



## EL POTENCIAL DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA: LECCIONES APRENDIDAS TRAS 10 AÑOS DE IMPLEMENTACIÓN

M.Sc. Julián Monge-Nájera [jmonge@uned.ac.cr](mailto:jmonge@uned.ac.cr) , [julianmonge@yahoo.com](mailto:julianmonge@yahoo.com)

M.Sc. Victor Hugo Méndez-Estrada [vmendez@uned.ac.cr](mailto:vmendez@uned.ac.cr)

Licda. Marta Rivas Rossi [mrivas@uned.ac.cr](mailto:mrivas@uned.ac.cr)

Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica

### RESUMEN

**RELEVANCIA:** La educación a distancia, como método no tradicional de enseñanza, tiene la obligación de adaptarse a las innovaciones tecnológicas para así crear nuevas acciones educativas que democratizen la educación. En este sentido, se describe aquí una experiencia de 10 años con la incorporación de laboratorios virtuales para enseñanza a distancia en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, UNED (un laboratorio virtual simula una situación de aprendizaje previamente realizable solo en un laboratorio real).

**RESULTADOS CONCRETOS:** Se elaboraron 11 laboratorios para solucionar problemas de mantenimiento de equipo, infraestructura y desplazamiento de estudiantes y tutores a todos los centros universitarios de Costa Rica. Se demostró, mediante pruebas con estudiantes normales en cursos reales, que estos laboratorios se pueden hacer en la casa, lugar de trabajo o centro universitario con eficacia para la calificación final del curso. Cada laboratorio consta de un mapa conceptual, objetivos, ayuda, explicación teórica, actividades (se puede simular casi cualquier fenómeno: cambios evolutivos, láminas fijas al microscopio, procesos naturales, reacciones químicas, sistemas, modelos, etc.) y cuestionario de evaluación que será calificado por un tutor. Tanto su elaboración como su uso se basan exclusivamente en códigos de computación de uso común, tales como Hyper Text Markup Language (HTML), jpg, gif y lenguaje de programación Java, lo cual exime a las instituciones y a los estudiantes del pago por derechos de autor.

**GENERALIZACIÓN:** La experiencia acumulada con el uso de los laboratorios virtuales en la UNED a lo largo de una década permite afirmar que esta es una técnica útil en los procesos de enseñanza en la educación a distancia, ya que facilita el aprendizaje de los contenidos en el momento y lugar que resulte más conveniente, y se realiza cada experimento cuantas veces sea necesario. Los costos de producción se recuperan pronto por el ahorro que producen al no ser necesarios ya los laboratorios reales, por lo que la experiencia es generalizable a otras instituciones educativas de la América Latina.

## INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo tecnológico que se ha generado a nivel mundial en el área de la informática ha creado expectativas en todos los campos. En la educación a distancia ha sido una herramienta con un gran potencial didáctico que ha propiciado transformaciones importantes en el área de la comunicación y el aprendizaje. (Bolaños, 1998).

La educación a distancia, como método no tradicional de enseñanza, tiene la obligación de adaptarse a las innovaciones tecnológicas para así crear nuevas acciones educativas que involucren a más estudiantes dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y además, lograr la proyección del quehacer universitario más allá de su espacio físico (Corrales, 1998)

La incorporación estas herramientas computacionales en la Universidad Estatal a Distancia se inició con la introducción del correo electrónico en forma experimental por medio del proyecto BITNET, que pretendía introducirlo en diferentes universidades del estado (de Teramond, 1993). Posteriormente se pasó a experimentar con otros proyectos tales como la videoconferencia usando equipo de la marca *Silicon Graphics* (Alvarado, 1994), el desarrollo de multimedias con el programa *Toolbook* (D'Alton, 1996; Corrales, M y otros, 1996), los mapas conceptuales, mediante el programa *Quorum* (Cañas, 1997) y la enseñanza vía internet mediante el programa *Learning Space* (Gómez y Rivas, 1998; Araya et al, 1998) y últimamente microcampos.

Todas estas herramientas han dado sus frutos, sin embargo, todavía no se ha logrado utilizar permanentemente ninguna de ellas dentro del paquete instructivo de la UNED. Según Gutiérrez Doña (1998) la incorporación de estas no podría ser efectiva, si no se rediseña todo el paquete, para lo cual propone tomar en cuenta tres aspectos fundamentales:

- ✍ Diseño y desarrollo de un plan estratégico informático que unifique en forma armónica la función de la oficina de sistemas, la función de la docencia y los procesos de capacitación asociados a la adquisición de equipo y tecnología computacional.
- ✍ Implementación de un programa de desarrollo telemático que permita a la UNED adquirir la plataforma tecnológica necesaria para desarrollar un plan piloto de universidad virtual.
- ✍ Un programa macro de soporte técnico y logístico que permita, por un lado, dar mantenimiento a las eventuales herramientas tecnológicas que se adquieran y por otro, favorecer sus aplicaciones creativas al proceso educativo en su totalidad.

