risti
Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação
Iberian Journal of Information Systems and Technologies

Recebido/Submission: 28/12/2021
Aceitação/Acceptance: 29/03/2022

Aprendizaje experimental mediante realidad remota en la enseñanza de la ingeniería: Una revisión de literatura

Jose Swaminathan[1], Yurley Medina-Cárdenas[2], Dewar Rico-Bautista[2]

jose.s@vit.ac.in; ycmedinac@ufpso.edu.co; dwricob@ufpso.edu.co

[1] School of mechanical engineering, Vellore Institute of Technology, Vellore, India.

[2] Grupo de ingeniería en innovación, tecnología y emprendimiento (GRIITEM). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Ocaña, Colombia.

Pages: 364-374

Resumen: Las pruebas y la realización de experimentos son una parte crucial en cualquier programa de investigación y desarrollo en todos los campos. La universidad puede ofrecer servicios de pruebas a muchos aplicando técnicas y procedimientos innovadores. Los estudiantes de todo el mundo pueden realizar diversas pruebas en los laboratorios a distancia y evitar los desplazamientos. Este tipo de laboratorios ayudaría a los estudiantes y al profesorado en esta época de pandemia y bloqueo. Los profesores pueden conseguirlo creando una interfaz web desde la que puedan controlar la mayoría de los parámetros con la ayuda de los dispositivos conectados a la red. Para que esto sea más fiable y realista, las universidades pueden proporcionar una transmisión de vídeo en directo en la interfaz web con la ayuda de algunas cámaras. Todo el proceso se documenta y se almacena en la nube y puede consultarse en cualquier momento con una identidad de prueba única proporcionada por el laboratorio, lo que puede ser muy útil para las referencias y también hace que las pruebas realizadas sean más fiables, ya que cualquiera puede comprobar el rendimiento de los estudiantes con la identidad de prueba única.

Palabras-clave: Aprendizaje experimental; Computación en la nube; Laboratorio; Remoto

Experimental learning using Remotely Reality in Engineering education: a systematic literature review

Abstract: Testing and conducting experiments are a crucial part in any research and development program in all fields. University can provide testing services to many by implementing innovative techniques and procedures. Students from across the globe can conduct various tests in the laboratories remotely and avoid travelling. This kind of laboratory set up would help the students and faculty during this time of pandemic and lock down. Faculty members can achieve this by creating a web interface from which they can control most of the parameters with the help of devices connected to the network. To make this more reliable and realistic the universities

can provide a live video feed in the web interface with the help of a few cameras. The entire process is documented and stored in the cloud and can be looked up anytime with a unique testing identity provided by the laboratory which can be very helpful for cross referencing, and it also makes the tests done more trustworthy as anyone can check the students' performance with the unique testing identity.

Keywords: Experimental learning; Cloud Computing; Laboratory; Remote.

1. Introducción

En las universidades, los estudiantes de los programas de ingeniería requieren de laboratorios en diferentes cursos para comprender y reforzar lo visto en los cursos teóricos (Kist et al., 2017; Odeh et al., 2012; Woodworth et al., 2017). Lo que hacen en los laboratorios es una base fundamental para su futuro, después de graduarse, ya que dependerán tanto de la teoría adquirida como de los conocimientos adquiridos en las prácticas realizadas (Barca & Li, 2006; Woodworth et al., 2017). El desarrollo de unas buenas prácticas depende en gran medida del número de alumnos que recibe cada universidad y de la capacidad de realizarlas (Lo et al., 2012; Vuthaluru et al., 2013). Como la investigación y el desarrollo van en aumento, la demanda de laboratorios de alta tecnología y equipos de laboratorio es cada vez mayor (Samoila et al., 2016; Vuthaluru et al., 2013). Pero son limitados, y los buenos equipos de laboratorio son aún más limitados y sería difícil para los estudiantes hacer pruebas yendo al laboratorio físicamente y realizar las pruebas (Odeh et al., 2012). Especialmente para los estudiantes internacionales, viajar distancias muy largas y hacer cursos de laboratorio sería muy difícil y para algunos de los estudiantes puede no ser una opción asequible (De Oliveira et al., 2012; Samoila et al., 2016). El desarrollo de laboratorios virtuales utilizando diferentes tecnologías aportaría una primera solución al poder simular laboratorios reales (Dias et al., 2012; Gunasegaram et al., 2021; Kist et al., 2017; Odeh et al., 2012; Vuthaluru et al., 2013). Una segunda solución, los laboratorios remotos, simulando completamente un ordenador, permiten a los estudiantes conectarse a distancia y realizar prácticas de laboratorio, mediante cámaras pueden observar los resultados de los experimentos realizados (Dias et al., 2012; Kist et al., 2017; Odeh et al., 2012; Vuthaluru et al., 2013).

