

El uso de las simulaciones como herramienta para la capacitación

Claudio de Moura Castro

Las simulaciones tienen una larga trayectoria en la capacitación de aptitudes prácticas y su popularidad está incrementando cada vez más. Situaciones concretas son reconstruidas en un contexto "real virtual" bajo condiciones de prueba y permiten a los estudiantes experimentar y solventar problemas de una manera más segura, más sencilla, más rápida y a veces hasta más económica que en la vida real. Miles de estudiantes se están beneficiando de programas que contienen una gran gama de simulaciones que van desde simulaciones de aviación hasta simulaciones de operaciones corporales. El futuro de este campo es prometedor.

Cambiar la realidad por la virtualidad

¿Por qué querría alguien reemplazar el mundo real por una versión falsa del mismo? Esencialmente, hay al menos tres razones para hacerlo:

1. *Seguridad.* El mundo real es peligroso. Los estudiantes no deberían arriesgar su vida (o la de otras personas) o asustarse en el proceso de aprender su oficio.
2. *La simplicidad, facilidad y compresión de tiempo* que se logran con la versión "virtual" de la capacitación. En ocasiones es necesario dedicar largo tiempo a organizar y realizar ciertos experimentos. En otros, los resultados no son tan claros, debido a que se presentan demasiadas variables inmanejables. Las simulaciones pueden ser una manera conveniente y convincente de sintetizar el mundo real.
3. *Economía.* Las simulaciones pueden ser menos costosas que aprender en el mundo real, especialmente ahora, cuando las computadoras son cada vez más baratas. Las simulaciones pueden ahorrar costosos laboratorios o implementos tales como metal, componentes electrónicos o electrodos de soldadura.

Simulador de vuelo

El primer uso importante de las simulaciones se dio en el entrenamiento de los pilotos de avión. El entrenador de vuelo fue inventado por Edwin Link en 1929. En la aviación, la razón más poderosa para utilizar la simulación es la seguridad. Al comienzo, el Link Trainer era usado para enseñar a los pilotos a volar por instrumentos. No obstante, a medida que los simuladores se hicieron más sofisticados y se introdujeron las computadoras, se convirtió principalmente en una herramienta para enseñar a los pilotos a manejar situaciones de emergencia. Los pilotos necesitan saber cómo reaccionar ante situaciones en las cuales hay vidas en peligro. Sin embargo, apagar una turbina o desactivar el control del timón en un jetliner para probar la reacción del piloto no es una buena idea. Los modernos simuladores de vuelo son máquinas que cuestan varios millones de dólares, a menudo casi tan costosas como los aviones. Pero nadie piensa en los costos cuando decide usarlos. La razón para recurrir a la simulación es que permite reproducir condiciones que, si se reprodujeran en un vuelo real, serían extremadamente peligrosas. Así, los simuladores le ofrecen a los pilotos la oportunidad de aprender las reacciones adecuadas en condiciones más seguras.

Simulación de máquinas CNC

Otra familia bastante común de simulaciones es aquella que reproduce la operación de herramientas de maquinaria controladas numéricamente (conocidas como máquinas CNC). Un aprendiz llegará a conocer

un torno convencional manejándolo en condiciones controladas, al manejar inicialmente parte sencillas y teniendo siempre el cuidado de mantener la herramienta lejos del disco giratorio. Los accidentes ocurren. Si se da un giro adicional a la palanca, la herramienta puede golpear el disco giratorio. Pero una broca rota y un disco giratorio rayado en un torno de aprendizaje no son grandes pérdidas. Sin embargo, los tornos CNC—que están programados como una computadora—cuestan varias veces más y son más propensos a accidentes graves. Una línea de código equivocada puede lanzar el mango hacia el disco giratorio, provocando una terrible colisión y causando graves pérdidas. Se dice que los estudiantes se traumatizan por el golpe y los administradores deben asumir las pérdidas.

