



El impacto de Internet en la enseñanza de las ciencias experimentales

Entrevista con el PhD, Kyle Forinash. Indiana University Southeast, Nueva Albania, USA.

Por Mgter. M. Soledad Roqué Ferrero

“En el mundo de la educación todavía usamos Internet de manera unidireccional simplemente en reemplazo de los materiales que se empleaban en las clases tradicionales. Pero Internet se puede aprovechar como una herramienta de comunicación bidireccional, en la que los estudiantes se encuentran e interactúan con el material colaborando con otros y trabajando recíprocamente con el profesor.”

En su paso por la Universidad Nacional de Córdoba durante su estadía en la Argentina en 2007, el PhD en Física Kyle Forinash dictó la conferencia abierta: “*El Uso de Internet en Educación: Algunas Ideas y Ejemplos*” con el propósito de compartir las experiencias implementadas en la *Indiana University Southeast* (USA), donde se dedicó varios años a la investigación y creación de simulaciones y materiales interactivos para el nivel introductorio de la enseñanza de la Física.

En palabras de Forinash, Internet puede ser un medio que revolucione las formas tradicionales de enseñar, sin embargo ¿Es posible hoy valorar su impacto en la enseñanza? Según el especialista, alrededor de este interrogante se articula un gran debate y es necesario profundizar más. “Necesitamos comparaciones entre clases con Internet y tecnología y clases sin estos recursos”.

Estos y otros tópicos fueron abordados en el marco de su diálogo con la Revista de Educación en Biología (REB).

¿Cuáles son los objetivos del proyecto que Ud. desarrolla en la *Indiana University Southeast* en el ámbito de la inclusión de tecnologías de Internet para la enseñanza de la Física?

Actualmente no se sabe a ciencia cierta qué implica “un buen uso de tecnologías”. Existen muy pocas investigaciones en este campo. Entonces, uno de los objetivos es probar la utilidad de estas herramientas para la enseñanza previendo que quizás vayamos a observar que no son idóneas. Ésta también es una posibilidad. Pero, para probarlo, necesitamos hacer una comparación entre estudiantes que las usan y que no las usan, y este es otro propósito en el marco de esta investigación. En general, la idea es utilizar Internet para lograr una mejor comunicación entre el profesor y el estudiante. Para ello contamos con un amplio espectro de posibilidades que incluyen desde la información del programa y el curso, las notas de clase del profesor (Word, pdf.), la indicación de tareas semanales, muestras de exámenes, ejemplos y enlaces complementarios; hasta mecanismos de interacción. Entre este último tipo de recursos es posible mencionar: la sala de conversaciones (Chat) para los estudiantes, el email (Yahoo, Messenger, Skype); la posibilidad de realizar sugerencias en la página de Internet; los medios de trabajo colaborativo y evaluación entre colegas (blogs y otros sistemas generales de acceso a la información del curso); la construcción de bases de datos entre estudiantes, etc.. Asimismo, también contamos con la realización de clases por laboratorio de video (streaming video, transmisión por ipod) y de ejercicios en línea. Finalmente, se contempla el uso de simulaciones y la posibilidad de llevar el control de experimentos reales a través de Internet.

¿Cuáles son las principales consideraciones pedagógicas que justifican el uso de tecnologías en un curso universitario?

Usando los recursos de Internet, los estudiantes pueden trabajar con su propio ritmo y organizar

su tiempo. Es sabido que mucho se aprende fuera de una clase formal. También sabemos que los estudiantes necesitan ayuda afuera de clase y justamente, Internet es una herramienta para entablar este tipo de comunicación y ofrecer apoyo extra-aula.

¿Podría mencionar algunas ventajas y desventajas del uso de Internet para la enseñanza de las ciencias experimentales?

