

Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes

Resumen de trabajo tutelado, curso 2003-2004

Doctorado en Lenguajes, Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software.

Profesora : Angélica de Antonio Jiménez

Alumna : Brunny Troncoso Pantoja

Resumen:

Un agente pedagógico virtual inteligente (APVI) es una personificación para la figura del tutor (que instruye, guía y define estrategias pedagógicas a aplicar) en un entorno virtual de aprendizaje. Las bases en que se apoya su desarrollo están en los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI), los Entornos Virtuales (EV), la pedagogía y la psicología.

Este proyecto busca analizar el estado de la cuestión relativo a los APVI, enfocándose particularmente en lo relativo al diseño de estrategias de tutoría apropiadas. Además se realizará un experimento encaminado a determinar el efecto de la personificación del tutor a la hora de supervisar al estudiante, con el fin de averiguar el efecto que esto tiene en el proceso de aprendizaje y de determinar con qué forma de visualización del tutor el estudiante se siente más cómodo a la hora de realizar las tareas que se le han encomendado dentro del entorno virtual y de efectuar preguntas al tutor.

El logro de estos objetivos obliga a pasar por algunas etapas: la primera es presentar un marco conceptual de los temas involucrados: STI, teoría de agentes, entornos virtuales, teorías de aprendizaje y estrategias de enseñanza, para llegar luego a presentar un estado del arte en torno a los agentes pedagógicos inteligentes y a su aplicación en entornos virtuales. Esto permitirá el diseño y la aplicación del experimento planteado, para llegar luego al análisis y la presentación de sus resultados.

Introducción

Casi desde el inicio de las aplicaciones de computación en educación se han desarrollado estudios empíricos destinados a evaluar la efectividad de su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje; generalmente, y dada la naturaleza del tema a evaluar, estos estudios se enfocaron en aspectos de desempeño y rendimiento académico. Por otro lado, el desarrollo tecnológico y los avances en técnicas y métodos de desarrollo software se han ido traspasando también a las aplicaciones edu-computacionales, así se ha pasado a la aplicación de Inteligencia Artificial (IA) en STI y a la incorporación de éstos a entornos virtuales de entrenamiento (Polson&Richardson(1998), giraffa(1998), Johnson et al (1998), Wolf(1984)).

La incorporación de agentes en ITS ha generado un nuevo interés en evaluar los resultados de sus actuaciones, esta vez enfocando aspectos de desempeño y rendimiento académico, tanto como efectos sociales de aceptación o eficiencia de estos agentes (Krämer et al (2003), Beun et al (2003), Rickenberg(2000), de Vos (2002)). Se ve también un resurgimiento del interés en el impacto emocional que unas u otras aplicaciones pudieran provocar en el estudiante y del efecto que estas reacciones pueden tener en el aprendizaje de la materia (Lester(1997), Johnson & Rickel (2000), Gratch et al (2002)).

Sumado a todo esto están los avances logrados en psicología de la educación, las estrategias pedagógicas y las teorías de la comunicación, que han venido a incorporarse al desarrollo de estas aplicaciones y actúan realimentándose con nuevos resultados y desafíos generados por éstas a su vez.

El desarrollo de aplicaciones de software educativo obliga a conjugar el trabajo de equipos multidisciplinares; especialistas técnicos, educadores, diseñadores, etc. colaborando en el desarrollo de la aplicación. Técnicamente, estas aplicaciones incorporan características de STI, de agentes inteligentes personificados, de entornos virtuales, reconocimiento de lenguaje natural y otros más; intentan, además, aplicar estrategias pedagógicas dinámicas e inteligentes, ser adaptativas y aplicar principios psicológicos ya conocidos para generar emociones y motivar al estudiante.

El fin es mejorar el aprendizaje de un dominio de conocimiento a través del uso de la tecnología. Para esto, se busca generar un entorno de aprendizaje lo más natural posible para el estudiante, que reproduzca (no necesariamente con realismo) las condiciones y características del entorno que se desea enseñar (desde simbiosis en mundos submarinos a operación de plantas nucleares), en que la interacción entre tutor-alumno (o entrenador-alumno) se establezca lo

más similar posible a lo que sería una buena instrucción en un entorno real. Lograr esta “naturalidad” en el entorno y en la interacción con el tutor es una labor compleja, para la que hace falta la aplicación de las técnicas de desarrollo de software ya descritas.