Por consiguiente, la primera idea obvia fue adaptar el CNC a un simulador que trazara en un papel la trayectoria de la herramienta de cortar. El dibujo revelaría inmediatamente un error eventual. Sólo después de que la simulación muestre que el programa está libre de errores graves, puede utilizarse la máquina real. Como las computadoras son cada vez más comunes, un monitor sustituye al graficador en papel. El desarrollo siguiente más obvio es un software que simule la totalidad del proceso, eliminando el torno real por completo. Es evidente que esto se aplica a molinos y a toda la gama de herramientas para máquinas controladas por CNC.

Actualmente, las simulaciones por computadora de las máquinas CNC son muy comunes, bastante sofisticadas y poco costosas. Si se utilizan adecuadamente, pueden acelerar la capacitación y bajar los costos significativamente, pues las personas entrenadas pueden aprender mucho de ellas y requieren mucho menos supervisión. Si eliminan totalmente un contacto de primera mano con las máquinas reales CNC es un tema controvertido en el que no nos detendremos ahora. Basta con recordar que el reto de pasar de un torno manual a una versión CNC reside en la programación y no en el manejo de la máquina—la cual, una vez programada, requiere poco insumo humano. Así las cosas, hace poca diferencia si la programación es para una máquina simulada en el monitor o para una máquina real.

Simuladores en la salud

El uso de simuladores en la salud ofrece otro camino promisorio. Hay programas que simulan un paciente enfermo en condiciones críticas. Los estudiantes de medicina y las enfermeras deben adoptar decisiones rápidas para salvarlo. Se dan todos los signos vitales y otra información fácilmente accesible a los doctores, y el paciente reacciona al tratamiento de maneras que simulan el cuerpo humano.¹

Simulaciones para detectar problemas

Otra familia muy común de simulaciones se da en los circuitos eléctricos y electrónicos. Las escuelas vocacionales utilizan a menudo paneles donde se instalan los componentes, reproduciendo el cableado eléctrico típico, por ejemplo, de un automóvil. Después de que los estudiantes comprenden el circuito, el profesor puede introducir fallas en el circuito, bien sea desconectando un cable o insertando componentes que funcionan mal. Los estudiantes deben detectar los problemas del circuito deficiente y encontrar las fallas. Obviamente, esto es mucho más conveniente y rápido que trabajar en automóviles reales, donde el acceso a los componentes y al cableado toma mucho más tiempo. En sus versiones más modernas, los defectos pueden introducirse electrónicamente, a través de controles centrales manejados por los instructores. Hay también simulaciones de defectos en automóviles o tractores reales que han sido cableados a una computadora que simula las fallas.

En estos casos, las simulaciones son una herramienta conveniente para recrear, en un ambiente de capacitación, el tipo de situación que probablemente sucede en la vida real. Al igual que en el caso del simulador de vuelo, en un corto intervalo de tiempo, reúne eventos que tomaría mucho tiempo que ocurrieran

¹ Ver *The Use Of Technology For Learning And Skill Formation: A Medical Affair* en la edición de Julio/Agosto de *TechKnowLogia*, que puede encontrarse en www.techknowlogia.org.

espontáneamente. Si hubiéramos de aprender en automóviles reales cómo diagnosticar fallas, es posible que los defectos poco frecuentes no aparecieran durante el ciclo de entrenamiento de los aprendices.

Simulaciones para la destreza manual

Una forma menos común de simulaciones son aquellas que enseñan destrezas manuales sin incurrir en los costos de los materiales. Por ejemplo, la soldadura de arcos requiere un pulso firme para mantener el electrodo a una distancia constante de las partes soldadas. Al mismo tiempo que la mano debe moverse a una velocidad constante, debe ajustar la distancia, pues el electrodo se encoge. Esta operación requiere cientos de horas de práctica, en las que se queman costosos electrodos. Existen aparatos que simulan una máquina de soldar y permiten hacer ahorros significativos en materiales.

