

# Simulación en Entornos Virtuales Tridimensionales de Aprendizaje Colaborativos y Descentralizados.

Luis Mariano Bibbó<sup>1</sup>, Francisco A. Lizarralde<sup>2</sup>, Constanza R. Huapaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LIFIA - Facultad de Informática - UNLP.

Calle 50 y 115 - CP1900 - La Plata - Argentina. TE: +54 (0) 221 489-4104, 422-7965 int (14)

<sup>2,3</sup> IAAI - Departamento de Matemática Facultad de Ingeniería - UNMdP

J.B. Justo 4302 - CP7600 - Mar del Plata – Argentina. TE: +54 (0) 223 481-6600 int (259)

<sup>1</sup> [imbibbo@lifia.info.unlp.edu.ar](mailto:imbibbo@lifia.info.unlp.edu.ar) , <sup>2</sup> [flizarra@fi.mdp.edu.ar](mailto:flizarra@fi.mdp.edu.ar) , <sup>3</sup> [huapaya@fi.mdp.edu.ar](mailto:huapaya@fi.mdp.edu.ar)

## Resumen

Esta línea de investigación está enfocada en el desarrollo de simulaciones de modelos matemáticos con finalidades educativas, para su implementación dentro de un entorno virtual tridimensional colaborativo y descentralizado.

La naturaleza descentralizada de un entorno como el mencionado, si bien plantea importantes desafíos en lo referente a cuestiones como la sincronización de resultados e intercambio de contenidos entre grupos heterogéneos de usuarios, presenta muy buenas perspectivas con respecto a su escalabilidad a bajo costo.

La utilización de técnicas de simulación como un mecanismo para estimular el autodescubrimiento, son fuertemente alentadas en los modelos pedagógicos constructivistas [14] como una forma de mejorar los procesos de aprendizaje. Este proyecto forma parte de uno mucho más amplio sobre la evaluación del estado cognitivo del estudiante, por lo que se espera reunir información suficiente para una posterior evaluación de los resultados.

**Palabras clave:** Ambientes Virtuales 3D de Aprendizaje, Simulación, Mundos Virtuales.

## Contexto

La investigación descripta en esta presentación se está desarrollando en el marco

del Proyecto “*Nuevas tecnologías informáticas aplicadas a la evaluación del estado cognitivo del estudiante*”, perteneciente al Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial Aplicada a Ingeniería, dependiente del Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata e integrante del Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodologías y Educación (CIMEPB – Facultad de Psicología - UNMdP). Este proyecto se encuentra acreditado y financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata.

## Introducción

Un entorno virtual tridimensional colaborativo, es una aplicación capaz de representar un espacio tridimensional y posibilitar la interacción y colaboración de varios usuarios dentro de ese mundo virtual. El desarrollo de entornos con estas características, con finalidades pedagógicas, ha dado lugar a los entornos virtuales tridimensionales de aprendizaje, conocidos como 3D-VLE, por sus siglas en inglés (3D-Virtual Learning Environments).

El desarrollo creciente de juegos multiusuario en red, o *MMOGs* (*Massively Multiplayer On line Games*), ha influido enormemente en el diseño de la nueva

generación de ambientes virtuales inmersivos, entre los que podemos mencionar a *Second Life* como uno de los más difundidos y a *Blue Mars*, el cual se destaca por sus representaciones gráficas de excelente calidad.

Los entornos virtuales, creados en un principio con una finalidad recreativa y de entretenimiento se están convirtiendo en objeto de estudio para investigadores en educación y docentes, ya que estos entornos virtuales 3-D permiten construir y manipular tanto objetos, como estructuras y representaciones abstractas o metafóricas [7], lo que incentiva a los estudiantes a involucrarse más profundamente con los temas y contenidos, sobre todo si tienen la posibilidad de interactuar y colaborar entre sí. Esta interacción se produce por medio de personajes que representan a los usuarios, denominados *avatars*, término acuñado en 1985 por *Chip Morningstar* y *F. Randall Farmer* cuando crearon el juego de computadoras *Habitat* [11].