Este artículo tiene como objetivo analizar la realidad del aprendizaje a distancia, realizando una revisión bibliográfica con el fin de abstraer su utilidad en la enseñanza de la ingeniería (Chien et al., 2010; Kist et al., 2017; Lo et al., 2012; Vuthaluru et al., 2013), así como su relación con el aprendizaje experiencial. Para responder a esta pregunta, se realiza una revisión sistemática de la literatura para interpretar y evaluar la relevancia de la información disponible para este tema. Se organiza como sigue. Primero la introducción donde se presenta la situación problema, la pregunta de investigación y la justificación. Segundo la metodología, donde se presenta el diseño del proceso investigativo para obtener y probar la solución propuesta y la tercera parte los resultados, junto con la discusión respectiva.

2. Metodología

Para filtrar y seleccionar los diferentes documentos, se realiza una revisión bibliográfica sistemática en tres bases de datos: IEEE, SCIENCE DIRECT y SCOPUS (Krath et al.,

2021). Aplicación de criterios de inclusión y exclusión. Una metodología bien definida ayuda a limitar el sesgo de la información, así como a proporcionar información sobre los efectos de los fenómenos cubiertos por los diferentes métodos científicos (Revelo Sánchez et al., 2018). El proceso de revisión consta de tres etapas principales: la planificación, la realización y el informe de la revisión, ver Figura 1. La primera etapa consiste en identificar la necesidad y desarrollar el protocolo de revisión (Martinez-Toro et al., 2019). La fase de realización incluye la identificación de la investigación, la selección de estudios primarios, la extracción de datos y la síntesis de estos. La última fase utiliza los datos extraídos y los transforma en el informe (Maestre-Gongora et al., 2020; Maestre-Gongora & Colmenares-Quintero, 2018; K Petersen et al., 2015; Kai Petersen et al., 2008).



Figura 1 – Proceso estructurado de revisión bibliográfica

2.1. Identificación de la necesidad

El objetivo de este mapeo sistemático es identificar y clasificar los trabajos actuales sobre la realidad a distancia utilizada como estrategia didáctica en el aprendizaje asistido. En la búsqueda de estudios primarios relacionados, se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- P1: ¿Cuáles son los objetivos de la investigación y los tipos de aportaciones de los estudios sobre la realidad remota como estrategia didáctica para el aprendizaje experimental?
- P2: ¿En qué áreas de conocimiento se ha utilizado la Realidad Remota como estrategia didáctica?
- P3: ¿Cuáles son las estrategias didácticas más comunes relacionadas con la Realidad Remota?

2.2. Protocolo de revisión

Para seleccionar las bases de datos electrónicas relevantes la búsqueda, el análisis de los resultados de Dybå et al. (Dyba et al., 2007), que proporcionan una lista de bases de datos importantes en el campo de la Informática y la Ingeniería. e Ingeniería. Para ampliar la búsqueda a toda la familia léxica se utilizaron operadores booleanos y de truncamiento; los operadores se utilizaron simultáneamente para refinar la frase de búsqueda, ver Tabla 1.

