

## Un entorno e-learning adaptativo basado en principios socio-constructivos

Pilar Sancho

Dept. de Ingeniería de Software e  
Inteligencia Artificial  
Universidad Complutense de Madrid  
Facultad de CC. Físicas. Despacho  
218. Ciudad Universitaria s/n  
28040 Madrid  
[pilar@sip.ucm.es](mailto:pilar@sip.ucm.es)

Baltasar Fernández-  
Manjón

Dept. de Ingeniería de Software e  
Inteligencia Artificial  
Universidad Complutense de Madrid.  
Facultad de Informática ( Despacho  
414) C/ Profesor Jose Garcia  
Santesmases S/N, Ciudad  
Universitaria. 28040 Madrid  
[balta@fdi.ucm.es](mailto:balta@fdi.ucm.es)

### Resumen

En este trabajo se describen la arquitectura y el marco pedagógico sobre el que se sustenta el entorno e-learning "NUCLEO". Este entorno piloto, actualmente en desarrollo, tiene como objetivo es tratar de mejorar el rendimiento y la motivación de los alumnos que actualmente ocupan nuestras aulas universitarias, a través de la aplicación al aprendizaje online de la corriente pedagógica socio-constructivista (en concreto de la formación de comunidades de prácticas en torno a videojuegos) y de los modelos centrados en el alumno (adaptación de la estrategia pedagógica de acuerdo al estilo de aprendizaje del alumno). Mediante el hilo conductor de una aventura futurista, el alumno, representado por un avatar, debe resolver la "misión" propuesta por el tutor en colaboración con otros alumnos de acuerdo con la mecánica de un juego de rol. La estrategia educativa que el sistema propone al alumno (tipo de actividades, secuencia de realización y herramientas de las que dispone) está adaptada de acuerdo con su estilo de aprendizaje (utilizamos para ello un modelo basado en el marco propuesto por Jan Vermunt [26]).

### 1. Introducción

Los alumnos que actualmente ocupan las aulas universitarias han crecido en un entorno radicalmente distinto al de sus tutores [18], lo que sin duda en buena parte es achacable al uso generalizado de la tecnología como una fuente cotidiana de ocio y comunicación. Los miembros de esta generación han pasado muchas más horas jugando con el ordenador, Internet, los teléfonos

móviles, las videoconsolas o viendo la tele que jugando con sus amigos en la calle o leyendo cuentos. Por este motivo, el creciente desinterés que se viene detectando en los últimos tiempos en gran parte del alumnado [17], podría radicar en los formatos en los que se presentan los contenidos; a los alumnos de hoy puede que sencillamente les aburran los formatos educativos tradicionales [19] y esperen de sus entornos educativos los formatos absorbentes e impactantes a los que están acostumbrados [8].

En nuestro grupo de investigación pensamos que vale la pena intentar implementar aproximaciones encaminadas a fomentar la motivación e incrementar el rendimiento de la generación actual de estudiantes. En este trabajo presentamos un marco de aprendizaje adaptativo basado en la utilización de videojuegos y de comunidades de prácticas, dos posibilidades prometedoras que la comunidad educativa está comenzando a explorar.

Los videojuegos son una manera efectiva de implementar el principio constructivo de "learning by doing" (aprender haciendo) a través de entornos envolventes que encajan en los gustos de la generación actual. Es especialmente interesante para nuestro proyecto el fenómeno de formación de comunidades de prácticas en torno a determinado tipo de juegos. Es muy frecuente que los jugadores compartan conocimientos y experiencias, se cuenten historias y se den consejos con el fin de mejorar su competencia en el juego. Aunque este tipo de comunidades existen en juegos individuales, sin duda en los juegos multijugador adquieren mayor relevancia [22]. En ellos los participantes se identifican con una representación virtual o avatar y establecen entre

sí complejos vínculos sociales. Por este motivo, pensamos que este tipo de juegos son un medio natural para sostener el aprendizaje en torno a comunidades de prácticas en donde el alumno adquiere los conocimientos a través de su participación en las actividades sociales y eventos de la comunidad [13].