Los entornos virtuales tridimensionales de aprendizaje o *3DVLEs* (*3D Virtual Learning Environments*) [17] se diferencian de otro tipo de aplicaciones multimedia por reunir un conjunto de características propias. *Dalgarno* y *Lee* [4], agrupan las características más destacadas en dos grandes grupos que se corresponden con:

- La fidelidad de la representación.
- La interacción con el entorno y con los demás participantes.

La fidelidad de la representación es indispensable para lograr una experiencia realmente *inmersiva*. Actualmente, las tarjetas de video poseen una gran potencia de procesamiento, a veces superior al procesador central, lo que les permite manejar representaciones gráficas de gran calidad, texturas y efectos de iluminación, con gran

velocidad y en forma prácticamente autónoma, lo cual es imprescindible para lograr una representación virtual convincente. Por otra parte, los objetos del entorno, así como las representaciones de los otros usuarios (*avatars*) deben comportarse consistentemente. Es decir, el usuario espera que dentro del entorno se cumplan ciertas "*leyes físicas*", por ejemplo, que la intensidad de las fuentes sonoras presentes, varíe de acuerdo a su proximidad con la representación del usuario (*sonido espacial*).

Con respecto a la interacción con el entorno, hay dos aspectos a tener en cuenta, la navegación espacial y la manipulación de objetos. La navegación en entornos virtuales suele producir inicialmente cierto grado de desorientación, por lo que es necesario incluir mecanismos o referencias que permitan al usuario conocer su ubicación y la de los participantes más cercanos, en todo momento.

Por interacción con el entorno, se entiende la modificación de ciertos atributos, que afectan tanto a su aspecto visual como a su comportamiento, así como también, lo referente a la manipulación de los objetos contenidos en el mismo. Esta interacción, generalmente se realiza por medio de dispositivos de señalamiento estándar (*mouse, trackballs, etc*) y combinaciones de teclas, pero en la medida que su costo disminuya se irá generalizando la utilización de dispositivos especiales que brinden al usuario una reacción táctil y cinestésica (*dataglove*).

Finalmente en lo que respecta a la interacción entre usuarios, hay dos aspectos a tener en cuenta, la comunicación oral-escrita y la gestual. La comunicación oral puede lograrse por medio de la comunicación de voz a través de Internet, o *VoIP* (*Voice over Internet Protocol*) y la comunicación escrita por medio de herramientas de mensajería instantánea, o *IRC* (*Internet Relay Chat*) integradas en la misma plataforma. Sin embargo, una

característica propia de los “mundos virtuales” es la incorporación de la comunicación gestual, la cual se logra dotando a los *avatars* de un cierto conjunto básico de movimientos o gestos.

### Plataformas Distribuidas

La mayoría de los entornos virtuales tridimensionales actuales están basados en plataformas centralizadas, por lo que requieren de un servidor central, el cual se encarga de administrar las peticiones e interacciones entre los usuarios. A diferencia de los sistemas centralizados, en las plataformas distribuidas, más conocidas como redes de pares o *Peer to Peer (P2P)*, no existe un servidor central, sino que cada usuario conectado a la red, es a la vez cliente y servidor de contenidos, un esquema muy utilizado en los videojuegos en red.

Las redes *P2P* utilizan conexiones simultáneas entre pares a través de Internet formando verdaderas “comunidades” de usuarios [3]. Esto posibilita el intercambio de contenidos en forma dinámica y sin necesidad de un control centralizado. Aunque actualmente la mayoría de los entornos virtuales 3D utilizan arquitecturas centralizadas, existen proyectos en desarrollo tendientes a promover la utilización de arquitecturas distribuidas que permitan lograr un mejor balance de carga, y por consiguiente, un mejor aprovechamiento del ancho de banda [10].

