo de composición para representar las ideas. Esos programas no reestructuran el proceso de representación del conocimiento, de hecho suplantan gran parte de la reflexión que tradicionalmente ha requerido representar el conocimiento a través de la composición. Como hemos descripto anteriormente, las *mindtools* son socios intelectuales que mejoran la capacidad de reflexión del aprendiz. Aún cuando las herramientas productivas mejoren el proceso de producción, no proveen formas alternativas de pensamiento. Es posible que usted justifique los procesadores de texto, los graficadores y los programas de CAD como *mindtools*. De hecho yo empecé escribiendo capítulos en procesadores de texto y programas graficadores más de una vez, pero no pude justificar su inclusión. En la próxima sección presentaré los atributos críticos de mi concepción de *mindtools*. Yo no creo que los procesadores de texto y los graficadores reúnan esos criterios para ser incluidos. Tal vez usted pueda incluir los procesadores de texto y los graficadores en su concepción de *mindtools*. Un *mindtool*es sólo un constructo y no una cosa real, por lo tanto, es natural que nuestra comprensión del constructo difiera. Si ese fuera el caso, lo invito a construir sus actividades de procesamiento de textos y gráficos para complementar este texto.

Criterios para evaluar *mindtools*

En esta sección final yo presentaré algunos criterios para evaluar si una aplicación puede calificarse como *mindtool*.

Los primeros tres criterios son prácticos:

Basadas en computadoras: sin duda hay muchas aplicaciones que no están basadas en computadoras que pueden funcionar como *mindtools*, pero este libro trata de cómo usar las computadoras como *mindtools* más efectivas.

Disponibilidad de las aplicaciones: Las aplicaciones de software que son utilizadas como *mindtools* están disponibles. Por ejemplo, las buenas *mindtools* pueden funcionar en formas que apoyen otras necesidades de la computación. Por ejemplo: las bases de datos tienen un rango de aplicaciones, aparte de servir como *mindtools*, como llevar registros, armar calendarios, acceso a información y producir el índice de este libro.

Accesibilidad. En forma adicional, las *mindtools* deber ser accesibles. Muchas de las aplicaciones de mindtool están disponibles para dominio público, como *shareware*, o por consorcios educativos como Minnesotta Educational Computing Consortium, que distribuye software sin cargo. Si no, deberían ser accesibles a costos razonables.

Los seis criterios siguientes son pedagógicos y están relacionados con los resultados del aprendizaje apoyado por *mindtools*:

Representación del conocimiento. La aplicación puede ser utilizada para representar conocimiento, lo que alguien sabe o cómo alguien sabe representar contenido o conocimiento personal.

Generalizable: La aplicación puede ser usada para representar conocimiento o contenido en diferentes áreas o asignaturas. La mayoría de las *mindtools* puede ser usada en ciencia pura (química, física, biología) o ciencia aplicada (ingeniería), en cursos de matemática, literatura, ciencias sociales (psicología, sociología, ciencia política), cursos de filosofía, de economía doméstica y salud, y hasta en cursos de educación física y recreación.

Pensamiento crítico: Al utilizar *mindtools* los estudiantes se involucran en pensamiento crítico sobre su materia. El pensamiento es profundo, de nivel superior o más significativo que memorizar o parafrasear algo que alguien (el docente o el libro de texto) dijo sobre el contenido.

Transferencia de lo aprendido: utilizar *mindtools* resulta en la adquisición de habilidades generalizables, transferibles y pueden facilitar la reflexión en varios campos. El criterio es diferente de 5. Significa que el pensamiento crítico desarrollado en el contexto de usar *mindtools* en las clases de ciencias se transferirá en las clases de inglés.

Formalismo simple y poderoso: El formalismo de las *mindtools* es una forma de pensar simple pero poderosa. El pensamiento requerido para construir bases de conocimiento o producir multimedia es profundo. Los sistemas expertos requieren que los estudiantes piensen

en forma causal. Si las conexiones de causa-efecto no son siempre obvias, pero no son tan difíciles de encontrar cuando uno las busca en forma apropiada.

Aprendizaje fácil. El esfuerzo mental requerido para aprender a usar el software no puede exceder los beneficios de reflexión que resultan. El software debe poder ser aprendido en dos horas o menos. La sintaxis y el método de utilización del software no debería ser tan formal ni tan difícil que enmascare la meta mental del sistema. Usted puede querer que los estudiantes piensen en forma causal sobre la información en un dominio de conocimiento, pero si el sistema requiere semanas de esfuerzo agónico para ser aprendido, el esfuerzo de aprender el sistema será más pesado que los beneficios de la reflexión.

Conclusión

Las *mindtools* son herramientas de representación del conocimiento que utilizan aplicaciones de programas de computación tales como bases de datos, planillas de cálculos, redes semánticas, sistemas expertos, conferencias por computadora, multimedia e hipermedia, programación y micromundos, para comprometer a los estudiantes en el desarrollo del pensamiento crítico. El proceso de utilización de esas herramientas como formalismo para representar las ideas aprendidas representa un enfoque alternativo para la integración de las computadoras en las escuelas. Ellas pueden ser utilizadas a través del curriculum escolar para comprometer a los estudiantes en la reflexión profunda sobre el contenido que están estudiando. Las *mindtools* son socias intelectuales que facilitan la construcción del conocimiento y la reflexión.