Internet es una oportunidad para lograr mayor intercambio con los estudiantes. Los alumnos usan frecuentemente Internet para interactuar con otros. Entonces, creo que también como docentes, debemos aprovechar esta forma de comunicación para la enseñanza. Estamos frente a un fenómeno casi equivalente al que se produjo con la invención de libros; era posible la comunicación cara a cara pero el libro permitió transmitir algunas cosas con mayor facilidad. En parangón, podemos decir que Internet también irrumpe como un nuevo medio para comunicar.

Otro aspecto favorable de este medio, es que permite anticipar información a los estudiantes. Por ejemplo, si en un curso de literatura sólo se propone realizar lecturas en el aula, no estaríamos frente a una buena clase. Una buena lección de literatura es de discusión y para ello los estudiantes deben haber leído los textos con anterioridad. Entonces, un buen uso de Internet sería para preparar a los alumnos antes de la clase y hay muchas maneras de hacerlo. En la *Universidad de Harvard*, por caso, se emplea un breve cuestionario con tres preguntas donde la tercera interroga acerca de cuál de las lecciones que había que estudiar para el día implicó un problema para el alumno, qué es lo que no se entiende. De este modo, el profesor puede acceder a las respuestas con anticipación y modificar sus presentaciones de acuerdo a las necesidades de los alumnos.

Una desventaja de Internet puede ser que no todos tengan el mismo acceso a la red, ni la misma computadora. Particularmente, esto es un problema en el caso de la implementación de simulaciones; si una computadora es vieja y la conexión a Internet es por línea telefónica, quizás no sea lo suficiente rápida para reproducir simulaciones. En definitiva, pienso que estamos en época de experimentación ya que In-

ternet es algo muy nuevo. En nuestra Universidad tuvimos el primer servidor hace 15 años y en esta época se creyó que era algo innecesario en el campo de la investigación. Ahora esto ha cambiado mucho.

¿Estamos hablando del uso de tecnologías como complemento para la enseñanza presencial o de un curso totalmente a distancia?

En el caso de una clase totalmente a distancia creo que no sería posible lograr esto, muchos estudiantes no tendrían la suficiente motivación para hacerlo. Por ejemplo, en nuestra universidad existen clases a distancia que son escritas, impresas. Entonces, los estudiantes reciben un paquete cada semana y luego envían las tareas todas juntas por correo. Pero ¿Qué pasa con este tipo de curso? Sólo el 5 por ciento de la gente puede terminarlos porque no tienen motivación para continuar. El aprendizaje es un proceso social, el alumno necesita hablar y discutir con otra gente. Por ello, pienso que Internet es un método para comunicar, pero no para dar clases totalmente a distancia.

¿Y si consideramos el uso de recursos para la interacción como por ejemplo, el foro y el Chat?

Para algunos alumnos puede ser que funcione, para otros probablemente no. Aún no podemos saber qué tipo de estudiantes pueden usar este método y cuáles no.

Con respecto a los alumnos ¿Qué situaciones cree Ud. que favorece la incorporación de Internet?

La respuesta de los estudiantes para algunas cuestiones es buena y para otras no. Por ejemplo, a mis alumnos les gustan las simulaciones pero aún no tenemos pruebas de que constituyan una buena herramienta. Quizás sólo sean una manera de evitar estudiar otras cosas. En lugar de un texto, se ofrece una serie de simulaciones, preguntas o recursos que requieren de ellos cierta participación. Por ejemplo, empezamos a ver espacios o discos virtuales que permiten registrar la tarea en la red. En definitiva, se puede "abrir un libro y dormir" pero en Internet se requiere un poco de acción para cambiar las cosas. Probablemente vayamos a ver este tipo de texto en el futuro, algo que requiere de mucha interactividad.

¿Es posible evaluar el aprendizaje a partir de las diferencias entre una clase que utiliza este tipo de herramientas y una tradicional?

