

VIRTUALIZACIÓN DE UN MOTOR POLICARBURANTE PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO

VIRTUALIZATION OF A POLYCARBURANTE ENGINE FOR LABORATORY PRACTICES

Javier Sáez Bastante, Miguel Carmona,
Francisco Comino, Manuel Peinazo Morales,
Pilar Aparicio Martínez, Sara Pinzi*
*sara.pinzi@uco.com

Received:

Accepted:

Abstract

In the present work, a simulation of an internal combustion engine has been carried out in order to show theoretical concepts of difficult learning as clearly as possible. The simulation includes the possibility of tuning different variables and offers the possibility of making clarifying graphical representations about what are the power curves, thus allowing to clarify concepts graphically as the dosed and rich mixture / poor mixture in the internal combustion engine. Finally, a questionnaire was conducted through the social network **kahoot** to check the degree of achievement of theoretical-practical knowledge acquired, and a survey on the degree of satisfaction and usefulness of the simulation as feed-back by the students.

Keywords: Internal Combustion Engines, Virtual Environmental Learning.

Resumen

En el presente trabajo se ha realizado una simulación de un motor de combustión interna con el objetivo de mostrar con la mayor claridad posible conceptos teóricos de difícil aprendizaje. La simulación incluye la posibilidad de sintonizar distintas variables y ofrece la posibilidad de realizar representaciones gráficas aclarativas sobre lo que son las curvas de potencia, permitiendo así, aclarar conceptos de manera gráfica como el dosado y mezcla rica/mezcla pobre en el motor de combustión interna. Por último, se realizó un cuestionario mediante la red social kahoot para comprobar el grado de consecución de conocimientos teórico-prácticos adquiridos, y una encuesta sobre el grado de satisfacción y utilidad de la simulación como feed-back por parte del alumnado.

Palabras clave: Motores de combustión interna; Entornos virtuales de aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de las TIC a las enseñanzas superior proporciona un nuevo espacio de reflexión acerca de su posible aportación al trabajo práctico de las disciplinas como la ingeniería. Las posibilidades de estas herramientas en cuanto al acceso y almacenamiento de la información, la comunicación, la simulación o la interactividad, amplían las fronteras para la realización de prácticas experimentales, ya que abren nuevos escenarios educativos para el aprendizaje de los procedimientos científicos (López and Morcillo, 2007).

Es destacable citar la relevancia de los tradicionales laboratorios prácticos que ofrecen oportunidades de experimentación de los estudiantes con sistemas físicos reales en el ámbito científico-tecnológico para comprender la influencia de dicha experimentación en el desarrollo del conocimiento científico. Las actividades prácticas de laboratorio contribuyen, mediante la interactividad del alumnado a la adquisición de competencias profesionales y destrezas intelectuales (Ariza and Quesada, 2014), tales como la capacidad de formular problemas e hipótesis, de diseñar experiencias para comprobarlas, de abordar la observación sistemática, la adquisición, representación y análisis de datos y la interpretación crítica de resultados, además de desarrollar competencias personales como la autonomía en la toma de decisiones o el trabajo colaborativo (Barros et al., 2008; Lorandi Medina et al., 2011).

No sólo es necesario un discurso a favor de la dinamización del trabajo del laboratorio en la enseñanza del ámbito científico-tecnológico, sino que además debemos tener en cuenta el papel de los materiales didácticos y estrategias de formación y cooperación entre docentes que posibiliten una utilización más racional del trabajo de laboratorio (Tenreiro-Vieira and Marques Vieira, 2006), al implicar actualmente costos elevados asociados con equipos, espacios y personal de mantenimiento (Gomes and Bogosyan, 2009). Según varios autores (Calvo et al., 2009; Cataldi et al., 2010; Lorandi Medina et al., 2011; Rosado and Herreros, 2005), las principales limitaciones del uso de laboratorios reales estriban en la escasez de horas en los currículos académicos para asistir a clases de laboratorio, el número de estudiantes por cada grupo y la atención de profesorado según ratio insuficiente

