



Red de Investigadores Educativos Chihuahua A.C.
Chihuahua, México
www.rediech.org



ISSN: 2007-4336
ISSN-e: 2448-8550
http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie_rie_rediech/index

Aníbal Zaldívar-Colado

2019

Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación

IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 10(18), pp. 9-22.
http://dx.doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454



Esta obra está bajo licencia internacional
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0.
CC BY-NC 4.0

LABORATORIOS REALES VERSUS LABORATORIOS VIRTUALES

EN LAS CARRERAS DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

REAL LABORATORY VERSUS VIRTUAL LABORATORY

IN COMPUTER SCIENCE CAREERS

ZALDÍVAR-COLADO Aníbal

RECEPCIÓN: OCTUBRE 22 DE 2018 | APROBADO PARA PUBLICACIÓN: FEBRERO 4 DE 2019
DOI: https://dx.doi.org/10.33010/ie_rediech.v10i18.454

Resumen

El uso de laboratorios en las carreras de informática y ciencias de la computación es indudablemente valioso para los estudiantes. Gracias a la evolución de las comunicaciones, a través de Internet es posible implementar laboratorios virtuales con costos mucho más bajos que los de uno real, con la ventaja de estar disponible para todos los alumnos a la vez, a cualquier hora y lugar. El presente estudio tiene por objetivo determinar las preferencias de los estudiantes por laboratorios reales y laboratorios virtuales. La investigación es descriptiva correlacional con un enfoque cuantitativo. La técnica de recopilación de datos se realizó con una encuesta aplicada a 483 universitarios mexicanos a través de Internet con la herramienta Google Forms. Entre los principales resultados se obtuvo que el 100% de los estudiantes encuestados afirma poseer un teléfono inteligente, medio para acceder a los servicios virtuales que ofrece Internet. El 82% de los sujetos de estudio está satisfecho con los laboratorios físicos, encontrando una preferencia en el uso de laboratorios en línea entre los alumnos que no residen en la localidad donde se ubica su institución educativa, con un coeficiente de correlación $r=0.858$. Se encontraron tendencias en cuanto al tipo de

Aníbal Zaldívar Colado. Profesor-investigador de tiempo completo titular C en la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y del Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos. Cuenta con perfil deseable Prodep y es responsable del Cuerpo Académico Señales y Sistemas (UAS-CA-169). Es doctor en educación y maestro en informática por la Universidad Autónoma de Durango. Cultiva la línea de investigación "Tecnología educativa, modelado y simulación de problemas sociales". Director de la Facultad de Informática Mazatlán de la UAS en los periodos 2003-2006 y 2009-2012. Docente de la Facultad de Informática Mazatlán en las asignaturas de matemáticas y redacción de textos científicos. Correo electrónico: azaldivar@uas.edu.mx. ID: <http://orcid.org/0000-0002-6622-6630>.

INTRODUCCIÓN

El uso de laboratorios de redes, arquitectura de computadoras, sistemas operativos, bases de datos, ingeniería de software, mecatrónica, etcétera, en las carreras de informática y ciencias de la computación es muy importante para los estudiantes. En ellos se adquiere una visión del área de estudio diferente a la obtenida en el salón de clase tradicional. La llegada de la tecnología a la educación sigue siendo un área escasamente explorada. A pesar de las pocas publicaciones sobre el tema, no hay consciencia sobre la idea de *virtualizar* y sistematizar los procesos en el marco educativo. Se identifican dos corrientes de pensamiento principales con respecto al empleo de la tecnología con fines de virtualización. La primera versa sobre el apoyo de la operación de la infraestructura de la escuela: optimización de *hardware* y *software* mediante el empleo de tecnología de virtualización de servidores, incluidos las soluciones en la nube (Hemanth y Mahammad, 2016). La segunda corriente trata principalmente de tareas específicas dirigidas a la creación y operación de laboratorios virtuales o entornos educativos virtuales (Pizzonia y Rimondini, 2016).