Sin embargo, una estrategia de aprendizaje basada en videojuegos y comunidades de prácticas puede no resultar adecuada para todos los alumnos. Aunque es evidente que existen factores comunes a muchos miembros de la generación actual, si se desea mejorar el rendimiento de los alumnos es necesario tener en cuenta las necesidades y características de cada individuo a la hora de diseñar una estrategia de instrucción. Los modelos de aprendizaje centrados en el alumno [10] se basan en la premisa de que para optimizar el proceso de aprendizaje es necesario tener en cuenta determinadas características individuales. Para que esto sea factible en un sistema de aprendizaje online es preciso implementar mecanismos de adaptación que contemplen los diferentes aspectos en los que el aprendizaje es susceptible de ser individualizado, entre otros: conocimientos previos [16], estilos de aprendizaje [9], preferencias [1], etc. El modelo de adaptación que se presenta en este trabajo restringe el modelo de adaptación al estilo de aprendizaje del alumno utilizando una simplificación del marco propuesto por Vermunt.

El entorno educativo NUCLEO engloba todos estos aspectos en un escenario futurista en el que la experiencia educativa sucede a través de comunidades de prácticas que se forman con el objetivo de resolver una misión complicada de acuerdo con la mecánica tradicional de los juegos de rol. La metáfora argumental conduce a los alumnos a un mundo fantástico denominado "NUCLEO" habitado por una clase especial de entes en forma de Inteligencias Artificiales (IAs). Un virus devorador de planetas virtuales, de origen y procedencia desconocidas (al que llaman "la Ciénaga"), va devastando poco a poco el mundo virtual habitado por las IAs. Como respuesta a esta terrible amenaza, el consejo de ancianos de NÚCLEO, los Arcanos, convocan a cuerpos de élite para combatir al virus destructor con las armas de la sabiduría. En este contexto, las representaciones virtuales de los alumnos (avatares), que poseen diferentes habilidades en función de la tribu a la que pertenezcan, deben

colaborar para conseguir el éxito en una misión que asegurará la pervivencia de su civilización frente a la Ciénaga.

Para el modelado del proceso educativo se ha utilizado el que en estos momentos constituye el estándar de facto en este dominio, IMS Learning Design [11].

Inicialmente el sistema piloto se ha implementado para el aprendizaje de la asignatura optativa "Fundamentos de Programación" (una introducción a la programación en lenguaje C++) que se imparte en primer ciclo de la Facultad de CC. Físicas de la UCM, pero el dominio de conocimiento resulta fácilmente extrapolable manteniendo el marco aquí expuesto.

En este trabajo presentamos el sistema desde dos puntos de vista: el modelo pedagógico sobre el que se sustenta y su arquitectura a alto nivel. Para ello, el artículo se ha estructurado de la siguiente forma: en primer lugar se describe el marco pedagógico y se ofrece a modo ilustrativo un ejemplo de estrategia pedagógica para cumplir con un objetivo educativo concreto en el dominio de conocimiento para el que se ha implementado el sistema piloto. A continuación se esboza la arquitectura del sistema y se detalla el funcionamiento de sus componentes. Para terminar se esbozan una serie de conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Marco pedagógico subyacente

El diseño del sistema se ha construido sobre un marco pedagógico que se sustenta sobre dos pilares clave: las corrientes socio-constructivistas del aprendizaje (en concreto, las comunidades de prácticas en torno a videojuegos) y la adaptación de la estrategia educativa en función del estilo de aprendizaje, en una aplicación restringida de los modelos de aprendizaje centrados en el alumno.

### 2.1. Socio-constructivismo: comunidades de prácticas en torno a juegos multi-jugador.

Las múltiples variantes de la corriente socio-constructivista para el aprendizaje ([27]; [12]; [4]) parten de la premisa básica de que el conocimiento está integrado en un contexto socio-cultural y que para lograr su adquisición es necesario participar en las actividades sociales de

dicho contexto. Entre la diversidad de propuestas englobadas en esta corriente, pensamos que la formación espontánea de comunidades de prácticas en torno a juegos multi-jugador constituye un fenómeno de enorme interés susceptible de ser aplicado a la educación.

