

EDUCACIÓN EN EL ÁREA DE INGENIERÍA Y EL AVANCE ACELERADO DE LA TECNOLOGÍA

EDUCATION IN THE FIELD OF ENGINEERING AND THE ACCELERATED
ADVANCE OF TECHNOLOGY

Daniel Hernández-Rodríguez
Iván Olmos-Pineda
Josefina Castañeda-Camacho

ISSN 2448-5829

Año 11, No. 31, 2025, pp. 151 - 163

RD-ICUAP

<https://orcid.org/0009-0007-2622-8221>
<https://orcid.org/0000-0003-1698-000X>
<https://orcid.org/0000-0002-4356-1698>

Año 11, No. 31
Recibido: dd/mm/aaaa
Aprobado: 2/12/2024
Publicado: 20/01/2025

Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Ciudad Universitaria, Av. San Claudio, Jardines de San Manuel
C.P. 72570, Puebla, Pue. México

daniel.hernandezrodr@alumno.buap.mx, ivan.olmos@correo.buap.
mx*, josefina.castaneda@correo.buap.mx

Resumen

La tecnología ha experimentado un crecimiento exponencial, transformando los enfoques educativos y dando lugar a la implementación de nuevas herramientas de enseñanza. En el ámbito de las ingenierías, donde la adquisición de habilidades prácticas mediante el uso de laboratorios es fundamental, los espacios físicos se ven restringidos y limitados por diversas razones. Para resolver parte de esta problemática, surgen los laboratorios remotos basados en los entornos virtuales de aprendizaje. La pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 aceleró la aceptación de estos entornos, optimizando el aprendizaje en línea y rediseñando las herramientas digitales, abriendo además la posibilidad de generar laboratorios remotos para superar las limitaciones de los métodos tradicionales. Sin embargo, en la perspectiva educativa es evidente la falta de adaptación al uso de herramientas diferentes a las tradicionales, siendo relevante la actualización de los modelos de enseñanza y planes educativos para una óptima implementación de laboratorios remotos que reduzcan la carencia de habilidades adquiridas regularmente en los espacios e interacciones físicas, tales como la comunicación y el trabajo en equipo. En el presente trabajo se muestra un resumen sobre lo que son los entornos virtuales y los laboratorios remotos, así como las ventajas y retos implicados.

Palabras clave: Laboratorio remoto, Tecnología educativa, Educación a distancia, COVID-19, conectivismo.

Abstract

Technology has grown exponentially, reshaping educational trends and fostering the widespread adoption of innovative learning tools. In engineering, where acquiring practical skills in laboratories is crucial, physical spaces frequently face constraints and limitations due to various factors. In response to these constraints, remote laboratories based on virtual learning environments have emerged as a solution. The SARS-CoV-2 pandemic has accelerated the acceptance of these environments, optimizing e-learning and prompting a redesign of digital tools. This underscores the relevance of enhancing remote laboratories' implementation to overcome traditional methods' limitations. It's important to note, though, that the education field hasn't changed much to use non-traditional tools. This means that teaching models and lesson plans need to be updated for remote laboratories to work best. This would enable us to address the deficiency in skills typically acquired through face-to-face spaces and interactions, such as communication and teamwork. We present a summary of virtual environments and remote laboratories, outlining their definitions, advantages, and challenges.

Keywords: Remote Laboratory, Educational Technology, e-learning, COVID-19, connectivism

Introducción

El mundo avanza diariamente en todos los aspectos de la vida, incluyendo la economía, el medio ambiente, la moda, las relaciones personales y la educación; estos cambios, en gran medida, se deben a la inmediatez del acceso a la información mediante el uso de tecnología, lo cual nos lleva a tomar una decisión: volvernos obsoletos o adaptarnos aprovechando los beneficios que nos ofrece.