Sobre esta última idea es que se concibe esta investigación, ya que se considera importante el acceso a la infraestructura académica a través de Internet; no solo laboratorios, sino aulas, tutorías, servicios administrativos, etcétera; de ser posible, la integración total de un campus virtual. Ofrecer a los alumnos la posibilidad de realizar trabajos en un laboratorio en línea, pero capaz de resolver las distintas problemáticas que se presentan en el ejercicio real de su área. Se tiene la percepción que motiva pedagógicamente al universitario, lo cual es respaldado por los resultados de investigadores alrededor del mundo (Fiad y Galarza, 2016; Fombona, Pascual-Sevillano y González-Videgaray, 2017; Dyrberg, Treusch y Wiegand, 2017; Pearson y Kudzai, 2015); incluso asignan rasgos lúdicos a estas prácticas (Raessens, 2014; Dippel y Fizek, 2016). La enseñanza de la ciencia, la tecnología y la ingeniería aún están relativamente atrasadas cuando se utilizan nuevos enfoques tecnológicos, especialmente para la educación a distancia en línea. La razón de esta discrepancia radica en el hecho de que estos campos frecuentemente requieren prácticas de laboratorio para proporcionar una adquisición efectiva de habilidades y experiencia real. A menudo es difícil hacer que estos laboratorios sean accesibles a través de Internet. El laboratorio real debe habilitarse para el acceso remoto o debe replicarse como un laboratorio virtual completamente basado en software (Potkonjak *et al.*, 2016). Andersson y Logofatu (2017) aplican una versión modificada de la técnica de aprendizaje cooperativo de rompecabezas (*jigsaw*) para provocar un cambio y hacer que los estudiantes activamente, y con un alto nivel de responsabilidad, participen en el trabajo de laboratorio basado en la web; los autores consideran, en sus conclusiones, que la motivación juega un papel importante en este cambio.

La motivación es un factor importante para el ser humano al momento de realizar cualquier actividad. En el ámbito educativo es indispensable mantener tanto al estudiante como al docente estimulados y enfocados en el aprendizaje y la enseñanza, respectivamente. En cuanto a los alumnos, la utilización de estrategias innovadoras, de medios y herramientas diferentes a las tradicionales, generalmente funcionan,

cabo en la modalidad *blended learning*, por lo que los autores consideran la deserción escolar, pues, según afirman, un problema común en la enseñanza de cursos basados en *e-Learning* es el alto riesgo de que los estudiantes que inician el curso abandonen el programa.

Di Giamberardino y Temperini (2017), en su investigación “Adaptive access to robotic learning experiences in a remote laboratory setting”, describen la arquitectura de un pequeño laboratorio remoto disponible mediante un sistema adaptativo basado en web (Mindlab2). El sistema admite experiencias prácticas de *e-learning* con robótica y automatización realizadas a través de Internet.

El diseño de un laboratorio fotovoltaico remoto es descrito en Axaopoulos *et al.* (2017), afirmándose que pueden ser herramientas educativas muy útiles, lo que permite la experimentación utilizando equipos reales y funcionales a distancia. Una de las mayores ventajas que posee un sistema de este tipo es la posibilidad de acceder desde cualquier lugar del mundo en cualquier momento del día, siempre que haya una conexión a Internet disponible.

Wuttke, Hamann y Henke (2015) describen un nuevo enfoque holístico para integrar laboratorios remotos y virtuales en el proceso educativo. El objetivo de la integración es evaluar el conocimiento de los estudiantes, no solo en niveles más bajos, como las pruebas de opción múltiple y actividades similares, sino en habilidades de pensamiento de orden superior. Sobre la base de estas pruebas, los alumnos deben obtener una retroalimentación detallada acerca de sus fortalezas, debilidades o concepciones erróneas. Por lo tanto, los métodos de *learning analytics* se aplican a una base de datos, almacenando las actividades de aprendizaje de los estudiantes durante su fase de trabajo en línea en el proceso educativo. El documento analiza el enfoque real, así como la arquitectura de la implementación de un prototipo.

Ruano *et al.* (2016) presentan una metodología para crear laboratorios eficaces que interactúan con un ambiente virtual de aprendizaje para lograr una integración avanzada. Se basa en aspectos pedagógicos y considera no solo la aplicación del laboratorio en sí misma, sino también los recursos relacionados que lo complementan. La metodología es flexible, cubre todos los casos posibles y está estructurada en etapas que se pueden usar con cualquier arquitectura de sistema, estándares o tipo de laboratorio en línea (virtual, remoto o híbrido), ya que abstrae los aspectos técnicos a un alto nivel.