porque las prácticas necesitan de una supervisión más directa del docente, los riesgos potenciales en el trabajo con grupos numerosos, las limitaciones económicas para inversión inicial de maquinaria y mantenimiento posterior adecuado, la heterogeneidad de los estudiantes en cuanto a edades y habilidades motoras, la falta de experiencias de los estudiantes en manipulación de dispositivos de laboratorio, la limitación de la presencia física del estudiante en el laboratorio físico y la posible contaminación ambiental por la generación de residuos de las prácticas de laboratorio.

Para intentar reducir o minimizar las limitaciones descritas anteriormente, se han abierto nuevas vías de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, lo que ha dado como resultado la creación de una amplia variedad de herramientas didácticas interactivas, accesibles a través de internet, web móvil o apps en diferentes dispositivos electrónicos como ordenador, tabletas, teléfonos inteligentes... (Bourne *et al.*, 2005; Gallego, 2011; Martínez-Jiménez *et al.*, 2010). Estas aplicaciones desarrolladas pueden ser incorporadas a las actividades prácticas de laboratorio (Amaya Franky, 2009) y se comprueba unnamejora del rendimiento de los alumnos, un incremento de la capacidad de autoaprendizaje, de la autoevaluación de conocimientos y de la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje en el que está inmerso el binomio profesor-alumno (Anastasiades *et al.*, 2008).

Dentro de este contexto se destaca el uso, en todos los niveles educativos, de los Laboratorios Virtuales y/o Remotos como herramientas didácticas utilizadas para resolver problemas prácticos en ambientes virtuales controlados: estas aplicaciones informáticas se utilizan como complemento a la experimentación realizada en laboratorios-reales o como apoyo a la experimentación de fenómenos no observables y que ayudan a paliar las dificultades en la realización de prácticas, incluidas las enseñanzas de Educación Superior (Zappatore *et al.*, 2015).

Los laboratorios virtuales son herramientas de software que permiten llevar a cabo experimentos simulados en el ordenador. Una ventaja de los laboratorios virtuales es que pueden ser usados por grupos arbitrarios al mismo tiempo en distintas instancias. Debido a que los experimentos tienen lugar en un “espacio virtual”, se pueden realizar experiencias que de otro modo serían extremadamente dificultosas de ejecutar en el mundo real, por falta de recursos.

Por medio de esta aplicación, los estudiantes van a poder acceder a los equipos de todos los laboratorios que integran esta propuesta a través de un navegador, pudiendo experimentar sin riesgo alguno y con libertad temporal. Esto permite la participación de alumnos de diferentes universidades, independientemente de los recursos de que dispongan, flexibilizando el horario de prácticas. Esta aplicación representa una alternativa barata y eficiente, donde el estudiante simula los fenómenos a estudiar como si los observase en un laboratorio tradicional. Por lo tanto es una herramienta de autoaprendizaje, donde el alumno puede alterar las variables de entrada, configurar nuevos experimentos, aprender el manejo de instrumentos y personalizarlos. Además, la simulación en el laboratorio virtual permite obtener una visión más intuitiva de aquellos fenómenos que en su realización manual no aportan suficiente claridad gráfica.

Los estudiantes aprenden mediante ensayo-error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, sin impedimentos para realizar varias veces la misma práctica, ya que pueden repetirlas sin límite, sin temor a dañar alguna herramienta o equipo. Al mismo tiempo, pueden asistir al laboratorio cuando ellos quieran y elegir las tareas del laboratorio más significativas. Este tipo de laboratorio virtual permitirá a la docencia acercarse al mundo de la empresa, del I+D+I y de la investigación a un coste razonable.