Alrededor de este interrogante gira mucho debate. El profesor que enseña desde hace veinte años no quiere comprender que los métodos que se usaban entonces ya no son apropiados. Hay mucha resistencia ante la idea. Hoy en Estados Unidos los especialistas de educación en física necesitan pruebas de que esta modalidad de enseñar es buena o probablemente vaya a ser aceptada. Por nuestra parte, sabemos que los métodos interactivos de enseñanza funcionan muy bien (hay muchos artículos sobre este tema). Sin embargo, en este momento, son pocos los estudios que efectivamente comprueban que en las clases con uso de tecnologías los logros son mayores comparados con una clase regular. Este es un tema en el cual es necesario profundizar más, necesitamos comparaciones entre clases en las que se utiliza Internet y tecnologías y clases sin estos recursos.

¿Cómo comprobar la efectividad de los métodos interactivos de enseñanza?

Hay varias formas. Se pueden implementar entrevistas en profundidad e interrogar a los alumnos sobre diferentes aspectos. Sin embargo, este tipo de prácticas interactivas de enseñanza nos demandan pensar en otro tipo de pruebas. La metodología más común que implementamos consiste en aplicar un test previo y otro posterior a la inclusión de tecnologías en una misma clase a fin de entablar una comparación, por ejemplo a partir de un ejercicio. Esto evita el problema de que algunos estudiantes estén previamente muy bien preparados con respecto al uso de las herramientas, puesto que con Internet casi todos los alumnos tienen experiencia. Es difícil encontrar un grupo que no tenga previo contacto, por ejemplo, con simulaciones. Entonces el cotejo entre estudiantes con experiencia y sin experiencia es casi imposible. En cambio, si logramos un parangón a partir de un ejercicio específico, tendremos idea de si este método funciona o no.

¿Es posible evaluar el nivel de interactividad?

Sí, si se usa, por ejemplo, una simulación con respuestas en Internet. Un grupo de mi universidad utiliza este método: aplica un conjunto de

problemas en Internet, y si la respuesta que brinda el alumno es incorrecta, el programa ofrece un poco más de información para ayudar al estudiante y al mismo tiempo recaba qué tipo de problemas tiene. A partir de esta información el profesor puede, luego, evaluar si los alumnos entendieron o no los conceptos. De modo que la existencia de mucha interactividad en las respuestas cambia el comportamiento del programa. Si el estudiante tiene problemas con un concepto, se hacen más ejercitaciones con él y si no hay inconvenientes, se aplican preguntas de profundización, por ejemplo. Entonces, se logran dos cosas al mismo tiempo; por un lado, se ofrece ayuda para completar el ejercicio; y al mismo tiempo, el profesor puede anticipar el tipo de problemas que son más frecuentes en los estudiantes. Probablemente pronto veremos este tipo de ejercicios en Internet.

A su criterio, ¿Cuál es la diferencia entre un uso pasivo y uno activo de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

Creo que todavía usamos Internet de manera unidireccional: para ofrecer información a los estudiantes. Aún hoy no sabemos exactamente cómo podemos usar esta herramienta para comunicar mejor, o bien, recién empezamos a pensar en ello. Cuando mucha gente está participando en un proyecto por Internet podemos usar ese conocimiento común. Un ejemplo es la Wikipedia, donde la participación de algunos expertos para mejorar una colección de conocimientos, es mucho mejor de lo que pueda lograr una sola persona. Empezamos a ver cosas como estas.

En este contexto, ¿Qué posibilidades didácticas considera Ud. que se abren a los docentes?

Se dice que el aprender es un proceso constructivo, cada persona necesita construir su propio concepto del mundo. Sin embargo, pienso que no hay que tener posturas extremas tales como: "el libro no debe tener ninguna definición, ningún conocimiento, solamente ejercicios y los estudiantes crean su propio conocimiento a partir de ellos". Esta postura es demasiado extrema. Pero, por otro lado, es verdad que cada persona crea su propia visión, sus propios conocimientos del mundo frente a di-

versos temas: Física, Biología, etc. Y que, además, los estudiantes se escuchan más a sí mismos que al profesor. Entonces, si podemos usar herramientas para facilitar la discusión entre ellos ¿Es posible pensar que, quizás, éstos vayan a aprender más rápido a partir del intercambio con sus propios pares? Creo que si podemos potenciar esto utilizando Internet, sería algo muy bueno.