El concepto de "comunidad de prácticas" hace referencia a grupos débilmente cohesionados en los que los aprendices adquieren conocimiento y habilidades de los expertos de manera gradual en el desarrollo de actividades cotidianas. De esta manera, los conocimientos no se transmiten de manera explícita, sino a través de lo que denominaron "participación periférica legítima" ("legitimate peripheral participation"), que es el desarrollo de la capacidad intrínseca de comprender gradualmente las sutilezas socio-culturales que rigen la comunidad [12]. En el caso concreto de los video-multijugador la mecánica del juego está concebida con el objetivo de su dominio sólo puede adquirirse trabajando en colaboración con otros jugadores. En consecuencia, los jugadores se agrupan de manera descentralizada, espontánea y auto-regulada en torno a comunidades, estableciendo alianzas y estrechos vínculos sociales con el objetivo de dominar el juego [6].

Otras ventajas de los videojuegos como herramienta educativa son su formato de presentación envolvente y su reconocida capacidad para motivar [7]. Por último, los videojuegos son un medio natural para implementar adaptación. Se trata de entornos extremadamente interactivos, constituidos por complejas piezas software que por lo general se ejecutan en el ordenador del alumno. Desde un punto de vista tecnológico, esto les convierte en el mecanismo ideal para implementar aprendizaje adaptativo, puesto que pueden monitorizar la actividad del alumno y modificar su propio comportamiento en base a las respuestas. Está bastante extendida la implementación de mecanismos para adaptar el nivel de dificultad del juego, pero también, en nuestra opinión, el aprendizaje se puede ver beneficiado si se consigue adaptar el juego en función del estilo de aprendizaje del alumno.

"NUCLEO" ha sido diseñado como un entorno e-learning en el que los alumnos, representados por avatares, deben colaborar entre sí en un escenario en el que la interacción se produce de acuerdo con la mecánica de un juego

de rol. En este marco, el conocimiento se adquiere a través de los procesos de colaboración que se establecen en un equipo formado ex profeso para resolver una misión (que se corresponde con un objetivo educativo concreto).

## **2.2. Adaptación en función del estilo de aprendizaje de acuerdo con el modelo de Vermunt.**

La adaptación del aprendizaje es uno de los objetivos que han perseguido las aplicaciones e-learning y la educación asistida por computador desde sus orígenes. En primer lugar, porque se trata de una incuestionable ventaja competitiva de la educación on-line frente a la presencial; en los entornos presenciales es muy difícil focalizar la instrucción individualmente, particularmente en un contexto universitario donde por lo general el número de alumnos es elevado. Y en segundo lugar, porque la adaptación es un requisito necesario si se pretenden implementar entornos centrados en el alumno que requieren dar cobertura a la personalización de la instrucción. Pero para ofrecer adaptatividad es imprescindible que el sistema "conozca" al alumno. El sistema necesita información sobre los aspectos que se pretenden adaptar (e.g. conocimientos previos, características cognitivas, preferencias personales, etc) [2]. En este sentido, las posibilidades de adaptación son múltiples. La información relativa a un aspecto concreto permite al sistema adaptar el contenido para ajustarlo a las necesidades del alumno.

En este trabajo se propone un modelo de adaptación que considera únicamente el estilo de aprendizaje del alumno de acuerdo con una simplificación del marco propuesto por Jan Vermunt. Nos hemos decantado por modelo porque presenta dos características para nosotros valiosas: en primer lugar está destinado a la comunidad universitaria, sector de población para quien originalmente se ha concebido el entorno NUCLEO; y en segundo lugar, porque en este contexto de aprendizaje concreto el modelo ha demostrado tener una fiabilidad razonablemente alta [25].

