

Entrenamiento de equipos: una estrategia asistida por entornos virtuales inteligentes

Raúl Antonio Aguilar Vera ¹, Angélica de Antonio Jiménez ²

¹ Universidad Autónoma de Yucatán
Periférico Norte Tablaje 13615, A.P. 172, Cordemex, C.P. 97110, Mérida, México,
avera@tunku.uady.mx

² Universidad Politécnica de Madrid
Campus Montegancedo, 28660, Boadilla del Monte, Madrid, España,
angelica@fi.upm.es

Resumen: El uso de Entornos Virtuales Inteligentes (EVI's) como herramienta de apoyo a la educación representa un intento por ofrecer un modelo ecléctico para los esquemas de formación que han asistido de manera independiente a los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este trabajo se describe una estrategia de entrenamiento para pequeños grupos, la cual se compone de cuatro fases interrelacionadas en las que se propone la utilización de un entorno virtual colaborativo. Se considera la inclusión de un tutor humano para aquellas fases en las que las actividades grupales giren en torno a una reunión virtual, así como un Agente Virtual Pedagógico con el rol de líder del grupo durante la fase de ejecución de la tarea propuesta.

Palabras clave: Entornos Virtuales Inteligentes, Entornos Virtuales Colaborativos, Sistemas Inteligentes de Tutoría, Entrenamiento de Equipos, Agente Pedagógico, Realidad Virtual.

Abstract: The use of Intelligent Virtual Environments (IVE's) as a tool for supporting education represents an attempt to offer an eclectic model for the formation schemes which have served the processes of education and learning independently as a means of support to them. Here, a strategy for training small groups is described whereby it is integrated by four interrelated phases, in which the use of virtual environments, suitable to the activities of the group, is proposed in each one of them. The inclusion of a human tutor is considered for those phases in which the group activities turn around a virtual meeting, as well as a Pedagogical Virtual Agent (leader) during the performance of the propose task.

Key words: Intelligent Virtual Environments, Collaborative Virtual Environments, Intelligent Tutoring Systems, Team Train, Pedagogical Agent, Virtual Reality.

1. Introducción

El avance tecnológico que ha tenido lugar en las últimas décadas, aunado a la variedad de corrientes psicopedagógicas, algunas centradas en el proceso de enseñanza, y otras en el de aprendizaje, han permitido diversificar los sistemas de apoyo a la formación y entrenamiento, inicialmente desarrollados con el paradigma de la Enseñanza Asistida por Ordenador, y mejorados posteriormente con técnicas de Inteligencia Artificial (IA) [Kearsley87].

Bajo la óptica de esta última disciplina (IA) se han diseñado sistemas basados principalmente en dos enfoques un tanto divergentes. Por un lado, los Sistemas Inteligentes de Tutoría, que intentan emular al tutor humano en su proceso de enseñanza, y por otro, los conocidos como Entornos de Aprendizaje, diseñados ex profeso como espacios virtuales ricos en situaciones que promueven en los alumnos aprendizajes significativos [Lawler et al. 87].

A finales del siglo pasado se comenzó a desarrollar un tipo de entorno que integraba avances sobre algunas áreas de investigación en las Ciencias Computacionales, en específico: Inteligencia Artificial, Vida Artificial y Realidad Virtual. Se les conoció bajo el nombre de Entornos Virtuales Inteligentes (EVI's) [Luck et al. 00]; con éstos, en el ámbito de la Informática Educativa se comenzó a apostar por modelos eclécticos que pretenden hacer converger Sistemas Inteligentes de Tutoría con Entornos de Aprendizaje.

La inteligencia de la que son provistos los EVI's generalmente recae sobre un componente denominado Agente Pedagógico [Giraffa et al. 99]. En función de la actividad educativa de que se trate, el Agente Pedagógico puede desempeñar uno o varios roles [Rickel et al. 03], así como asistir a pequeños grupos de aprendices durante su proceso de aprendizaje [Paiva97]. Para aquellos sistemas que utilizan entornos de realidad virtual, existen estudios que recomiendan incluso la personificación del Agente Pedagógico [Lester et al. 97].

