

Efectos de la retroalimentación sobre la competencia de resolución de problemas

Luis Eduardo Otero Sotomayor^a

Palabras clave:

Resolución de problemas, ambientes de aprendizaje, especificidad de la retroalimentación.

^aCorporación Universitaria Unitec

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 Colombia, la cual permite su uso, distribución y reproducción de forma libre siempre y cuando el o los autores reciban el respectivo crédito.

Recibido: 25.06.2009

Revisado: 10.09.2009

Aceptado: 08.12.2009

Correspondencia al autor:

leotero@unitec.edu.co

Resumen

El siguiente artículo surge del marco teórico del trabajo de investigación que se efectúa en la Corporación Universitaria Unitec, en el área de Ciencias Básicas, sobre el efecto que tiene la retroalimentación sobre la competencia de resolución de problemas, utilizando como escenario dos ambientes de aprendizajes computacionales con diferentes niveles de especificidad en la retroalimentación. Los elementos que enmarcan el trabajo giran sobre: la resolución de problemas en la cual se tiene en cuenta su naturaleza y la persona que lo resuelve; la especificidad de la retroalimentación (que puede ser bajo o alta, de acuerdo con el grado información proveída cuando ocurre un error) y el diseño y la construcción de los ambientes computacionales, en donde se tiene en cuenta la teorías que existen sobre los tutores basados en la inteligencia artificial.

Citación: Otero, L. E. (2009). Efectos de la retroalimentación sobre la competencia de resolución de problemas. *Vestigium. Rev. Acad. Univ.*, [número especial], 65-73.

Effects of feedback on problem-solving competence

Abstract: The following article discusses the theoretical research about the effect of feedback on the problem-solving competence of Corporación Universitaria Unitec, in the area of Basic Sciences, using a stage-two computer learning environment with different levels of feedback specificity. The work's components revolve around the resolution of problems that take into account the nature of the problem and the person who needs to solve it; specificity of feedback (which may be low or high, according to the degree of information provided when an error occurs); and the design and construction of computing environments, where one takes into account the existing artificial intelligence theories taught by instructors.

Keywords: Problem-solving, learning environments, specific feedback.

Efeitos da retroalimentação sobre a competência de resolução de problemas

Resumo: O seguinte artigo surge do marco teórico do trabalho de pesquisa sobre o efeito que tem a retroalimentação sobre a competência de resolução de problemas, que se efetua na Corporación Universitaria Unitec, na área de Ciências Básicas; utilizando como cenário dois ambientes de aprendizagem computacionais com diferentes níveis de especificidade na retroalimentação. Os elementos que compõem o trabalho giram em torno da solução de problemas na qual se considera sua natureza e a pessoa que o resolve; a especificidade da retroalimentação (que pode ser baixa ou alta, de acordo com o grau de informação provida quando ocorre um erro); o design e a construção dos ambientes computacionais, onde se considera as teorias que existem sobre os tutores baseados na inteligência artificial.

Palavras-chave: Solução de problemas, ambientes de aprendizagem, especificidade da retroalimentação.

Desarrollo de la temática

La tecnología ofrece la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje de mucha riqueza interactiva; especialmente, el computador ofrece un gran potencial para crear ambientes virtuales que permiten promover un aprendizaje activo. No obstante, los ambientes virtuales deben ser más que un cúmulo de información, a la manera de libro electrónico. Deben estar orientados a crear ambientes dinámicos donde el estudiante pueda verificar sus hipótesis en forma activa. Por otra parte, la sociedad actual requiere de ciudadanos con capacidad de aprendizaje autónomo, porque las habilidades que se requieren para ejercer una profesión se revalidan persistentemente, con el progreso de la tecnología.

Así, la utilización de ambientes virtuales en educación no se trata solamente de colgar textos en la red que no responden a las acciones de los estudiantes, negándoles la oportunidad de la experiencia, la cual, lleva a construir o modificar los esquemas responsables de la competencia de resolución de problemas.

