

# Los Laboratorios Virtuales de Biotecnología del Instituto de Medicina Howard Hughes

## Una Modalidad de Educación a Distancia

**Zulma Figueroa Román**

### INTRODUCCIÓN

La proliferación de los cursos en línea en un gran número de universidades, e incluso escuelas superiores, conlleva la disponibilidad en línea de la mayor parte de recursos necesarios para impartir una asignatura. En general, no hay una gran dificultad para poner en

línea los recursos de textos, imágenes, e incluso video. De esta manera, los cursos en línea han logrado una gran efectividad para poner a disposición del alumno todo tipo de información (Bello, 2007). Sin embargo, la disponibilidad de textos, imágenes y video en línea no refleja completamente la interacción necesaria en la vida real, es decir en un salón de clase, en un laboratorio. Por ejemplo, la toma de decisiones, la dificultad de interpretar situaciones complejas, y la recreación de objetos no se pueden llevar a cabo con los recursos comunes de los cursos en línea (Michigan State University, 2006). Estas limitaciones han mantenido fuera de los cursos las prácticas de laboratorio, el uso de aparatos sofisticados, la toma de decisiones, y la práctica de algunas destrezas necesarias para el manejo de simulaciones. Los escenarios virtuales, con capacidad para imitar la vida real pueden proveer una poderosa herramienta educativa para desarrollar y poner en práctica estas destrezas y al mismo tiempo ser un aporte en la educación a distancia (Huang, 2004).

La eficacia de la simulación para la educación y su bajo costo comparativamente ha llevado a algunas instituciones a la creación de simuladores de vuelo, de pacientes virtuales, incluso de hospitales y



de laboratorios virtuales. Los primeros escenarios virtuales se utilizaron por los militares con el fin de reproducir situaciones de guerra y por las líneas aéreas para adiestrar a los pilotos en el manejo de sofisticados sistemas de vuelo (Boeing, 2003). Aparte de estas experiencias, llevadas a cabo por corporaciones o instituciones millonarias, hay un sinnúmero de situaciones donde no hay una alternativa a la educación presencial, es el ambiente de laboratorios en el campo de las ciencias y de la medicina (Badioze, Bakar, Ahmed, Sulaiman, Arshad, & Mohd, 2009). Las instituciones educativas en general no cuentan con el financiamiento necesario para llevar a cabo este tipo de prácticas. La alternativa es, por lo tanto, recurrir a soluciones no tan radicales, cuyos resultados son satisfactorios, como por ejemplo el apoyo híbrido con clases en línea y laboratorios presenciales, como es el caso de la Universidad de Carolina del Norte (Baker, Wentz, & Woods, 2009). Siguiendo esta misma filosofía, iniciativas como la del Instituto Howard Hughes hacen factible la creación de un escenario virtual en forma de laboratorios para la enseñanza de la Biología, la Química, la Fisiología, y la Medicina en los primeros cursos universitarios y los últimos años de la escuela superior (Howard Hughes Medical Institute, 2007).

En este artículo se discuten las ventajas de los laboratorios virtuales del Instituto de Medicina Howard Hughes para utilizarlos en educación a distancia como una forma de apoyo a la educación. Estos laboratorios están bajo el nombre de "BioInteractive" y forman una serie de laboratorios virtuales con una gran cantidad de multimedios.

### **ASPECTOS ECONÓMICOS, DE SEGURIDAD Y DE CONTAMINACIÓN**

El mercado actual para los cursos en línea sigue creciendo, hasta el punto que mientras el porcentaje de crecimiento en educación superior ha sido de 1.5% en los

últimos cinco años, el crecimiento de los cursos en línea es del 9.7%. En el 2006, ya había 3.5 millones de estudiantes tomando cursos en línea, según un estudio de Sloan Corporation a base de 2,500 universidades (Sloan Corporation, 2008). La posibilidad de extender las actividades educativas más allá de los límites impuestos por el entorno geográfico hace que los cursos en línea tengan un atractivo especial desde el punto de vista económico, esta es una razón fundamental que ha tenido el Instituto Howard Hughes. Sin embargo, todos aquellos cursos que tienen un laboratorio como requisito presentan una limitación muy difícil de superar. Las prácticas experimentales como fotosíntesis, cromatografía, manejo de microscopios y en general todas las destrezas que se practican en un laboratorio presentan un reto hasta ahora imposible de reproducir en un escenario virtual, o al menos eso es lo que piensan muchos profesores de ciencias (Scheckler, 2003).