El Club de Robótica de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires es un espacio donde afrontan proyectos que los incentiven y les muestre que estudiar ingeniería no tiene por qué ser aburrido; es una actividad extracurricular que tiene como objetivo ser un espacio para el aprendizaje de la robótica. Además, describen la organización y la metodología de trabajo del club (Chiesa *et al.*, 2013).

Debido a que los hábitos de aprendizaje de los estudiantes están evolucionando y los cursos teóricos no son atractivos, el trabajo en laboratorios es mucho más motivante. Sin embargo, para realizar actividades específicas, como las de metrología, requieren un costoso laboratorio equipado. Para llevar a cabo experimentos prácticos reales, Ballu *et al.* (2016) están diseñando un laboratorio virtual. Se integra en Moodle como una nueva actividad para establecer un vínculo con otras más (cursos, exámenes, etcétera) y para garantizar el seguimiento de los alumnos. Un primer prototipo del

Labs más utilizados; pero, además, construyendo listas de verificación para cada uno de estos criterios y evaluando los Virtual Labs en contra de las listas.

El desarrollo de un laboratorio *b-learning* (*blended learning*) experimental para un curso de pregrado de máquinas eléctricas es presentado en Pérez Pinal *et al.* (2016), para lo cual se desarrolló un tablero de señales de acondicionamiento personalizado que se adapta a una placa de adquisición de datos utilizada para interactuar con el objetivo de tiempo real de LabVIEW. Además, se realizó una interfaz gráfica de usuario que permite la interacción remota en tiempo real.

De acuerdo a lo observado en esta sección, se confirma la utilidad y capacidad pedagógica de los laboratorios reales (físicos) y virtuales en los estudios de ingeniería, donde están inmersas las ciencias de la computación.

METODOLOGÍA

Durante el proceso, la investigación se basó en el enfoque cuantitativo, definido por Arias (2012) como el utilizado cuando el objetivo es describir ciertas características de un grupo mediante la aplicación de un cuestionario. El análisis estadístico más elemental radica en la elaboración de una tabla de distribución de frecuencias absolutas y relativas o porcentajes, para luego generar un gráfico a partir de dicha tabla. Por su nivel es una investigación explicativa; es decir, está dirigida a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). Por su diseño, es un estudio de campo, por lo que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna; es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (Arias, 2012).

Se determinó que la población la conforman la totalidad de los estudiantes de educación superior del país (México) inscritos en programas de informática, ciencias de la computación y similares que hagan uso de laboratorios reales y/o virtuales. Para la obtención de datos primarios se diseñó una encuesta estructurada con 33 ítems divididos en tres categorías (datos personales, tecnología y laboratorios), autocumplimentada por el alumno, garantizando el anonimato. En el instrumento se les cuestionaba a los discentes sobre sus preferencias acerca de los laboratorios, tanto físicos como en línea, así como por las ventajas y desventajas que perciben entre las dos modalidades. La encuesta se implementó en la web con Google Forms y se distribuyó por correo electrónico y redes sociales (WhatsApp y Facebook) a los participantes. A pesar de distribuir la encuesta en la mayoría de las entidades mexicanas, únicamente respondieron universitarios de los estados de Sinaloa, Sonora, Baja California, Nayarit, Colima, Ciudad de México, Puebla, Estado de México e Hidalgo, respondiendo en mayor cantidad sujetos de Sinaloa. En total respondieron 483 estudiantes de educación superior.

Puebla con 18, Ciudad de México e Hidalgo 15 cada uno y Estado de México con 13. Es importante resaltar que también se les preguntó si residen en la misma población donde se ubica su institución; aunque todos lo hacen en la misma entidad donde estudian, algunos no habitan donde se ubica su escuela.

Referente a la carrera que estudian, 348 son estudiantes de ingeniería (de carreras relacionadas a la informática y computación) y 135 estudian una licenciatura, también del área de la computación. Entre las mujeres, 61 son estudiantes de licenciatura y 169 de ingeniería. Del sexo masculino, 74 de licenciatura y 179 de ingeniería.

Entre los alumnos encuestados, 65 afirman trabajar de tiempo completo y 418 dicen no hacerlo de jornada completa, siendo muy pocos lo que laboran por horas. Es de resaltar que únicamente el 13% labora ocho horas por día.

En cuando al uso de tecnologías, se les preguntó si tienen teléfono inteligente (*smartphone*), tableta, computadora y conexión a Internet. Las respuestas a estas interrogantes se muestran en la tabla 3.