Galvis (1992) menciona algunos aspectos que se deben evitar cuando se utiliza el computador como herramienta de aprendizaje. Del computador se debe aprovechar la capacidad de interacción y de brindar información de retorno inferencial, es decir, la posibilidad de ajustar la información de retroalimentación a las necesidades del estudiante, de acuerdo con sus conocimientos, sus errores cometidos o la situación problemática que está manejando. Adicionalmente, el ambiente virtual ofrece la facilidad de crear ambientes vivenciales que, de otra manera, serían difíciles de recrear, por los costos, peligros, etc. Por ejemplo, un estudiante de medicina puede operar un paciente con el riesgo de que éste último se muera, el primero puede averiguar las causas de su error y operarlo nuevamente. El ambiente virtual permite participar en la experiencia y modificarla.

De ahí que se le utilice un ambiente virtual como mediación en esta investigación. Esta última tiene que ver con los efectos de la retroalimentación sobre la competencia de resolución de problemas, tomando como escenario dos ambientes de aprendizaje computacionales. Por eso, el marco teórico se centra en los temas de resolución de problemas, retroalimentación y ambientes de aprendizaje computacionales.

La resolución de problemas

En primer lugar, dado que el objetivo es desarrollar la competencia de resolución de problemas, es menester analizar la naturaleza de los problemas, para encontrar las variables que se deben considerar a la hora de brindarle al estudiante las herramientas mentales para solucionarlos. Por lo tanto, comencemos abordando lo que se ha entendido por problema: “Un problema constituye (...) una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta *–resolución del problema–* tendiente a hallar la solución *–resultado esperado–*” (Perales, Alvarez, Fernández, García, Gonzalez, & Rivarossa, 2000, p. 11). En esta definición se puede observar que existen dos elementos importantes: el problema y el sujeto que está expuesto a su influjo. Según Jonassen (2006) son los aspectos a considerar en la creación de ambientes de aprendizaje.

De acuerdo con Parra (2002), Moreno (2001) y Cooper (1990) las competencias para resolver problemas dependen de los esquemas construidos en la resolución de problemas particulares de un determinado tipo, ya que, la representación de un nuevo problema, consiste en aplicar un esquema construido al problema que se está tratando, lo que le facilita al aprendiz la aplicación de etapas conocidas para solucionar el problema (Gick, & Holyoak, 1983).

Sweller (1988) considera que los expertos poseen mayor facilidad para resolver problemas porque al transitar por los diferentes estadios

de un problema evocan soluciones efectuadas previamente. Los principiantes, que no poseen esquemas no pueden reconocer ningún tipo de problema, porque lo que deben recurrir a estrategias generales de solución de problemas, como el procesamiento de información mediante ensayo y error, que se constituye en estrategia débil a utilizar.

Según Jonassen (2006) la competencia de resolución de problemas es un resultado de la naturaleza del problema, su representación y el conjunto de diferencias individuales de quienes lo resuelven.

Dentro de la naturaleza del problema (Jonassen, 2006) se incluye la estructuración, la complejidad y el contexto. En cuanto a la primera, los problemas pueden ser bien o mal estructurados.

Los bien estructurados se distinguen por tener un estado inicial y una meta bien conocida, como los operadores y reglas para pasar de un estado a otro. Los mal estructurados no están limitados a un dominio de conocimiento, no se conocen los elementos que los componen, poseen metas vagas y no hay seguridad sobre reglas a aplicar para obtener su solución.

La complejidad se refiere a la cantidad de elementos, funciones o variables que lo definen, junto con las interrelaciones y la predicción de comportamientos de estos componentes (Jonassen, 2006). La complejidad es una variable que tiene que ver con la memoria de trabajo. De Jong (1998) define la complejidad como la cantidad de información presente; la complejidad determina la facilidad con la cual se puede resolver un problema. Con referencia a la abstracción, Jonassen (2006) afirma que la competencia de resolución de problemas depende de las estrategias cognoscitivas para resolver problemas dentro de un dominio y de su naturaleza, y del contexto particular del problema.