La propuesta de utilizar un EVI para actividades de entrenamiento, en particular, entrenamiento de equipos (pequeños grupos), a juicio de los autores, presenta características novedosas para el ámbito de la Informática Educativa:

- Primero, su uso como parte de una estrategia integral de entrenamiento en la que se consideran los diferentes momentos didácticos de un proceso de formación.
- Segundo, la utilización de distintos tipos de representaciones gráficas (bidimensional o 3D) en función de la actividad a desarrollar en cada una de las fases de la estrategia.
- En tercer lugar, el desarrollo y utilización de un Modelo de Grupo que se sustenta en la interacción y el conocimiento del mismo.
- Finalmente, una característica no menos importante, se refiere al rol de líder de grupo que debe asumir el Agente Virtual Pedagógico durante la realización de la tarea.

En la siguiente sección se describen las principales técnicas de instrucción utilizadas en actividades para entrenamiento de equipos, así como un método estructurado que permite mejorar las dimensiones para el trabajo en equipo. En la tercera, se identifican las características de los sistemas para entrenamiento de equipos encontrados en la literatura. La sección cuarta describe en detalle las fases que integran la estrategia que en este artículo se propone. Finalmente, con base en el objetivo planteado, se presentan algunos de los trabajos futuros en nuestra línea de investigación.

2. Instrucción para el entrenamiento

El entrenamiento es una actividad formativa, generalmente relacionada con objetivos de aprendizaje en el dominio psicomotor. Cuando se utiliza para actividades grupales requiere, además, que los aprendices desarrollen habilidades de comunicación y coordinación en tareas orientadas a procedimientos (p.e. operación o mantenimiento de equipamientos), así como de cooperación o incluso de colaboración, en tareas que requieren el desarrollo de modelos cognitivos grupales (p.e. operaciones de rescate, actividades deportivas, etc.).

Entre las técnicas de instrucción comúnmente utilizadas para dicha actividad, se encuentran dos enfoques divergentes. Por un lado, el entrenamiento adaptativo, que consiste en ir enfrentando al aprendiz a situaciones que se van transformando de manera continua en versiones que crecen en complejidad, y para las cuales, a través de la práctica (prueba y error) se espera que se vaya adquiriendo la maestría deseada. Por otro lado, la técnica conocida bajo el nombre de aprendizaje guiado, con ésta, el aprendiz es de alguna manera dirigido y asistido a través de la práctica en la tarea, previniendo que cometa errores durante su ejecución.

Cabe destacar que, independientemente de la técnica utilizada, la práctica constante y el tiempo de dedicación por parte de los aprendices son elementos invariablemente necesarios para el logro de los objetivos que se deseen alcanzar, mediante el uso de estrategias de instrucción para actividades de entrenamiento.

Smith-Jentsch *et al.* [Smith-Jentsch et al. 98] proponen un método para entrenamiento de equipos que integra instrucción y retroalimentación de manera estructurada. Se conoce como TDT (*Team Dimensional Training*) y ofrece un enfoque que ayuda a monitorear, regular, y de esta manera mejorar algunas de las dimensiones para el trabajo en equipo previamente identificadas: intercambio de información, comunicación, asistencia, e iniciativa y/o liderazgo. En la figura 1 se ilustra el ciclo de actividades propuestas por el método TDT.

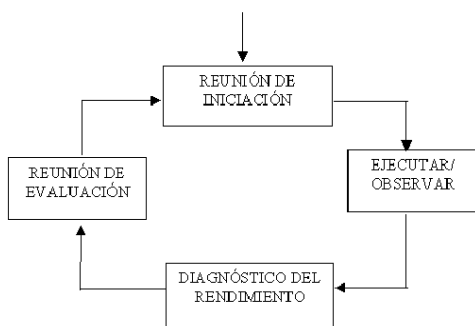


Fig. 1. Ciclo propuesto por el Método TDT.

3. Sistemas para entrenamiento de equipos

Los sistemas para entrenamiento de equipos, con base en el dominio de aprendizaje al que se orientan, pueden ser caracterizados según el énfasis puesto en:

- El proceso de simulación.
- La generación de entornos creíbles.
- El proceso de colaboración.

