
Evolución temporal de los laboratorios virtuales en la enseñanza universitaria y preuniversitaria

Ámbar Pérez-García

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución del número de trabajos en los que se han empleado laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario y preuniversitario. Para ello, se ha realizado una búsqueda documental en la base de datos Scopus desde 1990 hasta 2021. Los resultados muestran un incremento en la publicación de trabajos en los últimos tres años, prácticamente duplicándose la producción en 2021 con respecto a las publicaciones anuales previas. El porcentaje de trabajos publicados entre los años 2019 y 2021 sobre laboratorios virtuales relativo al total es del 24% y el 29% en la enseñanza universitaria y preuniversitaria respectivamente. Los laboratorios virtuales están en auge, por su flexibilidad y adaptación al ritmo de aprendizaje, y las necesidades de la docencia a distancia provocadas por la pandemia del COVID-19 han potenciado su uso.

Palabras clave: laboratorio virtual, laboratorio remoto, educación superior, métodos innovadores, revisión bibliográfica.

Temporal evolution of virtual laboratories in university and pre-university education

Abstract

The aim of this paper is to analyse the evolution of the number of works in which virtual laboratories have been used in the teaching-learning process at university and pre-university level. To this end, a document search was carried out in the Scopus database from 1990 to 2021. The results show an increase in the publication of papers in the last three years, with production practically doubling in 2021 with respect to previous annual publications. The percentage of papers published between 2019 and 2021 on virtual laboratories relative to the total is 24% and 29% in university and pre-university education respectively. Virtual laboratories are on the rise due to their flexibility and adaptability to the speed of learning. Moreover, the needs of distance teaching caused by the COVID-19 pandemic have boosted their use.

Keywords: virtual laboratory, remote laboratory, higher education, innovative methods, literature review.

Introducción

En los últimos años se ha detectado en los jóvenes un desinterés creciente hacia las materias de carácter científico, que se ve agravado por el contraste entre el entorno dinámico, globalizado e interactivo del alumno, y las metodologías anticuadas y poco participativas que se emplean en las clases. Para dar respuesta a las necesidades actuales, se han desarrollado innumerables metodologías y técnicas para motivar y potenciar el interés de los alumnos, entre las que se encuentran los laboratorios virtuales. Los laboratorios virtuales son simulaciones de entornos reales en los que el procesador de un ordenador permite que el usuario interactúe con los elementos del entorno virtual y este devuelve una respuesta, basada en las leyes físicas que afectan al sistema, semejante a la que se podría obtener en la vida real (Sanz Pardo y Martínez Vázquez, 2005).

Los trabajos prácticos, especialmente de laboratorio, son considerados fundamentales en la enseñanza de las ciencias desde hace casi trescientos años, cuando John Locke puso de manifiesto su necesidad (Lock, 1988). Los trabajos prácticos permiten al alumno: 1) interpretar los fenómenos de su entorno; 2) formular y contrastar hipótesis; 3) emplear la instrumentación adecuada para realizar experimentos; y 4) aplicar estrategias de investigación (Balaguer Agut y Romano, 2013). Es decir, brindan la oportunidad de trabajar en equipo y desarrollar aptitudes científicas. Los laboratorios virtuales se pueden implementar como recurso didáctico en las clases. Aumentan la participación a través de la experimentación, el análisis y la toma de decisiones, a la vez que se trabaja la competencia digital y se construyen competencias procedimentales (Loong y Herbert, 2012). Además, la posibilidad de que el alumno personalice el experimento, seleccionando qué variables quiere modificar y cómo, potencia su aprendizaje autónomo. Este tipo de actividades están empezando a sustituir a los laboratorios tradicionales en diversos entor-

nos educativos, ya sea porque son más económicos y accesibles, por su versatilidad e interactividad, o por la gran cantidad de herramientas y recursos que facilitan (Infante Jiménez, 2014).

Una de las principales ventajas que proporcionan los laboratorios virtuales es que permiten adaptar el ritmo de aprendizaje a cada alumno y a sus necesidades horarias y geográficas, sin tener que depender del docente, de sus compañeros o de la disponibilidad de material experimental (Monge-Nájera y Méndez-Estrada, 2007). Además, se pueden recrear situaciones peligrosas sin que los alumnos se pongan en riesgo como, por ejemplo, en la manipulación de sustancias químicas nocivas o en el estudio de un volcán. Por otra parte, permiten acelerar procesos o fenómenos que tardarían mucho tiempo en suceder, o estudiar comportamientos que normalmente no ocurren en la naturaleza o que son dañinos para el ecosistema, evitando a su vez que el material instrumental de laboratorio se estropee por un mal uso en manos inexpertas.

No obstante, se debe hacer constar que la calidad y, por tanto, la eficacia del laboratorio virtual, dependerá en gran medida de su diseño y adaptación a las características de los usuarios que lo emplean. La incorporación de nuevas tecnologías al proceso de enseñanza-aprendizaje debe tener un carácter riguroso, científico, pedagógico y técnico (Reed y otros, 2010). Si las actividades virtuales no son adecuadas cuidadosamente por el profesor, la clase puede convertirse en una sesión lúdica e interactiva donde los objetivos de aprendizaje pasan a un segundo plano. Por lo tanto, para los docentes supone un reto ofrecer un buen guion de prácticas con directrices y preguntas claras, pero suficientemente abiertas para potenciar la reflexión y creatividad del alumnado (Daza Pérez y otros, 2009).