En cuanto al contexto Jonassen (2006) menciona dos formas. El *contexto natural*, en donde el individuo debe distinguir los hechos relevantes de los que no lo son y crear un espacio para generar la solución. El *contexto artificial o simulado*, en donde el diseñador decide los componentes y partes que se deben incluir; la amplitud de las pistas que se den para resolver el problema determina su dificultad. A la hora de representar un problema se debe tomar en consideración la fidelidad con la realidad, si se incluye el tiempo y las presiones sociales, si se resuelve en tiempo real y la cooperación o competencia.

Las diferencias individuales incluyen la *familiaridad del individuo con el problema* (Jonassen, 2006), a lo cual Bransford y Stein (1993) lo han llamado como problemas de rutina y no rutina. La familiaridad facilita la solución de tipos de problemas parecidos, pero según Gick y Holyoak (1984) raramente este conocimiento se transfiere a problemas de otro tipo. Los problemas no rutinarios exigen de quien los soluciona una alta capacidad de transferencia basada en el esfuerzo y la acción consciente. Otros aspectos de las diferencias individuales son el conocimiento, la habilidad en el dominio y el control cognitivo que representa patrones de pensamiento que controlan las maneras como el individuo procesa y razona con la información; adicionalmente, se tienen en cuenta las creencias epistemológicas, sobre todo en los problemas mal estructurados, y el trabajo individual contrapuesto al trabajo en grupo; para este último caso, es menester que el grupo comparta modelos mentales similares, para poder trabajar sobre concepciones, estados y soluciones parecidas.

Según la tipología de problemas propuestos por Jonassen (2006) los problemas varían desde bien estructurados a mal estructurados, lo mismo que de lo concreto a lo abstracto. Cada tipo de problema, requiere de procesos cognoscitivos que varían de acuerdo con la naturaleza del mismo. Según este autor, los problemas pueden

ser: lógicos, algorítmicos, en forma de historia, basados en reglas, de toma de decisiones, de reparación de daños, de diagnóstico, de casos situados y de diseño.

Los problemas presentes en los ambientes virtuales son los que se presentan en forma de historia; éstos se utilizan para contextualizar algoritmos y son usados por los autores de textos y profesores; toman la forma de valores necesarios para resolver el algoritmo, sumergidos en una narrativa breve, los aprendices deben extraer los valores y aplicar las fórmulas o procedimientos adecuados para encontrar las variables desconocidas; por lo anterior requieren procesos cognoscitivos complejos.

La retroalimentación

La retroalimentación es la estrategia pedagógica que se usa para modificar y construir los esquemas de los estudiantes, cuando los que éstos poseen no los llevan a solucionar las situaciones problemáticas que se plantean. Por lo tanto, es necesario revisar los fundamentos teóricos que se han enunciado, para luego aplicarlos en la construcción del ambiente virtual y en la interpretación de los resultados de la investigación. El término retroalimentación se deriva del inglés *feedback*, tiene dos componentes: *feed*, que significa alimentar y *back*, hacia atrás. La palabra equivalente en español es ‘retroacción’ que significa regresión, o “acción que el resultado de un proceso material ejerce sobre el sistema de que procede” (Diccionario enciclopédico, 1996). Las palabras usadas en la ciencia son ‘retroalimentación’ y ‘realimentación’ (Millán, 2001); de ellas, la primera es la más usada. El diccionario Merriam-Webster (2001) en unos de sus acepciones la define como la transmisión de información evaluativa o correctiva acerca de una acción, evento o proceso hacia la fuente controladora u original.