Los entornos centrados en la simulación, se orientan a desarrollar habilidades propias del dominio cognoscitivo. Dichos entornos generan situaciones complejas basadas en la realidad con el propósito de ejercitar al grupo, principalmente en el proceso de toma de decisiones. Las áreas son tan variadas como la realidad misma: negocios, industria, control de tráfico, deportes, etc. En ocasiones, dichos sistemas utilizan modelos de interacción hombre-maquina que reproducen a los sistemas reales [Zachary et al. 99], e incluso algunos utilizan los equipamientos reales durante el proceso de entrenamiento.

Un segundo tipo de sistemas, generalmente desarrollados con entornos de realidad virtual, se orientan a la ejercitación de aprendizajes del dominio psicomotor en tareas que promueven esquemas cognitivos relacionados con la disposición espacial del entorno [Loftin et al. 95]; algunos de dichos entornos ofrecen grados de inmersión que permiten desarrollar actividades dinámicas en situaciones que presentan elevados niveles de credibilidad para el aprendiz [Macedonia02].

Cabe destacar que, aunque los resultados que se pueden obtener en el ámbito de la formación mediante el uso de entornos de realidad virtual son bastante promisorios [Youngblut98], sus costes de desarrollo e implementación aún resultan muy elevados, por lo cuál, es importante identificar aquellas situaciones en las que sus beneficios justifiquen su utilización [Pantelidis96].

Por su parte, aquellos sistemas que promueven niveles de interacción durante el trabajo en equipo (dominio relacional/social), se conocen bajo el nombre de Entornos Virtuales Colaborativos [Aguilar04]. Algunos de dichos sistemas intentan mejorar las experiencias de aprendizaje de los alumnos integrando agentes inteligentes al equipo humano [Sycara et al. 02]; dichos agentes generalmente son utilizados como instructores para proveer guía y asistencia [Johnson et al. 98], otros entornos los utilizan como pares en el proceso de ejecución de la tarea [Vizcaino02], y unos cuantos proponen utilizarlos en ambos roles [Miller et al. 00].

A pesar de la variedad de sistemas encontrados en la literatura, son pocos los que permiten la interacción simultánea de varios aprendices humanos (grupos pequeños) en el proceso de resolución de una tarea.

En el caso de sistemas de entrenamiento basados en entornos de realidad virtual, la mayoría de los proyectos reportados permiten el entrenamiento de un solo aprendiz que es acompañado por un conjunto de agentes inteligentes con roles de integrantes del equipo durante la resolución de la tarea, y en ocasiones, dicho grupo se complementa con un agente pedagógico con el papel de instructor [Rickel et al. 03].

4. Una estrategia para entrenamiento de equipos humanos

La estrategia descrita en esta sección forma parte de una de las aristas generadas por los resultados obtenidos con el proyecto MAEVIF (Modelo para la Aplicación de Entornos Virtuales Inteligentes a la Formación) [de Antonio et al. 04, 05], el cual se enmarca en una de las líneas de investigación desarrolladas en el Laboratorio “Decoroso Crespo” de la Universidad Politécnica de Madrid.

El objetivo planteado consiste en mejorar la eficacia de los Entornos Virtuales para Entrenamiento, mediante el uso de Agentes Pedagógicos Inteligentes. De manera específica, nuestro trabajo pretende mejorar las capacidades intelectuales de los Agentes Pedagógicos, explorando el diseño y uso de estrategias de instrucción para actividades de entrenamiento a equipos (pequeños grupos).

A pesar de que la experiencia que se tiene en el Laboratorio gira en torno a escenarios en los que se realizan actividades de operación y mantenimiento en centrales nucleares [Méndez et al. 04], la estrategia propuesta puede extrapolarse a entrenamiento de actividades para la operación y mantenimiento de equipamientos o instalaciones industriales, así como de vehículos de cualquier tipo que requieran para su funcionamiento grupos humanos. Un dominio que resulta de especial interés es el entrenamiento de equipos humanos para operaciones de rescate en situaciones de desastre.

La estrategia IEEM (Integración, Ejecución, Evaluación y Mejora) propone cuatro fases interrelacionadas en las que el equipo a entrenarse realiza un proceso iterativo de auto evaluación en torno a la ejecución de un plan predefinido para una tarea propuesta (ver figura 2). En cada una de las fases, el grupo a entrenarse deberá ser asistido por un entorno virtual diseñado para actividades que promuevan la comunicación, coordinación, cooperación, y en el mejor de los casos, la colaboración entre sus integrantes. Se espera que el nivel de interacción entre los integrantes vaya en crecimiento conforme el equipo avance en las fases de la estrategia, y que dicho proceso iterativo dispare mecanismos que generen un modelo mental compartido entre sus integrantes.

