

IMPOSICIÓN DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI

INTRODUCTION OF VIRTUAL LABORATORIES IN THE EDUCATION OF THE XXI CENTURY

Diego Vergara Rodríguez
diego.vergara@ucavila.es

Universidad Católica de Ávila, Ávila España

Recibido: 18/12/18
Aceptado: 19/07/19

Resumen

El uso de herramientas digitales en el mundo de la educación es un hecho evidente en el siglo XXI. Es este campo de aplicación se encuentran los recursos didácticos basados en la realidad virtual, por ejemplo, los laboratorios virtuales (LV) que están imponiéndose en las clases de carácter práctico en la enseñanza universitaria. En este capítulo de libro se analizan las ventajas que presentan estos LV desde un punto de vista didáctico, y se muestra un esquema de cuál es su proceso de diseño. Además, acorde a la experiencia de aplicación en el aula de diferentes LV durante seis años, el autor analiza la opinión de los estudiantes en relación a estas aplicaciones tecnológicas.

Palabras clave: Realidad virtual. Laboratorio virtual. Enseñanza práctica

Abstract

The use of digital tools in the academic world is an evident fact in the 21st century. In this field of study, the didactic resources based on virtual reality are located, e.g. the virtual laboratories (VL), that are imposing in practical classes in university teaching. The advantages of these LV are analyzed from a didactic point of view in this book chapter, and an outline of what is their design process is shown. In addition, according to the experience of application in the classroom of different LV for six years, the author analyzes the students' opinion in relation to these technological applications.

Keywords: virtual reality, virtual laboratory, practical classes.

1. Introducción

Es evidente que las nuevas tecnologías están marcando el mundo del siglo XXI. De hecho, muchas de las tareas realizadas en muchas profesiones se han automatizado en los últimos años y, con ello, se ha modificado radicalmente el panorama laboral de la sociedad actual. En la última década se han suprimido puestos de trabajo, que hoy en día se desarrollan mediante autómatas. La juventud –e incluso los que no son tan jóvenes– usa las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) diariamente, marcando una nueva forma de vida y de comportamiento social. Tal es la influencia de las TIC en la sociedad, que surgen dos nuevos adjetivos para definir a las personas (Prensky, 2001): nativos digitales, que son aquellos que han nacido con la revolución de las TIC, e inmigrantes digitales, que son los que han tenido que actualizar sus conocimientos a esta nueva situación.

El sector de la educación no queda ajeno a este mundo tecnológico y, por ello, los docentes implementan constantemente en el aula nuevas metodologías basadas en las TIC con el fin de captar la atención de los discentes, y motivarlos al estudio de las diferentes asignaturas, independientemente del nivel educativo. Dentro de este entorno, las clases prácticas desarrolladas tradicionalmente en laboratorios están desplazándose a mundos virtuales (Velosa y Córdoba, 2014). Existen ejemplos en casi cualquier campo de aplicación: enfermería (Foronda y Bauman, 2014), ingeniería (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017a); medicina (Esfahlania, Thompson, Parsa, Brown y Cirstea, 2018); geografía (Blümel, 2013); química (Tatli y Ayas, 2013); física (Angulo, Vidal y García, 2012); etc. La tecnología con la que se desarrollan los principales laboratorios virtuales (LV) es la técnica de la realidad virtual (RV), que ha revolucionado tanto el sector educativo como el sector profesional. En este sentido, la Figura 1 refuerza esta afirmación al evidenciar la tendencia creciente del uso de la realidad virtual en el mundo científico.

Este trabajo se centra en los LV empleados en la enseñanza de carácter práctico, distribuyendo el contenido en las siguientes secciones: un apartado dedicado al análisis de las ventajas que presentan los LV en la educación, otra sección que analiza el diseño de este tipo de tecnologías indicando los programas o software más utilizado para tal fin, posteriormente se muestran los resultados de la aplicación de los LV en la enseñanza de carácter práctico y por última una sección de conclusiones.