Mory (2004) realizó un estudio en el que pre-

senta la evolución de las investigaciones sobre retroalimentación, presenta tres definiciones que se pueden entender como la función que cumple la retroalimentación en el aprendizaje. Primero, la retroalimentación sirve como motivador o incentivo para aumentar la tasa de respuestas y su exactitud; segundo, provee un mensaje de refuerzo que conecta automáticamente las respuestas al estímulo anterior, el foco son las respuestas correctas; y tercero, la retroalimentación le da al aprendiz información para que valide o cambie la respuesta dada, el foco se centra en las respuestas equivocadas (Kulhavy & Pager, 1993). Desde la perspectiva del procesamiento de información, se han propuesto diversos modelos de retroalimentación, entre los modelos más destacados podemos mencionar: el modelo conexionista de Clariana (1999, 2000) y el modelo de Kulhavy y Stock (1989). La esencia del modelo conexionista yace en la perspectiva de aprendizaje, propuesta por Ausubel (1968) y Bruner (1990), que tiene en cuenta la interacción de la información de la instrucción y la información que tiene el estudiante en la memoria. Clariana usa la regla delta que implica el uso de ecuaciones y valores asignados a las respuestas del aprendiz, de tal manera que los pesos de asociación se incrementan con las respuestas correctas y se disminuyen con las respuestas incorrectas. En otras palabras, cuando se facilita la retroalimentación, las respuestas correctas refuerzan y las incorrectas languidecen.

Por su parte, el modelo de Kulhavy y Stock (1989), desde la perspectiva del procesamiento de información propone a la retroalimentación escrita, de cómo ésta promueve el aprendizaje desde las instrucciones escritas. Presentan un modelo conformado por tres ciclos, que constituyen cada episodio instruccional; en el primer ciclo, se le presenta al aprendiz una tarea que es necesario resolver; en el segundo ciclo, se da retroalimentación de acuerdo con la entrada a la tarea del aprendiz, y en el tercer ciclo, se presenta la tarea original como elemento de prueba a

la cual responde nuevamente el aprendiz. Cada ciclo implica una entrada de la tarea a mano, la comparación de esta entrada con un estándar resulta en una salida. El grado de desacuerdo entre el estímulo percibido y el estándar representa la medida del error. El sistema realiza un esfuerzo para reducir la discrepancia entre estas dos entidades.

Narciss (2001), en una investigación para diseñar retroalimentación informativa, pretende contestar las siguientes preguntas: ¿los valores informativos de un mensaje de retroalimentación fortalecen el desempeño?, ¿los valores informativos de un mensaje de retroalimentación tienen impacto sobre la motivación del aprendiz? y ¿las características emocionales individuales (p.e. auto-eficacia específica de la tarea) interactúan con variables situaciones –valor de información de la retroalimentación–? Los resultados mostraron que el valor de información de la retroalimentación tiene impacto sobre el aprendizaje y la motivación; un mejor desempeño se relaciona con un valor alto de información de la retroalimentación, especialmente, cuando se trata de una tarea difícil. El estudio concluye que vale la pena desarrollar y proveer formas de retroalimentación bien fundadas en situaciones de aprendizajes basadas en computador.

Las formas más usadas de retroalimentación consisten en: a) conocimiento de resultado (KR), b) conocimiento de la respuesta correcta (KCR), c) respuesta hasta que la respuesta sea correcta (AUC), y d) retroalimentación elaborada (EF). Estas formas son apropiadas para el aprendizaje de tareas simples, no para las complejas. Adicionalmente, Lemley (2005) define la retroalimentación de varios intentos (en ésta clasifica a las AUC), en donde se puede responder hasta que la respuesta sea correcta.

Aquí se pide contestar la misma pregunta –*con el conocimiento agregado*– si la respuesta inicial o previa es incorrecta. En la retroalimentación KR,

que es la retroalimentación de nivel más bajo, se le informa al estudiante la corrección de sus respuestas a través de *si/no* o *correcto/equivocado*; en la KCR, adicionalmente, se le da a conocer la solución y en la EF, en donde se brinda la mayor información posible, para que el estudiante mejore sus respuestas o supere los obstáculos de aprendizaje que esté enfrentando.