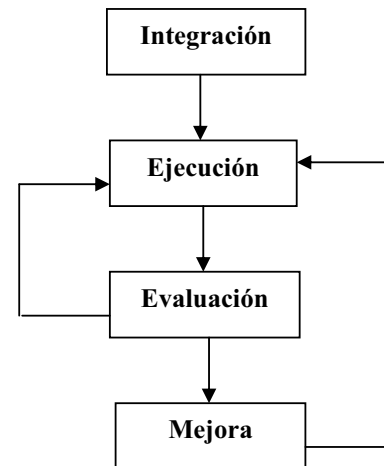


Fig. 2. Fases que integran la estrategia IEEM.

El diseño de la estrategia ha considerado, entre otras cosas, características específicas de los entornos virtuales de aprendizaje [Dillenbourg00], sugerencias para el diseño y uso de entornos de realidad virtual [Pantelidis96], principios para planificación de la instrucción [Gagné et al. 96], así como ideas relacionadas con el método TDT (*Team Dimensional Training*) [Smith-Jentsch et al. 98].

4.1. La Fase de Integración

La primera fase tiene como propósito la integración del equipo humano que se entrenará en la tarea, así como la formación en los aprendices de un primer esquema mental del plan predefinido para su realización.

En esta fase inicial, un tutor humano en el rol de facilitador preside una reunión virtual. En ésta, el tutor promueve un espacio social adecuado para inducir a cada uno de los aprendices a su integración en el grupo, y describe a manera de relato la tarea por realizar; explica también el rol asignado a cada uno de ellos, de acuerdo con el plan definido para la realización de la tarea.

Una vez descrita la tarea y asignados los roles, el tutor presenta una simulación de la ejecución del plan propuesto para la misma, mostrando diversas vistas, e identificando las actividades individuales y/o grupales que resulten críticas para su finalización exitosa.

La reunión virtual que se realiza en esta primera fase es asistida por un entorno con el que se pretende privilegiar la comunicación y el intercambio de información (ver figura 3). Las prestaciones del entorno de entrenamiento ofrecen al tutor humano la posibilidad de inicializar y mantener sesiones, utilizando una interacción sincrónica y distribuida

con los aprendices. Durante la sesión, el tutor tiene a su disposición una pizarra virtual para reproducir vídeos, visualizar diagramas, figuras, etc. Por su parte, los aprendices pueden conectarse a una sesión previamente inicializada por el tutor, y mantener comunicación tanto con éste, como con sus pares, pudiendo aclarar dudas en relación con las actividades individuales y grupales establecidas en el plan. Las figuras 4 y 5 ilustran dos posibles vistas de la reproducción del plan propuesto para la tarea, en la pizarra virtual del entorno utilizado durante la fase de integración.