2. OBJETIVOS

La importancia del proyecto radica en poder visualizar, mediante una aplicación, conceptos teóricos que son de difícil explicación porque tienen lugar en una cámara de combustión cerrada. De este modo, los objetivos a desarrollar son los siguientes:

a) Desarrollar un entorno virtual de aprendizaje común para diferentes asignaturas relacionadas con un motor de combustión interna para que los alumnos puedan realizar prácticas virtuales conjuntas, comparar experiencias y cotejar el grado de adquisición de conocimientos.

b) Desarrollar un LV de combustión interna a los Grados los Grados de Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica, todas ellas integradas en el proyecto.

c) Aprender y profundizar los conceptos termodinámicos de mezcla rica y mezcla pobre.

d) Mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje a través del LV y asimismo facilitar la comprensión de la materia por parte del alumnado mejorando los resultados académicos.

e) Enlazar praxis con los conocimientos teóricos mediante una metodología competencial a través de prácticas de laboratorio.

f) Evaluar el grado de adquisición de los conocimientos adquiridos mediante la app kahoot y la encuesta de satisfacción que se le hace al alumnado.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 DESARROLLO LABORATORIO VIRTUAL DEL MOTOR TRANSPARENTE

Para el laboratorio virtual se ha utilizado una aplicación de creación y manipulación de gráficos vectoriales, Adobe Animate CC, con posibilidades de manejo de código mediante el lenguaje Javascript y HTML5 (canvas) en forma de estudio de animación que trabaja sobre "fotogramas" esto favorece el contenido interactivo para las diferentes audiencias sin importar la plataforma. Otros programas adicionales y complementarios que se utilizarán en el proyecto son Adobe Photoshop (programa de manipulación y tratamiento de imágenes), programas de edición de código HTML, CSS y páginas web y Sketchup para para la creación de entornos interactivos, así como materiales en tres dimensiones. El laboratorio virtual es accesible en cualquier tipo de navegador ya que se ha utilizado tecnología HTML5 y archivos javascript.js que tienen más previsión de futuro que la antigua tecnología flash.swf. Todo el material incluido en la web de la UCO respeta los principios expresados en la UCO por el Artículo 4 de sus estatutos: *“La Universidad de Córdoba inspirará su actuación en los principios de libertad, igualdad y justicia, así como en el de democracia interna mediante la participación en sus órganos de gobierno y en el control de los mismos. La Comunidad Universitaria y, en particular, sus órganos de gobierno quedan obligados a dar plena efectividad a estos principios. Y debe garantizar un buen uso de estos de acuerdo con los fines últimos de la Universidad: la investigación y la docencia, debiendo velar, los autores, en todo por el buen nombre de la Universidad de Córdoba...”*

Los contenidos contemplarán lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual (Real Decreto 1/1996 del 12 de abril) en la publicación de materiales a los que dicha ley afecte. Para realizar el modelado y la virtualización de los datos se han utilizado resultados reales obtenidos en la práctica presencial de laboratorio de las asignaturas de “Ingeniería Térmica II” del Grado de Ingeniería Mecánica impartida por el Área de Máquinas y Motores Térmicos y por la asignatura “Máquinas y Motores Térmicos” del Máster en Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior.

3.2. EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DEL LABORATORIO VIRTUAL MEDIANTE ENCUESTAS

Por otra parte, se evaluó la actividad mediante una encuesta de satisfacción realizadas a 101 alumnos de las asignaturas anteriormente citadas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se mostrarán mediante capturas de pantalla de la aplicación la secuencia de pasos que dan los alumnos para llevar a cabo la experiencia de manera virtual. En primer lugar, en la figura 1 se muestra la interfaz de bienvenida.