El tema de los estilos de aprendizaje lleva varias décadas en el punto de mira de pedagogos y educadores, puesto que se trata de una teoría de enorme atractivo potencial: entender cuáles son

los procesos que suceden en la mente de un individuo y por qué mecanismos desembocan en el conocimiento es, sin duda, el camino para mejorar las estrategias de enseñanza. Pese a todo, las herramientas e-learning que adapten la experiencia educativa en estos términos, son aún escasas y por lo general están restringidas a prototipos y plataformas de investigación [3]. Desde nuestro punto de vista, los motivos pueden estar relacionados tanto con la excesiva complejidad de los modelos teóricos (en su mayoría se trata de sutiles clasificaciones dependientes de parámetros psicológicos y de personalidad de difícil computabilidad), como con la polémica que despierta la discusión sobre la eficacia pedagógica de los estilos de aprendizaje [20].

Aunque se trata de una discusión todavía abierta, en este trabajo hemos asumido que tanto la motivación del alumno como los resultados del proceso educativo se ven beneficiados si se tienen en cuenta las características individuales del alumno en cuanto a su estilo de aprendizaje sea cual sea el paradigma pedagógico subyacente. De hecho, uno de los objetivos de este proyecto es llegar a establecer la corrección de esta hipótesis.

Para Vermunt, los términos “estilo de aprendizaje” y “estrategia de aprendizaje” son sinónimos. Se trata de “un conjunto coherente de actividades de aprendizaje que los estudiantes suelen utilizar y que configuran su estrategia habitual de aprendizaje”. Vermunt diferencia 4 estilos diferentes en función de los hábitos que los alumnos muestran en relación al aprendizaje. Son los estilos: “Meaning Directed” (MD), “Application Directed” (AD), “Reproduction Directed” (RD) y “Undirected” (U). Para Vermunt las estrategias MD y AD proporcionan un conocimiento cualitativamente superior las demás y se caracterizan porque el alumno es capaz de auto-regular eficazmente su estrategia de aprendizaje, por lo que sugiere re-orientar gradualmente a los alumnos con patrones U y RD hacia estrategias MD y AD. En consecuencia, el objetivo del proceso de aprendizaje es doble: por un lado se trata de que el alumno adquiriera los conocimientos necesarios sobre el dominio (para ello la estrategia de la instrucción propuesta debe ser coherente con el estilo de aprendizaje del alumno) y, por otro lado, debe estar orientada a reconducir el patrón de aprendizaje del alumno.

En NUCLEO, los roles adoptados por los alumnos en cada uno de los equipos de IAs formados para enfrentarse a una misión están determinados por su estilo de aprendizaje:

- Rol "evian". Son los miembros de una tribu que habita las metrópolis del "NUCLEO" donde se encuentran las bases de datos y repositorios de conocimientos. Se les supone una capacidad estratégica superior al resto. Se asocia con los perfiles "MD" y "AD".
- Rol "ruk". Tribu procedente de las colonias nómadas flotantes del núcleo. Piratas, contrabandistas de datos. Mercenarios y buscadores de fortuna. Adiestrados en el combate y la navegación. Se valoran sus capacidades de respuesta, sus argucias y osadía. Se asocia con el perfil "RD".
- Rol "exter". Entes procedentes de la corteza exterior del NUCLEO, de bosques y selvas de datos remotos. IAs extrañas, oscuras, de origen desconocido. Son entes elementales evolucionados en circunstancias extremas. Se valora que una de cada mil parece tener poderes especiales lo que les otorga un gran potencial, si logran canalizar su energía. Se asocia con el rol "U".

### **2.3. Diseño de la estrategia pedagógica para lograr un objetivo de aprendizaje: aprendiendo la abstracción procedimental para el lenguaje de programación C++.**

En NUCLEO, la estrategia pedagógica para un alumno viene determinada por su rol. El objetivo del aprendizaje es doble:

- Adquirir conocimiento sobre el dominio con una estrategia adaptada a las características de cada perfil.
- Reconducir los estilos "RD" y "U" para que adquieran patrones propios del "MD" y "AD".