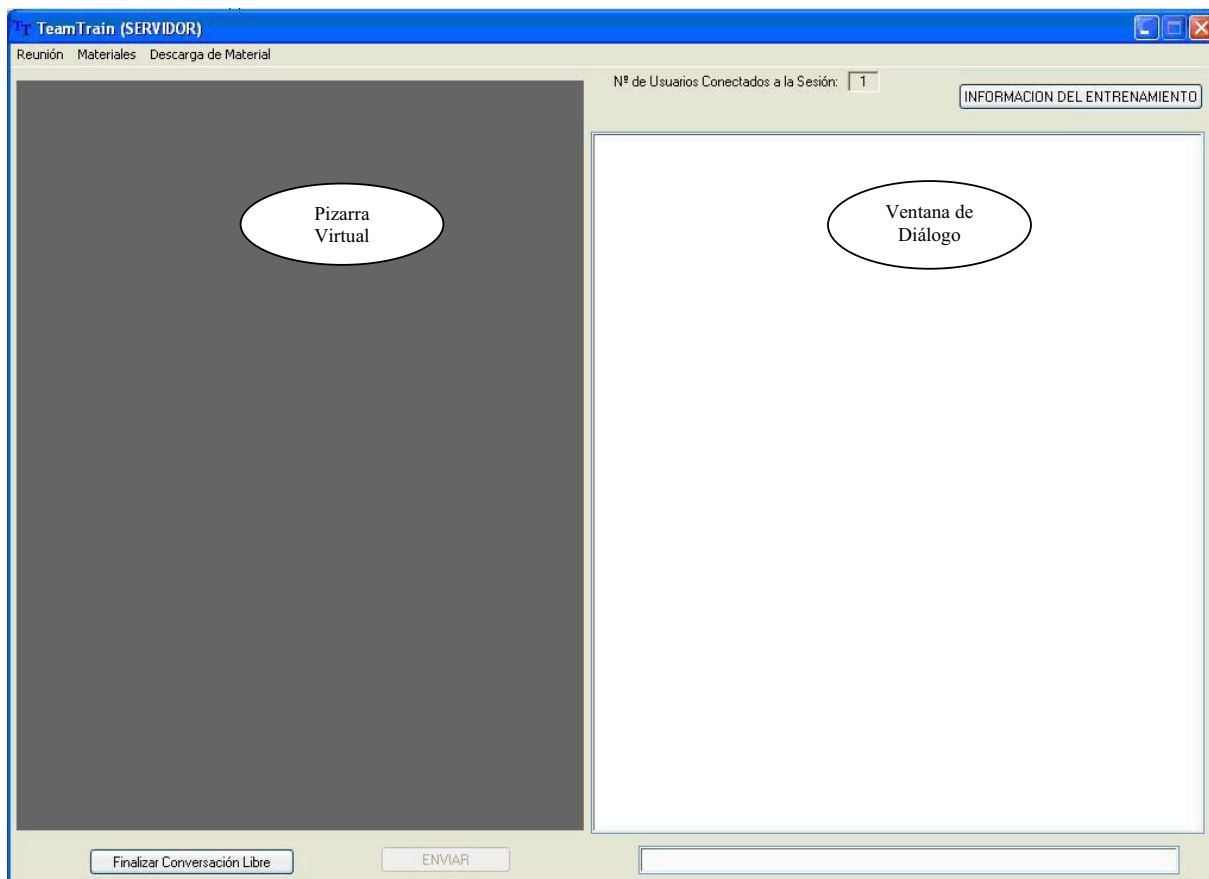


Fig. 3. Entorno de Entrenamiento (Integración).

Es importante que los aprendices sean conscientes de que un agente virtual (Agente Virtual Pedagógico) formará parte del grupo, y de que asumirá el papel de líder durante el desarrollo de la tarea.

Se espera que al concluir esta fase, los aprendices se hayan formado un primer esquema cognitivo tanto de la tarea por realizar, como de la disposición espacial del entorno.

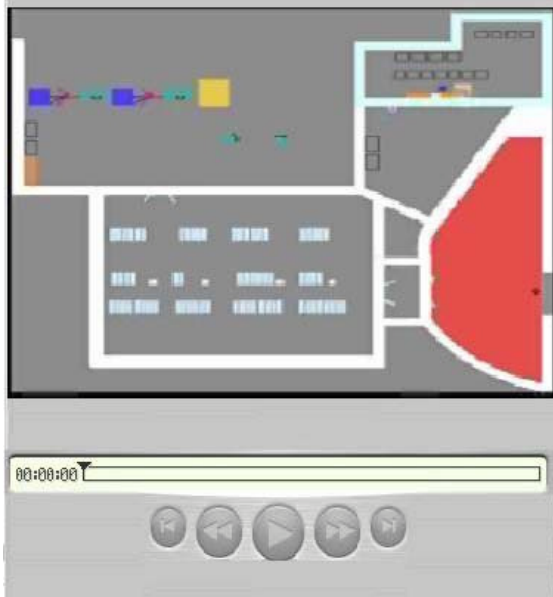


Fig. 4. Vista aérea de la reproducción de un plan en la pizarra virtual.