En su conferencia Ud. mencionó la aplicación de simulaciones en Física, ¿Qué utilidad cree que tienen para la enseñanza?

En una parte de nuestra investigación, ya estamos haciendo comparaciones entre los estudiantes que usan un ejercicio escrito y los que usan simulaciones, aunque aún no disponemos de suficientes datos para valorar qué es mejor. Si bien podemos asegurar que hay muchas personas -y yo soy uno de ellos- que se dicen *estudiantes visuales*, otras personas aprenden más a través de la lectura o de la escritura. En mi caso, aunque soy docente desde hace más de treinta años, puedo decir que algunas simulaciones me enseñaron procesos nuevos, ya que *de golpe* ahora puedo ver un campo eléctrico, y eso es una experiencia novedosa. Creo que a partir del uso de simulaciones algunos estudiantes podrán aprender una serie de cuestiones antes inaccesibles. Las simulaciones permiten visualizaciones de procesos que no se pueden ver normalmente (como campos eléctricos y magnéticos, y corrientes de electricidad, por ejemplo); que son demasiado rápidos (ondas) o demasiado pequeños (procesos de moléculas en termodinámica); que son peligrosos (colisiones de autos), difíciles de manipular (por ejemplo, ondas) o tan complejos que no tienen la posibilidad de ser llevados a cabo en el laboratorio (por ejemplo, niveles de energía: "quantum" en un átomo). Las simulaciones también facilitan la repetición de estos procesos tantas veces como sea necesario para su comprensión. Sin embargo, el problema es decidir que tipo de simulaciones son útiles. Por ejemplo, en el caso de los campos eléctricos -que es algo que no se puede ver- este tipo de herramienta probablemente sea muy útil para los estudiantes. Un caso contrario sería la simulación de alguna experiencia cotidiana, por ejemplo: "jugar con pelotas". Realizar una simulación con pelotas quizás no agregue nada nuevo. Por ello, debe-

mos evaluar qué tipo de simulaciones necesitamos en virtud de su utilidad para la enseñanza.

¿Cuál es la diferencia entre una simulación y un experimento real a través de Internet?

Es muy difícil distinguir entre una simulación, que de hecho no es un experimento, y un experimento real por Internet. Los ejercicios de laboratorio a distancia son útiles para permitir el acceso de muchas personas a un equipo especializado ya sea en sus hogares u otros lugares fuera del laboratorio. De esta manera, es posible facilitar la recolección de datos en lugares distantes o muy peligrosos; recolectar información de muchos sitios al mismo tiempo; recoger datos de diferentes tipos de computadoras (Mac, PC, Linux) con similar forma de acceso (por una página Web, por ejemplo) y realizar experimentos de larga duración. Las simulaciones no son un sustituto para los ejercicios en laboratorio reales, quizás sólo se comprendan como una extensión del laboratorio. Las simulaciones no pueden traer problemas, siempre hacen lo mismo sin variaciones, empero aunque son más controladas y útiles para mostrar cosas complejas, también tienen sus limitaciones. Por ejemplo, en el laboratorio real es posible cometer errores (si cortamos demasiado fuerte o débil, etc.) y este tipo de cosas son muy difíciles de simular. Sin embargo, en el ámbito de la aviación, por ejemplo, se tienen muy buenas experiencias con simuladores. Que un motor no funcione es una experiencia que no es probable que el piloto tenga en un avión real sin correr algún riesgo. En este caso, la simulación es de gran utilidad para propiciar esta experiencia de manera controlada.