En particular, en el área educativa, el desarrollo de la tecnología ha impactado de manera positiva a lo largo de los años y ha obligado a rediseñar la forma de enseñar y aprender, incorporando el uso de la calculadora, televisión, proyectores, grabadoras de audio y computadoras, creando nuevos ambientes escolares donde se busca que los estudiantes adquieran la responsabilidad de su propio aprendizaje, siendo la flexibilidad y el tiempo los aspectos más importantes a medida que incrementa la digitalización, convergiendo en nuevos paradigmas pedagógicos (Hernández, 2017).

El cambio en el uso de herramientas de aprendizaje ha estado en constante evolución, migrando del uso de lápiz y papel, a la incorporación de las computadoras como una herramienta indispensable para adquirir conocimiento, pasando por la implementación de tabletas y dispositivos móviles para finalmente encontrarnos con el empleo de inteligencia artificial. En la Figura 1 se muestra un resumen del avance de la tecnología utilizada en el salón de clases.

Donde se puede observar desde el año 1800 el empleo de los pizarrones negros, que consistían en tablas de madera que los estudiantes grababan con la información aprendida. Evolucionando al pizarrón verde de gis, al pizarrón blanco de plumones, a las diapositivas mediante el empleo del software PowerPoint de Microsoft, a los pizarrones interactivos y al mobile learning (m-learning) que es el aprendizaje realizado mediante un dispositivo móvil (Muttappallymalil et al., 2016). Debido a este avance, surge una

nueva pregunta: ¿la educación ha logrado avanzar a la velocidad con la que lo hace la tecnología?

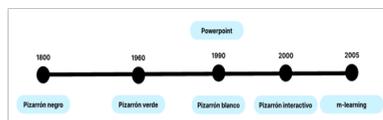


Figura 1. Línea de tiempo del avance de la tecnología en la educación. Realización propia basada en (Muttappallymalil et al., 2016)

Esta evolución se presenta de forma común en áreas ligadas a las ciencias exactas, como es el caso de las ingenierías, cuyo objetivo es formar ciudadanos que sean capaces de diseñar metas de desarrollo sostenible para planificar, fabricar, gestionar, administrar y controlar la calidad de productos y servicios en beneficio de la sociedad.

La enseñanza de esta área se realiza de forma teórica y práctica, con un enfoque en la educación basada en proyectos, por lo cual el aprendizaje se da en dos ambientes educativos: salón de clases y laboratorios, siendo el salón de clases el espacio para aprender los conceptos teóricos y el laboratorio el lugar para ponerlos en práctica (Balamuralithara & Woods, 2009).

Según Thorsteinnsson et al. (2018), en los laboratorios es donde los estudiantes pueden desarrollar habilidades como instrumentación, experimentación, análisis, diseño, aprendizaje de los fallos, creatividad, seguridad, habilidades de comunicación y trabajo en equipo y ética; sin embargo, las limitaciones para atender a los estudiantes derivadas de la falta de expertos comparada con la cantidad de alumnos y las carencias en la infraestructura de los espacios escolares, sumado al avance tecnológico, nos lleva a migrar de herramientas físicas a otras basadas en entornos virtuales de aprendizaje.



Impacto de la pandemia y migración a entornos virtuales

El impacto global a causa de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 generó una adaptación en la forma de ejecutar nuestros procesos de educación, trabajo y socialización. Incorporando el uso de herramientas digitales que suplantaron las herramientas físicas que eran parte de nuestro día a día, en particular, en la educación, se migró a las clases virtuales mediante plataformas de aprendizaje como Google Classroom y Microsoft Teams y software de videoconferencias como Zoom y Google Meet. Además de plataformas digitales para optimizar la interacción durante las clases, como software de evaluaciones didácticas o juegos educativos en línea.



<https://www.educalinkapp.com/blog/entornos-virtuales-de-aprendizaje-que-son-y-cuales-son-sus-ventajas/>

La sorpresiva inmediatez de este cambio, sumado a la falta de experiencia en el uso de estas herramientas, mostró que para resolver los problemas causados por la imposibilidad de utilizar espacios físicos presenciales no basta con la migración a herramientas de enseñanza en línea, sino que se requieren diversas adaptaciones a los modelos educativos (Roda-Segarra, 2021).