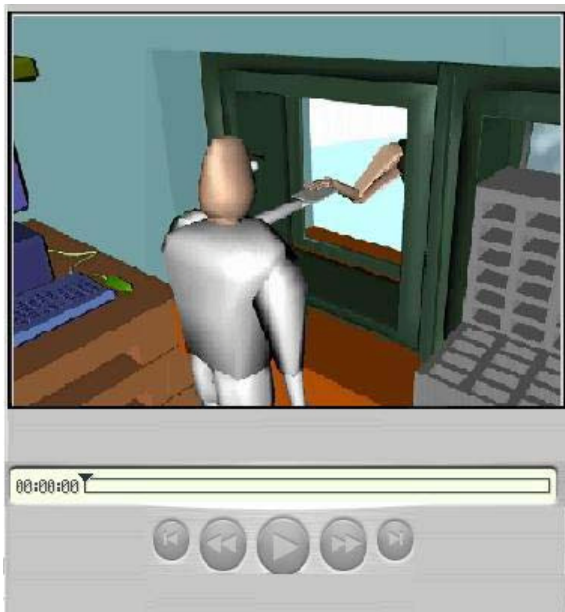


Fig. 5. Vista 3D de la reproducción de un plan en la pizarra virtual.

4.2. La Fase de Ejecución

La segunda fase, denominada de Ejecución, tiene como propósito que los integrantes del grupo se ejerciten en la tarea, realizando las actividades planificadas de acuerdo con los roles asignados.

Para la ejecución de la tarea, el equipo a entrenarse es asistido con un entorno de realidad virtual (entorno de ejecución) que recrea uno o más escenarios, en los cuales los aprendices deben realizar las actividades, de acuerdo con la planificación establecida.

Durante la realización de la tarea en el entorno de ejecución, un agente personificado (Agente Virtual Pedagógico) forma parte del equipo, y asume el rol de líder en el grupo. El Agente podrá, si lo considera conveniente, comunicarse y hacer sugerencias a los aprendices durante la ejecución de sus actividades. Los aprendices, por su parte, podrán hacer consultas al líder en torno a la tarea grupal, o en relación con las actividades individuales; pero en todo caso, el Agente Virtual Pedagógico asistirá a los integrantes del equipo privilegiando las actividades que sean críticas para la tarea grupal. La figura 6 ilustra la vista que tendría un integrante del equipo en una sesión de entrenamiento.

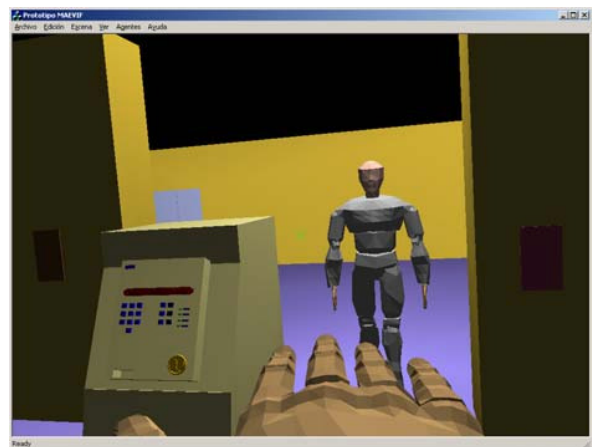


Fig. 6. Vista de un integrante en el entorno de ejecución.

Para realizar su función de manera adecuada, el Agente Virtual Pedagógico deberá mantener internamente un modelo del grupo, así como de cada uno de los aprendices (modelo del estudiante). Cada

modelo se irá actualizando conforme se dé seguimiento a las actividades realizadas por los aprendices en el entorno.

Durante esta fase, el entorno de ejecución registra las actividades realizadas por el grupo, con el propósito de analizar en una fase posterior el rendimiento del equipo.

4.3. La Fase de Evaluación

En la fase que hemos denominado de Evaluación, se tiene el propósito de autoevaluar el desempeño presentado por el equipo durante la ejecución del plan propuesto.

En esta fase, la función del tutor humano consiste en coordinar una nueva reunión virtual con los aprendices, promoviendo en esta ocasión, un entorno social de carácter crítico, en el que los propios aprendices sean quienes identifiquen los errores tanto individuales como grupales.

En esta fase, el grupo hace uso del entorno de entrenamiento utilizado en la primera fase, pero en esta ocasión, el tutor humano reproduce la ejecución de la tarea con base en el registro de la ejecución del equipo obtenido en la fase anterior.

