

Uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje en la Enseñanza de la Ingeniería

Constanza Huapaya¹, Francisco Lizarralde¹, Graciela Arona¹, Jorge Vivas²,
Stella Massa¹, Gustavo Bacino¹, Carlos Rico¹, Felipe Evans¹

¹ Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina
{huapaya,flizarra,grarona,smassa,bacino,carlos,fevans}@fi.mdp.edu.ar

² Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodología y Educación, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Complejo Universitario - Funes 3250 - Cuerpo V - Nivel III, Mar del Plata, Argentina
{jvivas@mdp.edu.ar}

Resumen. El aprendizaje de la ingeniería implica la adquisición de competencias en el modelado de fenómenos y procesos, así como en la comunicación mediante el uso adecuado del lenguaje, tanto en el contexto cotidiano como en el científico y de la profesión. La visión pedagógica de la ingeniería está dirigida principalmente a la resolución de problemas. Este enfoque y la concepción de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAs) orientados a la ingeniería son apropiados para la construcción de espacios interactivos de enseñanza/aprendizaje, considerando principalmente la versatilidad determinada por la modalidad virtual. En el presente artículo se presentan experiencias llevadas a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se introducen las mejoras que se proponen a la plataforma Moodle con técnicas de la Minería de Datos y se presenta la potencialidad que poseen los AVA 3D para la ingeniería.

Palabras claves: Ambientes virtuales de aprendizaje, Enseñanza de la Ingeniería, Minería de Datos, ambientes 3D.

1 Introducción

Un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) es un espacio virtual donde los estudiantes aprenden a través del descubrimiento mediante la manipulación de los recursos disponibles en el ambiente virtual siendo guiados por el docente.

Desde el punto de vista tecnológico, los AVAs son herramientas de las Nuevas Tecnologías de la Comunicación e Información (NTICS), entre las cuales se encuentran sistemas de información, Internet, sistemas satelitales, multimedia, televisión interactiva, etc. Los usuarios del ambiente pueden aprovechar una alta interactividad y conectividad, compartiendo diferentes recursos sin fronteras de tiempo y espacio [1]. El aspecto pedagógico de estas tecnologías permite la creación de espacios virtuales de aprendizaje complementarios que aportan todos aquellos elementos pedagógicos que no son posibles de incorporar en una clase presencial,

completando y mejorando de esta manera el proceso de enseñanza aprendizaje [2]. Debido a la naturaleza virtual de los AVAs, la construcción de estos espacios se centran en procesos pedagógicos organizados sobre las actividades que ejecutarán los estudiantes, de manera tal de evitar la presentación secuencial de contenidos. Es deseable que los estudiantes aprendan mediante la búsqueda de la solución de problemas concretos, y no solamente a partir de una mera sucesión de conceptos. En particular, adherimos al enfoque “aprender haciendo” (learning by doing) por considerar que es muy apropiado para los ambientes interactivos. Como consecuencia, en la educación virtual, la autogestión del estudiante con la orientación del docente es fundamental.

Si el AVA posee características de autonomía, el sistema puede reemplazar algunas funciones del educador. Por ejemplo, la evaluación, el diálogo con el estudiante y el feedback pueden ser controlados por el sistema.

Si el sistema es adaptativo, este se ajusta a las características y necesidades individuales del estudiante, incrementando la calidad tutorial del sistema.

Finalmente, en los sistemas colaborativos, la comunicación y cooperación entre los estudiantes están sustentadas por medios sincrónicos y asincrónicos como el e-mail, chat, newsgroups, y workspaces donde se desarrollan los cursos con grupos de alumnos.

2 Enseñanza de la Ingeniería con AVAs

En los últimos años se aprecia una moderada declinación en el número de alumnos ingresantes a las especialidades de Ingeniería en nuestro país [3]. Los educadores e investigadores están explorando innovadoras modalidades a fin de incrementar la cantidad de interesados en el estudio de la Ingeniería. Los AVAs aparecen como un promisorio medio de atracción, dadas las facilidades que brindan en el acceso a los recursos de la Universidad para alumnos que se encuentren en las cercanías del centro educativo o para aquellos que tengan su hogar en lugares alejados.