Base de datos	Sentencia de búsqueda
SCOPUS	remote AND reality AND assisted AND learning AND holistic AND formation
IEEE	remote AND reality AND assisted AND learning
SCIENCEDIRECT	remote AND reality AND assisted AND learning AND holistic AND formation

Tabla 1 – Frase de búsqueda utilizada

Base de datos	Número de documentos iniciales	Número de documentos finales	Documentos seleccionados
SCOPUS	31	2	(Bissoli et al., 2019; Hasbach & Bennewitz, 2021)
IEEE	22	20	(Ahn et al., 2011; Barca & Li, 2006; Chien et al., 2010; Cunha et al., 2016; De Oliveira et al., 2012; Dias et al., 2012; Dondera et al., 2008; Kist et al., 2017; Liu et al., 2003; Lo et al., 2012; Naves et al., 2016; Norman et al., 2019; Odeh et al., 2012; Pelissier et al., 2020; Samoila et al., 2016; Vuthaluru et al., 2013; Wang et al., 2021; Woodworth et al., 2017; Xiao et al., 2019; Yinpeng Chen et al., 2011)
SCIENCEDIRECT	250	6	(Gunasegaram et al., 2021; Hipsey et al., 2020; Krath et al., 2021; Morgan et al., 2021; Stewart et al., 2018; Yousefpour et al., 2019)

Tabla 2 – Resumen de la selección de documentos

A los documentos encontrados con las diferentes ecuaciones de búsqueda se les aplican diferentes criterios de inclusión y exclusión que son: rango de años 2017/2021; tipos de documentos publicados (Artículos de revisión, Artículos de investigación) y áreas de aplicación (Informática, Ingeniería). Se realiza una lectura detallada del resumen para descartar artículos no incluidos dentro del tema. Además, como otro criterio para la selección de los artículos seleccionados, se comprueba la disponibilidad de acceso al documento completo y se realiza una lectura crítica de cada documento de la muestra final. Finalmente, se extrae la información de los artículos seleccionados para responder a las preguntas de investigación propuestas (ver Tabla 2).

3. Resultados y discusiones

3.1. Objetivos de la investigación

En los trabajos seleccionados se encuentra que uno de los objetivos más importantes es generar un soporte tecnológico y logístico para el desarrollo de laboratorios en las diferentes áreas del conocimiento en las universidades (Odeh et al., 2012; Samoila et al., 2016). Lograr una mejor articulación entre el modelo pedagógico institucional y el modelo tecnológico es un reto para continuar en el proceso. Al final lo que se desea es mejorar la experiencia educativa (De Oliveira et al., 2012).

La generación de cursos ofrecidos en plataformas de aprendizaje apoyadas por laboratorios virtuales y/o remotos es cada vez mayor, permitiendo que la educación llegue a regiones remotas y desarrolle diferentes habilidades (Vuthaluru et al., 2013). Dos retos a considerar en estas propuestas son los costos y el número de estudiantes por acceso a los recursos. El primero, influye en la lentitud para equipar los diferentes laboratorios. El segundo, el número de estudiantes que pueden acceder a los recursos puede ser limitado.

3.2. Áreas de conocimiento

Las áreas de conocimiento identificadas incluyen la ingeniería y la salud. Los laboratorios virtuales y/o remotos se dedican a apoyar diferentes tipos de experimentos científicos. Son fundamentales para el desarrollo del proceso de enseñanza/aprendizaje porque proporcionan conocimientos prácticos a los estudiantes.

Las tecnologías identificadas para el desarrollo de los laboratorios son internet de las cosas (Parra Valencia et al., 2017; D. Rico-Bautista et al., 2019), big data (D. Rico-Bautista, Maestre-Góngora, et al., 2021; D. Rico-Bautista et al., 2020), cloud computing (Rico-bautista et al., 2021), inteligencia artificial (D. Rico-Bautista, Medina-Cardenas, et al., 2021), realidad aumentada (D. W. Rico-Bautista et al., 2019), sin descuidar la seguridad. Al mismo tiempo, surge la oportunidad de no descuidar al usuario, conceptos como la interacción persona-ordenador, centrada en el usuario y la experiencia del usuario, necesarios para representar las interfaces de usuario en los laboratorios remotos.