La estructura de la estrategia pedagógica sigue el modelo esquematizado en la Figura 1.

**Objetivo Educativo.** El objetivo educativo describe los conocimientos y habilidades que deben adquirirse para un escenario concreto. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa el objetivo de aprendizaje es adquirir las competencias y los conceptos que permitan a los alumnos implementar la abstracción procedimental en el lenguaje de programación C++, uno de los temas

de los que se compone la asignatura de "Fundamentos de programación".

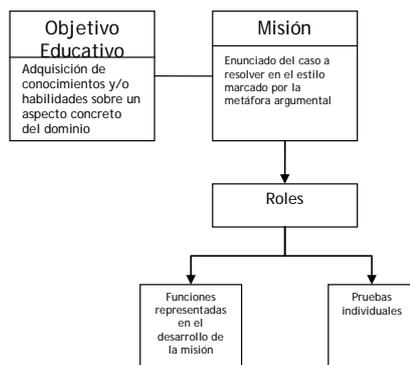


Figura 1. Modelo de la estrategia de aprendizaje para un objetivo de aprendizaje.

**Misiones.** Las "Misiones" son problemas o casos formulados y expresados en un formato que respeta la estructura y el estilo de la metáfora. Estas misiones están pensadas para ser resueltas en colaboración por los miembros de un equipo formado ex profeso para tal propósito. El objetivo es fomentar la formación de comunidades de prácticas y el establecimiento de vínculos sociales entre los miembros. En este caso la Misión que se plantea es la siguiente: *"El enemigo ha minado una extensión de terreno en el paso más transitado por las caravanas de abastecimiento hacia la principal metrópolis de NUCLEO. Las minas están situadas en las parcelas de una cuadrícula perfecta. Se puede obtener información sobre el número de minas circundantes a una parcela concreta una vez se está situado sobre dicha parcela. Se pide a los miembros evian de la comunidad que recluten un cuerpo de élite constituido por antes de las tres tribus con el fin de elaborar un software que minimice el riesgo de atravesar el campo minado"*.

Por la dificultad del caso de programación propuesto para alumnos cuyos conocimientos se presuponen inexistentes, se hacen necesarios la colaboración y el trabajo en equipo.

**Funciones para cada rol.** El papel que desempeña cada uno de los alumnos en la resolución de la misión está determinado por el rol

al que pertenece. En este caso, la Tabla 1 refleja algunas de las funciones propias para cada uno de los roles. Las herramientas a su disposición están determinadas por las propias funciones. Por ejemplo, para poder reclutar a los miembros del equipo, los evians tienen acceso a las estadísticas elaboradas con los resultados de las misiones anteriores y a los "dossieres de las capacidades adquiridas" por el resto de los miembros de la comunidad.

Evians	Ruks	Exters
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reclutar a los miembros del equipo.</li> <li>- Localizar las fuentes de conocimiento necesarias.</li> <li>- Elaborar la estrategia.</li> <li>- Coordinar y supervisar el trabajo.</li> <li>- Evaluar los resultados parciales y diagnosticar defectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asesorar al clan evian sobre nuevos miembros</li> <li>- Supervisar y colaborar en la elaboración de la estrategia.</li> <li>- Acceder a las fuentes de conocimiento y hacerlos explícitos al resto de los miembros.</li> <li>- Localizar fuentes adicionales de conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detectar posibles fallos en la estrategia.</li> <li>- Asimilar los conocimientos explícitos e implementarlos</li> <li>- Localizar fuentes adicionales de conocimiento y explicitar los mismos</li> <li>- Realizar las pruebas de funcionamiento</li> </ul>

Tabla 1. Funciones para cada uno de los roles en la misión "Buscaminas".