En el caso de los experimentos a través de Internet ¿Qué posibilidades de acceso y control se les ofrece a los alumnos? ¿Se permiten intervenciones en simultaneidad?

Ahora existe un tipo de software que dispone en pantalla de todos los controles que podemos tener en un laboratorio y que -a través de una conexión de Internet- son conectados a un experimento real. Entonces, cuando se cambia algo en la pantalla, cambia en el experimento real. Este tipo de software ya existe pero por ahora no se usa en educación.

Con respecto al control, tentativamente es posible establecer cualquier tipo de situaciones. Generalmente se prevé una participación a la vez, y si otro estudiante trata de usar el software, un mensaje le avisa que está siendo utilizado por otra persona. Hubo un excelente ejemplo implementado por la Universidad de Tennessee para controlar un experimento real por Internet con un espectroscopio, una máquina utilizada para medir y analizar el espectro de algunos gases. En este caso, el alumno podía seleccionar algunos parámetros de la máquina y manejarla en un experimento real para hacer un espectrograma y un análisis de gases. Esta experiencia fue muy interesante puesto que este aparato -como era muy caro- no estaba generalmente disponible en cualquier laboratorio, y el hecho de que se pudiera acceder desde Internet solucionó este inconveniente. También hubo varios experimentos reales controlados por Internet en la Universidad de Indiana; uno de ellos fue un ejercicio con sonido donde los estudiantes analizaron una señal ajena (en otro laboratorio) usando Internet. Otro fue con una fuente radioactiva que los alumnos podían medir a través de un equipo controlado desde la red. En otra experiencia de laboratorio a distancia, fue posible analizar señales de antenas receptoras de ondas electro-magnéticas de baja frecuencia ubicadas en una parte alejada de la universidad.

Sobre simulaciones, ¿Existe algún tipo de software de aplicación educativa?

Los *Open Source Physics* son un tipo de recursos de código abierto orientados a la elaboración de simulaciones aplicadas a la enseñanza de la Física. Estos recursos -que se pueden conseguir gratuitamente por Internet- son promovidos por un grupo que trabaja desde dis-

tintas partes del mundo en un proyecto orientado a la creación de applets (pequeños programas escritos en lenguaje JAVA) que permiten modificar su comportamiento con muy poco conocimiento técnico. Este tipo de applet que admite modificación -lo que normalmente no es posible- se denomina fislet (física + applet). Por caso, hay un fislet muy potente para hacer gráficos, éste puede crear cualquier tipo de gráfico, pero para ello es necesario cambiar ciertos códigos que están disponibles en la Web y se pueden leer a través de un visualizador. Así, con 5 ó 6 fislets es posible crear muchas simulaciones diferentes. Los ejemplos son bastante fáciles para implementar en el área de la Física, habría que probar su aplicabilidad en la Biología.

¿Podría mencionar algunos ejemplos específicamente en Biología?

Muchos de los recursos para comunicarse con los estudiantes mencionados en esta entrevista, se pueden aplicar para la enseñanza de la Biología. Un ejemplo muy antiguo de simulación es el sapo virtual (virtual frog): <http://froggy.lbl.gov/virtual/>. En este sitio, se puede hacer una disección virtual de un sapo, lo cual es muy interesante porque a partir de esta simulación es posible cortar, separar piezas, etc. Por otra parte, también he incursionado en investigaciones con algunos grupos con los cuales diseñamos un modelo computacional para el movimiento del ADN, pero en este caso no necesitamos Internet. En el campo de la Química, también existe un software que permite partir de moléculas y crear nuevas moléculas. En verdad, sucede que algunas cosas son útiles y otras no, mientras tanto los estudiantes pueden experimentar con estos programas.