3.3. Estrategias

La incorporación de diferentes tecnologías debe ir de la mano del modelo pedagógico. Permitir a los usuarios hacer uso de dicha tecnología, utilizando simuladores virtuales, por ejemplo. Para cerrar la brecha entre los dos modelos de aprendizaje, presencial y virtual, surge la metodología híbrida con la incorporación de laboratorios en línea y a distancia como parte del desarrollo de las actividades, incluyendo sus evaluaciones para mejorar los resultados de aprendizaje (Kist et al., 2017; Vuthaluru et al., 2013). La estructura de los cursos y cuatro áreas específicas en las que se aplican las herramientas digitales: la evaluación tutorial interactiva, las actividades experimentales a través de Internet y las prácticas de realidad virtual para el aprendizaje a distancia. Las comparaciones del rendimiento de los estudiantes en ambos formatos de aprendizaje indican que el uso de las tecnologías digitales no sólo ha salvado las distancias, sino que también ha contribuido a la consecución de los resultados de aprendizaje de los estudiantes de los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

3.4. Diseño propuesto

En este diseño se modificarán todos los controles presentes en un montaje de pruebas para conectarlo a la red y crear una plataforma en línea que pueda utilizarse para controlar todo en ese equipo de pruebas específico a través de Internet. Además, el montaje experimental estará provisto de cámaras que proporcionen una visión en directo de lo que está ocurriendo. Y los resultados se subirán a la red y se podrán ver en cualquier momento y desde cualquier lugar. Los materiales necesarios son:

- Conmutadores Wi Fi
- Un router (con Internet)
- Cámaras Wi Fi
- Un ordenador
- Un equipo de laboratorio
- Cámara termográfica
- Sensor de vibraciones

Para demostrar este método, se ha elegido un equipo de prueba VCR (relación de compresión variable) computarizado que funciona con un motor diesel. Este equipo de prueba tiene un motor diesel VCR (Relación de Compresión Variable) de un solo cilindro de 4 tiempos que está conectado a un dinamómetro de corrientes de Foucault para la carga. Este equipo de prueba tiene los sensores necesarios para medir los datos y los envía al ordenador y con la ayuda de un software los datos recogidos son interpretados y registrados en forma de gráficos. También se utiliza un sensor de vibración y una cámara térmica, cuyos datos se envían al ordenador en forma de representación gráfica que resulta fácil de interpretar. Esta configuración se modifica para que pueda ser controlada a distancia conectándola a Internet.

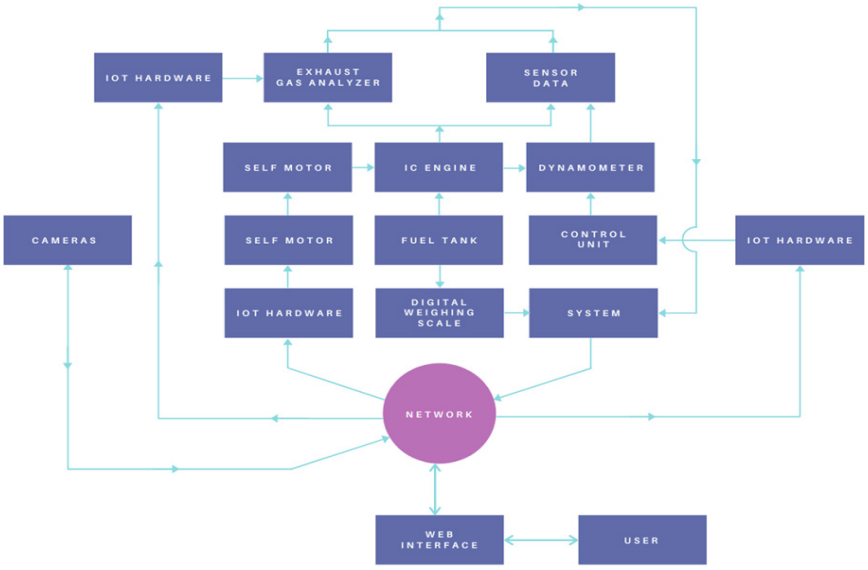


Figura 2 – Diagrama de bloques muestra el funcionamiento de este sistema

El motor se pone en marcha con la ayuda de un motor de arranque que está conectado a una batería. El interruptor de encendido se conecta a un interruptor Wi-Fi y, de forma similar, otros interruptores se conectan a un interruptor Wi-Fi y se configuran para trabajar de forma remota con la Red. Se crea una interfaz en línea reuniendo todos los

controles en un solo lugar y llevando la alimentación de vídeo en directo de las cámaras a la interfaz. El ordenador que está conectado a la configuración de la prueba también se lleva a la plataforma con el acceso remoto activado. Los resultados se guardan automáticamente en una carpeta en la nube y la persona que controla la configuración de la prueba puede acceder a ellos. Así, una persona puede realizar las pruebas, cambiar los parámetros, supervisar la configuración de la prueba, ver las lecturas en directo y puede obtener los resultados de la prueba desde cualquier lugar (ver Figura 2).