Estrategias Pedagógicas

Una de las estrategias pedagógicas posibles de utilizar a través de un APVI, dadas sus características particulares es la de scaffolding, que surge desde la teoría social de Vigotsky. Su aplicación se ha venido probando con bastante éxito en los últimos años, en que algunos investigadores han intentado aplicar sus principios en STI, aprendizaje basado en Web y agentes virtuales; sin embargo, queda mucho que estudiar en torno al tema, al rol y los mecanismos de interacción estudiante-tutor, a la eliminación de soportes para el estudiante y el logro del conocimiento autorregulado en el alumno. Un agente pedagógico debería equilibrar su autonomía en la selección de contenido instruccional, y de sus intervenciones y decisiones en general, con el aprendizaje autoregulado del que son (o podrían ser) capaces sus alumnos; lo que plantea un nuevo desafío para el modelamiento del alumno, el modelamiento del agente y de sus interacciones (Lange(2002), Dodge(1998), Gindis(1998), Luckin & Boulay(1999), Wood(2001), Winnips(2001)).

Otra estrategia pedagógica que se ha venido estudiando en los últimos años en su interacción con la tecnología, son las múltiples representaciones externas (MER) y la forma en que ellas mejoran el aprendizaje; las investigaciones se han desarrollado esencialmente sobre STI tradicionales, no se han encontrado estudios que relacionen su utilización con EV o con la interacción directa de un agente, que podría intervenir al decidir inteligentemente la presentación del material adaptada al alumno, algo hasta ahora programado directamente en el STI (Ainsworth & Van Labeke(2004), Ainsworth(1999)).

Motivación del alumno

Se dice que los usuarios en interacción con agentes personificados aplican heurísticas sociales y se comportan como lo harían socialmente. Bajo este concepto, podría ser que los usuarios le atribuyan al agente cualidades humanas, una cierta antropomorfización. La atribución de características como intenciones, metas y sentimientos a otro, es parte de la naturaleza humana, se hace entre humanos y también con los agentes (Carroll(2001), Lester et al(1997), Schubert et al(1999))

Por otro lado, los educadores llevan mucho tiempo destacando la importancia de los factores motivacionales en el proceso enseñanza-aprendizaje. Aist et al (2002) señala que la neurociencia y las ciencias cognitivas han hecho grandes avances en el estudio de las emociones en cognición y aprendizaje, para señalar luego que las emociones positivas pueden mejorar el aprendizaje y, viceversa, las emociones negativas (como frustración, irritación) pueden entorpecerlo. Un tutor inteligente emocionalmente activo debería ser capaz, entonces, de darle sentido a la información afectiva recibida y, además debería poseer la capacidad de responder a esta información en términos emocionalmente apropiados.

En torno a estas respuestas emocionales de los estudiantes, últimamente se han publicado algunos estudios que presentan resultados empíricos de mediciones de efectos sociales, de aceptación o de eficiencia de la utilización de agentes personificados en la interfaz de un SIT. Los aspectos evaluados están relacionados especialmente con su personificación (su apariencia física como tipo antropomorfo) y también con sus habilidades comunicacionales verbales y no-verbales.

Krämer et al, (2003), de Vos (2002) y Beun et al (2003) presentan algunos resultados empíricos; en el primer caso, un estudio de los efectos de los comportamientos no verbales del agente personificado, específicamente enfocado a sus gestos, en el segundo ejemplo, un estudio de la relación entre rendimiento y antropomorfismo de los agentes a través de experimentación empírica, y en el tercer caso, una medición de los efectos de un agente conversacional personificado (ECA) en una interfaz sobre el grado de retención de conocimiento en relación con el grado en que un usuario “antropomorfiza” al agente. Los resultados son variados, lo que en parte puede deberse a la variedad de personificaciones posibles para un agente, tanto en aspectos de su apariencia física como en su comportamiento comunicacional (verbal y no-verbal).