Uno de estos proyectos es *Open Cobalt* [12], el cuál está actualmente coordinado por el grupo de investigación VWG (*Virtual Worlds Group*) de la *Universidad de Duke*, bajo la dirección del *Dr. Julian Lombardi*. Este proyecto, fundamentalmente dirigido al ámbito educativo, representa los esfuerzos para lograr un entorno de desarrollo de espacios virtuales 3D, multiplataforma, descentralizado y de libre acceso y distribución. Es decir, se trata de un proyecto abierto a la comunidad, del cual participan además, docentes e investigadores de

otras partes del mundo. La conjunción de estas características, presentes en *openCobalt* nos llevó a elegirlo como plataforma para desarrollar nuestro proyecto y en la medida de nuestras posibilidades, colaborar con el desarrollo de dicha plataforma.

### Simulación en Espacios Virtuales

La utilización de técnicas de simulación como un mecanismo para estimular el autodescubrimiento han sido ampliamente utilizadas en el ámbito educativo. Desde los primeros trabajos de *Seymour Papert* centrados en la aplicación del modelo constructorista [13], hasta las experiencias realizadas con *Croquet* [4], un proyecto desarrollado por el *VPRI (Viewpoints Research Institute)* [16], bajo la dirección del *Dr. Alan Kay* [1], el creador del lenguaje *Smalltalk*.

En este sentido las experiencias con *OpenCobalt* [15], actual sucesor de *Croquet*, han demostrado que la utilización de técnicas de simulación en entornos virtuales interconectados, requiere de equipos con cierta potencia de procesamiento y fundamentalmente de sincronización de los resultados en los diferentes nodos. Es decir, si dos estudiantes comparten un mismo espacio virtual, aunque se hallen físicamente a kilómetros de distancia y utilicen computadoras de diferente potencia y tengan acceso a redes de distinta velocidad de transmisión, ambos deberían poder observar idénticos resultados de un experimento.

En las plataformas centralizadas, este tipo de sincronización es posible debido a que existe un servidor central que procesa todas las transacciones de los usuarios. Sin embargo en una plataforma descentralizada esto no es posible, ya que cada equipo conectado a la red es a la vez, cliente y servidor.

Por otra parte, para que un grupo de estudiantes pueda interactuar con un determinado modelo de simulación en forma

colaborativa, es necesario que dicho modelo sea replicado en forma dinámica en cada puesto de trabajo. Es decir, un modelo de simulación creado por uno de los integrantes debe volverse automáticamente accesible al resto de los participantes conectados al mismo espacio. Esto requiere que el código correspondiente pueda ser cargado, ejecutado e incluso modificado en forma dinámica.

Además de las cuestiones técnicas planteadas precedentemente, una de las claves para que la utilización de simulaciones en un entorno de aprendizaje sea efectiva, es un cuidadoso diseño pedagógico. Es decir, si bien el aprendizaje constructor tiende a involucrar a los estudiantes y animarlos a sacar sus propias conclusiones a través de la experimentación creativa, es necesario proveerles los materiales necesarios, en nuestro caso, espacios virtuales, mecanismos de manipulación, dispositivos de comunicación, etc, para que puedan lograr, lo que *Seymour Papert* denomina "*Hard Fun*", es decir un aprendizaje riguroso, no exento de esfuerzo, pero de todas formas entretenido.

## Líneas de investigación y desarrollo

- Estudio de los modelos de sincronización de contenidos, fundamentalmente orientado al desarrollo de simulaciones en plataformas descentralizadas.
- Estudio de los modelos de interacción en entornos tridimensionales. Análisis de las diferentes alternativas de comunicación entre usuarios, ayudas a la navegación, distribución de contenidos, etc.
- Estudio de los modelos matemáticos a utilizar en la implementación de simulaciones vinculadas con problemas de ingeniería.
- Análisis de los temas más adecuados, relacionados con diferentes especialidades

de ingeniería, para implementar experiencias pedagógicas inmersivas.

- Evaluación de los beneficios de la utilización de los entornos virtuales tridimensionales de aprendizaje con respecto a otras herramientas educativas.