**Pruebas para cada rol.** Además de la misión conjunta a los alumnos se les proponen una serie de pruebas individuales en función de su rol. Puesto que uno de los objetivos del sistema es fomentar los hábitos de aprendizaje asociados a los estilos "MD" y "AD", estas pruebas están destinadas a la adquisición de habilidades en este sentido. Los resultados obtenidos irán completando el "dossier de capacidades" cada individuo, que en suma reflejan la actuación de un alumno en la historia de su interacción con el sistema y son de carácter público. Se supone que un importante incentivo a la hora de motivar a los individuos en el seno de una comunidad de prácticas es el reconocimiento social. Por este motivo la adquisición de nuevas capacidades se refleja en una variación de las características externas del avatar que representa al alumno (sin abandonar los rasgos que le identifican como parte de su tribu). Pensamos que la apreciación por parte de los miembros del equipo puede funcionar como un aliciente poderoso para incrementar el rendimiento.

### 3. Descripción de la arquitectura del sistema.

La arquitectura del sistema encargado de utilizar las estrategias pedagógicas descritas (modeladas de acuerdo a la especificación IMS-LD) está constituida por tres componentes básicos, tal y como refleja la Figura 2: el gestor de estrategias pedagógicas, el motor de adaptación y el reproductor o "player".

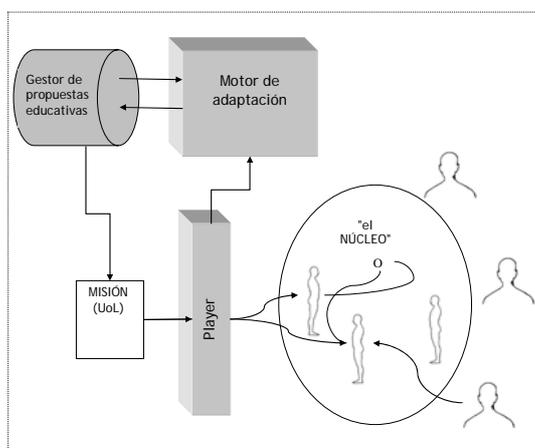


Figura 2. Esquema de la arquitectura del sistema.

#### 3.1. El gestor de estrategias pedagógicas

Se encarga del almacenamiento y gestión de las estrategias pedagógicas personalizadas y de todas sus componentes (actividades, entornos, objetos educativos, etc). La inclusión de un sistema de edición y creación de estrategias pedagógicas queda fuera del ámbito de este proyecto.

Las estrategias pedagógicas están modeladas de acuerdo con la especificación IMS-LD. Este estándar posee dos características valiosas que permiten cubrir los requisitos pedagógicos del sistema: su capacidad para modelar escenarios pedagógicos colaborativos y las posibilidades de implementar adaptación.

Nuestro sistema utiliza dos mecanismos de IMS-LD para implementar estrategias de adaptación: En primer lugar los establecidos en la especificación, que se implementan a través de "condiciones" y "propiedades". Las condiciones se definen para adaptar el diseño de aprendizaje a las

características del aprendiz durante la ejecución. Esta aproximación se ha utilizado en diversas UoLs (Units of Learning) desarrolladas por la propia OUNL [24]. Para nuestro sistema nosotros utilizamos además un mecanismo alternativo que nos permite en la práctica implementar estrategias de instrucción adaptadas, consistente en asociar el elemento "role" contemplado en la especificación con los distintos perfiles de alumno (estilos de aprendizaje). Aunque originalmente los roles establecidos son únicamente tres (alumno, tutor y personal de mantenimiento), en la práctica pueden introducirse roles diferentes y asociar actividades a un rol concreto. De esta forma, en el diseño del aprendizaje se incluyen actividades que serán resueltas por un rol determinado (en nuestro caso, las pruebas).

#### 3.2. El motor de adaptación.

El motor de adaptación incluido en el sistema educativo NUCLEO está encargado de crear y mantener los modelos del alumno en base a la información intercambiada en la interacción del alumno con el entorno. A través de estos modelos o perfiles del alumno se creará la estrategia de instrucción adaptada.