Un tema importante de investigación en el estudio de agentes virtuales son los gestos. Aunque la percepción y la evaluación de tales gestos por el usuario humano no ha sido suficientemente estudiada, éstos parecen jugar una parte crucial en la interacción humana, utilizándose en cada una de las funciones comunicativas definidas para la comunicación no-verbal (Krämer et al, 2003).

Las opiniones en torno a los efectos de la incorporación de agentes virtuales en un entorno pedagógico son variadas, dado el escaso número de evaluaciones empíricas desarrolladas, el área está aún en pleno desarrollo, y al antropomorfizar a un agente, la interacción Persona-Ordenador ha tomado una gran parte de las complejidades de la interacción humana como tal, incluyendo sus beneficios e inconvenientes. En particular, un agente tutor se involucra en la conversación con un estudiante para enseñar algunas destrezas, determinando objetivos para el estudiante, motivando, dando instrucciones, definiéndole una tarea específica, respondiendo consultas y efectuándolas,

explicando, ilustrando, dando soporte y ejemplos, realimentando y evaluando al estudiante. Una parte importante de un ITS es determinar la acción a llevar a cabo y darle forma, considerando ahora los aspectos y criterios pedagógicos tanto como estos nuevos aspectos emocionales ante las personificaciones y actitudes del agente y la forma en que afectan al desempeño del estudiante.

Experimento

Este proyecto busca realizar un experimento encaminado a estudiar el efecto de la personificación del tutor y de su comportamiento a la hora de supervisar al estudiante, con el fin de averiguar el efecto que esto tiene en el proceso de aprendizaje y de determinar con que forma de visualización del tutor el estudiante se siente más cómodo a la hora de realizar las tareas que se le han encomendado dentro del entorno virtual y de efectuar preguntas al tutor. Para esto se evaluará una aplicación específica con tres variaciones para el agente: la ausencia visual del tutor dejando sólo mensajes textuales o de audio; la presencia del tutor siempre a una cierta distancia del estudiante, la presencia del tutor más próxima al lugar en el que está trabajando el estudiante; y como última alternativa su visualización como una especie de icono minimizado, siempre disponible si se requiere (unos ojos, por ejemplo).

El experimento está bien fundamentado teóricamente, se define la hipótesis de trabajo, las variables independientes y las variables dependientes; y para estas últimas se define también su forma de medición, incluyendo un cuestionario a aplicar post-utilización del sistema. Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación, con sus variantes ya definidas en el trabajo, se puede efectuar el experimento y la recolección de datos asociada para luego realizar el análisis empírico asociado y obtener los resultados que validen o refuten la hipótesis.

Definición de Hipótesis de trabajo

H: La personificación del agente pedagógico influirá en el desempeño del estudiante.

En el trabajo se pretende investigar el efecto que la presencia o ausencia del agente pedagógico tiene sobre el desempeño del estudiante, así como también la correlación que pudiera existir entre la personificación del agente y este desempeño.

Descripción de variables

Como se requiere una situación de control para poder comparar los resultados obtenidos en las evaluaciones de las variables en cada versión del experimento; esta situación de control será el sistema con tutoría absolutamente reactiva y sin personificación (tutor no existente) al momento de ejecutar el alumno las acciones pedidas.

La definición de las variables a medir debe estar necesariamente asociada a lo que se desea obtener como resultado de la aplicación del experimento. En este sentido, se pretende lograr un grato ambiente de entrenamiento, que motive al estudiante a utilizar el software para el aprendizaje efectivo de los contenidos.

Variables Independientes

El sistema se implementará en tres variantes:

- a) Sistema sin personificación de tutor: tutor "oculto" que utiliza como medio de comunicación mensajes escritos o hablados.
- b) sistema con tutor presente próximo al estudiante: personificado como un ser humano, se mantendrá cercano al estudiante, dispuesto a atender sus consultas o intervenir con alguna sugerencia de acción.
- c) sistema con tutor minimizado siempre disponible: un icono representará la presencia del tutor en la aplicación, siempre disponible para cuando se le requiera.