Por otro lado, el aprendizaje de la ingeniería está focalizado directamente con la solución de problemas en condiciones de complejidad y convergencia variables. Se diferencia fuertemente de otros desarrollos gnoseológicos donde prima la construcción basada en el debate o argumentación. Las áreas del conocimiento de la Ingeniería están basadas en contenidos conceptuales, procedimentales y en la experiencia de los profesionales.

Los contenidos conceptuales son propios de áreas del conocimiento basados en hechos, datos y conceptos. Los hechos son eventos que acontecen en el desarrollo teórico y contextual, los datos son informaciones concisas y los conceptos son nociones o ideas sobre los objetos. Es el caso típico de los aprendizajes en telecomunicaciones o arquitectura de computadores.

Los contenidos procedimentales se clasifican en función de las actividades motrices y cognitivas que debe realizar el estudiante, la cantidad de acciones para resolver problemas y las características de estas (algorítmicas o heurísticas). Se relacionan con el proceder siguiendo un determinado esquema. Como ejemplo están los aprendizajes en algoritmos y estructuras de datos y son propios de las competencias

argumentativas, pues el seguimiento a los procedimientos para estudiar soluciones exige explicaciones y razones sobre los fenómenos.

La experiencia guía la incorporación global de los conceptos y problemas significativos a la orientación de la Ingeniería elegida. La experiencia enriquece la adquisición de competencias propias de las carreras, porque incentiva la presentación de soluciones de problemas concretos, a la preparación de alternativas de solución, a las optimizaciones de soluciones o a la construcción de proyectos. Un ejemplo de esto son los aprendizajes en el modelado y diseño del software o nuevos circuitos electrónicos.

Siguiendo la misión general de la ingeniería, el foco de la enseñanza se encuentra en la organización de actividades para el análisis, diseño, implementación y evaluación de soluciones de distinto grado de complejidad planteamiento de soluciones para problemas reales. Considerando las características de la enseñanza/aprendizaje de la Ingeniería, resulta muy ventajoso el uso de los AVAs como plataforma pedagógica y comunicativa. Los AVAs presentan recursos para los tres tipos de conocimientos presentados previamente. A continuación se presentan tres experiencias realizadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

3 Experiencia de Aula Extendida

Como ya vimos, por sus características y ventajas metodológicas, la implementación de la metodología ABP (aprendizaje basado en problemas) en un entorno de aprendizaje virtual, es especialmente atractivo para desarrollar cursos de ingeniería. ABP estimula el pensamiento crítico, es decir, la habilidad para analizar hechos, generar y organizar ideas, defender sus opiniones, hacer comparaciones, hacer inferencias, evaluar argumentos y resolver problemas. La resolución de problemas se realiza muchas veces en grupo, por lo que se desarrolla también la competencia de trabajo en equipo.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata se están llevando a cabo experiencias en la plataforma Moodle. Diversas asignaturas están implementando cursos con contenidos educativos originales, producidos por los docentes involucrados. A continuación, se presentan algunos ejemplos.

La modalidad conocida como “extended learning” es decir, aprendizaje extendido, permite transformar el aula tradicional en un “aula extendida”, brindándole al alumno la posibilidad de complementar su capacitación presencial tradicional con el desarrollo de actividades en forma virtual, es decir, mediadas por tecnología [4].

En la presente experiencia, se hace uso de la modalidad de aula extendida para trabajar en temas de la currícula de Electrotecnia, ciencia tecnológica básica imprescindible en varias carreras de ingeniería, en particular en Ingeniería Eléctrica y Electromecánica, recurriendo al trabajo colaborativo en línea y utilizando el enfoque (ABP). Los destinatarios son estudiantes de segundo y tercer año de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica, que cursan las primeras materias asociadas directamente con la especialidad elegida, en el agrupamiento de asignaturas denominado de Tecnologías Básicas.

Se ha seleccionado, en esta primera etapa, una Unidad Temática de la asignatura Electrotecnia 2 denominada: Cálculo de los Fenómenos Transitorios en los Circuitos con Parámetros Concentrados por el Método Operacional, por reunir las condiciones necesarias para aplicar la metodología ABP, a esta altura de la formación de los estudiantes.