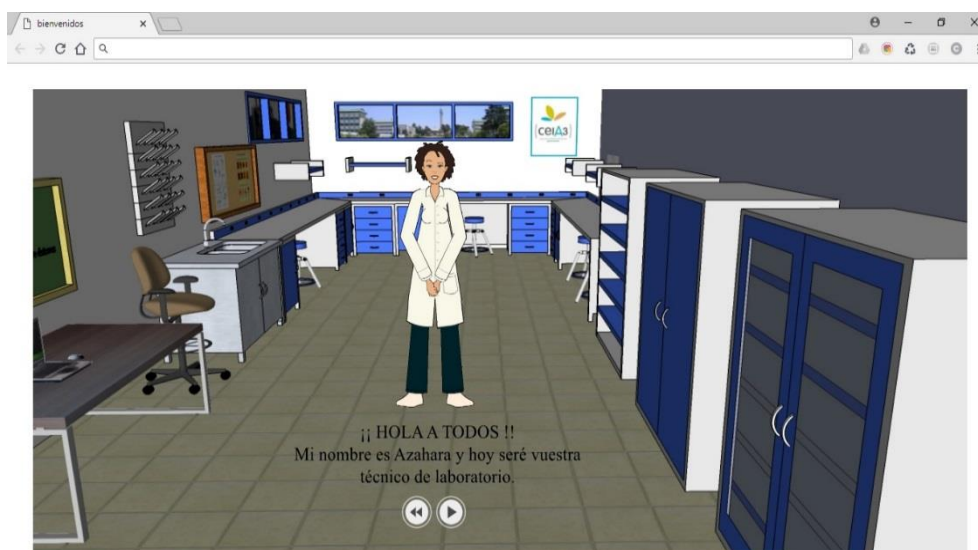


Figura 1: Interfaz de bienvenida

Nuestro laboratorio virtual cuenta con una asistente de laboratorio llamada Azahara que nos guiará a través de toda la práctica. Los motores utilizados en la simulación son el MARK III, el actual que posee el laboratorio de Química y Física y Termodinámica y el MEG-150, ambos de Megatech, que es más actual y moderno.

Posteriormente, una vez introducidos en el motor, vemos sus características tal y como se muestra en la figura 2 donde se puede ver físicamente.

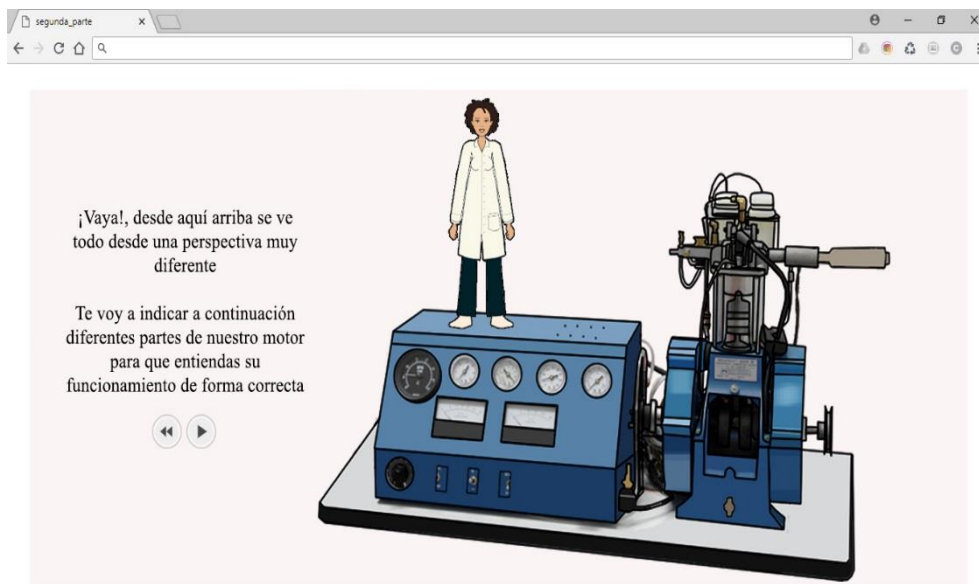


Figura 2: Visualización física del motor

De seguido, al alumno se le propone nombrar todos los componentes del motor y las variables que va a poder sintonizar durante la práctica y que posteriormente generará la simulación oportuna. Simulando que estamos dentro del laboratorio en un entorno con decorado realizaremos la puesta en marcha del motor junto con la explicación de las diferentes partes del mismo. Realizaremos una serie de pruebas y medidas que, dependiendo de la mezcla, la potencia, la entrada de aire y el tiempo nos darán una serie de resultados y gráficas que se acoplan a la realidad. En la figura 3 se muestra esta parte de la simulación.