Después de calibrar esta necesidad, algunas universidades en Europa y en Estados Unidos han producido escenarios virtuales para laboratorios en línea (White, Bolker, & Koolar, 2007). Varios escenarios virtuales están ya disponibles en línea. Entre ellos, el de la Universidad de Massachusetts (White et al., 2007) que es un escenario virtual de un laboratorio completo de genética y el laboratorio sobre genética básica de la Universidad de California. Otro escenario virtual digno de mención es el laboratorio de electroforesis virtual de la Universidad de Utah (Utah University, 2007), el laboratorio auspiciado por la NASA y el Instituto Bechman (Gaskins, 2006) sobre el estudio del ADN, que está específicamente dedicado a la educación.

Cabe preguntar por qué instituciones con experiencia y recursos suficientes para crear laboratorios presenciales llevan a cabo, sin embargo, laboratorios virtuales como lo está haciendo el Instituto Howard Hughes. Esta pregunta incide, directamente, en la idea que tienen algunas personas de la facultad cuya opinión de los

escenarios virtuales dedicados a laboratorios de ciencias es que éstos son un sucedáneo de inferior calidad, cuyo uso en todo caso se debe evitar a favor de laboratorios presenciales (Sloan Corporation, 2008). Sin embargo, la experiencia demuestra que los laboratorios virtuales no solamente pueden sustituir a los laboratorios presenciales, sino que además presentan un cúmulo de ventajas que justifican su creación desde el punto de vista académico y económico, a pesar de su elevado costo. Las ventajas de un laboratorio virtual son (a) seguridad en la operación de los instrumentos, (b) acceso a los instrumentos de cada estudiante, (c) bajo costo de adiestramiento, (d) flexibilidad en adiestramiento (Statheropoulos & Kyvelidis, 1999).

En primer lugar, un escenario virtual puede recrear instrumentación no disponible en ningún laboratorio de una institución. Por citar unos pocos se puede citar el microscopio de barrido electrónico, el espectrómetro de dispersión de energía, el microscopio de luz de alta energía, y el microscopio con sonda de barrido para capturar detalles de superficies hasta el nivel atómico (Gaskins, 2006). El uso de estos instrumentos en cursos básicos no dedicados a la investigación, está fuera del alcance de los alumnos en todos los cursos que se ofrecen en la mayoría de las universidades y escuelas superiores. El uso de instrumentos reales de este tipo significaría un costo de compra y de mantenimiento imposible desde cualquier punto de vista, los instrumentos virtuales son una excelente solución, puesto que bajan significativamente los costos de equipo de laboratorio, al mismo tiempo proveen acceso a costosos laboratorios mediante Internet o LAN (Zaimoviæ, Lemes, & Petkoviæ, 2001). Ante estas consideraciones, un escenario virtual para laboratorios de Biología, de Química y de Ciencias Aliadas a la Salud sería recomendable e incluso se podrían utilizar de forma mixta para cursos presenciales.

En segundo lugar, tanto los especímenes usados en los laboratorios como los reactivos causan problemas al ambiente, porque tiene que disponer de animales vivos o conservados en líquidos especiales y material vegetal. Tanto para unos como para otros, se necesitan repositorios y laboratorios adicionales para su preparación, conservación y mantenimiento. En el caso de los reactivos, éstos suponen un gasto continuo en forma de pagos para disponer de residuos biológicos. Un laboratorio virtual no necesita ejemplares animales ni vegetales y tampoco utiliza reactivos en su preparación (Nebraska Water Association, 2009).

En tercer lugar, los laboratorios virtuales no consumen espacios preparados como laboratorios, certificados por OSHA y por el Departamento de Bomberos. Todo lo anterior se debe sumar al costo de las instalaciones de gas, mesones, pupitres especiales y lavamanos. El costo de un laboratorio es hasta diez veces superior a un salón normal (Johns Hopkins University, 2000).