Entre las diferentes posibilidades para implementar el modelo del alumno [3], nos hemos decantado por la elaboración de estereotipos dinámicos implementados de acuerdo con el ciclo siguiente:

- En el primer paso se clasifica inicialmente al alumno como "evian", "ruk" o "exter" de acuerdo con el resultado obtenido en un test (una simplificación del Inventory of Learning Styles de Vermunt).
- Una vez el alumno ha sido clasificado, el perfil se actualiza y mantiene de acuerdo a la información obtenida a través de dos estrategias:
  1. Evaluación de los resultados individuales obtenidos en las pruebas (se utiliza para corroborar la exactitud de la clasificación y el éxito de la estrategia pedagógica y hacer las correcciones oportunas en la misma si esto fuera preciso)
  2. Evaluación del éxito obtenido en la resolución de desafíos o pruebas específicas destinadas a adquirir los patrones de aprendizaje propios de los estilos "MD" y "AD" (esta información se utilizar para

actualizar el "dossier de capacidades" del individuo y su posible promoción hacia un estatus de mayor cualificación reflejado en un cambio físico perceptible del avatar).

### 3.3. El Player.

Un reproductor de diseños de aprendizaje es una herramienta capaz de manipular e interpretar una UoL y proporcionar una interfaz adecuada para realizar las actividades requeridas en ella a lo largo del proceso de aprendizaje. Cualquier player para IMS-LD está a cargo de las siguientes funciones: interpretar y preparar los ficheros del diseño de aprendizaje, proporcionar la interfaz adecuada para el usuario, integrar todos los servicios a los que se hace referencia en el diseño, ejecutar la UoL, asignar las personas a los roles adecuados y proporcionar una conexión con los sistemas externos.

Además de todas estas funcionalidades, el player de NUCLEO debe soportar las representaciones virtuales (avatares) y la interfaz gráfica que recrea el mundo futurista planteado en la metáfora. Nuestra idea es tomar como base un player que contenga las funcionalidades comunes (como SLeD [23]) y sobre este implementar el conjunto de características específicas que NUCLEO necesita.

### 4. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se ha presentado el marco pedagógico subyacente y la arquitectura genérica de un sistema piloto que se está siendo desarrollado por el grupo de investigación sobre e-learning del departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la Facultad de Informática de la UCM.

En nuestro grupo estamos explorando distintas aproximaciones a la enseñanza online con el fin de optimizar el aprendizaje de los alumnos que actualmente ocupan nuestras aulas [15], [14], [21], [5]. La aproximación aquí presentada implementa las teorías socio-constructivistas y el aprendizaje centrado en el alumno a través de una metáfora desarrollada como un juego de rol en el que los alumnos deben colaborar para realizar el objetivo educativo planteado.

Pensamos que este tipo de sistema puede obtener buenos resultados habida cuenta de las

particulares características de la generación actual, poco estimulada por los contenidos educativos distribuidos en los formatos tradicionales. Con el fin de probar esta hipótesis, durante el próximo utilizaremos un piloto de este sistema para impartir un curso de programación C++ a los alumnos de la facultad de CC. Físicas.

### 5. Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Jan Vermunt su amabilidad por habernos facilitado la información para el test "Inventory of Learning Styles". Muchas gracias también a Iván Martínez-Ortiz, a Pablo Moreno-Ger por su ayuda y a Jaime Sánchez Hernández y a Abraham López Guerrero por su creatividad y sus ideas.

### Referencias

- [1] Bontcheva, K., and Wilks, Y. (2005). "Tailoring automatically generated hypertext". *User Modelling and User-Adapted Interaction*, 4, 1-19.
- [2] Brusilovsky, P. (1996). "Methods and techniques of adaptive hypermedia". *User Modelling and User Adapted Interaction*, 1996, v6, n 2-3, pp 87-129 (Special issue on adaptive hypertext and hypermedia).
- [3] Brusilovsky, P., Millán, E. (2007) "User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems". P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl (Eds): *The Adaptive Web*, LNCS 4321, pp. 3-53, 2001
- [4] Engestrom, Y., Miettinen, R., Punamki, R.-L. "Perspectives on Activity Theory". Cambridge: Cambridge University Press.
- [5] Fernández-Manjón, B., Sancho, P. (2002) "Creating Cost-effective Adaptive Educational Hypermedia Based on Markup Technologies and E-Learning Standards". *Interactive Educational Multimedia*. Vol. 4.
- [6] Galarneau, L. (2005) "Spontaneous communities of learning: learning ecosystems in massively multiplayer online gaming environments". In the proceedings of DiGRA 2005 conference.
- [7] Garris, R., R. Ahlers, and Driskell, J. E. (2002). "Games, Motivation and Learning: A