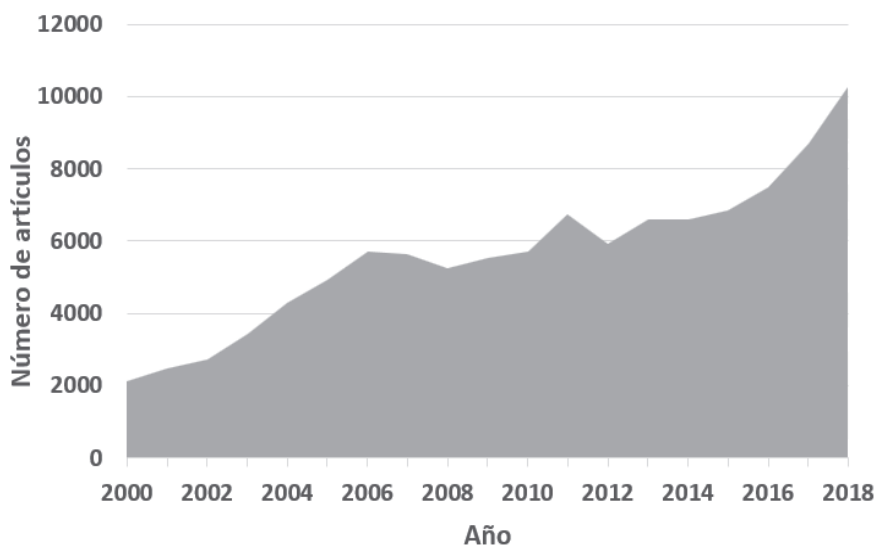


Figura 1. Número de artículos indexados en SCOPUS que incluyen “virtual reality” en el título, en el resumen o en palabras clave.

2. Laboratorios virtuales en la Educación

El uso de recursos basados en la RV en el proceso de enseñanza-aprendizaje está implantado desde hace ya unas décadas (Psothka, 1995; Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017a). Aunque algunos estudios destacan la falta de aprovechamiento del potencial que presenta este tipo de tecnologías (Fernández y Sanjuán, 2012), las ventajas que presentan los LV desde un punto de vista educativo han sido analizadas por diferentes autores en innumerables artículos:

- Suponen un gasto mínimo si se compara con el correspondiente a un laboratorio real y, además, no requieren de un coste de mantenimiento (García y Entrialgo, 2015; Román-Ibáñez, Pujol-López, Mora-Mora, Pertegal-Felices y Jimeno-Morenilla, 2018).
- Evitan o previenen los daños potenciales que pueden surgir por un mal uso con una máquina real durante el proceso de formación de carácter práctico (Vergara, Rubio, Prieto y Lorenzo, 2016).

- Reducen el espacio ocupado por maquinaria de grandes dimensiones en los laboratorios reales (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017b).
- Permiten acceder a instalaciones caras y sofisticadas a las que de otra forma sería prácticamente imposible tener acceso (Ceballos, Montoya y Gil-Samaniego, 2015; Berg y Vance, 2016; Vergara et al, 2018).
- Evitan problemas o accidentes que pueden surgir en la formación llevada a cabo en situaciones reales, por ejemplo, durante experimentos químicos (Xie y Tinker, 2006), durante la formación en radiología industrial (Vergara y Rubio, 2012; Vergara, Rubio y Prieto, 2013), durante el entrenamiento de bomberos (Cha, Han, Lee y Choi, 2012), durante el entrenamiento de técnicos en zonas de riesgo en centrales nucleares (Mola et al, 2009), etc.
- Permiten aplicar opciones de transparencia para ver partes ocultas de una máquina real (algunas máquinas o herramientas disponen de cubiertas protectoras que no se pueden quitar durante un ensayo y, por lo tanto, no permiten comprender la ejecución en detalle (Potkonjak et al, 2016)).
- Facilitan la labor del profesor en grupos masificados de estudiantes, ya que permiten de forma individualizada poder ver la explicación del profesor en detalle (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017b).
- Ofrecen diferentes posibilidades que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje (Candelas et al, 2004; Vergara, Rubio y Prieto, 2014; Vergara, Rubio y Lorenzo, 2018): opciones de interactividad, de transparencia de zonas, de agrandar zonas para ver detalles interesantes, de modificar la velocidad de ejecución de un ensayo para comprobar detalles de ejecución, etc.
- Favorecen la autonomía del estudiante y la personalización de la práctica educativa al facilitar el diseño que desee el docente (catalán, 2014).
- Admiten repetir el ensayo tantas veces como desee el usuario o estudiante (Vergara, 2014).
- Incluyen –en muchos casos– ejercicios de carácter práctico que se resuelven de forma interactiva desde el propio LV, completando con ello el proceso de formación de la temática correspondiente (Delgado y López, 2009; Monge y Méndez, 2007; Vergara y Rubio, 2015; Vergara, Rubio, Prieto y Lorenzo, 2016).