En cuarto lugar, se hace mucho más fácil la programación de cursos porque no requieren de la disponibilidad de un salón laboratorio para darlos. Los laboratorios en línea, se puede decir, que se reproducen electrónicamente, por lo tanto no hay restricciones de espacio (O'Bannon, Scott, Gunderson, & Noble, 2007).

Se pudiera añadir otra razón interesante. Actualmente es común el hacer experimentos transgénicos con diferentes muestras de semillas, moscas, gusanos y otros especímenes. En un laboratorio virtual se elimina absolutamente el riesgo de que especímenes transgénicos cuyo genoma ha sido modificado pasen al ambiente y puedan contaminar cosechas y en general, el ambiente natural (Smith, 2004).

Todas estas razones justifican que las diferentes instituciones educativas, tanto a nivel universitario como de escuela superior, empiecen a considerar el uso de labo-

laboratorios virtuales como complemento seguro y económico de la enseñanza.

### **ASPECTOS ESPECIALES**

En el caso de laboratorios especialmente adaptados habría que considerar la creación de los mismos localmente. La creación, la distribución y el manejo son las tres vertientes que se pueden considerar en cuanto a la viabilidad de un proyecto de este tipo (Guerrero, Minguillón, Guàrdia & Sangrà, 2007).

Los aspectos básicos de un escenario virtual para laboratorios son: un archivo de imágenes 3D, una serie de guiones que describan las acciones de la práctica, un programa capaz de manejar todos los componentes, y un sistema de autoría para crear los módulos (Blais, Brutzman, Horner & Nicklaus, 2001) en el idioma que se crea más conveniente. Por otra parte, muchos de los laboratorios virtuales ya existen en el mercado (Blais, Brutzman, Horner & Nicklaus, 2001; Boeing, 2003; Falby, Thompson & Irvine, 2001; Houtkamp & Bos, 2007; Ramos, Aguirre, Zaragoza & Razo, 2006; Stern, Noser & Stucki, 2003). En muchos casos será necesaria la traducción al español. La programación de las prácticas se hace desde los módulos de autoría. En algunos casos los laboratorios en línea ya están disponibles en forma gratuita para la educación, como por ejemplo Boeing, 2003; Gaskins, 2006 y Howard Hughes Medical Institute, 2007. Por lo tanto, se puede decir que, incluso es posible la adaptación y estudio de los programas existentes, no tanto la creación de éstos desde cero.

En cuanto a la distribución de los laboratorios virtuales del Instituto Howard Hughes se pueden considerar dos formas principales: en línea o en CD. La abundancia de imágenes y video exigen un ancho de banda considerable, por lo tanto, si ese ancho de banda no está disponible, entonces hay que pensar en su distribución mediante CDs (Howard Hughes Medical

Institute, 2007). Según De la Cruz, Guerra & Lazarín, (2003) exponen que la otra posibilidad es ofrecer estos laboratorios para la visualización "in situ" en los locales de la institución, por ejemplo mediante salas especiales en las bibliotecas de las escuelas superiores o en las universidades. Los laboratorios de Howard Hughes Medical Institute están enfocados a las ciencias de la salud y la Biología.

Uno de los problemas principales de los cursos de las escuelas de medicina y de biología es que con los medios actuales los laboratorios no se pueden ofrecer en línea como cualquier otro curso (Johns Hopkins University, 2000). En conclusión, según Microsoft Corporation (2010) el desarrollo de escenarios virtuales para laboratorios supone un ahorro de recursos y el acceso a recursos que de otra manera estarían fuera del alcance de los alumnos. Esta iniciativa del Instituto de Medicina Howard Hughes viene a atender un puente en este aspecto. La Corporación Hughes ha desarrollado entre otros productos, cinco laboratorios virtuales: el Laboratorio Virtual de Moscas Transgénicas, el Laboratorio Virtual de Identificación Bacteriana, el Laboratorio Virtual de Cardiología, el Laboratorio Virtual de Neurofisiología y el Laboratorio Virtual de Inmunología.