Variables Dependientes:

- **aprendizaje:** para evaluar el entrenamiento exitoso, medido por el número de fallos en la ejecución autónoma de las actividades por parte del estudiante.
- **Rapidez:** una medida de la seguridad o inseguridad del estudiante en torno a los pasos a seguir está en el tiempo que se demora entre acción y acción y en total para la actividad completa que desarrolla.
- **Autonomía:** evalúa el nivel de retención y comprensión de los pasos a seguir, mide el total de consultas efectuadas al tutor durante la ejecución autónoma de las actividades.
- **Aceptación del agente:** la aprobación (por parte del usuario) del rol del agente en el sistema. Se medirá a través de la utilización de un cuestionario de opinión.
- **Amigabilidad Percibida:** amigabilidad es la disposición natural que se tiene para entablar amistad; en este contexto, se quiere evaluar la percepción que el usuario tiene de esa disposición por parte del agente. Se medirá a través de algunos parámetros con la utilización de un cuestionario de opinión.

- **Eficiencia Percibida:** se pretende evaluar la percepción del usuario respecto a la forma en que el agente cumple o no con su labor. Se medirá a través de algunos parámetros con la utilización de un cuestionario de opinión.

Método

Los datos se recolectarán directamente de la utilización del sistema y por la aplicación de un cuestionario posterior, sobre una muestra total de X participantes, X1 mujeres, X2 hombres.

Los participantes serán invitados a utilizar una de las variantes del sistema en forma individual, solicitándoles que posteriormente respondan a un cuestionario relativo al sistema utilizado, sus emociones al utilizarlo y la percepción del agente o sistema, según sea el caso.

Especificaciones Técnicas

- El problema a elegir debe contener un escenario y una tarea a desarrollar, intentando que sea un escenario en que el estudiante pueda cometer errores, para provocar la participación del tutor.
- El sistema sin personificación de tutor utilizará como medio de comunicación mensajes escritos o hablados.
- El sistema con tutor presente próximo al estudiante: personificado (puede ser utilizando un avatar ya existente), obliga a estudiar los algoritmos de posicionamiento; no es necesario seguir al estudiante en todo su recorrido sino permitir que éste avance y trazar nuevos recorridos para el tutor desde una posición cercana a la actual del estudiante a la posición del tutor, efectuando esto periódicamente cada un corto intervalo de tiempo y manteniéndose de esta forma dentro del ámbito de visión del estudiante, pero a una distancia discreta. En todo momento la atención del tutor deberá estar centrada en las actividades que desarrolla el estudiante.
- El sistema con tutor minimizado siempre disponible tendrá un icono que representará la presencia del tutor en la aplicación, siempre disponible para cuando se le requiera. Este icono deberá “flotar” acompañando al estudiante durante en su recorrido posicionándose en un sector del escenario cuando éste se detenga, hasta que se solicite su ayuda. Si se solicita su ayuda, se despliega la imagen del tutor y éste comienza la interacción programada inicialmente con el estudiante; si el estudiante no solicita ayuda y continua su recorrido, el proceso se repite.
- Para el desarrollo del escenario se utilizará 3D Studio Max, luego la aplicación se exportará a C++ (Open GL) en donde están las animaciones y el comportamiento del tutor. Existen ya comportamientos programados para el tutor, una vez desarrollado el entorno, éste se debería exportar e integrar al motor ya existente, incorporándole al tutor los comportamientos programados.
- Es necesario perfeccionar el comportamiento de seguimiento y otros como volar. El posicionamiento del tutor en torno al alumno depende directamente de la tarea que se está desarrollando, debe ser un lugar que posibilite la observación de la actividad del alumno sin estorbar la visualización “externa” (desde fuera de la aplicación) ni interna (desde el punto de vista del avatar).
- En Java está un agente tutor que es quien decide el comportamiento del tutor, la percepción visual está fuera de sí mismo en una representación adicional del mundo desarrollada en Java 3D, a través de éste se le informa al tutor que tan lejos o cercanos están los objetos, lo que ve y no ve.
- El agente deberá poseer un comportamiento de hablar, debe tener representación del rostro y darle movimiento facial. Se requiere el comportamiento de señalar.