4. Conclusiones

La revisión muestra que en los últimos tiempos se han hecho importantes avances en el desarrollo de laboratorios virtuales y/o remotos para apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje en las universidades. El trabajo presenta un diseño con un enfoque innovador, partiendo de la articulación del hardware con interfaces web, pensando en el usuario. Permite planificar cómo construir laboratorios remotos articulando tecnología como el internet de las cosas con dispositivos como cámaras y sensores para la enseñanza de la ingeniería. La propuesta permitirá a los estudiantes sentir en laboratorios remotos los componentes e instrumentos utilizados en los experimentos de ingeniería, presentando en tiempo real videos. Finalmente, al ofrecer la opción de una visión casi real de los componentes e instrumentos, permite mejorar el desarrollo de habilidades y conocimientos prácticos, su articulación y mejor comprensión con la teoría.

Referencias

Ahn, J., Yang, H., Kim, G. J., Kim, N., Choi, K., Yeon, H., Hyun, E., Jo, M., & Han, J. (2011). Projector robot for augmented children's play. *Proceedings of the 6th International Conference on Human-Robot Interaction - HRI '11*, 27. https://doi.org/10.1145/1957656.1957666

Barca, J. C., & Li, R. K. (2006). Augmenting the human entity through man/machine collaboration. *2006 IEEE International Conference on Computational Cybernetics, ICCC*. https://doi.org/10.1109/ICCCYB.2006.305689

Bissoli, A., Lavino-Junior, D., Sime, M., Encarnação, L., & Bastos-Filho, T. (2019). A Human–Machine Interface Based on Eye Tracking for Controlling and Monitoring a Smart Home Using the Internet of Things. *Sensors*, *19*(4), 859. https://doi.org/10.3390/s19040859

Chien, J. C., Pon, L. Sen, Lu, H. Y., Wu, Y. S., & Liu, L. C. (2010). Building an augumented reality-based product promotion system with artoolkit integrated with an adaboosted classifier-assisted 1-D barcode reader. *Proceedings - 2010 2nd WRI Global Congress on Intelligent Systems, GCIS 2010*, *3*, 211–214. https://doi.org/10.1109/GCIS.2010.263

Cunha, P., Brandao, J., Vasconcelos, J., Soares, F., & Carvalho, V. (2016). Augmented reality for cognitive and social skills improvement in children with ASD. *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), February*, 334–335. https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444495

De Oliveira, E. H. T., Nozawa, E. H., Lucena, K. K. T., & Lucena, F. W. (2012). Distance education with remote poles: An example from the Amazon region. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 0–4. https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462254

Dias, D. R. C., Neto, M. P., Brega, J. R. F., Gnecco, B. B., Trevelin, L. C., & De Paiva Guimarães, M. (2012). Design and evaluation of an advanced virtual reality system for visualization of dentistry structures. *Proceedings of the 2012 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2012: Virtual Systems in the Information Society*, 429–435. https://doi.org/10.1109/VSMM.2012.6365955

Dondera, R., Jia, C., Popescu, V., Nita-Rotaru, C., Dark, M., & York, C. S. (2008). Virtual Classroom Extension for Effective Distance Education. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *28*(1), 64–74. https://doi.org/10.1109/MCG.2008.19

Dyba, T., Dingsoyr, T., & Hanssen, G. K. (2007). Applying Systematic Reviews to Diverse Study Types: An Experience Report. *First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007)*, 225–234. https://doi.org/10.1109/ESEM.2007.59

Gunasegaram, D. R., Murphy, A. B., Barnard, A., DebRoy, T., Matthews, M. J., Ladani, L., & Gu, D. (2021). Towards developing multiscale-multiphysics models and their surrogates for digital twins of metal additive manufacturing. *Additive Manufacturing*, *46*(May), 102089. https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102089

Hasbach, J. D., & Bennewitz, M. (2021). The design of self-organizing human–swarm intelligence. *Adaptive Behavior*, 105971232110175. https://doi.org/10.1177/10597123211017550