Tan solo en México se considera que existen dos años de rezago escolar, además de que el 26.6% de alumnos que dejaron la escuela fue debido a que consideraron que la forma en que se implementaron las herramientas virtuales no fue adecuada o efectiva (INEGI, 2021). Lo cual crea un área de oportunidad para optimizar estos

ambientes y procesos, de forma que se pueda combatir la deserción escolar. Desde la perspectiva opuesta, este impacto llevó también a que socialmente se aumentara la aceptación del trabajo y la educación a distancia. Actualmente, es muy común realizar reuniones por medio de plataformas de videollamadas, impartir clases de forma remota a estudiantes de cualquier país o tomar un curso que sea impartido en un lugar lejano de forma virtual.

Esto ha generado un crecimiento del aprendizaje en línea, el cual está definido como el uso de un dispositivo conectado a Internet para adquirir conocimientos sin importar el lugar ni el momento. Este tipo de educación está acompañada generalmente de los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System o LMS, por sus siglas en inglés), los cuales son plataformas que ofrecen una gran cantidad de herramientas para entregar el conocimiento, siendo un complemento o en algunos casos un suplemento del aprendizaje presencial en escuelas y universidades (Ahmad et al., 2023).

Los LMS se encuentran en las plataformas que ofrecen cursos en línea y son aquellos que permiten gestionar el contenido del curso, visualizar la información de manera ordenada, generar foros de debate, compartir resultados con los demás participantes, entre otras opciones. Por ejemplo, en la Figura 2 se muestra un esquema de organización para un centro de educación en línea.

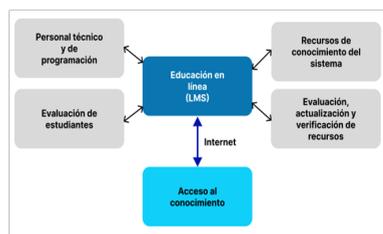


Figura 2. Esquema de organización para un centro de educación en línea. Realización propia basada

en (Cohen & Nycz, 2006)

Si juntamos la tendencia creciente de

la implementación de tecnología en la educación y la confianza depositada en los entornos virtuales posterior a la pandemia, se aumenta la pertinencia de desarrollar, mejorar y construir laboratorios remotos, cuyo concepto no es nuevo ni exclusivo de un área en particular. De forma general, el aprendizaje remoto es aquel que puede ser accesible desde cualquier parte del mundo, con el único requisito de tener acceso a una conexión de Internet. En el caso particular de los laboratorios remotos, se definen como aquellos que existen físicamente, pero que pueden ser manipulados a distancia por medio del uso de una computadora conectada a Internet desde cualquier parte del mundo para llevar a cabo experimentos reales (Bjelica & Simić-Pejović, 2018).

La evolución hacia estos ambientes virtuales permite acercar la educación a personas que no podrían tener acceso a un laboratorio físico o para las que ese acceso podría estar limitado debido a ciertos factores, dentro de los cuales se identifica su ubicación geográfica, falta de acceso a universidades con laboratorios equipados o estudiantes con

algún tipo de discapacidad. A su vez, la carencia en el uso de laboratorios en la formación académica de los ingenieros impacta directamente en la adquisición de conocimientos y puesta en práctica del aprendizaje.

Los entornos virtuales ofrecen flexibilidad en la forma de estudiar, debido a que los LMS fomentan el proceso de individualización del aprendizaje. Según Santamaría-Sandoval et al. (2022), esta flexibilidad en la gestión del conocimiento y la variedad que existe en los medios para recibir información hacen imprescindible y necesaria la migración a modelos totalmente virtuales, principalmente en los cursos que tienen una duración larga como es el caso de asignaturas universitarias (Bjelica & Simić-Pejović, 2018). Estas características se asemejan con las propuestas en el paradigma educativo conocido como conectivismo planteado por Siemens (2005), el cual se basa en la consideración de que todo está conectado, incluido el conocimiento. Por lo tanto, el aprendizaje reside fuera del aprendiente, requiriendo desarrollar habilidades que permitan localizar ese

conocimiento mediante la creación de conexiones entre fuentes de información, fomentando que los estudiantes analicen la información y decidan lo que les será útil para resolver los problemas planteados.