La Banca Electrónica

Quizás los desarrollos más impresionantes provienen del uso de las computadoras para circuitos eléctricos y electrónicos. Puede utilizarse un ratón para seleccionar componentes electrónicos en una bodega virtual, y conectarlos de cualquier manera que se desee. Se conecta luego una batería o fuente de energía virtual, para dar energía al circuito. Este mostrará las propiedades de un sistema real, desde encender una bombilla hasta desempeños mucho más complejos. Luego, mediante un multímetro u osciloscopio virtual, el estudiante puede hacer las mediciones necesarias a su circuito, como si fuese un circuito real. La Banca Electrónica es el software más conocido de este tipo. Con él, o con otros programas similares, se puede ensamblar rápidamente una variedad infinita de circuitos virtuales y observar cómo funcionan. Esto no sólo evita dañar los componentes del mundo real, sino que la velocidad del ensamblaje es mucho mayor, comparada incluso con la de los paneles donde no se requiere soldadura.

Software para simular hardware

En un caso extremo, en las simulaciones de electrónica digital, el estudiante puede construir una computadora que funciona exactamente como en la vida real. Las partes se seleccionan con el ratón y se conectan, creando circuitos digitales, comenzando desde las entradas y/o interruptores y avanzando hasta microprocesadores más complejos. Para resumir, es posible ensamblar y operar una computadora en la pantalla de una computadora. El software simula el hardware. Finalmente, esto no difiere de un gran impulso en el diseño real de computadoras, esto es, utilizar software para simular o, como se dice en la industria, para emular el hardware.

Dónde trazar el límite

Dado que una parte cada vez mayor de las tareas que requieren capacitación involucran circuitos y componentes electrónicos, la frontera entre la cosa real y las simulaciones se desdibuja. Tomemos, por ejemplo, la creación de imágenes. En el campo de la fotografía de halido de plata, cuando se hace la toma de una imagen detenida o en movimiento, al oprimir el obturador, se desencadena un proceso irreversible, que consume película, químicos y papel fotográfico. Los fotógrafos de estudio utilizan películas Polaroid para verificar los resultados, antes de entrar en un proceso más costoso con película real. Esta es ya una especie de simulación de resultados mediante una alternativa más rápida y menos costosa.

No obstante, en la fotografía digital, la idea misma de simulación pierde sus límites fijos. Es posible registrar y registrar de nuevo indefinidamente las imágenes sin consumir nada. Retocar una imagen o un negativo con finos pinceles requeriría un pulso firme, y los errores podían ser irreversibles. Al trabajar con PhotoShop, por el contrario, es posible "deshacer" cualquier cosa y todo. La frontera entre la realidad y la simulación se torna borrosa e inmaterial, por oposición a la tangible diferencia que hay entre la simulación de una máquina CNC y la máquina real.

En conclusión ...

En general, a diferencia de la educación académica, que siempre está enfrentada a la nueva tecnología educativa, la capacitación vocacional tiene una larga historia de fácil coexistencia en este campo. El rechazo es menos frecuente, y hay una larga historia de uso de las simulaciones. No todas las simulaciones, sin embargo, son igualmente populares entre los capacitadores. La simulación de vuelo ha sido parte integral de la capacitación de pilotos. Pero la intrigante y realista Banca Electrónica (o sus equivalentes) no se utiliza con tanta frecuencia. Lo mismo sucede con la simulación de soldadura, que ofrece un potencial importante para el ahorro de electrodos.

Una posible explicación es que las escuelas más ricas no tienen presiones para reducir costos, mientras que las escuelas más pobres no tienen acceso a simulaciones ni a información sobre ellas. Puede ser que los capacitadores conservadores eviten aquel tipo de simulaciones que sólo reducen los costos pero agregan poco realismo y eficiencia a la capacitación.

Para sintetizar, las simulaciones en capacitación de habilidades tienen una larga historia. Los capacitadores las han acogido, a diferencia de la educación académica, donde es tan común el rechazo. En general, se trata de un caso conspicuo del uso exitoso de la tecnología en el aprendizaje. La resistencia de los grupos conservadores parece centrarse en campos en los que los beneficios son puramente económicos más bien que a nivel del aprendizaje.