Algunas fuentes en Internet sobre software aplicados a la Enseñanza de la Biología:

Fislets: http://www.uhu.es/juanluis_aguado/fislets/index.html
http://www.uhu.es/juanluis_aguado/

Sítos de simulaciones en Biología: (en Inglés)

http://www.edinformatics.com/il/il_bio.htm
http://serendip.brynmawr.edu/sci_edu/biosites.html
<http://froggy.lbl.gov/virtual/>

En su experiencia personal ¿Cuál fue la motivación para acercarse a estas tecnologías?

Empecé a interactuar con computadoras muy temprano en comparación con otros profesores de mi edad. Cuando iba a la universidad no había muchas máquinas pero se hicieron más frecuentes cuando empecé a enseñar. Al principio me dieron la impresión de que no eran útiles, entonces me dije: "Voy a probar que no son buenas, lo mismo que la enseñanza a distancia". Partí con esta idea, pero desde ese momento comencé a cuestionarme ¿Por qué?

Con respecto a la utilización de este tipo de herramientas en las clases universitarias, ¿Qué consejos le daría Ud. a un grupo de docentes de Biología?

A otro profesor le diría que cambié cuando comencé a leer artículos que me mostraron lo que se puede lograr a partir de este tipo de apli-

caciones interactivas. Como científico, la constatación de estos cambios a partir de resultados de otras investigaciones me brindó argumentos muy fuertes. Las pruebas no eran solo números, sino que reflejaban un cambio en los conocimientos de los alumnos. Por ello, pienso que la información es algo importante para todos los docentes. En el caso de una investigación llevada a cabo en nuestra universidad por un equipo docente, la muestra involucraba a seis mil quinientos estudiantes de física de 48 clases diferentes, en escuelas diferentes y con instructores y exámenes diferentes. Como resultado, pudimos ver que los 3.400 estudiantes que tuvieron una clase tradicional, mostraron pruebas con calificaciones muy bajas. Sin embargo el grupo que tuvo clases más interactivas, obtuvo notas mucho más altas. Este fue un argumento muy fuerte.



Kyle Forinash es Profesor (Docente) de Física. Se graduó en 1983 en la *Clemson University* (USA) con PhD, y en 1975 como B.S (Physics) en la *University of Georgia* (USA). Desde 1985 hasta la actualidad, ha ejercido la docencia superior en la *Indiana University Southeast* (IUS), donde también es Coordinador y jefe del Departamento de Física. En el ámbito académico, se desempeñó como Colaborador Científico Invitado en *Los Alamos National Laboratory* (LANL) de la Universidad de California durante 1989. Desde 1983 hasta 1985, fue Profesor Asistente Visitante en la *East Tennessee State University* y, entre 1978 y 1983, Asistente Docente en la *Clemson University*. Desde 1990 hasta 2002, trabajó con grupos en Los Álamos (Nuevo México) y en Francia en la creación de modelos computacionales no lineales para la comprensión del comportamiento de sistemas complejos como los polímeros biológicos (ADN).

En 1999, investigó sobre aspectos ambientales ligados a la Física, relativos a cuestiones energéticas y combustibles fósiles. En el ámbito educativo, a partir de 1994, participó junto a un grupo de docentes de la *Indiana University Southeast*, en Nueva Albania, en la instalación de servidores para el campus universitario. En este contexto, ha incursionado en la búsqueda de formas sencillas y accesibles de interconectar experimentos y equipos de la física con computadoras, incluyendo el acceso remoto y el control de experimentos reales vía Internet. Kyle Forinash también dedicó varios años a la investigación y creación de simulaciones en línea y materiales interactivos para su uso en el nivel introductorio de la enseñanza de la Física. Participó en diversos proyectos ligados a la utilización de tecnologías en la enseñanza, la utilización de software libre y de laboratorios en línea para la educación a distancia. Asimismo, ha realizado numerosas publicaciones científicas, artículos y presentaciones sobre temáticas relativas a la enseñanza de la física, las tecnologías interactivas y los modelos dinámicos no-lineales, ente otros tópicos.