## Resultados y Objetivos

- Se han desarrollado pequeños prototipos para realizar pruebas de desempeño y de conectividad. Es preciso mencionar que *openCobalt* es a su vez un proyecto en constante evolución, por lo que es necesario ir adaptando los desarrollos propios a dicha evolución.
- Implementar simulaciones de fenómenos físicos, representaciones de problemas de ingeniería, etc., en los que se aprovechen las ventajas de un entorno virtual colaborativo.
- En virtud de que todo el entorno está construido en un lenguaje dinámico, analizar las ventajas y desventajas de que los estudiantes interactúen con el sistema, más allá de ser meros usuarios.
- Analizar la utilización de dispositivos tecnológicos más apropiados para la interacción en espacios virtuales 3D.
- Aplicar metodologías de evaluación para la determinación de los beneficios de la utilización de estas tecnologías con respecto a los esquemas tradicionales.

## Formación de Recursos Humanos

Una tesis de Maestría en Tecnología Informática Aplicada a Educación de la UNLP.

## Referencias

- [1] Barnes, Susan B. "Alan Kay: Transforming the Computer into a Communication Medium" - IEEE Annals of the History of Computing, vol. 29, no. 2, pp. 18-30, (2007).

- [2] Cai, Hong; Sun, Bo; Fahr, Patty; Ye, Meng “Virtual Learning Services over 3D Internet: Patterns and Case Studies” IEEE International Conference on Services Computing. (2008)
- [3] Chun-hong Hu; Ming Zhao “Construction of Collaborative Virtual Learning Communities in Peer-to-peer Networks”. Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. Vol.2. Pages 305-308. ISBN:978-0-7695-2994-1 (2008)
- [4] Croquet ([www.opencroquet.org](http://www.opencroquet.org))
- [5] Dalgarno, Barney; Lee, Mark J.W. “What are the learning affordances of 3D-Virtual Environments”. British Journal of Education Technology. Vol.41-No.1-p.10-32. (2010)
- [6] Kay, Alan Curtis "Computers, Networks and Education", Scientific American Journal. Vol.265 – No.3 – pages 100-107 ISSN: 0036-8733 (1991)
- [7] Lang, Andrew Stuart; Kobilnik, David “Visualizing Atomic Orbitals Using Second Life”. Pedagogy, Education and Innovation in 3-D Virtual Worlds. Vol. 2 No.1 (2009)
- [8] Lochan, Rajeev “Cobalt – VNC Integration” Department of Mechanical Engineering. Indian Institute of Technology Delhi. India.(2009)
- [9] Lombardi, Julian; McCahill, Mark P. “User Interfaces for Self and Others in Croquet Learning Spaces”. Proceedings of the Third International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing. IEEE Computer Society. (2005)
- [10] McGeer, Rick - Raab, Andreas - Reed, David P. - Smith, David A. - Kay, Alan C. “Scalability of Collaborative Environments”. 06: Proceedings of the Fourth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing. Pages 168-174. ISBN 0-7695-2563-6. IEEE Computer Society.(2006).
- [11] Morningstar, Chip ; Farmer, F. Randall, “The lessons of Lucasfilm's Habitat”, Cyberspace, ISBN 0-262-02327-X, pages 273-302, MIT Press, Cambridge, MA, USA (1991)
- [12] Open Cobalt ([www.opencobalt.org](http://www.opencobalt.org))
- [13] Papert, Seymour. “Mindstorms : children, computers, and powerful ideas” New York ISBN: 0465046274. (1980)
- [14] Papert, Seymour. “Situating Constructionism”. Chapter 1 of “Constructionism”, Editors: Seymour Papert, Idit Harel. ISBN: 0-89391-785-0 Ablex Publishing Corporation. (1991)
- [15] Smith, David A.; Raab, Andreas; Reed, David P.; Kay, Alan. “Croquet: A Menagerie of New User Interfaces”. International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing. Vol.0. Pages 4-11. ISBN 0-7695-2166-5. IEEE Computer Society. Los Alamitos. California. (2004)
- [16] Viewpoints Research Institute ([www.vpri.org](http://www.vpri.org))
- [17] White, Richard L. “Collaborative 3D Virtual Environments and Advanced Classroom Visualization”. SEKESC (2009)