### **LABORATORIO VIRTUAL DE MOSCAS TRANSGÉNICAS**

Este laboratorio, ofrecido en el instituto Howard Hughes, permite familiarizarse con la ciencia y las técnicas utilizadas para crear moscas transgénicas. Según Locatis, Vega, Bhagwat, Liu & Conde, 2008 exponen que los organismos transgénicos, que contienen ADN que se inserta de forma experimental, se utilizan para estudiar muchos procesos biológicos. Las actividades que permite realizar el laboratorio son preparar el ADN que se incorporará al genoma de las moscas, preparar embriones de moscas, inyectar ADN a los embriones, cultivar las moscas y seleccionar la proge-

nie. Para ello, se utilizan y se practican de una forma virtual todas las técnicas de laboratorio requeridas para cultivo de moscas.

### **LABORATORIO VIRTUAL DE IDENTIFICACIÓN BACTERIANA**

El objetivo de este laboratorio ofrecido en el instituto Howard Hughes es familiarizarse con la ciencia y las técnicas utilizadas para identificar los diferentes tipos de bacterias a base de sus secuencias de ADN. No hace mucho tiempo, la secuenciación de ADN era una tarea tediosa y lenta. Con fácil acceso y kits de equipos comerciales, ahora es rutina. Según exponen los autores Liu, Amagai & Cordon (2001), las técnicas utilizadas en este laboratorio, especialmente la reacción en cadena de polimerasa son aplicables en una amplia variedad de entornos, incluyendo la investigación científica y los laboratorios forenses.

### **LABORATORIO VIRTUAL DE CARDIOLOGÍA**

El foco de este laboratorio son las enfermedades hereditarias del corazón (Howard Hughes Medical Institute, 2007). El estudiante hace las veces de un pasante interno para acompañar a un médico examinando tres pacientes diferentes. Cada paciente es examinado con más de un instrumento de diagnóstico, y en cada etapa, el médico le invita a examinar al paciente por sí mismo y a dar su opinión. Las técnicas utilizadas requieren el uso y conocimiento de Auscultación, eco cardiografía, electrocardiogramas (ECG), imágenes de resonancia magnética y análisis de pedigrí. Al mismo tiempo los estudiantes aprenden a manejar estos mismos equipos de una forma virtual al igual que en los demás laboratorios (Sommer & Sommer, 2003).

### **LABORATORIO VIRTUAL DE NEUROFISIOLOGÍA**

Este laboratorio, también ofrecido en el instituto Howard Hughes, guía al estudi-

ante en la disección de una sanguijuela para llegar hasta el nervio principal y experimentar con actividades de registro eléctrico de las neuronas individuales, mientras que se estimula mecánicamente la piel del invertebrado. Los autores Walker, Altemus, Allen, Klinkhachom, y Kraszpulska (2007) exponen que en este laboratorio se demuestra cómo inyectar tintes fluorescentes en las neuronas para visualizar su morfología, identificar neuronas a base de su morfología y su respuesta a estímulos, comparándolos con los resultados obtenidos anteriormente. El estudiante maneja un osciloscopio, un micromanipulador mecánico y equipo de disección común.

### **LABORATORIO VIRTUAL DE INMUNOLOGÍA**

En este laboratorio, del instituto Howard Hughes, el estudiante lleva a cabo el protocolo ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) para descubrir e identificar enfermedades autoinmunes. Los componentes del sistema inmune llamadas anticuerpos se encuentran en la porción líquida de la sangre y ayudan a proteger el cuerpo de daños. Los anticuerpos también pueden ser utilizados fuera del cuerpo en un laboratorio de ensayo para diagnosticar la enfermedad causada por el mal funcionamiento del sistema inmune o por infecciones. Según Bailenson, Yee, Blascovich, Beall Lundblad, y Jim (2008) exponen que en este laboratorio el estudiante maneja virtualmente un espectrofotómetro, pipetas de diversos tipos y una centrífuga. Además aprende el protocolo de uso de los instrumentos.