Laboratorios remotos y entornos virtuales

Los entornos virtuales, debido a su naturaleza de implementación a distancia, llevan a los estudiantes a un aprendizaje activo en el cual ellos son los encargados de construir el conocimiento, causando que sean los responsables de su propio proceso educativo mediante tareas formativas dictadas por los educadores en un rol de facilitadores de conocimiento, generando en los alumnos un proceso de reflexión, retroalimentación e interiorización de lo aprendido (Van den Beemt et al., 2023). Sumado a estas ventajas, el uso de laboratorios ayuda a reducir la brecha existente entre la industria y la educación (Pastor et al., 2020).

En torno a las simulaciones y los laboratorios remotos, que son las opciones principales de migración de laboratorios tradicionales a espacios virtuales, es importante considerar sus ventajas y retos. De acuerdo con Haque et al. (2015), las simulaciones tienen la principal desventaja de no ser capaces de recrear experiencias de aprendizaje prácticas. Principalmente, debido a que no son una representación confiable del mundo real; en tanto que, algunos de los principales beneficios de implementar laboratorios remotos son su uso en horarios extendidos y sin la limitación de la necesidad de que los estudiantes estén de forma presencial en un campus universitario.

Además de que no requieren la supervisión y el tiempo de un laboratorista o docente mientras se realizan las prácticas, lo que genera un ahorro en el costo de implementación en comparación con un laboratorio estándar. Los casos donde es recomendable migrar de un software de simulación a un laboratorio remoto, según Cooper (2005), son los que conllevan un análisis y observación de datos no ideales, estudio de un caso

complejo donde no se puede confiar en sistemas de simulación simplificados o aquellos en donde se tienen limitaciones en la potencia del procesamiento de un simulador.

Las estructuras generales de este tipo de laboratorios en el área de ingeniería implican inicialmente que los estudiantes puedan agendar una sesión de uso del laboratorio remoto las 24 horas del día y los 7 días de la semana, dependiendo de la disponibilidad del mismo.

En torno a la implementación física, incluyen hardware que puede ser controlado o programado a distancia mediante una computadora conectada de forma remota a un equipo ubicado en el mismo espacio geográfico que el hardware a controlar. Esto puede ser realizado mediante un software de acceso remoto.

Para aplicaciones especializadas, el hardware deberá contar además con el equipo necesario para medir y ejecutar las prácticas diseñadas en este entorno.

Es necesario incluir una cámara web que le permita al estudiante visualizar en tiempo real el funcionamiento del hardware que está controlando. En la Figura 3 se muestra un diagrama de un laboratorio remoto, donde se puede observar el hardware, el equipo a ser controlado de forma remota y el estudiante que realiza la práctica.

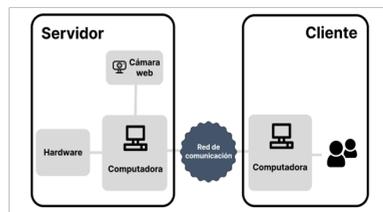


Figura 3. Esquema de una arquitectura de laboratorio remoto. Elaboración propia

Existen diversas publicaciones de la aplicación de este tipo de espacios en la enseñanza de ingenierías, sin embargo, en la mayoría de estas no se presentan adecuaciones respecto a la parte educativa de estas implementaciones y los análisis se enfocan en la aceptación y uso que tienen los laboratorios remotos

por parte de los estudiantes y maestros mediante el uso de cuestionarios y entrevistas, pero no evalúan el proceso de educación. Los resultados mostrados por Thorsteinsson et al. (2018), Soria et al. (2017) y Santamaría-Sandoval et al. (2022) son positivos en la adaptación y aceptación que tienen los profesores y alumnos; también se muestra que la cantidad promedio de intentos para realizar una práctica en el caso de un laboratorio enfocado en el área de ingeniería electrónica es de 2.2 sesiones por estudiante (Bjelica & Simić-Peجوییć, 2018), reforzando la ventaja que tienen los estudiantes de repetir las prácticas tantas veces como sea necesario.