Concluida la evaluación, la estrategia propone que los integrantes del grupo ejecuten de nuevo el plan propuesto para la tarea, de acuerdo con lo descrito en la fase de Ejecución, de tal manera que las fases de Ejecución y Evaluación se realicen de manera iterativa tantas veces como el grupo y el tutor humano consideren necesario, para lograr un nivel suficiente de maestría en la tarea.

4.4. La Fase de Mejora

La fase denominada de Mejora ofrece al grupo la oportunidad de planificar de nuevo la tarea, utilizando como base el modelo mental compartido desarrollado, así como la experiencia adquirida por los aprendices durante las fases anteriores.

Durante esta fase, un tutor humano coordina la participación de los aprendices, y les induce a que

propongan alternativas de planificación. El grupo, en esta etapa, utiliza una herramienta de planificación integrada al entorno de entrenamiento.

De acuerdo con la planificación resultante en esta fase, la estrategia propone que las fases de Ejecución y Evaluación se realicen de manera iterativa, hasta pasar de nuevo a una siguiente fase de Mejora; en ésta, el equipo podrá si lo desea, planificar de nuevo la tarea, o en su caso, dar por finalizado el entrenamiento para la misma.

La fase de Mejora tiene como propósito crear en los aprendices un esquema mental flexible acerca de la realización de la tarea propuesta, el cual les permita adaptarse de una mejor manera a tareas similares.

5. Conclusiones y trabajos en curso

La estrategia descrita ha sido diseñada considerando aspectos del proceso de enseñanza, así como del de aprendizaje, ambos presentes en un proceso de formación. La propuesta de asistir el entrenamiento con Entornos Virtuales Inteligentes (EVI's), nos obliga a continuar trabajando en la exploración de herramientas y métodos para el desarrollo de dicho tipo de sistemas.

En el ámbito educativo, se continúa trabajando en la selección y diseño de esquemas de instrucción, tanto para el entorno asistido por un tutor humano, como en el que incluye a un integrante simulado (Agente Virtual Pedagógico). Se ha identificado la necesidad de diseñar una taxonomía para los resultados del aprendizaje, para aquellos dominios de aplicación en los que se recomienda la utilización de la tecnología de realidad virtual.

En el ámbito computacional, se requiere diseñar modelos para el grupo y aprendices, así como analizar la implementación del conjunto posible de acciones a realizar por el Agente Virtual Pedagógico. Dichas acciones estarán centradas en algunos casos en el proceso de aprendizaje, y en otros en el de enseñanza; la decisión se sustentará en la estrategia de instrucción que se considere más adecuada para el grupo durante su ejercitación en la tarea.

Como parte del proceso de evaluación de la estrategia, se está desarrollando, utilizando un ciclo de vida evolutivo e incremental, un prototipo del EVI para entrenamiento de pequeños grupos, en un dominio de aplicación que requiere entrenamiento en escenarios de desastre. El incremento en requisitos para el EVI, se irá realizando conforme éstos se obtengan del análisis y experimentación de la actividad propuesta para cada fase de la estrategia.

Reconocimientos

El trabajo ha sido parcialmente financiado por la Secretaría de Educación Pública (México) a través de una beca PROMEP (UADY-123). Se agradece también el apoyo brindado por el Ministerio de Educación y Ciencia (España) al proyecto ICEVAPI (REF/TIN2004-07946).