### **CONCLUSIÓN**

La calidad del material presentado, la exactitud de los diferentes protocolos de laboratorio y la diversidad de instrumentos simulados en estos laboratorios que ofrece el Instituto de Medicina Howard Hughes los convierten en una herramienta primor-

dial para incluirlos como parte de cursos en línea. De hecho, sería muy recomendable que los estudiantes que en futuro deban utilizar aparatos reales, deberían llevar a cabo estos laboratorios antes de manejar dichos aparatos, que en muchos casos cuestan miles de dólares y que por lo tanto, solamente se pueden ver en algunos hospitales y clínicas. El adiestramiento en línea con laboratorios virtuales puede ahorrar mucho en tiempo de adiestramiento dentro del área clínica, pues antes de llegar allí el estudiante puede aprender a utilizar los diferentes aparatos de forma virtual, lo mismo que los simuladores de vuelo hacen con los aprendices de piloto en las líneas aéreas y la fuerza aérea. Las prácticas virtuales y las simulaciones están alcanzando cada vez más importancia en la educación a distancia y se ven cada vez más como una alternativa económica y disponible en todas partes. En conclusión, el desarrollo de escenarios virtuales como los que propone el Instituto Howard Hughes, para laboratorios, supone un ahorro de recursos y el acceso a recursos que de otra manera estarían fuera del alcance de los alumnos.

## REFERENCIAS

- Bailenson, J., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A., Lundbland, N., & Jim, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102.
- Badioze, H., Bakar, Z., Ahmad, A., Sulaiman, R., Arshad, H., & Mohd (2009). Virtual visualization laboratory for science and mathematics content (Vlab-SMC) with special reference to teaching and learning of chemistry. *Journal of Computer Science*, 58, 356-370.
- Baker, S. C., Wentz, R. K., & Woods, M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life as an educational tool. *Teaching of Psychology* 36, 59-64.
- Bello, R. E. (2007). *Educación virtual: Aulas sin paredes*. Recuperado de <http://www.educar.org/articulos/educacionvirtual.asp>
- Blais, C., Brutzman, D., Horner, D., & Nicklaus, S. (2001). *Web-based 3D technology for scenario authoring and visualization: The savage project*. Recuperado de <https://savage.nps.edu/Savage/documents/WebBased3dTechnology-Savage-IITSEC2001.pdf>
- Boeing. (2003). *Boeing mathematics and information software*. Recuperado de [http://www.boeing.com/phantom/math\\_infow/](http://www.boeing.com/phantom/math_infow/)
- De la Cruz, A., Guerra, J. A., & Lazarín, E. (2003). *Laboratorios virtuales en la educación*. Recuperado de <http://www.ciberhabitat.gob.mx/universidad/ui/esybi/v1.htm>
- Falby, N., Thompson, M. F., & Irvine, C. E. (2001). *A security simulation game scenario definition language*. Proceedings of the 2003 IEEE Workshop on Information Assurance. West Point, NY: United States Military Academy.
- Gaskins, T. (2006). *Highly sophisticated virtual laboratory instruments in education*. Recuperado de <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006AGUFMED53C.01G>
- Guerrero, A., Minguillón, J., Guàrdia, L., & Sangrà, A. (2007). Metadata for describing learning scenarios under the european higher education area paradigm. *Psychology and Educational Science Studies*. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona, Spain.
- Houtkamp, J. M., & Bos, F. A. (2007). *Evaluation of virtual scenario training for leading firefighters*. Recuperado de [www.iscram.org/dmdocuments/ISCRAM2007/Proceedings/Pages\\_565\\_570\\_60GAME\\_03\\_Evaluation.pdf](http://www.iscram.org/dmdocuments/ISCRAM2007/Proceedings/Pages_565_570_60GAME_03_Evaluation.pdf)
- Howard Hughes Medical Institute. (2007). *Best practices for communication of science and technology to the public*. Recuperado de [http://www.nist.gov/public\\_affairs/Posters/biointeractive.htm](http://www.nist.gov/public_affairs/Posters/biointeractive.htm)
- Huang, C. (2004). Virtual labs: E-learning for tomorrow. *Plos Biology*, 2, 734-735.
- Johns Hopkins University. (2000). *A virtual engineering/science laboratory*. Recuperado de <http://www.jhu.edu/virtlab/virtlab.html>
- Liu, D., Amagai, S., & Cordon, A. (2001). Development and evaluation of virtual labs and other interactive learning tools. *Biochemistry and Molecular Education*, 29, 163-164.
- Locatis, C., Vega, A., Bhagwat, M., Liu, W., & Conde, J. (2008). A virtual computer lab for distance biomedical technology education. *BMC Med Education* 8, 12.