3. Diseño

Los pasos a seguir para diseñar un LV se han indicado recientemente en el trabajo de Vergara, Rubio y Lorenzo (2017a). Principalmente se puede hablar de tres niveles: (i) determinar la utilidad del LV, definiendo objetivos específicos –en este caso educativos– y objetivos particulares para el uso interactivo; (ii) definir el diseño técnico del LV, teniendo en cuenta los niveles de realismo y de interactividad deseados, seleccionando para ello el hardware y software adecuados –aunque previamente se usaba el Quest 3D® (Pérez, Jöns, Hernández y Young, 2011), actualmente los más usados en el mundo de la RV son Unity 3D® y Unreal Engine®–; y (iii) desarrollar y evaluar el LV, modelando el mundo virtual y programando la interactividad tantas veces como sea necesario para asegurar que la versión final del LV cumple los objetivos deseados.

En este punto conviene destacar la importancia que tiene el diseño de una aplicación didáctica virtual, ya que de ello depende el grado de motivación que despierte en el alumnado (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2018). Además, el equipo de trabajo para desarrollar un LV requiere de amplios y diversos conocimientos, tanto específicos de la materia docente a desarrollar como técnicos de programación en RV. Por ello, los equipos de trabajo suelen ser multidisciplinares (Luengas, Guevara y Sánchez, 2009).

4. Aplicación en el aula

El autor ha aplicado en el aula diversos LV durante los últimos seis años. Prácticamente todos ellos han sido publicados en artículos científicos (Vergara, 2014; Vergara y Rubio, 2012; 2015; Vergara, Rubio y Lorenzo, 2012; 2014a; 2014b; 2015; 2017b; 2018; Vergara, Rubio y Prieto, 2013; 2014; Vergara, Rubio, Prieto y Lorenzo, 2016; Vergara et al, 2018). Su área de aplicación ha sido fundamentalmente la Ciencia e Ingeniería de Materiales, por lo que estos LV que han sido aplicados en el aula servían en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las propiedades de diversos materiales y de los ensayos que les competen.

Acorde a las experiencias educativas vividas en estos últimos años, el autor ha comprobado que los LV son realmente útiles para resolver

problemas difíciles de explicar por el docente, como por ejemplo aquellos relacionados con la visión espacial en la que el profesor se ve impotente para que el alumnado comprenda algo que no es capaz de visualizar. En este caso concreto, los LV ayudan a que los estudiantes puedan entender los conceptos con un proceso de autoaprendizaje (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2012; 2015). También en otras situaciones en las que la velocidad de ejecución de un ensayo real no permite apreciar detalles importantes, los LV ayudan al docente a desarrollar sus clases con mayor facilidad (Vergara, Rubio, Prieto y Lorenzo, 2016; Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017b).