	Sí	No
<i>Smartphone</i>	483	0
Tableta	69	414
Computadora	69	414
Internet	419	64

Fuente: Elaboración propia.

Como se ilustra en la tabla 3, todos los universitarios encuestados afirman poseer un teléfono inteligente, pero únicamente 69 aseguraron tener una tableta y el mismo número respondió tener una computadora (no necesariamente los mismo 69 sujetos de estudio). En contraste, 419 dicen contar con conexión a Internet en su lugar de residencia.

Acercas del uso de los laboratorios reales (físicos), 81 estudiantes dicen utilizarlos de 0 a 4 horas por semana; 246, de 5 a 6 horas semanales; 30 de 7 a 10 horas y 126 aseguran que asisten a ellos más de 10 horas semanales. Los horarios de uso son comúnmente por la tarde, como lo demuestra la respuesta a en qué horario prefiere asistir al laboratorio; 412 respondió que en horario vespertino y solo 71 dijo que en el matutino.

Respecto al laboratorio virtual (en línea), 80 respondieron que prefieren utilizarlo por la mañana, 140 por la tarde y 263 por la noche. En cuanto a las horas de uso, 69 dicen acceder a él de 0 a 4 horas por semana, 276 lo hacen de 5 a 8 horas, 19 de 9 a 12 horas y 119 aseguran conectarse más de 12 horas.

La siguiente sección de la encuesta contempla preguntas relacionadas a la satisfacción que percibe el estudiante sobre los laboratorios tanto reales como virtuales. Los primeros 11 ítems de este apartado son tipo Likert en una escala que va de uno hasta seis: 1 para “No aplica”, 2 “Completamente en desacuerdo”, 3 “En desacuerdo”, 4 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo (neutral)”, 5 “De acuerdo” y 6 “Completamente de acuerdo”. Se aclara que a las opciones 1, 2 y 3 no respondió ni uno solo de los alumnos. Un resumen a estas 11 afirmaciones se muestra en la tabla 4.

de acuerdo en que el laboratorio real mejora su rendimiento académico; un 15.32% se dice neutral a esta postura. Por último, el 82.19% considera que el laboratorio en línea mejora su desempeño en la escuela; este porcentaje es la respuesta combinada a “De acuerdo” y “Completamente de acuerdo”; solo el 17.81% no está de acuerdo ni en desacuerdo.

En la última parte de la encuesta se les cuestionó respecto a en qué materia perciben una mejoría debido a las prácticas en los laboratorios tanto físicos como virtuales; las respuestas fueron similares en el uso de las dos modalidades: 66 afirman haber mejorado en la materia de matemáticas gracias al laboratorio real y 62 dicen mejorar en la misma asignatura gracias al laboratorio virtual. También, 417 aseguran mejorar en las materias del área de programación por las prácticas que realizan en el laboratorio físico y 421 creen que su mejoría en programación se debe al uso del laboratorio en línea.

Entre los alumnos, 257 (53.2%) optaría por el laboratorio real de tener que elegir entre uno de los dos y 226 (46.8%) adoptarían el virtual. Además, el 86.3%, 417 estudiantes, quisieran que el laboratorio virtual estuviera integrado a redes sociales; el 13.7%, 66 discentes, prefiere que no se incorpore el laboratorio en línea a alguna red social.

Para determinar si hay relación entre las variables utilizadas en este estudio se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (r), que sirve para determinar el grado de asociación lineal entre dos variables; esta medida oscila entre -1 y +1. Un valor de r cercano a cero implica poca o ninguna influencia entre las dos variables. En cambio, si está próximo a 1 significa una alta relación positiva, donde el incremento en los valores de una variable influye incrementando a la otra. Un coeficiente de correlación en la frontera de -1 indica una relación negativa entre las dos variables, impactando el aumento de una en la disminución de los valores de la otra; un valor de $r = 1$ sería una perfecta relación entre dos variables, lo cual no sucede al modelar problemas reales; al igual tampoco se encuentra $r = 0$. Debido a lo anterior, los valores cercanos a 1 son significativos, pero próximos a cero indican que existe poca relación lineal. Este método estadístico ha sido utilizado ampliamente en la investigación educativa en todos los niveles, como lo indican los trabajos de Roux y Anzures, 2014; Heredia y García, 2013; García, Fonseca y Concha, 2015.