Merino y Herrero (2007) resaltan el consenso general que hay entre los miembros de la comunidad educativa acerca de que las experiencias de tipo pequeña investigación y resolu-

ción de problemas experimentales, favorecen el aprendizaje de los contenidos curriculares de las materias de ciencias. Lamentablemente, encuestas realizadas a docentes de enseñanzas preuniversitarias señalan que, a pesar de considerar las actividades experimentales útiles y tener una gran relevancia en el currículo, prácticamente no se realizan, ya sea por limitaciones institucionales, personales o curriculares (Mordeglia y Mengascini, 2014). A nivel universitario se realizan muchas más experiencias de laboratorio, pero la inclusión de laboratorios virtuales en las aulas es todavía escasa. Por ello, conocer los trabajos realizados hasta la fecha es un recurso de gran utilidad para el profesorado. Consecuentemente, el objetivo del presente trabajo es analizar la evolución del número de trabajos en los que se ha empleado laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los ámbitos educativos universitario y preuniversitario.

Metodología

La revisión bibliográfica se realizó en la base de datos Scopus, seleccionando la opción de buscar en el título del artículo, el *abstract* y las palabras clave. El límite temporal se estableció entre 1990 y 2021, ambos incluidos. La sintaxis de búsqueda empleada para la etapa universitaria fue la siguiente: (“virtual laboratory” OR “virtual lab” OR “remote laboratory” OR “laboratorio virtual” OR “applets” OR “virtual experiments” OR “virtual environment” OR “online experiments” OR “WebLabs”) AND (“higher education” OR “university” OR “college”). Para las etapas preuniversitarias se modificó la segunda parte de la sentencia: AND (“high school” OR “secondary school” OR “primary school”).

Una vez realizada la búsqueda, se exportaron los datos a Microsoft Office Excel, donde se elaboró una representación de los resultados y se calcularon el número de publicaciones anual y el año de mayor producción en el periodo analizado (1990-2021). Asimismo, se analizó el incremento de trabajos publicados en 2021 en relación a la

media de los 10 años previos para cada etapa y se estimó el número de publicaciones que habrá a lo largo de 2022 a partir de las publicaciones realizadas en los primeros dos tercios del año 2021.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra el número total de trabajos en los que se han empleado laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las etapas universitaria y preuniversitaria desde 1990 hasta 2021. Se encontró un total de 4.899 trabajos, siendo 4.281 correspondientes al ámbito universitario y 618 al preuniversitario; es decir, los estudios enfocados a sesiones lectivas en la universidad representan un 87% del total, mientras que los preuniversitario son el 13% restante.

Los resultados muestran que el interés en este tema aumentó desde los años noventa hasta el 2011 tanto en enseñanzas universitarias como en preuniversitarias. A partir de este año, el número de trabajos publicados anualmente se mantiene constante e incluso disminuye ligeramente en el ámbito universitario entre el 2014 y el 2018. Con la llegada de la pandemia producida por el COVID-19 volvió a incrementarse el número de publicaciones en ambas etapas, disparándose la productividad en el 2021. Se puede observar que los años 2019, 2020 y 2021 son los de mayor producción, representando un 24% y un 29% del total de trabajos publicados para docencia universitaria y preuniversitaria respectivamente. Es decir, en torno a un cuarto de las publicaciones sobre laboratorios virtuales en la enseñanza se ha realizado en los últimos tres años. Este aumento puede ser debido, entre otros factores, a que los laboratorios virtuales son una herramienta muy dinámica, económica y accesible. Favorecen el interés del alumnado y mejoran sus capacidades procedimentales y de aprendizaje autónomo, que es vital para su desarrollo pleno e incorporación a la sociedad. Además, proporcionan una mayor flexibilidad horaria y geográfica que resulta esencial durante los periodos de cuarentena.

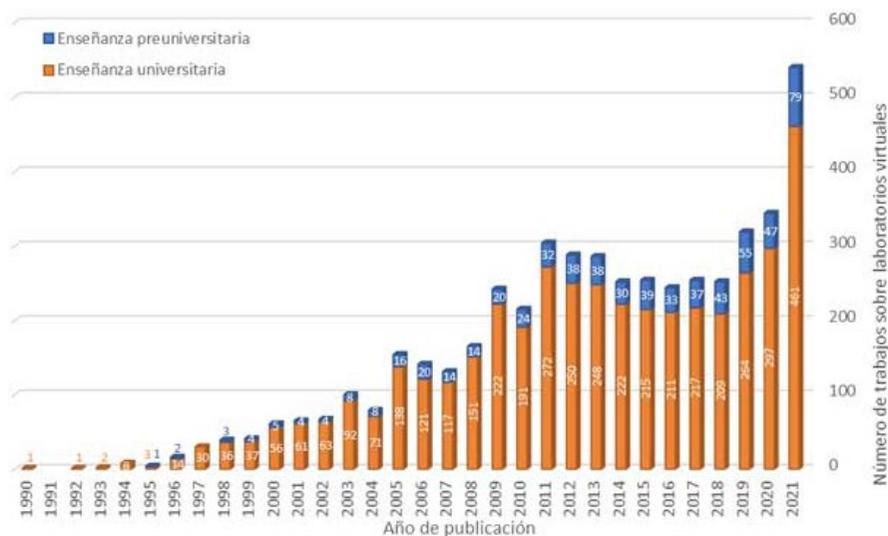


Figura 1. Número total de trabajos sobre laboratorios virtuales en la enseñanza universitaria desde 1990 hasta 2021 por año. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Scopus.