Especificidad de la retroalimentación

La especificidad de la retroalimentación se define como el nivel de información contenida en los mensajes de retroalimentación (Goodman & Wood, 2004). Cuando se incrementa el nivel de información se incrementa la especificidad de la retroalimentación, haciendo que ésta se centre más en conductas particulares y proporcione mayor información sobre el error (Annett, 1969). La especificidad de la retroalimentación ayuda a la persona a identificar cuáles conductas son correctas o incorrectas para asegurar un buen desempeño (Adams, 1987).

En la medida en que se incrementa la guía decrecen las actividades de procesamiento de información, tales como el diagnóstico de error, la codificación y la recuperación (Christina & Bjork, 1991). Por lo tanto, se requiere procesos de inferencia menos activos para determinar los lazos entre la acción y el resultado, ya que la especificidad de la retroalimentación hace el trabajo por el individuo.

Goodman y Wood (2004) realizaron una investigación en el campo de la administración de personal, para estudiar los efectos de la especificidad en las oportunidades de aprendizaje y en el aprendizaje, para lo cual especificaron tres niveles de especificidad de la retroalimentación y dos condiciones de la tarea: buena y pobre. Estos autores confirmaron que la especificidad de la retroalimentación afecta las oportunidades de aprendizaje durante la práctica.

Entre más alta la especificidad, mayores serán las instancias en la que los participantes responden a condiciones buenas de la tarea y menor a las condiciones pobres. Se verificó que existe una relación positiva entre el porcentaje de instancias de responder a una buena tarea y el aprendizaje de reglas de respuestas correctas para realizar la tarea. Pero no se pudo comprobar ninguna relación entre el porcentaje de instancias de responder a una buena tarea durante la práctica y el aprendizaje de reglas para respuestas correctas en la tarea pobre. De igual manera, en la fase de aprendizaje, se confirmó que la especificidad de la retroalimentación está relacionada positivamente con el aprendizaje de reglas para las condiciones buenas de la tarea y negativamente para el aprendizaje de reglas de respuestas correctas para condiciones pobre. Los que se sometieron a la especificidad alta saben qué hacer cuando las condiciones de la tarea es buena. Los que están en la retroalimentación de especificidad baja aprendieron a actuar de mejor forma cuando se presenta la condición pobre.

Los investigadores concluyen que no es que haya un nivel de especificidad mejor que otro, sino que diferentes aspectos de una tarea se pueden aprender en un grado superior o en un grado inferior dependiendo de la especificidad que se facilite durante la práctica. Por eso, es importante tener en cuenta lo que se va a aprender antes de diseñar la retroalimentación.

Ambiente computacional de aprendizaje

El ambiente virtual es la herramienta seleccionada para crear los escenarios con los cuales los estudiantes se enfrentarán para crear los esquemas que le facilitarán el desarrollo de la competencia de resolución de problemas; dicha competencia se puede entender como los esquemas que se han construido en la resolución de problemas particulares de un determinado tipo.

Pasando a los ambientes virtuales, se puede decir que, de acuerdo con Groner y Kersten (2004), los diferentes software de aprendizaje se clasifican según la flexibilidad del sistema, la cual puede ser alta o baja, e iniciativa o control del estudiante. Los sistemas de flexibilidad alta, por ejemplo, aconsejan sobre las unidades de aprendizaje, ofrecen ayudas no solicitadas en puntos críticos a través de la retroalimentación, dan aviso sobre errores y brindan información útil adicional.

Groner y Kersten (2004) describen diferentes tipos de ambientes de aprendizaje: sistemas de ejercitación y práctica, programas de simulación, micro-mundos, juegos, sistemas expertos, tutores para aprendizaje, multimedia y sistemas tutoriales inteligentes. El uso de cada uno de éstos depende de lo que se vaya a enseñar y cómo se quiera enseñar. Adicionalmente, rara vez se dan en forma pura, ya que la mayoría de los ambientes de aprendizaje utilizan componentes de otros tipos de ambientes.