Hipsey, M. R., Gal, G., Arhonditsis, G. B., Carey, C. C., Elliott, J. A., Frassl, M. A., Janse, J. H., de Mora, L., & Robson, B. J. (2020). A system of metrics for the assessment and improvement of aquatic ecosystem models. *Environmental Modelling & Software*, *128*(October 2019), 104697. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104697

Kist, A. A., Maxwell, A., Remon, H. C., Maiti, A., Orwin, L., Albion, P., & Terry, V. (2017). Action learning-based MOOC to enhance laboratory learning outcomes: Introducing the MELLO Project. *Proceedings of 2017 4th Experiment at International Conference: Online Experimentation, Exp.at 2017*, 117–118. https://doi.org/10.1109/EXPAT.2017.7984395

Krath, J., Schürmann, L., & von Korflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, *125*(July), 106963. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963

Liu, Q., Zhao, C., & Yang, Z. (2003). Construction of a web-based virtual classroom and its effective analysis. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, *2*, F3F7. https://doi.org/10.1109/FIE.2003.1264745

Lo, D. C.-T., Qian, K., Quan, G., & Hong, L. (2012). Work in progress: Enhance CS/CE student learning in computer architecture and organization through a remote instrument control lab with mixed reality. *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*, 1–2. https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462415

Maestre-Gongora, G., & Colmenares-Quintero, R. F. (2018). Systematic mapping study to identify trends in the application of smart technologies. *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, *2018-June*, 1–6. https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8398638

Maestre-Gongora, G., Colmenares-Quintero, R. F., & Stansfield, K. (2020). Mapping concept and challenges for smart technologies: A systematic study approach. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *2020*(E32), 28–40.

Martinez-Toro, G. M., Ariza-Zabala, G. C., Rico-Bautista, D., & Romero-Riaño, E. (2019). Human computer interaction in transport, a systematic literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, *1409*, 012002. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1409/1/012002

Morgan, J., Halton, M., Qiao, Y., & Breslin, J. G. (2021). Industry 4.0 smart reconfigurable manufacturing machines. *Journal of Manufacturing Systems*, *59*(March), 481–506. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.001

Naves, E. L. M., Bastos, T. F., Bourhis, G., Silva, Y. M. L. R., Silva, V. J., & Lucena, V. F. (2016). Virtual and augmented reality environment for remote training of wheelchairs users: Social, mobile, and wearable technologies applied to rehabilitation. *2016 IEEE 18th International Conference on E-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016*, 16–19. https://doi.org/10.1109/HealthCom.2016.7749418

Norman, M., Lee, G., Smith, R. T., & Billinqhurs, M. (2019). A Mixed Presence Collaborative Mixed Reality System. *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 1106–1107. https://doi.org/10.1109/VR.2019.8797966

Odeh, S., Shanab, S. A., Anabtawi, M., & Hodrob, R. (2012). Remote augmented reality engineering labs. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, 2–7. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2012.6201162

Parra Valencia, J. A., Guerrero, C. D., & Rico-Bautista, D. (2017). IOT: una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. *Revista Ingenio*, *13*(1), 9–20. https://doi.org/10.22463/2011642X.2128

Pelissier, C., Ames, T., & Le Moigne, J. (2020). Quantum Assisted Image Registration. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, *Ml*, 3696–3699. https://doi.org/10.1109/IGARSS39084.2020.9324720

Petersen, K, Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, *64*, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007

Petersen, Kai, Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008, June 1). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE 2008*. https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2008.8

Revelo Sánchez, O., Collazos Ordoñez, C. A., & Jiménez Toledo, J. A. (2018). La gamificación como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: un mapeo sistemático de literatura. *Lámpsakos*, *1*(19), 31–46. https://doi.org/10.21501/21454086.2347

Rico-bautista, D., Guerrero, C. D., Collazos, C. A., & Maestre-góngora, G. (2021). Smart University: A vision of technology adoption Universidad inteligente : Una visión de la adopción de la tecnología. *Revista Colombiana de Computación*, *22*(1), 44–55. https://doi.org/10.29375/25392115.4153