Referencias bibliográficas

1. Bolt, R.A. (1980) *Put-that-there: Voice and Gesture in the graphics interface*. Computer Graphics, 14(3), pp. 262-270.
2. Ainsworth, S. E., Wood, D. J., & O'Malley, C. *There's more than one way to solve a problem: Evaluating a learning environment to support the development of children's multiplication skills*. Learning and Instruction, 8(2), 141-157, 1998.
3. Ainsworth, Shaaron and Van Labeke, Nicolas *Using a Multi-Representational Design Framework to Develop and Evaluate a Dynamic Simulation Environment* en <http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/Shaaaron.Ainsworth/div.pdf> accesado en enero de 2004.
4. Ainsworth, Shaaron *THE FUNCTIONS OF MULTIPLE REPRESENTATIONS* Computers and Education, 1999.

5. Aist, Gregory; Kort, Barry; Reilly, Rob; Mostow, Jack; Picard, Rosalind **"Experimentally Augmenting an Intelligent Tutoring System with Human-Supplied Capabilities: Adding Human-Provided Emotional Scaffolding to an Automated Reading Tutor that Listens"**, Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI'02).
6. André, E., Rist, T., Müller, J.: *WebPersona: A Life-Like Presentation Agent for the World-Wide Web*. Knowledge-based Systems **11**(1) (1998) 25-36
7. Beun, R.J.; Vos, E. de; Witteman, C. **Embodied conversational agents: effects on memory performance and anthropomorphization** IVA 2003 Conference.
8. Beun, Robbert-Jan; Vos, Eveliene de; Witteman, Cilia **Embodied Conversational Agents: Effects on Memory Performance and Anthropomorphisation**, Intelligent Virtual Agents, 4th. International workshop, IVA 2003-Proceedings.
9. Bolt, Richard **Put -that -there** SIGGRAPH' 80 Conference Proceedings, ACM Press, 1980, 262-270.
10. Brennan, S. E. & E. A. Hulstijn, **"Interaction and Feedback in a Spoken Language System: A Theoretical Framework,"** *Knowledge Based Systems*, vol. 8, pp. 143-151, 1995.
11. Brown, J. S., Burton, R. R., & Bell, A. G. (1975). **Sophie: A Step Towards a Reactive Learning Environment**. International Journal of Man-Machine Studies, 7, 675-696.
12. Brown, J. S., R.R. Burton y J. de Kleer **Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in SOPHIE I, II AND III**. En: D. Sleeman & J.S. Brown (eds.) Intelligent Tutoring Systems, New York: Academic Press, pp. 227-282, 1982.
13. Burton, R. y J. Brown (1982) **An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities**. En: D. Sleeman & J. S. Brown (eds.) Intelligent Tutoring Systems, New York: Academic Press, pp. 79-98.
14. Carroll, John. **The evolution of Human-Computer Interaction**, article 2001, Addison Wesley Ed. <http://www.awprofessional.com/articles/article.asp?p=24103> accesado en mayo de 2004.
15. Cassell, J. et al, **"Requirements for an Architecture for Embodied Conversational Characters"**, Computer Animation and Simulation'99 (Eurographics Series).
16. Cassell, J. **More Than Just Another Pretty Face: Embodied Conversational Interface Agents** Knowledge-Based Systems 14: 55-64, 2001.
17. De Antonio, Angélica; **apuntes de la asignatura "Nuevas Tendencias en Aprendizaje basado en computadora"**, doctorado en Lenguajes Informáticos, Facultad de Ingeniería, U. Politécnica de Madrid, curso 2002-2003.
18. de Vos, Eveliene **Look at that Doggy in my Windows, on effects of anthropomorphism in human-agent interaction**. Doctoral Thesis, Utrecht University, 2002.
19. Del Pino, L. M. **"Realidad Virtual"**, Ed. Paraninfo, 1995
20. Dodge, Bernie **Schools, Skills and Scaffolding on the Web**, Ed. Tech. Department, San Diego State University en <http://edweb.sdsu.edu/people/bdodge/scaffolding.html> (1998) accesado en enero de 2004.
21. Dowling, Carolyn **"The socially Interactive Pedagogical Agent within Online Learning Communities"**, Proceedings of the international Conference on Computers in Education (ICCE'02), 2002.
22. Eastgate, Richard **The Structured Development of Virtual Environments: Enhancing Functionality and Interactivity** PhD thesis, University of Nottingham, September 2001
23. Ellis (1996) Ellis, Stephen **"Presence of Mind ... a reaction to Thomas Sheridan's 'Musings on Telepresence' "**, Presence, vol.5, nro. 2, 1996, 247-259.
24. Ertmer, P. A., Cennamo, K. S. **Teaching Instructional Design: An Apprenticeship Model**. Performance Improvement Quarterly, 8(4), 43-58, 1995.
25. Evers, M.; Nijholt, Antono **Jacob – An Animated Instruction Agent in Virtual Reality** T. Tan, Y. Shi, and W. Gao (Eds.): ICMI 2000, LNCS 1948, pp. 526-533, 2000. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000.
26. Fernández et al(a) Fernández Chamizo, Carmen; Gómez Sanz, Jorge; Pavón Mestras, Juan **Desarrollo de Agentes software - Introducción a la tecnología de agentes**, Dep. de Sistemas Informáticos y Programación <http://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/doctorado/sma.pdf> accesado en abril de 2004.