- Research and Practice Model." *Simulation & Gaming* 33(4): 441-467.
- [8] Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York; Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- [9] Graf, S., Lin, T., and Kinshuk (2005). "Improving student modelling: the relationship between learning styles and cognitive traits". In *Proceedings of IDIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning Digital Age (CELDA2005)*, Porto, Portugal.
- [10] Hannafin, M. J. and S. M. Land (1997). "Student centered learning and interactive multimedia: status, issues, and implications." *Contemporary Education* 68(2): 94-99.
- [11] IMS Global Consortium. (2005). "IMS Learning Design Specification." Retrieved April 25th, 2007, from <http://www.imspj.org/learningdesign/index.html>.
- [12] Lave, J (1988). "Cognition in practice". Cambridge UK: Cambridge University Press.
- [13] Lave, J., Wenger, E., (1991) "Situated learning: legitimate peripheral participation". Cambridge: Cambridge University Press.
- [14] Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Fernández-Manjón, B. (2006). "Production and Deployment of Educational Videogames as Assessable Learning Objects". In *Proceedings of First European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL 2006)*, Crete, Greece, Lecture Notes in Computer Science, Springer.
- [15] Moreno-Ger, P., Sancho, P., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J.L., Fernández-Manjón (2007), B. "Adaptive Units of Learning and Educational Video Games", *Journal of Interactive Media in Education*. In press.
- [16] Nykänen (2006). "Inducing fuzzy models for student classification". *Educational Technology and Society*, 9 (2), 223-234.
- [17] Oblinger, D. G. (2003). "Boomers, Gen-Xers and millennials: Understanding the new students." *Educause Review* July/August: 37-47.
- [18] Prensky, M. (2001). "Digital natives, digital immigrants." *On the Horizon*. NCB University Press. 9(5).
- [19] Prensky, M (2001). "Do they really think differently?". From *On the Horizon* (NCB University Press, Vol 6, December 2001).
- [20] Rayner, S. (2007). "A teaching elixir, learning chimera or just fool's gold? Do learning styles matter?". *Support for Learning*. Volume 22. Issue 1 (pp. 24-30)
- [21] Sancho, P., Fernández-Manjón, B. (2005) "Web Technologies Applied to e-learning Personalization in <e-aula>". *Journal of Universal Computer Science*. Vol 11. September.
- [22] Sellers, M. (2002) "Creating Effective Groups and Group Roles in MMP Games", April 2002. Recuperado de la web [http://www.gamasutra.com/resource\\_guide/20020916/sellers\\_01.htm](http://www.gamasutra.com/resource_guide/20020916/sellers_01.htm), el 16 de Abril de 2007.
- [23] SLeD (2007) <http://sled.open.ac.uk/web/>
- [24] Tattersall, C. and D. Burgos. (2005). "Learning to Listen to Jazz Example Unit of Learning" Retrieved April 25th, 2007, from <http://imsld.learningnetworks.org/>.
- [25] Vermetten, Y. J., Vermunt, J. D., Lodewijks, H. G. (2002) Powerful learning environments? How university students differ in their response to instructional measures. *Learning and Instruction*, 12, 263-284.
- [26] Vermunt, J.D. (1992). *Learning styles and directed learning processes in higher education: towards a process-oriented instruction in independent thinking*. Lisse: Swets and Zeitlinger.
- [27] Vygotsky, L. S. (1978) "Mind in society: The development of higher psychological process". Harvard. Harvard University Press.