De esta forma, ya se han tomado acciones haciendo uso de las herramientas computacionales sin necesidad de contar con una plataforma tecnológica sofisticada. Por el contrario, en la búsqueda de respuesta al inconveniente de enseñar materias científicas que requieren de una puesta en práctica se está implementando una nueva modalidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje: los "**laboratorios virtuales**". Además de solucionar los problemas de mantenimiento de equipo, infraestructura y desplazamiento de profesores a todos los centros universitarios del país, estos laboratorios le ofrecen al estudiante la posibilidad de realizar las prácticas desde su casa, lugar de trabajo o centro universitario más cercano.

## MARCO DE REFERENCIA

Se entiende por laboratorio virtual un sitio informático que simula una situación de aprendizaje comúnmente realizada en un espacio físico llamado laboratorio. El uso de estos sitios en la UNED surgió, principalmente, con la idea de proporcionar al estudiante que está cursando materias de ciencias naturales una nueva forma de aprender. Asimismo el proyecto permite cumplir con una serie de objetivos entre los cuales están:

- Desarrollar una nueva forma que estimule en los estudiantes el deseo por aprender e investigar.
- Simular un laboratorio de ciencias que permita solucionar el problema de equipo e infraestructura de los laboratorios de ciencias naturales.
- Contribuir con uno de los principios básicos de la educación a distancia: desarrollar técnicas que permitan un “autoaprendizaje” en los estudiantes.
- Desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas en el uso de la computadora.

Con base en los principios de la educación a distancia, nació la idea de utilizar una herramienta tecnológica para ponerla al servicio de los estudiantes.

Se han elaborado laboratorios virtuales en cursos que incluyen la temática de ecología, historia natural, evolución, fisiología, anatomía, botánica y biodiversidad. Se elaboraron y probaron once laboratorios virtuales en temas como Historia Natural de Lepidópteros, Historia Natural de las Orquídeas, Evolución, Ecología, Modelos de depredador-presa, Reproducción, Tejidos, Digestión, Nutrición, Reproducción y Biodiversidad.

Los laboratorios se desarrollaron, probaron y refinaron durante diez años con estudiantes a distancia en cursos estandarizados.

### Estructura básica de un laboratorio virtual

Cada laboratorio cuenta con la misma estructura básica, pero con diferentes técnicas de aprendizaje. La estructura básica de cada laboratorio es la siguiente:

- **Mapa conceptual.**

Es una representación esquemática de los diferentes temas tratados en cada laboratorio y de sus relaciones. Los conceptos se representan como nodos rotulados y las relaciones entre conceptos como ligas rotuladas.

- **Objetivos.** Indican al estudiante lo que se espera que aprenda al desarrollar las actividades propuestas.

- **Cómo ejecutar el laboratorio.** Le explica al estudiante los pasos que debe seguir para realizar el laboratorio y detalles de cómo pasar de una parte a otra y cómo preparar el informe al profesor.

- **Explicación teórica.** En lugar de suponer que el estudiante ya conoce los temas tratados, se le ofrece una explicación relacionada con los problemas cotidianos.
- **Actividades para realizar en el laboratorio.** Existe una serie de actividades, las cuales no siguen una secuencia en particular, más bien, la interfaz gráfica le permite a cada estudiante seguir un orden diferente al de sus compañeros. Es en esta parte en donde se le proporciona al estudiante la simulación de una situación de aprendizaje, se procura que la simulación sea interactiva, el estudiante tiene que realizar alguna acción para poder observar la simulación. El estudiante obtiene alguna pista o respuesta del software y puede volver a repetir la actividad si no la hizo bien o quiere observar mejor los detalles. Se puede simular casi cualquier fenómeno: cambios evolutivos, láminas fijas al microscopio, procesos, reacciones químicas, sistemas, modelos, etc.
- **Cuestionario de evaluación.** Consiste en una serie de preguntas relacionadas con los diferentes tópicos tratados en el laboratorio virtual, que se ubican al final de cada actividad. Estas preguntas le permiten al estudiante determinar el logro alcanzado en los objetivos de aprendizaje y profundizar en los temas tratados.