27. Fernández et al(b) Fernández Chamizo, Carmen; Gómez Sanz, Jorge ; Pavón Mestras, Juan *Desarrollo de Agentes software – Metodologías de desarrollo de sistemas multi-agente*, Dep. de Sistemas Informáticos y Programación <http://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/doctorado/sma.pdf> accesado en abril de 2004.
28. Firby, R. James *Architecture, Representation and Integration: An Example from Robot Navigation*, *Proceedings of the 1994 AAAI Fall Symposium Series Workshop on the Control of the Physical World by Intelligent Agents*, New Orleans LA, November 1994
29. Franklin & Graesser(1996) Franklin, Stan; Graesser, Art *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents* *Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages*, Springer-Verlag, 1996. En <http://www.mscl.memphis.edu/%7Efranklin/AgentProg.html> 04/2004
30. Gabbard, Joseph L. *"Taxonomy of Usability Characteristics in Virtual Environments"*. Final Report to the Office of Naval Research. 1997.
31. Gindis, Boris Ph.D. *Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education* Published in: *School Psychology International*. (1998). Vol. 19, #2, pp. 189-191 en <http://www.bgcenter.com/Scaffold.htm> accesado en enero de 2004.
32. Giraffa, LMM & Viccari, RM *"The use of Agents Techniques on Intelligent Tutoring Systems"*, Computer Science, 1998. SCCC'98 International Conference of the Chilean Society of, 9-14 nov. 1998, p.76-83.
33. Glenberg, A.M. *What memory is for*. Behavioral and Brain Sciences, 20(1), 1-55, 1997.
34. González, Carina Soledad (2004). *Sistemas Inteligentes en la Educación: Una revisión de las líneas de investigación actuales*. *Revista ELección de Investigación y EValuación Educativa*, v. 10, n. 1. http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm. Consultado en mayo de 2004.
35. Gratch, J.; Rickel, J. et al *"Creating Interactive Virtual Humans: some assembly required"* IEEE Intelligent systems july/august 2002, pp.2-11.
36. Guardia Robles, Bruno *Asesores inteligentes para apoyar el proceso de enseñanza de lenguajes de programación* tesis de maestro en cs. de la computación, Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Ciudad de México, 1997.
37. H. Prendinger, S. Mayer, J. Mori, M. Ishizuka *Persona Effect Revisited. Using Bio-signals to Measure and Reflect the Impact of Character-based Interfaces"* IVA 2003 Conference.
38. Heylen, Dirk; Nijholt, Anton; Rieks op den Akker; Vissers, Maarten *Socially Intelligent Tutor Agents 4th*. International workshop, IVA 2003-Proceedings.
39. Holland, J. D.; Hutchins, E. L.; and Weitzman, L. M. 1987 *"Steamer: An interactive, inspectable, simulation-based training system"* in Kearsley, G., ed., *Artificial intelligence and instruction: Applications and Methods*. Addison-Wesley, pp. 113-134.
40. Johnson, W.L., Shaw, E., and Ganeshan, R., *Pedagogical Agents on the Web*. ITS'98 - Conference on Intelligent Tutoring Systems *Workshop on Pedagogical Agents and Workshop on Intelligent Tutoring Systems on the Web*, August, 1998.
41. Johnson, WL; Rickel, J.; Stiles,R.; Munro, A. *Integrating Pedagogical Agents into Virtual Environments*, *Teleoperators and Virtual Environments* 7(6): 523-546, December 1998.
42. Johnson, WL; Rickel, JW *Animated Pedagogical Agents: Face to Face Interaction in Interactive Learning Environments*, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2000.
43. Johnson, WL; Rickel, JW; Lester, JC *Animated Pedagogical Agents: Face to Face interaction in interactive learning Environments* *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2000.
44. Kam-Wah Wu, Albert *Paradigms for ITS*, Beijing - IEEE TENCON'93
45. Kolb, D *Experiential Learning: Experience as the source of learning and development*, Prentice Hall, New Jersey, 1984.
46. Krämer, Nicole C; Tietz, Bernd; Bente, Gary *Effects of Embodied Interface Agents and their gestural activity*, *Intelligent Virtual Agents, 4th*. International workshop, IVA 2003-Proceedings.
47. Krauss, M., Scheuchenpflug, R., Piechulla, W., & Zimmer, A. (2001). *Measurement of presence in virtual environments*. In A. Zimmer, K. Lange, K.-H. Bäuml, R. Loose, R. Scheuchenpflug, O. Tucha, H. Schnell & R. Findl (Hrsg.). *Experimentelle Psychologie* Lengerich: Pabst Science Publishers, 13.