Las actividades en línea que se han implementado consisten en resolver problemas de análisis del fenómeno transitorio en circuitos eléctricos, utilizando en la resolución de las ecuaciones integrodiferenciales la Transformada de Laplace y presentan una dificultad creciente. Estos problemas deben ser resueltos por los alumnos, divididos en pequeños grupos de trabajo, en forma colaborativa, mediante la técnica de ABP, trabajando en la wiki y los foros del entorno. La mayor parte de la responsabilidad de aprender está centrada en los estudiantes y el docente cumple el rol de facilitador [6].



Fig. 1. Presentación del aula extendida para el curso de Electrotecnia.

De este modo los alumnos se enfrentan a un método de aprendizaje basado en el principio de utilizar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.

La primera experiencia, desarrollada durante el primer cuatrimestre del ciclo lectivo en curso, apenas ha concluido. A la fecha de la presente publicación se están analizando los datos y resultados obtenidos, tanto en lo que se relaciona con la actividad propiamente dicha para cuya evaluación se ha recurrido a dos rúbricas o matrices de valoración: una destinada a evaluar la resolución de problemas en sí misma y la otra el trabajo colaborativo en línea, así como las encuestas de satisfacción completadas por los alumnos.

4 Experiencia en Simulaciones en Espacios Virtuales 3D

En los últimos años, se ha desarrollado una nueva generación de ambientes virtuales colaborativos que incorporan muchas de las características actualmente presentes en los de juegos multiusuario en red, o MMOGs (Massively Multiplayer On line Games).

Un entorno virtual tridimensional de aprendizaje, 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).

Si bien algunos fenómenos físicos son fácilmente reproducibles en el laboratorio, en otros casos esto es prácticamente imposible, ya sea por su escala, su peligrosidad o su costo, en estos casos la simulación numérica aparece como la solución natural y los entornos virtuales tridimensionales, el ambiente apropiado para su estudio y experimentación. El estudio de diferentes tipos de fenómenos físicos forma parte de los contenidos de las carreras de Ingeniería y es usual representarlos por medio de modelos matemáticos basados en ecuaciones diferenciales pues nos permiten estudiar su comportamiento bajo diferentes circunstancias.

Por otra parte, en la asignatura Análisis Numérico analizamos las ventajas y desventajas de los métodos utilizados para encontrar, generalmente en forma discreta, la solución de los sistemas de ecuaciones que describen la dinámica de dichos fenómenos. A pesar de esto, se observa frecuentemente en los alumnos una tendencia a percibir estos conocimientos como totalmente disociados de los de otras asignaturas. Sin embargo, estos conocimientos no sólo no están separados, sino que al integrarlos por medio de la simulación numérica se produce una importante sinergia que potencia el aprendizaje de ambos. De esta forma, la simulación en entornos virtuales 3D se transforma en una excelente herramienta para que los alumnos experimenten de una forma más directa con las leyes que gobiernan ciertos fenómenos físicos.

En nuestro caso en particular, hemos comenzado a implementar algunos prototipos sobre OpenCobalt, una plataforma de código abierto y descentralizada, ya que no posee un servidor central sino que utiliza una esquema de comunicaciones P2P (Peer to Peer) [7]. En un entorno de este tipo en el que pueden hallarse varios estudiantes conectados simultáneamente resulta crucial determinar si será posible observar un comportamiento idéntico del fenómeno en estudio en cada uno de los puestos de trabajo [8]. Para analizar este punto, hemos generado un espacio virtual en el que incluimos una simulación sencilla de un fenómeno de atracción gravitacional y nos conectamos a dicho espacio con máquinas de diferente potencia. Lo que observamos es que aun cuando las actualizaciones de los cambios no eran simultáneas, los resultados observados por cada usuario por separado eran totalmente consistentes con el fenómeno, gracias al mecanismo de ejecución diferida presente en OpenCobalt.



Fig. 2. Espacio Virtual 3D en *OpenCobalt*.

Actualmente Open Cobalt, no posee un motor de física integrado con el entorno. Sin embargo, lejos de ser esto un impedimento, nos abre la posibilidad de presentarles a los estudiantes el desafío de crear sus propios modelos físicos desde cero. De esta forma, aún en el caso de modelos matemáticos simplificados, deberán enfrentarse a problemas como la resolución numérica de ecuaciones diferenciales, la detección de colisiones entre objetos, la representación de posiciones, velocidades y aceleraciones en un sistema de coordenadas tridimensional, etc. lo cual les permitirá desarrollar una visión más integradora de los contenidos de las diferentes asignaturas.