#### **Características técnicas del laboratorio virtual**

1. Tanto su elaboración como su uso se basan exclusivamente en códigos de computación de uso común, tales como Hyper Text Markup Language (HTML), jpg, gif y lenguaje de programación Java, lo cual exime a las instituciones y a los estudiantes del pago por derechos de autor.
2. Está diseñado en hojas de formato HTML en asociación con el programa Dream Weaver para elaborar los enlaces (ligas) entre textos y figuras, a fin de que pueda ser accesado vía Internet. Asimismo, se producirá en disco compacto.
3. Utiliza poco espacio en disco, para ello las figuras (dibujos, fotografías) se comprimen utilizando el formato internacional jpg o gif.
4. Se pueden utilizar en una computadora personal no muy sofisticada con la única condición de que tengan un navegador de Internet (Explorer, Mozilla, Opera, Netscape, etc.) en cualquier sistema operativo (Windows, Macintosh, Linux, etc.)

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los laboratorios virtuales iniciales (reproducción, digestión, nutrición) se han estado probando con grupos reales de estudiantes durante 8 años. Debido a que la gran cantidad de datos que representan todos estos años de prueba no permiten un análisis detallado en el espacio de este informe, se detallan a continuación algunas ejemplos seleccionados por su representatividad.

El laboratorio virtual "Historia Natural de Lepidópteros" se probó con dos grupos de estudiantes: un primer grupo durante el tercer cuatrimestre del 2001 en donde se aplicó en forma voluntaria a los estudiantes del curso de Biología III, de la carrera de Profesorado y Bachillerato en la Enseñanza de las Ciencias de la UNED. Para estimular el uso de esta herramienta, se les ofreció a todos aquellos estudiantes un 10 % extra de la nota final del curso a condición de que

cumplieran con los requisitos propuestos: contestar el pretes, postes (Anexo 1), un cuestionario de evaluación del laboratorio y redactar el informe final de todas las actividades y preguntas del laboratorio.

En una segunda oportunidad, se volvió a probar en el primer cuatrimestre del 2002 con estudiantes matriculados en el curso de Historia Natural de Costa Rica de la carrera de Manejo de Recursos Naturales. En este grupo su realización fue obligatoria ya que formó parte de la evaluación del curso, en el cual se incluye un proyecto de investigación (en este caso el laboratorio virtual) con un valor de un 20% de la nota final del curso, en este caso no se les entregó pretes ni postes.

En el primer grupo, se entregaron 72 discos compactos más el material indicado, y aunque se procesó únicamente la información de 43 estudiantes, quienes cumplieron con todos los requisitos, 65 estudiantes del curso realizaron el laboratorio virtual.

En el segundo grupo, participaron 110 estudiantes de los cuales se recibió respuesta completa de 64.

Se probó el laboratorio virtual de orquídeas con los estudiantes de Botánica en el segundo cuatrimestre del 2002, con valores y resultados similares.

Finalmente, los demás laboratorios se probaron en los años 2000, 2001, 2003 y 2004 en cursos de enseñanza de la ciencias, tanto en cursos de Biología general como de Zoología.

## RESULTADOS

Se encontró una significativa mejora en la evaluación (un aumento de 40% en la nota promedio en exámenes estandarizados) tras la utilización de los laboratorios. Los resultados son similares en 14 lugares del territorio costarricense y con estudiantes que van desde docentes experimentados con conocimientos medios de computación hasta estudiantes novatos sin experiencia en el uso y manejo de computadoras.

Lo anterior sugiere que los laboratorios virtuales son una herramienta idónea en la educación a distancia. Además, se presentaron pocos problemas técnicos. Por su parte los estudiantes dieron una calificación superior al 90 % a todos los laboratorios y manifestaron no solo su aprobación sino también el deseo de que todos los cursos de ciencias cuenten con laboratorios virtuales.

## DISCUSIÓN

Si se parte de un prejuicio negativo contra los laboratorios virtuales, puede decirse que las simulaciones o "laboratorios virtuales" son incapaces de reemplazar a la vida real. Obviamente ello es cierto, al menos con los laboratorios actuales, pero si el laboratorio real no es posible o conveniente, el laboratorio virtual es bueno como sustituto o al menos para entrenamiento antes de realizar prácticas peligrosas, especialmente si se cuenta con simuladores mecánicos o realidad virtual en lugar de una simple pantalla ([http://csd.newcastle.edu.au/control/virtual\\_labs.html](http://csd.newcastle.edu.au/control/virtual_labs.html)). Como hacen automáticamente algunos cálculos rutinarios liberan tiempo para comprender y como presentan los cambios de manera gráfica, los laboratorios virtuales facilitan el aprendizaje (<http://www.qrg.ils.nwu.edu/ideas/avlidea.htm>).