48. Krueger, M. **Artificial Reality**. Addison-Wesley, Reading (MA), 1983.
49. Laird, John E.; Newell, Allen; Rosenbloom, Paul S. **SOAR: an architecture for general intelligence** Vol. 33, issue 1, Elsevier Science Publishers Ltd., 1987.
50. Lange, Verna L. **Instructional Scaffolding**, apuntes de curso EDIC0500 noviembre-2002 en <http://condor.ccnycunyu.edu/~group4> accesado en enero de 2004.
51. Laureano C., Ana; de Arraigada G., Fernando **Técnicas de Diseño en Sistemas de Enseñanza Inteligentes** Revista Digital Universitaria, UNAM, Marzo de 2001 Vol.2 No.1
52. Lelouche, Ruddy **“Using Agent Technology to Model Tutoring Knowledge in an ITS”**, IEEE 2000.
53. Lester, J.C.; Zettlemoyer, L.S.; Gergoire, J.; and Bares, W.H. **Explanatory lifelike avatars: Performing user-designed tasks in 3d learning environments**. In Proceedings of the Third International Conference on Autonomous Agents, 1999.
54. Lester, James C.; Converse, Sharolyn A.; Kahler, Susan E.; Barlow, S. Todd; Stone, Brian A.; Bhoga, Ravinder S. **The Persona Effect: Affective Impact of Animated Pedagogical Agents** CHI 97 Electronic Publications: Papers en <http://www.acm.org/sigchi/chi97/proceedings/paper/jl.htm> accesado en abril de 2004.
55. Lieberman & Selker(2003) Henry Lieberman, Ted Selker Agents for the User Interface, in Handbook of Agent Technology, Jeffrey Bradshaw, ed., MIT Press, 2003.
56. Luckin, Rosemary and du Boulay, Benedict **Ecolab: The development and evaluation of a Vygotskian Design Framework** *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (1999), 10, 198-220
57. McKeown, K.R. **Using discourse Strategies and Focus Constraints to Generate Natural Language Text**. Studies in Natural Language Processing. Cambridge University Press, 1985.
58. McLoughlin, C., Winnips, J. C., Oliver, R. (2000, june). **Supporting constructivist learning through learner support on-line**. Full paper accepted for EDMEDIA 2000 en <http://users.edte.utwente.nl/winnips/papers/support.html> accesado en enero de 2004.
59. Minsky, Marvin **Robótica: la última frontera de la alta tecnología**, Ed. Planeta 1986.
60. Moore, J. D. **A Reactive Approach to Explanation in Expert and Advice-Giving Systems**. PhD thesis, University of California at Los Angeles, 1989.
61. Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H., and Lester, J. **The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply whttn they interact with animated pedagogical agents?** *Cognition and Instruction*, 19, 177-214, 2001.
62. Nickerson, R. S., “On Conversational Interaction with Computers,” *Proceedings of User Oriented Design of Interactive Graphics Systems: Proceedings of the ACM SIGGRAPH Workshop*, 1976.
63. Nuthall, G. **“The Way Stu-dents Learn: Acquiring Knowledge from an Integrated Science and Social Stu-dies Unit”**. The Elementary School Jour-nal, vol. 99, n° 4, 303-341, 1999.
64. Paiva, A. & Machado, I. **Life-long training with Vincent, a web-based pedagogical agent**. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 12(1), 2002.
65. Pfeifer, Rolf & Sheier, Christian **Understanding Intelligence**, 1999 MIT Press
66. Polson, Martha C. & Richardson, J. Jeffrey **Foundations of intelligent tutoring systems** Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
67. Rickenberg R.; Reeves B. **“The effects of Animated characters on anxiety, task performance and evaluations of user interfaces”**, CHI Letters, volume 2-issue1 pp-1-6, april 2000.
68. Scardamalia, M., Bereiter, C., & Lamon, M. **The CSILE project: Trying to bring the classroom into world 3**. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory & classroom practice*. (pp.201-228). MA: MIT Press, 1994.
69. Schubert et al (1999) Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (1999). **Embodied Presence in Virtual Environments**. In Ray Paton & Irene Neilson (Eds.), *Visual Representations and Interpretations* (pp. 269-278). London: Springer-Verlag.
70. Schubert et al (2001) Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). **The experience of presence: Factor analytic insights**. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3).