5 Experiencia con Técnicas de Minerías de Datos para Mejorar los AVAs en Ingeniería

Otra experiencia llevada a cabo en la Facultad de Ingeniería comprendió el diseño y prueba de un modelo basado en las técnicas de análisis de clusters con el objetivo específico de aplicarlo al estudio de ciertas habilidades cognitivas de los alumnos desde un punto de vista grupal partiendo de sus características individuales.

En particular se aplicó en la asignatura Computación, común a todas las especialidades de Ingeniería. La asignatura se focaliza en el aprendizaje de la programación de computadoras. La asignatura requiere que el alumno adquiera ciertas habilidades, como, construir un algoritmo, resolver un problema planteado, traducirlo a un lenguaje de programación específico y probarlo en la computadora. Los errores que el alumno puede cometer se clasifican en sintácticos y semánticos. La prueba en computadora detecta errores sintácticos, pero los semánticos deben ser analizados más profundamente pues abarcan una amplia gama de equivocaciones

desde los más simple (como confundir una palabra reservada) hasta más complejos como la concepción errónea del algoritmo. Por este motivo es importante la intervención docente, independientemente de la prueba en computadora.

La evaluación del aprendizaje de la programación básica de computadoras en Computación se basa fundamentalmente en la resolución de problemas. Los docentes consideran que no es suficiente que el programa funcione en computadora sino que se debe realizar un análisis de la solución siguiendo paso a paso el razonamiento del alumno para identificar posibles fallas. La diversidad de las posibles soluciones hace que sea difícil obtener una medida individual equitativa cuando se evalúa un grupo de alumnos que han resuelto un mismo problema. La dificultad se debe a que la valoración de errores depende del contexto en el que se cometen.

Dada la naturaleza del problema se eligió una técnica de clustering para investigar perfiles emergentes en grupos numerosos de alumnos a partir de diagnósticos cognitivos individuales. Inicialmente se probó uno de los algoritmos más simples y conocidos de clustering, K-Medias. Este método separa los datos en un número determinado K (fijado a priori) de grupos independientes. Se definen K posibles centros y siguiendo algún criterio de proximidad preestablecido se sitúa cada objeto en un grupo según su ubicación con respecto al centro. Luego de esta primera partición se recalculan los centros de cada grupo y se redistribuyen los objetos por proximidad con este nuevo centro. El proceso se repite hasta que no ocurran cambios en los grupos de un paso al siguiente. La clasificación obtenida es de tipo dura, esto es, cada objeto pertenece a un grupo específico, logrando grupos disjuntos.

Pero, la evaluación de los errores de la programación requiere de algoritmos más sofisticados dada la naturaleza abstracta de la cognición humana. Fuzzy C-Medias [9] es una generalización del método anterior, el cual considera que los objetos en cierta medida pertenecen a todos los grupos (esto es, hay una medición difusa), realiza sucesivas iteraciones en busca de la mejor solución, mediante la optimización de la función objetivo [10]. Como resultado de este proceso se obtienen: las coordenadas de los puntos centrales de cada grupo y coeficientes que especifican para cada objeto el grado de pertenencia a cada grupo. Dado que los objetos pertenecen a más de un grupo se dice que la clasificación es de tipo blanda, esto es, los grupos son difusos.

La metodología desarrollada comprende las siguientes etapas: formulación del problema, selección de variables, aplicación de técnicas de clustering, análisis de resultados y validación de la clasificación. Como ejemplo de aplicación se presenta un ejemplo en la enseñanza de la programación estructurada de computadoras en el curso del año 2011 sobre 100 alumnos. Se fijaron las variables: *sintaxis*, *comprensión de la consigna*, *funcionamiento del programa*, *correctitud algorítmica* y *eficiencia*. Como resultado se obtuvo dos centros que representan una buena agrupación y analizando los valores de las variables en estos puntos observamos que los alumnos en general han demostrado un grado más bajo en la *eficiencia*, mientras que la *sintaxis* no se presenta como un problema grave. Se observa claramente la formación de dos grupos de alumnos con características similares. Asimismo, se obtiene información a nivel individual del alumno en relación con el resto de los alumnos, observando sus coeficientes de pertenencia.