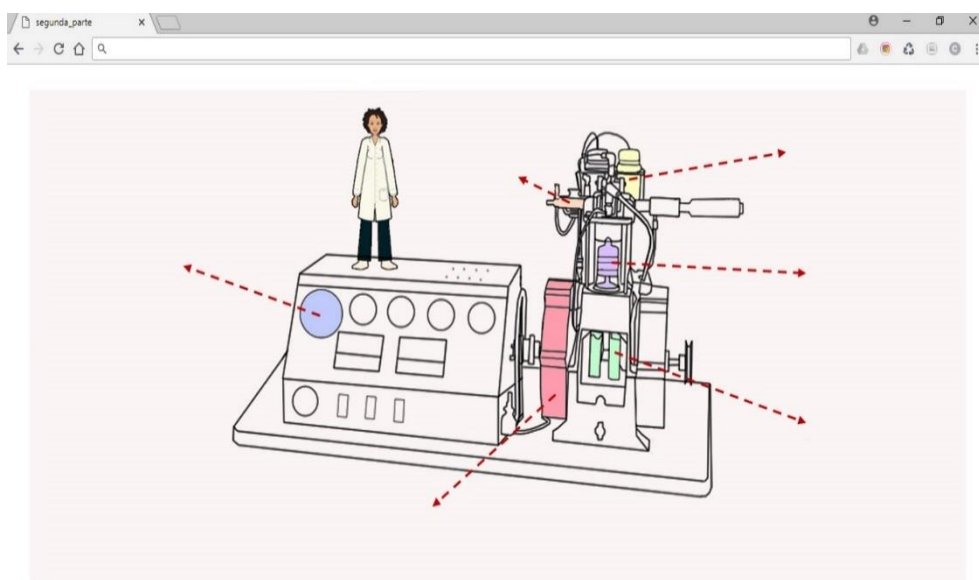


Figura 3: Nombramiento y ubicación de los distintos componentes

Después, se enciende el motor para empezar la práctica. En la figura 4 se denota que será lo que se podrá sintonizar una vez arrancado.