Dado que existen ventajas evidentes del uso de los LV en el aula frente a los tradicionales laboratorios reales (LR), conviene puntualizar algunos aspectos que también destacan en estos últimos:

- Los LR son ampliamente demandados por los estudiantes (Vergara, 2014), ya que desde el punto de vista del alumnado no es lo mismo la experiencia vivida en un mundo virtual –por sofisticado y detallado que se haya diseñado– que en un mundo real. En este sentido las nuevas tendencias de diseño incluyen realidad virtual inmersiva (Vergara, Rubio y Lorenzo, 2017a).
- El interés que generan las prácticas en laboratorio en los estudiantes –al menos en los de ingeniería– es superior en el caso de LR que en el caso de LV, dada la cercanía al futuro mundo profesional.
- Por este motivo, el alumnado demanda el uso conjunto de LV y LR para la impartición de la enseñanza de carácter práctico (Vergara, 2014). En este sentido, aunque los LV se están imponiendo claramente en la enseñanza del siglo XXI, es muy probable que los LR siempre estén presentes en las instalaciones universitarias –al menos en las de carácter presencial–.

5. Conclusiones

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos acaecidos en lo poco que llevamos recorrido del siglo XXI, y las experiencias positivas que se están viviendo en la enseñanza práctica al usar laboratorios virtuales (LV) –que reflejan una serie de claras ventajas respecto a las tradicionales clases prácticas en laboratorios reales–, la imposición de los LV en el sector educativo es un hecho imparable.

A pesar de que, desde el punto de vista educativo, los laboratorios reales no aportan diferencias significativas respecto a los LV –incluso en muchos casos presentan ciertas desventajas–, el alumnado universitario recalca la importancia que para ellos despierta el poder hacer uso de laboratorios reales en la enseñanza de carácter práctico.

6. Agradecimiento

El autor desea expresar su agradecimiento al profesor Manuel Pablo Rubio, de la Universidad de Salamanca (España), por el diseño y elaboración de muchos de los laboratorios virtuales citados en este artículo.

7. Referencias

- Angulo, G.A., Vidal, L.O. y García, G. (2012). Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 40, 1-12.
- Berg, L.P. y Vance, J.M. (2016). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. Virtual Reality, 1-17.
- Blümel, E. (2013). Global challenges and innovative technologies geared toward new markets: prospects for virtual and augmented Reality. Procedia Computer Science, 25, 4-13.
- Candelas, F.A., Torres, F.; Gil, P.; Ortiz, F.; Puente, S. y Pomares, J. (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 1(2), 49-57.
- Catalán, L. (2014). Laboratorios virtuales: la experiencia de la Universidad Politécnica de Madrid. Campus Virtuales, 3(2), 78-86.
- Ceballos, J., Montoya, M.I. y Gil-Samaniego, M. (2015). Diseño de un laboratorio virtual de ingeniería de métodos como un modelo de educación continua a distancia. Referencia Pedagógica, 1, 54-65.

- Cha, M., Han, S., Lee, J. y Choi, B. (2012). A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data. *Fire Safety Journal*, 50, 12-24.
- Delgado, M.A. y López, J.A. (2009). Laboratorio virtual de control inteligente. *Revista de Educación en Ingeniería*, 8, 102-110.
- Esfahlania, S.S., Thompson, T., Parsa, A.D., Brown, I. y Cirstea, S. (2018). ReHabgame: A non-immersive virtual reality rehabilitation system with applications in neuroscience. *Heliyon* 4, e00526.
- Fernández, M.D. y Sanjuán, M. del M. (2012). Entornos virtuales de aprendizaje: ¿Una ocasión para que nuestros estudiantes universitarios adquieran competencias profesionales? *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 42, 1-17.
- Foronda, C. y Bauman, E.B. (2014). Strategies to incorporate virtual simulation in nurse education. *Clinical Simulation in Nursing* 10, 412-418.
- Garcia, J. y Entrialgo, J. (2015). Using computer virtualization and software tools to implement a low cost laboratory for the teaching of storage area networks. *Computer Applications in Engineering Education*, 23, 715-723.
- Luengas, L., Guevara, J. y Sánchez, G. (2009). ¿Cómo desarrollar un laboratorio virtual? *Metodología de diseño*. En J. Sánchez (Ed.), *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5, (pp. 165-170). Santiago de Chile (Chile). Recuperado de: http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/20.pdf
- Mola, A.C.A., Jorge, C.A.F., Couto, P.M., Augusto, S.C., Cunha, G.G., y Landau, L. (2009). Virtual environments simulation for dose assessment in nuclear plants. *Progress in Nuclear Energy*, 51, 382-387.
- Monge, J. y Méndez, V.H. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Revista Educación*, 3(1), 91-108.
- Pérez, R., Jöns, S., Hernández, A. y Young, D. (2011). Tutorial de simulación básica utilizando Quest®. *Conciencia Tecnológica*, 41, 28-34.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, Ch., Petrovic, V.M. y Jovanovi, K. (2016). Virtual laboratories for education in