En la UNED los laboratorios virtuales son opcionales en algunos cursos, y tanto la versión virtual como la tradicional con laboratorios reales tienen suficiente matrícula.

## CONCLUSIONES

La experiencia acumulada con el uso de los laboratorios virtuales en la UNED a lo largo de una década permite afirmar que esta es una técnica útil en los procesos de enseñanza en la educación a distancia, ya que facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias al permitirle a los estudiantes estudiar en el momento y lugar que crean conveniente, es decir, sin estar obligados a trasladarse a un centro de estudios.

El laboratorio virtual le proporciona al estudiante, conceptos, habilidades y destrezas en el uso de la computadora, y en el desarrollo cognitivo para que se logre un aprendizaje significativo.

La posibilidad de repetir las actividades de aprendizaje las veces que sean necesarias así como la de accederlo desde cualquier lugar en donde haya una computadora, sin necesidad de tener permisos para usar software, y haciendo uso del tiempo que considere pertinente, hacen de esta una herramienta idónea para la educación a distancia.

Los laboratorios virtuales permiten observar gran diversidad de fenómenos; simples procesos de observación, fenómenos imposibles de apreciar en la naturaleza, por haber pasado hace muchísimo tiempo o porque su duración es tan larga que nos sería imposible percatarnos de que el fenómeno está sucediendo, fenómenos que no se pueden observar ni con microscopios complejos pues suceden en seres vivos como los humanos, tejidos vistos al microscopio óptico, modelos de comportamiento, etc.

Aunque la producción de este tipo de material estuvo por años restringida en la UNED debido a problemas presupuestarios, el éxito que se ha tenido con ellos, y que se mide no solamente por su uso en otros países (Canadá, Senegal y Mauricio) sino por la alta tasa de alumnos que aprueban los exámenes estandarizados tras aprender con estos laboratorios virtuales, demuestra que se trata de una magnífica alternativa para otros programas de educación a distancia en toda la América Latina.

## REFERENCIAS

Alvarado, V. . 1994. . **Proyecto Piloto sobre Videoconferencia**. UNED. Costa Rica.

Araya et al . 1998. **Proyecto piloto para producir algunos cursos virtuales por medio de una herramienta de trabajo colaborativo**. IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica.

Arriaga, J., Pescador, F. Hernández, J. 1999. **Internet en la educación a distancia. Entorno de evaluación**. X Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Tomo I, p. 84-95.

Bolaños, F. . 1998. . **La metamorfosis del paquete instructivo a la luz de las nuevas tecnologías-Consideraciones para su adecuada incorporación**. IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Costa Rica.

Cañas, A. . 1997. . **Programa de capacitación sobre Quorum**. UNED- Universidad de Florida. Costa Rica.



Corrales, Maricruz y otros . 1996. **Documento: Memoria Proyecto de Multimedia.** UNED. Costa Rica.

Corrales, M, 1998. . 1998. **Programa de producción electrónica multimedial.. PEM.** . IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Costa Rica.

D'Alton, Cristina y otros. . 1996. . **Plan Piloto sobre Multimedia.** UNED. Costa Rica.

Simões, M.C., Bezerra, L.A.De H. y Michels, G. 1999. Audio video conferencia: proceso interactivo para la universalización de la enseñanza. X Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Tomo II, p. 390-393.

Gómez, P y Rivas M 1998. **Uso de una herramienta colaborativa en el curso de “Biodiversidad e Inventario de la Naturaleza”.** IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica

Gutiérrez, B, *et al.* 1998.**Soluciones colaborativas a problemas del paquete instructivo de la UNED: Los aportes de Learning Space, Quorum y correo electrónico.** IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica.

De Teramond, Guy. 1993. **Proyecto BITNET.** UCR-UNA-ITCR-UNED. Costa Rica

Martins, J.G., Moco, S. de S., Bolzan, R, Lapolli, E., Martins, A, y Barcia, R.M. 1999. **Integration between the learning environment and the real world: virtual reality through educational games.** X Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Tomo II, p. 365-368.

Rodino, A.M .1997. **Informática educativa en Contexto: respuesta estudiantil al uso del correo electrónico en la UNED de Costa Rica.** Innovaciones educativas. Año IV, No.7. San José, Costa Rica. EUNED, 35-45.

Viquez, M. y J. Meza. 1999. **La UNED de Costa Rica y las nuevas tecnologías: una experiencia en la producción de un paquete instructivo para la enseñanza de la Matemática.** X Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Memoria/ Consorcio de Educación a Distancia. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Tomo II, p. 667-675.