Referencias

- [Aguilar04] R.A. Aguilar. 'Entornos Virtuales Colaborativos'. Educación y Ciencia. Nueva Época, Vol. 8, No. 15 (29), pp. 45-56 (2004).
- [de Antonio et al. 04] A. de Antonio, J. Ramírez, R. Imbert, G. Méndez & R.A. Aguilar. 'A Software Architecture for Intelligent Virtual Environments Applied to Education'. En: Memorias de las XII JCC. Workshop on Artificial Intelligence. Arica, Chile. Edición Electrónica (2004).
- [de Antonio et al. 05] A. de Antonio, J. Ramírez & G. Méndez. 'An Agent-based Architecture for Virtual Environments for Training'. In M.I. Sanchez (ed). Developing Future Interactive Systems. IDEA Group (2005).
- [Dillenbourg00] P. Dillenbourg. 'Virtual Learning Environments'. EUN Conference. Workshop on Virtual Learning Environments (2000).
- [Gagné et al. 96] R. Gagné & K. Medsker. 'The Conditions of Learning: Training Applications'. Wadsworth-Thompson, Belmont, USA (1999).
- [Giraffa et al. 99] L. Giraffa & R. Viccari. 'Intelligent tutoring systems built using agents techniques'. La Salle, Revista de Educación, Ciencia y Cultura, Vol. 4 No. 1, pp. 23-40 (1999).
- [Johnson et al. 98] W. Johnson, J. Rickel, R. Stiles & A. Munro. 'Integrating Pedagogical Agents into Virtual Environments'. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7 (6). pp. 523-546 (1998).
- [Kearsley87] G. Kearsley. 'Artificial Intelligence & Instruction. Applications and Methods'. Addison-Wesley Publishing Company (1987).
- [Lawler et al. 87] R. Lawler & M. Yazdani. 'Artificial Intelligence and Education'. Vol. One. Learning Environments and Tutoring Systems, Ablex Publishing (1987).
- [Lester et al. 97] J. Lester, S. Converse, S. Kahler, T. Barlow, B. Stone & R. Bhogal. 'The Persona Effect: Affective Impact of Animated Pedagogical Agents'. In S. Pemberton (ed.) Human factors in computing systems, CHI'97 conference proceedings, pp. 359-366. New York: ACM Press, (1997).
- [Loftin et al. 95] R.B. Loftin & P. Kenney. 'Training the Hubble Space Telescope Fly Team'. IEEE Computer Graphics and Application, Vol. 15, Issue 5. pp. 31-37 (1995).
- [Luck et al. 00] M. Luck & R. Aylett. 'Applying Artificial Intelligence to Virtual Reality: Intelligent Virtual Environments'. Applied Artificial Intelligence, Vol. 14 No. 1, pp. 3-32 (2000).
- [Macedonia02] M. Macedonia. 'Games Soldiers Play'. IEEE Spectrum, pp. 32-37, March 07 (2002).
- [Méndez et al. 04] G. Méndez, P. Herrero & A. de Antonio. 'Intelligent Virtual Environments for Training in Nuclear Plants'. In Proceedings ICEIS (2). pp. 204-209 (2004).
- [Miller et al. 00] M.S. Miller, J. Yin, R.A. Volz, T.R. Ioerger & J. Yen. 'Training Teams with Collaborative Agents'. In Proceedings of the 5th International Conference on ITS, Montreal, Canada. pp 63-72, June 2000 (2000).
- [Paiva97] A. Paiva. 'Learner Modelling for Collaborative Learning Environments'. In du Boulay & Mizoguchi (eds.) Artificial Intelligence in Education. IOS Press. Kobe, Japan. pp. 215-222 (1997).

- [Pantelidis96] V. Pantelidis. 'Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education'. VR in The School, Vol. 2, No. 1, (1996). Disponible en: <http://www.coe.ecu.edu/vr/sug.html>
- [Rickel et al. 03] J. Rickel & W.L. Johnson. 'Extending Virtual Humans to Support Team Training in Virtual Reality'. In G. Lakemeyer and B. Nebel (eds.). Exploring Artificial Intelligence in the New Millennium. Morgan Kaufmann Publishers, pp. 217-238 (2003).
- [Smith-Jentsch et al. 98] K. Smith-Jentsch, R. Zeisig, B. Acton & J. McPheterson. 'Team Dimensional Training'. In J.A. Cannon-Bowers & E. Salas (eds.) Making Decisions Under Stress. Implications for individual and team training, APA, pp. 271-312 (1998).
- [Sycara et al. 02] K. Sycara & M. Lewis. 'Integrating Intelligent Agents Into Human Teams'. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society. 46th Annual Meeting. pp. 413-417 (2002).
- [Vizcaino02] A. Vizcaino. 'Enhancing Collaborative Learning Using a Simulated Student Agent'. Tesis Doctoral, UCLM, (2002).
- [Youngblut98] C. Youngblut. 'Educational Uses of Virtual Reality Technology'. Technical Report D-2128. IDA, Alexandria, USA (1998).
- [Zachary et al. 99] W. Zachary, J. Cannon-Bowers, P. Bilazarian, D. Kreckler, P. Lardieri & J. Burns. 'The Advanced Embedded Training Systems (AETS): An Intelligent Embedded Tutoring for Tactical Team Training'. International Journal of AIED. 10. pp. 257-277 (1999)