Soria et al. (2017) menciona que el concepto de un laboratorio remoto es positivo desde el punto de vista pedagógico; por otro lado, se considera que en algunos parámetros como el trabajo en equipo y la comunicación profesor-alumno y alumno-alumno se podrán presentar carencias de habilidades.

Por ello, se deben desarrollar diversas herramientas que cubrirán estas necesidades, tales como los LMS, los cuales según Bjelica & Simić-Peجوییć (2018) tienen una tendencia creciente de ser implementados junto con los laboratorios remotos, ya que permiten establecer comunicación entre los participantes, así como diseños instruccionales que permitan adecuar los entornos y herramientas educativas a este tipo de soluciones.

Para Pastor et al. (2020), el desarrollo de los cursos con laboratorios remotos deberá incluir en su desarrollo cinco puntos importantes: Estructura de diseño, contenido, recursos, instructores y calidad, con el objetivo de poder construir educación de calidad para entornos en línea.

Adicionalmente, para Ferreira et al. (2019), el aprendizaje en línea debe estar basado en descomponer el contenido de los cursos en una secuencia de pequeños temas, establecer objetivos relacionados con los resultados de aprendizaje, brindar retroalimentación posterior a cada práctica, dar independencia a los aprendientes y apoyarse del contenido previo para construir conocimiento nuevo.

Para Stroeва et al. (2019), la efectividad del aprendizaje remoto radica en el entendimiento profundo del contenido o el módulo que se planea enseñar y la calidad de la información presentada, siendo los programas en línea el futuro para la enseñanza de la educación en nivel superior. Para Cooper (2005), se requiere el planteamiento de objetivos para decidir cuáles son los experimentos que deben ser trasladados a un entorno remoto, como debe ser el diseño de la interfaz, el uso del espacio remoto, la accesibilidad del entorno, las herramientas de colaboración y el andamiaje educativo o scaffolding.

Finalmente, no todo es positivo; también es importante considerar que la resistencia al cambio o la poca motivación por implementar nuevas herramientas pueden ser factores por considerar para la correcta incorporación de herramientas virtuales.

En el estudio realizado por Soria et al. (2017), por ejemplo, se concluye que en su muestra conformada de estudiantes y docentes de educación media y superior, el 71.3% de los profesores mostraron poco interés o desconocimiento sobre los laboratorios remotos.

Conclusión

Con base en lo expuesto en el presente trabajo, se concluye la necesidad de implementación de herramientas digitales en el ámbito educativo y el ajuste de nuestros métodos de enseñanza-aprendizaje-evaluación, como parte de los retos que estos ambientes nos presentan, para optimizar estos procesos y mejorar la calidad educativa.

Esto se debe a la inevitabilidad del avance de la virtualización a nivel global y su influencia en los diversos aspectos que componen nuestra vida cotidiana. Adicionalmente y posterior a la pandemia, se ha observado que el incremento en el uso y en el desarrollo de herramientas virtuales y remotas aumentó de forma exponencial.

No obstante, no es suficiente solamente con aprender a utilizar estas herramientas e implementarlas en la educación, sino que se tiene que generar conciencia de las adaptaciones necesarias en los modelos educativos vigentes.

Finalmente, el uso de herramientas remotas contribuye a la individualización del

conocimiento y posibilita la reducción de brechas educativas originadas por factores como la accesibilidad, limitaciones físicas de las personas o restricciones geográficas.

Declaración de privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Declaración de no conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno.

Agradecimientos

Especial agradecimiento por la guía y apoyo en la realización de este trabajo al cuerpo académico del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y en particular al Dr. Daniel Mocencahua Mora por el conocimiento compartido en el taller Escribir para Divulgar.