Una de las características relevantes del modelo desarrollado es su independencia del dominio y de la granularidad, esta flexibilidad lo hace extensible a diversos temas

y habilidades cognitivas. El análisis de los diagnósticos cognitivos en forma colectiva es una alternativa para la creación de instrumentos formales de evaluación continua.

A partir de esta experiencia se está incorporando otras técnicas de la Minería de Datos Educativa (reglas difusas, conjuntos difusos, etc.) para mejorar el Ambiente Virtual de Aprendizaje es uso a fin de adaptar el aprendizaje a las características individuales de los estudiantes usando perfiles cognitivos de los estudiantes (individual, grupal y colaborativo).

6 Conclusión

De acuerdo al estudio realizado por [11] muchas veces las plataformas virtuales de aprendizaje no se usan en todo su potencial en las carreras técnicas, a pesar del hecho que muchos alumnos las conocen y usan en diferente medida. La razón de esta circunstancia se debe, según revelan los datos, al poco uso que los docentes hacen de ellas. A pesar de todo, son valoradas positivamente por el alumnado. Sin duda estas herramientas son una oportunidad para implementar mejores cursos de ingeniería.

En esta línea de reflexión, nuestro esfuerzo se dirige a persuadir a los docentes de la Facultad a ser usuarios del AVA Moodle mostrando las experiencias descritas en este trabajo.

Otro aspecto que nos interesa es agregar rasgos de autonomía al AVA en uso mediante técnicas de la Minería de Datos Educativas. Asimismo, se está experimentando con ambientes 3D para lograr simulaciones realistas de ciertos fenómenos físicos e ingenieriles en ambientes colaborativos a fin de permitir a los estudiantes experimentar y enfrentarse a diferentes situaciones, con el objetivo de lograr una mejor comprensión del tema en estudio.

Como futuras acciones, se mejorará y ampliará la calidad pedagógica de los cursos en desarrollo mediante la incorporación de nuevas tecnologías como algoritmos de la lógica difusa y redes neuronales evolutivas.

Referencias

1. Dede, C., Nelson, B., Ketelhut, D. J. and Bowman, C. : Design-based research strategies for studying situated learning in a Multi-User Virtual Environment. 6th International Conference on Learning Sciences Santa Monica, California. (2004)
2. Totter E., Raichman S.: Creación de espacios virtuales de aprendizaje en el área Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. 4, pp.40,46 (2009)
3. Datos del Ministerio de Educación del 2009 (aproximadamente el 5 % de los ingresantes se interesa por las Ingenierías)
4. Coicaud S. : Educación a distancia. Tecnologías y acceso a la educación superior. 1st ed. Editorial Biblos, (2010)
5. Hannan A. , Silver H. : La innovación en la Enseñanza Superior. Enseñanza, aprendizaje y culturas institucionales. Narcea S.A. de ediciones, (2006)

6. Cenich G. Santos, : Aprendizaje Colaborativo Online: Indagación de las Estrategias de Funcionamiento, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TEyET), vol. 1, no. 1, pp. 79-86, (2006)
7. Lombardi, J., Lombardi, M. Opening the Metaverse. Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual. William Sims Bainbridge (Ed). Springer - Human Computer Interaction Series. 111-122, (2010)
8. McGeer, R., Raab, A., Reed, D., Smith, D., Kay, A.: Scalability of Collaborative Environments. 06: Proceedings of the Fourth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing. 168-174. ISBN 0-7695-2563-6. IEEE Computer Society. (2006)
9. Bezdek J., Keller J., Krisnapuram R. y Pal N. : Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing. New York: Springer. (2005)
10. Bezdek J. : Pattern recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Ed. Plenum Press. (1981)
11. Rodriguez Salido , Chamorro Alfonso C., Muñoz Beltran R.: Plataformas virtuales de docencia en carreras técnicas, oportunidades para la docencia no-presencial. En I Congreso Internacional virtual de formación del profesorado, Universidad de Murcia, (2010)