Para analizar más profundamente la mejora en la producción observada a lo largo de 2021, se calcula la media de trabajos publicados entre 2011 y 2020, tanto para la enseñanza universitaria como la preuniversitaria y, a partir de este resultado, el incremento producido en 2021. La media obtenida es 241 y 39 publicaciones anuales respectivamente, esto supone prácticamente un incremento del 100% en 2021 para ambas etapas. Dicho resultado vuelve a poner de manifiesto que el uso de laboratorios virtuales en docencia está en auge, y con alta probabilidad potenciado por los efectos de la pandemia mundial. En la Tabla 1 se resumen todos los resultados numéricos comentados.

Tabla 1. Resumen de resultados

	Enseñanza universitaria	Enseñanza preuniversitaria
Total de trabajos publicados	4.281	618
Máximo de publicaciones anuales	461	79
Producción 2019-2021	24%	29%
Media 2011-2020	241	39
Incremento de 2021 respecto de la media 2011-2020	92%	102%

Por otra parte, el número de publicaciones realizadas sobre trabajos en los que se han empleado laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los ámbitos educativos universitario y preuniversitario a lo largo de 2022 (hasta agosto inclusive) es correspondientemente 251 y 42 trabajos. Por lo tanto, se espera que al finalizar el año se hayan realizado 377 y 63 publicaciones en cada una de las enseñanzas. Lo cual sigue representando un aumento del 57% y 61% respecto de la media obtenida entre 2011 y 2020, aunque no llega a representar el crecimiento observado en 2021.

Conclusión

Los resultados del presente trabajo ponen de manifiesto que existe un interés creciente hacia la incorporación de laboratorios virtuales, tanto en la docencia universitaria como en la preuniversitaria, para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje al alumnado. Proporcionan una adaptación al ritmo de aprendizaje del alumno que resulta esencial en la docencia actual, motiva a los estudiantes y les dota de una mayor autonomía. Su uso permite recrear experiencias que no se podrían realizar en el laboratorio tradicional por falta de tiempo o materiales. Por otra parte,

la pandemia mundial causada por el COVID-19 y las consecuentes cuarentenas y aislamientos, han potenciado la búsqueda e incorporación de herramientas didácticas que faciliten la docencia flexible y a distancia. Ante estas circunstancias, los laboratorios virtuales cubren las necesidades horarias y geográficas provocadas por la cuarentena tanto de alumnos como de docentes. No obstante, para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea efectivo, el profesorado debe tener la formación suficiente para dominar el funcionamiento de estas herramientas, adaptar la sesión al grupo de alumnos y preparar adecuadamente el guion de prácticas. En resumen, los laboratorios virtuales constituyen un recurso didáctico en auge que está disponible, tanto en el entorno universitario como en el preuniversitario, y proporciona numerosas ventajas que enriquecen la docencia.

Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) de la Consejería de Economía, Conocimiento y Empleo y del Fondo Social Europeo (FSE).

Referencias

- Balaguer Agut, L., Romano, J. (2013). Experiencias prácticas: Ensaladas y cócteles cromatográficos. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 74, 109-112. Recuperado de: https://issuu.com/editorialgraio/docs/al074_tot_z
- Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripol, E., Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 320-329. Recuperado de: http://www.montenegrripoll.com/Artigos/revista_mexicana_2009.pdf
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62). doi: <https://doi.org/917-937>
- Lock, R. (1988). A history of practical work in school science and its assessment, 1860-1986. *School Science Review*, 70(250), 115-119. Recuperado de: <http://www.rogerlock.novawebs.co.uk/files/1988SchoolScienceReview.pdf>
- Loong, E. Y.-K., Herbert, S. (2012). Student perspectives of Web-based mathematics. *International Journal of Educational Research*, 53, 117-126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.03.002>
- Merino, J., Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 630-648. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N3.pdf
- Monge-Nájera, J., Méndez-Estrada, 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*, 31(1), 91-108. Recuperado el 06 de marzo de 2021 de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=440/44031106>
- Mordeglija, C., Mengascini, A. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 32(2), 71-89. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.755>
- Reed, H. C., Drijvers, P., Kirschner, P. A. (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools. *Computers & Education*, 55(1), 1-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.11.012>
- Sanz Pardo, A., Martínez Vázquez, J. L. (2005). El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura bioquímica como alternativa para la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Tecnología química*, XXV(1), 5-17.