Rico-Bautista, D., Maestre-Góngora, G. P., Guerrero, C. D., Medina-Cárdenas, Y., Areniz-Arévalo, Y., Sanchez-Velasquez, M. C., & Edwin, B.-A. (2021). Smart university: Key factors for the adoption of internet of things and big data. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, *201*(41), 63–79. https://doi.org/10.17013/risti.41.63–79

Rico-Bautista, D., Medina-Cardenas, Y., Areniz-Arevalo, Y., Barrientos-Avendano, E., Maestre-Gongora, G., & Guerrero, C. D. (2020). Smart University: Big Data adoption model. *2020 9th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS)*, 52–60. https://doi.org/10.1109/CIMPS52057.2020.9390151

Rico-Bautista, D., Medina-Cardenas, Y., Coronel-Rojas, L. A., Cuesta-Quintero, F., Maestre-Gongora, G., & Guerrero, C. D. (2021). Smart University: Key Factors for an Artificial Intelligence Adoption Model. In M. V. García, F. Fernández-Peña, & C. Gordón-Gallegos (Eds.), *Advances and Applications in Computer Science, Electronics and Industrial Engineering* (Vol. 1307, pp. 153–166). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4565-2_10

Rico-Bautista, D., Medina-Cárdenas, Y., & Guerrero, C. D. (2019). Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things. In P. M., F. C., & R. A. (Eds.), *International Conference on Information Technology and Systems, ICITS 2019* (Vol. 918, pp. 427–440). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_42

Rico-Bautista, D. W., Barrientos-Avendaño, E., Cuesta-Quintero, F. R., Areniz-Arevalo, Y., Coronel-Rojas, L. A., Londoño-Torrado, D. A., & Amaya-Amaya, E. (2019). Digital album with augmented reality: Francisco de Paula Santander Ocaña University botanic garden "Jorge Enrique Quintero Arenas." *Journal of Physics: Conference Series*, *1257*, 012009. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1257/1/012009

Samoila, C., Ursutiu, D., & Jinga, V. (2016). The remote experiment compatibility with Internet of Things. *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, *February*, 204–207. https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444466

Stewart, R. A., Nguyen, K., Beal, C., Zhang, H., Sahin, O., Bertone, E., Vieira, A. S., Castelletti, A., Cominola, A., Giuliani, M., Giurco, D., Blumenstein, M., Turner, A., Liu, A., Kenway, S., Savić, D. A., Makropoulos, C., & Kossieris, P. (2018). Integrated intelligent water-energy metering systems and informatics: Visioning a digital multi-utility service provider. *Environmental Modelling & Software*, *105*, 94–117. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.03.006

Vuthaluru, R., Lindsay, E., Maynard, N., Ingram, G., Tadé, M., Ang, M., & Vuthaluru, H. (2013). Use of digital technologies in bridging the gap between face-to-face and remote engineering programs. *2013 10th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2013*. https://doi.org/10.1109/REV.2013.6502888

Wang, C., Lian, X., Zhuang, C., Kwok, P. K., & Yan, M. (2021). A Virtual Reality-based Spoken English Learning Platform. *2021 IEEE 24th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, 867–872. https://doi.org/10.1109/CSCWD49262.2021.9437696

Woodworth, J. W., Ekong, S., & Borst, C. W. (2017). Virtual field trips with networked depth-camera-based teacher, heterogeneous displays, and example energy center application. *2017 IEEE Virtual Reality (VR)*, 471–472. https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892384

Xiao, Y., Cai, Z., & Yuan, X. (2019). An Improved Skeleton Extraction Method via Multi-Task and Variable Coefficient Loss Function in Natural Images. *IEEE Access*, *7*, 171272–171284. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949269

Yinpeng Chen, Baran, M., Sundaram, H., & Rikakis, T. (2011). A low cost, adaptive mixed reality system for home-based stroke rehabilitation. *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 1827–1830. https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6090520

Yousefpour, A., Fung, C., Nguyen, T., Kadiyala, K., Jalali, F., Niakanlahiji, A., Kong, J., & Jue, J. P. (2019). All one needs to know about fog computing and related edge computing paradigms: A complete survey. *Journal of Systems Architecture*, *98*(February), 289–330. https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2019.02.009

© 2022. This work is published under https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0(the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License.