Referencias

- Ahmad, S., Mohd Noor, A. S., Alwan, A. A., Gulzar, Y., Khan, W. Z., & Reegu, F. A. (2023). eLearning Acceptance and Adoption Challenges in Higher Education. *Sustainability*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/su15076190>
- Balamuralithara, B., & Woods, P. C. (2009). Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab. *Computer Applications in Engineering Education*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.1002/cae.20186>
- Bjelica, M., & Simić-Pejović, M. (2018). Experiences with remote laboratory. *International Journal of Electrical Engineering & Education*, 55(1), 79–87. <https://doi.org/10.1177/0020720917750960>
- Cohen, E., & Nycz, M. (2006). Learning Objects and E-Learning: An Informing Science Perspective. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 2(1), 23–34.
- Cooper, M. (2005). Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (ijOE)*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v1i1.298>
- Fabregas, E., Farias, G., Dormido-Canto, S., Dormido, S., & Esquembre, F. (2011). Developing a remote laboratory for engineering education. *Computers & Education*, 57(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.015>
- Ferreira, P., Fidalgo, A., & Gericota, M. G. (2019). Pedagogical theories for e-learning engineering degrees based on remote laboratories: The e-lives approach.
- EDULEARN19 Proceedings 11th International Conference on Education and New Learning Technologies: Palma, Spain. 1-3 July, 2019, 2019,

ISBN 978-84-09-12031-4, Págs. 3451-3456, 3451–3456. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7461839>

- Haque, E., Ahmed, F., Das, S., & Salim, K. M. (2015). Implementation of remote laboratory for engineering education in the field of Power electronics and Telecommunications. 2015 International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), 213–216. <https://doi.org/10.1109/ICAEE.2015.7506834>
- Hernandez, R. M. (2017). Impact of ICT on Education: Challenges and Perspectives. *Journal of Educational Psychology - Propósitos y Representaciones*, 5(1), 337–347.
- INEGI. (2021). Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación
- (ECOVID-ED) 2020. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/ecovided/2020/>
- Muttappallymyalil, J., Mendis, S., John, L. J., Shanthakumari, N., Sreedharan, J., &
- Shaikh, R. B. (2016). Evolution of technology in teaching: Blackboard and beyond in Medical Education. *Nepal Journal of Epidemiology*, 6(3), 588–594. <https://doi.org/10.3126/nje.v6i3.15870>
- Pastor, R., Tobarra, L., Robles-Gómez, A., Cano, J., Hammad, B., Al-Zoubi, A.,
- Hernández, R., & Castro, M. (2020). Renewable energy remote online laboratories in Jordan universities: Tools for training students in Jordan. *Renewable Energy*, 149, 749–759. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.100>
- Roda-Segarra, J. (2021). Virtual Laboratories During the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. 2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV), 1–4. <https://doi.org/10.1109/JICV53222.2021.9600344>
- Santamaría-Sandoval, J. R., Chanto-Sánchez, E., & Soto-Calderón, M. (2022). Aplicación de laboratorios virtuales en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones,

UNED. Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior, 13(2),
Article 2. <https://doi.org/10.22458/caes.v13i2.4487>

Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2. http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm

Soria, M., Fernandez, R., Gómez, M., Paz, H., Pozzo, M., DOBBOLETTA, E., Fidalgo, A., Alves, G., Sancristobal, E., Loro, F., Castro, M., & Diaz, G. (2017, septiembre 15). Perspectivas de los Laboratorios Remotos en la Educación Media y Superior de Santiago del Estero.

Stroeve, O. A., Zviagintceva, Y., Tokmakova, E., Petrukina, E., & Polyakova, O. (2019). Application of remote technologies in education. *International Journal of Educational Management*, 33(3), 503–510. <https://doi.org/10.1108/IJEM-08-2018-0251>

Thorsteinsson, S. E., Geirsdottir, G., Andersen, K., Thorbergsson, H., & Gudmundsson, K. S. (2018). Trial with a Remote Laboratory in Telecommunications Engineering. *2018 IEEE International Professional Communication Conference (ProComm)*, 74–79. <https://doi.org/10.1109/ProComm.2018.00026>

Van den Beemt, A., Groothuijsen, S., Ozkan, L., & Hendrix, W. (2023). Remote labs in higher engineering education: Engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(2), 320–340. <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09331-4>