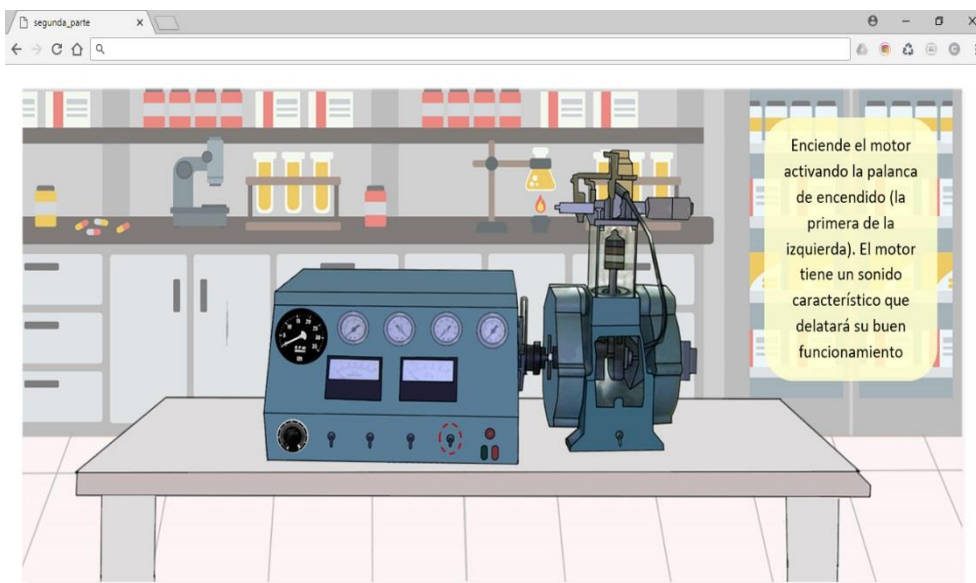


Figura 4: Interfaz de arranque del motor

Una de las experiencias que se puede realizar es relacionar las revoluciones por minuto del motor con el torque que genera el mismo tal y como muestra la figura 5.

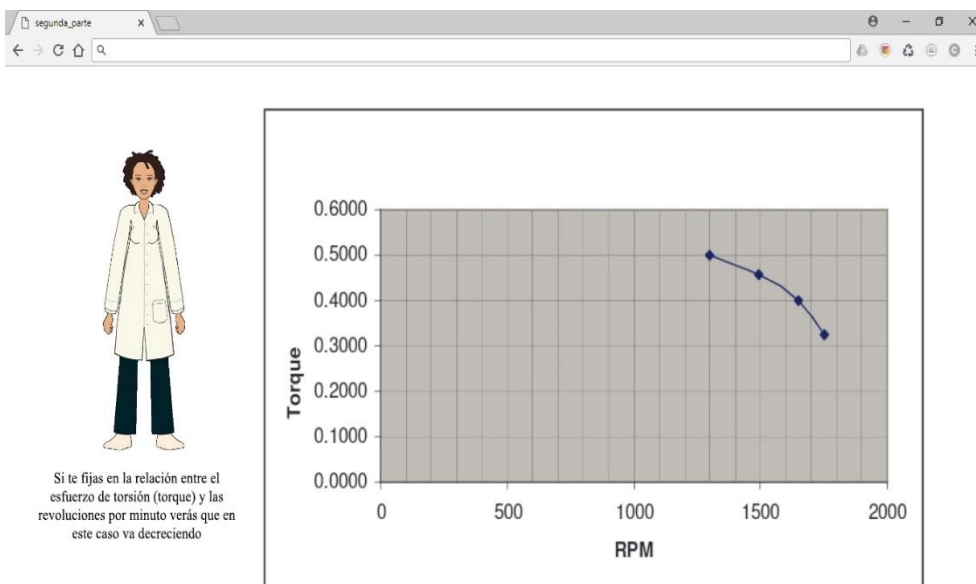


Figura 5: Representación del Torque respecto a las RPM

Después de este tipo de experiencias, se le pide al alumnos que comparen los resultados obtenidos en la simulación con los obtenidos en el motor de combustión de la práctica real y se le pasa un cuestionario por kahoot para cotejar los conocimientos teóricos adquiridos. Para completar la experiencia, se le pasa a los alumnos una encuesta para comprobar si la simulación les ha ayudado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la Tabla 1 se reflejan los resultados de la encuesta realizada. El baremo de evaluación va de cero a diez (siendo cero la menor valoración y diez la mayor valoración).

Tabla 1: Resultados de la encuesta de la simulación

1	Entiendo mejor la teoría de motores de combustión interna con la ayuda de la simulación	7.32
2	La simulación viene bien para redactar el guión de las prácticas y repasar algún concepto que no haya entendido	8.02
3	Me resulta más fácil entender ciertos procesos termodinámicos mediante simulaciones	6.57
4	Me cuesta entender conceptos termodinámicos abstractos que no son tangibles mediante explicaciones teóricas	8.96
5	La simulación es sencilla e intuitiva	7.24
6	Me gustaría tener este tipo de recursos en otras asignaturas	7.12
7	Asisto a las clases de teoría regularmente	6.44
8	Tengo superada la asignatura de Termodinámica del curso académico anterior	5.25

5. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados, de manera general, se deduce que los alumnos valoran positivamente la simulación ya que todas las cuestiones están valoradas sobre cinco puntos, lo que supondría el aprobado de la actividad.