- Michigan State University (2006). *Limitations of online teaching*. Recuperado de [http://vudat.msu.edu/limitations\\_online/](http://vudat.msu.edu/limitations_online/)
- Microsoft Corporation. (2010). Virtual lab of Microsoft TechNet. Recuperado de <http://www.microsoft.com/latam/technet/virtuallab/default.mspix>
- Nebraska Water Association. (2009). *Laboratory safety*. Recuperado de <http://www.ne-wea.org/LabManual/labsafety.htm>
- NIST. (2007). Virtual labs and animation console at biointeractive. Org. Recuperado de [http://www.nist.gov/public\\_affairs/Posters/biointeractive.htm](http://www.nist.gov/public_affairs/Posters/biointeractive.htm)
- O'Bannon, D., Scott, J., Gunderson, M., & Noble, J. S. (2007). *Integrating laboratories into online distance education courses*. Recuperado de [http://technologysource.org/article/integrating\\_laboratories\\_into\\_online\\_distance\\_education\\_courses/](http://technologysource.org/article/integrating_laboratories_into_online_distance_education_courses/)
- Ramos, F., Aguirre, A., Zaragoza, J., & Razo, L. (2006). *The use of ontologies for creating virtual scenarios in geda-3d*. (1st ed.). IEEE Computer Society Press.
- Scheckler, R. K. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? *International Journal of Developmental Biology*, 47, 231-236.
- Sloan Corporation. (2008). Online Nation: Five years of growth in online learning. Recuperado de [http://www.sloan-c.org/publications/survey/online\\_nation](http://www.sloan-c.org/publications/survey/online_nation)
- Smith, R. (2004). Transgenic organisms. Recuperado de [https://salempress.com/store/samples/encyclopedia\\_of\\_genetics\\_rev/encyclopedia\\_of\\_genetics\\_rev\\_transgenic.htm](https://salempress.com/store/samples/encyclopedia_of_genetics_rev/encyclopedia_of_genetics_rev_transgenic.htm)
- Sommer, B. A., & Sommer, R. (2003). A virtual lab in research methods. *Teaching of Psychology*, 30, 171-173.
- Statheropoulos, I., & Kyvelidis, S. (1999). *The virtual lab of instrumental methods of chemical analysis theory and lab exercises*. Recuperado de [http://www.ntua.gr/virtlab/virtlab\\_eng.htm](http://www.ntua.gr/virtlab/virtlab_eng.htm)
- Stern, C., Noser, H., & Stucki, P. (2003). Application scenarios for scientific visualization and virtual reality using a cave infrastructure. *Proceedings of the Workshop on Virtual Environments*, 39, 319-320.
- University of Utah. (2007). *Virtual gel electrophoresis lab*. Recuperado de <http://learn.genetics.utah.edu/units/biotech/gel/>
- Walker, E. R., Altemus, J., Allen, E., Klinkhachom, P., & Kraszpulska, B. (2007). Virtual anatomy labs for pre-professional health sciences students. *FASEB Journal*, 21, 216-222.
- White, B., Bolker, E., & Koolar, N. (2007). The virtual genetics lab: A freely-available open-source genetics simulation. *The American Biology Teacher*, 69(1), 29-32.
- Zaimoviæ, N., Lemes, S., & Petkoviæ, D. (2001). *Virtual instruments a chance to teach engineering at a distance*. Recuperado de <http://www.discoverlab.com/References/437.pdf>

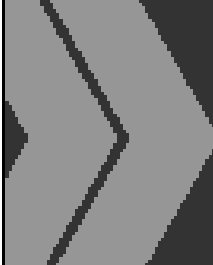


**DemandTec**  
*Retail Challenge*

Learn how your school can get involved and take part in the DemandTec Retail Challenge — a math based scholarship competition for high school seniors.

---

The top 10 finalist teams will travel to NASDAQ in New York City for the grand championship round.



Learn how your school can get involved:  
[www.demandtecretailchallenge.com](http://www.demandtecretailchallenge.com)