- science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, 95, 309-327.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.
- Pspotka, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instruccional Science*, 23(5-6), 405-431.
- Román-Ibáñez, V., Pujol-López, F.A., Mora-Mora, H., Pertegal-Felices, M.L. y Jimeno-Morenilla, A. (2018). A low-cost immersive virtual reality system for teaching robotic manipulators programming. *Sustainability*, 9, paper 112.
- Tatli, Z. y Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159-170.
- Velosa, J. y Córdoba, E. (2014). Taxonomía de laboratorios y estrategias e-learning para la formación en materiales y procesos de manufactura. *Revista Colombiana de Materiales*, 5, 114-122.
- Vergara, D. (2014). Valoración del uso de diferentes recursos virtuales en la universidad: una experiencia docente. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado* 18(3), 441-455.
- Vergara, D., Rodríguez-Martín, M., Rubio, M.P., Ferrer, J., Núñez, F.J. y Moralejo, L. (2018). Formación de personal técnico en ensayos no destructivos por ultrasonidos mediante realidad virtual, *Dyna*, 93, 150-154.
- Vergara, D. y Rubio, M.P. (2012). Active methodologies through interdisciplinary teaching links: industrial radiography and technical drawing. *Journal of Materials Education*, 34(5-6), 175-189.
- Vergara, D. y Rubio, M.P. (2015). The application of didactic virtual tools in the instruction of industrial radiography. *Journal of Materials Education*, 37, 17-26.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2012). New computer teaching tool for improving students' spatial abilities in continuum mechanics. *IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)*, 7(4), 44-48.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2014a). New virtual application for improving the students' understanding of ternary phase diagrams. *Key Engineering Materials*, 572, 578-581.

- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2014b). Interactive virtual platform for simulating a concrete compression test. *Key Engineering Materials*, 572, 582-585.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2015). A virtual environment for enhancing the understanding of ternary phase diagrams. *Journal of Materials Education*, 37(3-4), 93-102.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2017a). On the design of virtual reality learning environments in engineering. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1, paper 11.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2017b). New approach for the teaching of concrete compression tests in large groups of engineering students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, paper 05016009.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Lorenzo, M. (2018). A virtual resource for enhancing the spatial comprehension of crystal lattices. *Education Sciences*, 8, paper 153.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Prieto, F. (2013). Diseño de nuevas herramientas virtuales para la enseñanza de la radiología industrial. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 11, 37, 76-82.
- Vergara, D., Rubio, M.P. y Prieto, F. (2014). Nueva herramienta virtual para la enseñanza de la caracterización mecánica de materiales. *Revista de Educación en Ingeniería*, 9 (17), 98-107.
- Vergara, D., Rubio, M.P., Prieto, F. y Lorenzo, M. (2016). Enhancing the teaching/learning of materials mechanical characterization by using virtual reality. *Journal of Materials Education*, 38, 63-74.
- Xie, Q., Tinker, R. (2006). Molecular dynamics simulations of chemical reactions for use in education. *Journals of Chemical Education*, 83, 77-83.