Es de destacar que las cuestiones que más valoración han tenido han sido las referidas a la ayuda que supone tener disponible la simulación para redactar el guión y para aclarar conceptos de teoría, por lo que es un recurso que resulta útil en opinión del alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación de la Universidad de Córdoba a través de la dirección de Formación Permanente e Innovación Docente recibida en el marco del Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes (2018-2019).

BIBLIOGRAFÍA

Amaya Franky, G., 2009. LABORATORIOS REALES VERSUS LABORATORIOS VIRTUALES, EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. *El hombre y la Máquina XXI*.

Anastasiades, P.S., Vitalaki, E., Gertzakis, N., 2008. COLLABORATIVE LEARNING ACTIVITIES AT A DISTANCE VIA INTERACTIVE VIDEOCONFERENCING IN ELEMENTARY SCHOOLS: PARENTS' ATTITUDES. *Computers & Education* 50, 1527–1539. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.02.003>

Ariza, M.R., Quesada, A., 2014. NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LAS CIENCIAS. *Enseñanza de las Ciencias* 32, 101–115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>

Barros, B., Read, T., Verdejo, M.F., 2008. VIRTUAL COLLABORATIVE EXPERIMENTATION: AN APPROACH COMBINING REMOTE AND LOCAL LABS. *IEEE Transactions on Education* 51, 242–250. <https://doi.org/10.1109/TE.2007.908071>

Bourne, J., Harris, D., Mayadas, F., 2005. Online engineering education: Learning anywhere, anytime. *Journal of Engineering Education* 94, 131–146

Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J.M., Cartwright, H., Valentine, K., 2009. LABORATORIOS REMOTOS Y VIRTUALES EN ENSEÑANZAS TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS. *Ikastorratza*

Cataldi, Z., 2000. UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO (PhD Thesis). Facultad de Informática.

Gallego, M.J., 2011. LA INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LOS CENTROS EDUCATIVOS, IN: PROCESOS EDUCATIVOS CON TIC EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO, 2011, ISBN 978-84-368-2475-9, págs. 33-44. Presented at the Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento, Pirámide, pp. 33–44.

Gomes, L., Bogosyan, S., 2009. CURRENT TRENDS IN REMOTE LABORATORIES. IEEE Trans. Industrial Electronics 56, 4744–4756. <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2033293>

López, M., Morcillo, J.G., 2007. LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: LOS LABORATORIOS VIRTUALES. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias 6, 562–576.

Lorandi Medina, A.P., Hermida Saba, G., Hernández Silva, J., Ladrón de Guevara Durán, E., 2011. LOS LABORATORIOS VIRTUALES Y LABORATORIOS REMOTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA. Revista internacional de educación en Ingeniería 4.

Martinez Jimenez, P., Pedros Perez, G., Cubero Atienza, A., Redel Macias, D., Salas Morera, L., Garcia Hernandez, L., 2010. TELEMATIC TRAINING VIA A WEBSITE OF TECHNICIANS IN WORK-RELATED RISK PREVENTION. Csedu 2010: Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education, Vol 1, 160-165.

Tenreiro-Vieira, C., Marques Vieira, R., 2006. DISEÑO Y VALIDACIÓN DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ALUMNOS. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia 3, 452–466. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc

Zappatore, M., Longo, A., Bochicchio, M.A., 2015. THE BIBLIOGRAPHIC REFERENCE COLLECTION GRC2014 FOR THE ONLINE LABORATORY RESEARCH COMMUNITY, IN: REMOTE ENGINEERING AND VIRTUAL INSTRUMENTATION (REV), 2015 12th International Conference