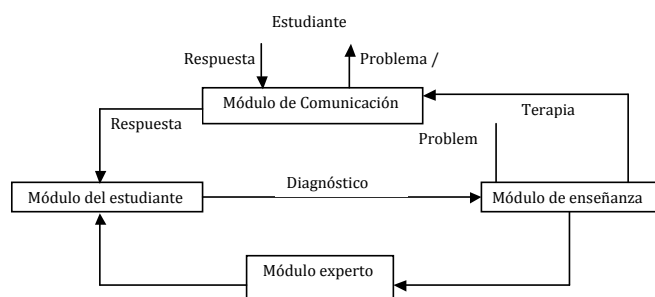
En la investigación se utilizó la arquitectura de los sistemas inteligentes. En su selección se tuvo en cuenta tanto la capacidad del sistema para solucionar problemas como su potencial pedagógico para orientar al estudiante en la resolución de problemas. Estos ambientes brindan un espacio de trabajo controlado, en donde se hace seguimiento de la transformación de esquemas de los estudiantes y la facilidad de adaptarlas explicaciones y problemas al estado de conocimiento del estudiante.

Los tutores inteligentes

Los tutores inteligentes (ITS), que apoyan el aprendizaje individual y son sistemas que tienen como objetivo la simulación de un profesor ideal, constan de cuatro partes: 1) la base de conocimiento o sistema experto; 2) la información sobre el estado de conocimiento del aprendiz o

módulo del estudiante; 3) las estrategias de enseñanza o módulo de enseñanza; y 4) el módulo de comunicación. En la figura 1 se ilustra cómo interactúan estos componentes.

Figura 1. *Secuencia de un ITS ideal*



Fuente: Groner, R. & Kersten, B. (2001), p. 3.

El módulo de enseñanza selecciona una tarea y se la comunica al módulo experto, a través del módulo de comunicación al estudiante. El módulo de enseñanza determina el contenido de la interacción y el módulo de comunicación la forma. El estudiante realiza la tarea y determina la solución o, de acuerdo con la situación, los pasos intermedios.

La solución es transmitida a través del módulo de comunicación al módulo del estudiante, donde es comparada con la solución del módulo experto. El sistema emite un diagnóstico y lo comunica al módulo de enseñanza, lo que le facilita a éste producir una retroalimentación.

La siguiente unidad de enseñanza depende del estado de conocimiento del estudiante. Se pueden generar tareas que concuerden con el conocimiento del estudiante u otros ejemplos que sirvan como ilustración cuando se cometen errores.

Conclusión

Para desarrollar la competencia de resolución de problema se debe tener en cuenta los tipos de problemas al cual se le quiere hallar la solución.

Además, se debe observar si están bien o mal estructurados, su complejidad, el dominio de conocimiento y las características de la persona que lo resuelve. Ya que la resolución de problemas gira en torno al individuo, es necesario tener en cuenta las herramientas de resolución que son representadas por los esquemas. Estos sólo se pueden formar en la medida que el material instruccional sea atendido y procesado por la memoria de trabajo, que tiene una capacidad limitada. Por lo tanto, los ambientes de aprendizaje se deben diseñar de tal manera que no sobrepasen los recursos mentales disponibles con que cuenta el estudiante, para lo cual es menester mantener la carga cognitiva extrínseca sea lo más baja posible.

Teniendo en cuenta estos aspectos y los resultados generados en las investigaciones sobre retroalimentación se pueden diseñar ambientes computacionales de aprendizaje cuyo diseño debe ajustarse a las competencias que se quieren desarrollar en el individuo.