Apoyado en lo anterior, se encontraron relaciones relevantes entre las variables lugar de residencia y horas de uso del laboratorio virtual con un $r=0.858$. También es significativo el grado de asociación entre el tipo de carrera, ingeniería o licenciatura y horas de uso del laboratorio físico con $r=0.735$. Aunque no con valores altos como los anteriores, se percibe una relación entre el lugar de residencia y la pregunta “¿De tener únicamente un laboratorio cuál preferirías?” con un coeficiente $r=0.504$. No se encontraron otras correlaciones significativas entre el resto de las variables. Se hace mención aquí a la interpretación que propone Díaz (2017), quien indica que si $\pm 0.40 \leq r < \pm 0.70$ existe una correlación significativa y si $\pm 0.70 \leq r < \pm 1.00$ existe un alto grado de correlación.

institución. Además, se espera sirvan como insumo para la actualización y reforma de los planes y programas de estudio que realiza el Colegio de Ingeniería y Tecnología del mismo centro educativo.

REFERENCIAS

- Andersson, C. y Logofatu, D. (2017). Using a modified jigsaw technique in e-Learning Laboratory classes for engineering students. En F.L. Wang, O. Au, K.K. Ng, J. Shang y R. Kwang (eds.). *International Symposium on Educational Technology*. <https://dx.doi.org/10.1109/ISET.2017.62>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (6a. ed.). Venezuela. Editorial Episteme.
- Axaopoulos, P.J., Fylladitakis, E.D., Theodoridis, M. y Moutsopoulos, K. (2017). e-Learning applications for remotely accessible photovoltaic array educational laboratories. En C. Douligeris y M.E. Auer, (eds.), *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*.
- Ballu, A., Yan, X., Blanchard, A., Clet, T., Mouton, S. y Niandou, H. (2016). Virtual metrology laboratory for e-Learning. *Procedia CIRP*, 43(2016), 148-153.
- Chiesa, A.L., Corbellini, E.M., González, T.A. y Burman, A. (2013). A robotics club experience as a complement to engineering education. *IEEE Latin America Transactions*, 11(1), 585-590.
- di Giamberardino, P. y Temperini, M. (2017). Adaptive access to robotic learning experiences in a remote laboratory setting. Popescu, D., Şendrescu, D., Roman, M., Popescu, E. y Bărbulescu, L. *18th International Carpathian Control Conference (ICCC)*. Llevado a cabo en Sinaia, Rumania.
- Díaz, J.E. (2017). Correlación y regresión lineal de la evaluación tiempo y puntaje con recurso interactivo flash. *INNOVA Research Journal*, 2(10), 1-8. Recuperado de <http://www.journaluidegye.com/magazine/index.php/innova/article/view/254/461>
- Dippel, A. y Fizek, S. (2016). Playful laboratories the significance of games for knowledge production in the digital age. En *CfP: DiGRA 2015 – Diversity of play: Games – Cultures – Identities*. Llevado a cabo en Lüneburg, Germany.
- Dyrberg, N.R., Treusch, A.H. y Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: Students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358-374.
- Fiad, S.B. y Galarza, O.D. (2015). El laboratorio virtual como estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Fombona, J., Pascual-Sevillano, M.A. y González-Videgaray, M.C. (2017). M-learning and augmented reality: A review of the scientific literature on the WoS Repository. *Comunicar*, 25(52).
- García, F., Fonseca, G. y Concha, L. (2015). Aprendizaje y rendimiento académico en educación superior: un estudio comparado. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 15(3). <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i3.21072>
- Granado, E., Colmenares, W., Pérez, O. y Cataldo, G. (2013). Remote experimentation using mobile technology. *IEEE Latin America Transactions*, 11(4), 1121-1126.
- Hemant, G.S. y Mahammad, S.N. (2016). An efficient virtualization server infrastructure for e-schools of India. En Satapathy, S.C., Mandal, J.K., Udgata, S.K., Bhateja, V. (eds.). *3er International Conference on Information Systems Design and Intelligent Applications*. Llevado a cabo en Visakhapatnam, India. https://dx.doi.org/10.1007/978-81-322-2752-6_8
- Heredia, Y. y García, B. (2013). Relaciones entre el desempeño académico y autorregulación-autoestima- inteligencia emocional en estudiantes de secundaria. En M.C. Barrón Tirado, *XII Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Llevado a cabo en Guanajuato, México.