71. Shaw, E., Johnson, W.L., and Ganeshan, R., [Pedagogical Agents on the Web](#). In *Proceedings of the Third Int'l Conf. on Autonomous Agents*, pp. 283-290, May, 1999
72. Stanney & Salvendy (1997) Stanney, Kay; Salvendy, Gavriel **Aftereffects and Sense of Presence in Virtual Environments: Formulation of a Research and Development Agenda** document based on the information derived from a Special Session (i.e., Roundtable Discussion) at HCI International '97, the *Seventh International Conference on Human Computer*
73. Starr, Linda **Teaching the American Revolution: Scaffolding to Success**, Education World®Copyright © 2000 Education World en http://www.education-world.com/a_curr/curr218.shtml, accesado en enero de 2004.
74. Towns S., Callaway C., Voerman J. and Lester J.C. **Coherent Gestures, Locomotion, and Speech in Life-Like Pedagogical Agents**. *Proceedings of the Fourth International Conference on Intelligent User Interfaces*, pp. 13-20, San Francisco, January 1998(a)
75. Towns S.G., FitzGerald P.J. and Lester J.C. **Visual Emotive Communication in Lifelike Pedagogical Agents**. *Proceedings of the Fourth International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, San Antonio, Texas, pp. 474-483, August 1998(b)
76. Vygotsky, L. S. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
77. Walker, J.H.; Sproull, L.; and Subramani, R. **Using a human face in an interface**. In *Proceedings of CHI-94*, 85-91.
78. Welch, R. B. (1997). **The presence of aftereffects**. In G. Salvendy, M. Smith, and R. Koubek (Eds.), *Design of computing systems: Cognitive considerations* (pp. 273-276). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers, San Francisco, CA, August 24-29.
79. Winnips, J.C. **Scaffolding-by-Design: A model for WWW-based learner support**. Proefscheift Universiteit Twente, Nederlands, 2001.
80. Witmer & Singer (1998) Witmer, Bob; Singer, Michael **Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire**, *Presence*, vol .7, nro. 3, june 1998, 225-240.
81. Wood, D., Bruner, J. y G. Ross, "**The role of tutoring in problem solving**", *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, núm. 17, 1976, pp. 89-100.
82. Wood, D. **Scaffolding, contingent tutoring and computer-supported learning**. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, nº12, 280-292, 2001.
83. Woolf B. y D. McDonald (1984) **Building a Computer Tutor: Design Issues**. *Computer IEEE*, pp. 61-73, September, 1984.