Referencias

- Adams, J. A. (1987). Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. *Psychological Bulletin*, (101), 41-74.
- Annett, J. (1969). *Feedback and human behavior*. Harmondsworth, Inglaterra: Penguin.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bransford, J., & Stein, B. S. (1983). *The IDEAL problem solver: A guide for thinking, learning, and creativity*. New York: W.H. Freeman.
- Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, Estados Unidos: Harvard University Press.
- Christina, R. W., & Bjork, R. A. (1991). Optimizing long-term retention and transfer. En D. Druckman & R. A. Bjork (Eds.), *In the mind's eye: Enhancing human performance* (pp. 23-55). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Clariana, R. B. (1999). Differential memory effects for immediate and delayed feedback: A delta rule explanation of feedback timing effects. Documento presentado a la Association for Educational Communications

- and Technology Annual Convention, Houston, Estados Unidos.
- Clariana, R. B. (2000). A connectionist model of instructional feedback effects. Annual Proceedings of Selected Research and Development Papers presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Denver, Estados Unidos.
- Cooper, G. (1990). Cognitive load theory as an aid for instructional design. *Australian Journal of Educational Technology*, 6(2), 108-113. Extraído desde <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet6/cooper.html>
- De Jon, T., Ainsworth, S., Dobson, M., Van der Hulst, A., Levonen, J., Reimann, P. ... Swaak, J. (1998). Acquiring Knowledge in science and mathematics: The use of multiple representations in technology-based learning environments. En M. W. Van Someren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen, & T. De Jon (Eds.), *Learning with multiple representations* (pp. 9-40). Amsterdam: Pergamon.
- Galvis, A. H. (1992). Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador. *Boletín de Informática Educativa*, 1(2), 117-139.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1-38. doi:10.1016/0010-0285(83)90002-6
- Goodman, J. S., & Wood, R. E. (2004). Feedback specificity, learning opportunities, and learning. *Journal of Applied Psychology*, 89(5), 809-821.
- Groner, R., & Kersten, E. (2001). Eines intelligenten Feedbacks in tutoriellen Lernsystemen. Seminararbeit am Institut für Psychologie der Universität Bern, Sommersemester. Recuperado desde <http://visor.unibe.ch/SS01/evaluation/TypologieLernsysteme.pdf>
- Jonassen, D.H. (2006). *Toward a metatheory of problem solving*. University of Missouri. Recuperado desde <http://web.missouri.edu/jonassend/problems.htm>
- Kulhavy, R. W., & Stock, W. A. (1989). Feedback in written instruction: The place of response certainty. *Educational Psychology Review*, 1(4), 279-308. doi:10.1007/BF01320096
- Lemley, D. C. (2005). Delayed versus immediate feedback in an independent study high school setting. (Tesis Doctoral). Department of Instructional Psychology and Technology, Brigham Young University, Provo, Estados Unidos.
- Millán, J. A. (2001). *Vocabulario de ordenadores e Internet*. Recuperado desde http://jamillan.com/v_index.htm
- Moreno, L. E. (2002). La epistemología genética: una interpretación. En Ministerio de Educación Nacional. *Seminario nacional de formación de docentes: uso de nuevas tecnologías en el aula de matemática* (pp. 203-221). Bogotá: Autor.
- Mory, E. H. (2004). Feedback research revisited. En D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2a ed.), (pp. 745-783). Mahwah, Estados Unidos: Lawrence Erlbaum.
- Narciss S. (2001). Informative feedback as a bridge from instruction to learning in computer-based trainings. Institut für Psychologie IV, TU Dresden, Alemania. Documento presentado a la 9th European Conference for Research on Learning & Instruction.
- Parra, J. (2002). *Artificios de la mente*. Bogotá: Círculo de lectura alternativa.
- Perales, J., Alvarez, P., Fernández, M., García, J., Gonzalez, F., & Rivarossa, A. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis educación.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. doi:10.1016/0364-0213(88)90023-7

Ingeniero Industrial, Universidad Distrital; Magíster en Docencia, Universidad de La Salle. Investigador-docente Corporación Universitaria Unitec.



Para ellos (detalle)
Acrílico sobre lienzo
1 mt 50 cm x 2 mt 40 cm
2009