

Elaboración de manuales de prácticas de laboratorio (modalidad a distancia)

Pérez León Antonia del Carmen*, Velásquez Márquez Alfredo

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ciencias Básicas. Av. Universidad No. 3000, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, México.

*Autor para correspondencia: pela72@yahoo.com.mx

Recibido:
20/junio/2021

Aceptado:
15/noviembre/2021

Palabras clave:
Manuales,
Laboratorio,
simuladores

Keywords:
Manuals,
laboratory,
simulators

RESUMEN

Derivado de la situación impuesta por la contingencia sanitaria del COVID-19, se revisaron los manuales de prácticas de los Laboratorio de Docencia de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y se determinó que, para la realización de las prácticas a distancia, se trabajaría con simuladores, vídeos y/o experimentos caseros, lo cual implicó un cambio en las versiones de los manuales de prácticas. Por lo anterior, fue necesario, modificar o rediseñar los objetivos y/o las actividades de las prácticas, para que se pudieran desarrollar a distancia; así, se estableció un grupo colegiado de profesores para realizar el proceso de Diseño, Desarrollo, Verificación y Validación de las prácticas correspondientes a cada manual. De igual forma, se realizaron cursos de capacitación docente, para que el personal docente, conociera y realizara las prácticas antes de implementarlas en el semestre 2021-1. Finalmente, en dicho semestre, se aplicó una encuesta a profesores y alumnos para recabar los comentarios que permitieron actualizar los manuales y elaborar la versión más reciente que se tiene para el semestre 2021-2.

ABSTRACT

Derived from the situation imposed by the health contingency of COVID-19, the manuals of practices of the Teaching Laboratory of the Division of Basic Sciences of the Faculty of Engineering of the UNAM were reviewed and it was determined that, for the realization of the practices remotely, they would work with simulators, videos and / or home experiments, which implied a change in the versions of the practice manuals. Therefore, it was necessary to modify or redesign the objectives and / or activities of the practices, so that they could be developed remotely; thus, a collegiate group of teachers was established to carry out the process of Design, Development, Verification and Validation of the practices corresponding to each manual. Similarly, teacher training courses were held so that the teaching staff knew about and carried out the practices before implementing them in the 2021-1 semester. Finally, in this semester, a survey was applied to teachers and students to gather comments that allowed updating the manuals and preparing the most recent version available for the 2021-2 semester.

Introducción

En los primeros cuatro semestres de las 15 carreras que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México se tienen algunas asignaturas que incluyen laboratorios, y particularmente la mayoría de ellos están a cargo de la División de Ciencias Básicas; la cual a su vez cuenta con los laboratorios de Química, Física, Acústica y Óptica, Termodinámica, Fundamentos de Termodinámica y Electromagnetismo, Electricidad y Magnetismo, Estática, Cinemática y Dinámica y Mecánica. Cada uno de dichos laboratorios cuenta con un manual de prácticas a realizar de forma presencial; sin embargo, derivado de la contingencia sanitaria debida a la pandemia causada por el COVID-19, se trabajó en el desarrollo de manuales de prácticas de laboratorio para realizarlas a distancia (modalidad a distancia).

Se determinó que, para la realización de cada una de las prácticas a distancia, se trabajaría con simuladores, vídeos y/o experimentos caseros, lo cual implicó un cambio en las versiones de los manuales de prácticas y, por tanto, fue necesario modificar o rediseñar los objetivos y/o actividades de las prácticas de los Laboratorios, así como las breves introducciones de las prácticas y los cuestionarios previos.

Para cada manual de prácticas de laboratorio, se realizaron cursos de capacitación docente a distancia, para su validación y mejoras antes del inicio del semestre 2021-1.

Por lo cual, en el presente trabajo se describirá la metodología que se estableció de forma emergente ante el aislamiento repentino debido a la pandemia para dar continuidad a la prestación del servicio de laboratorio, correspondientes a diversas asignaturas de la División de Ciencias Básicas, así como los resultados obtenidos posteriores a la implementación y evaluación de cada una de las prácticas diseñadas para trabajar desde casa a partir del uso de simuladores.

Desarrollo

De acuerdo con Lorandi (2011), la creación de Laboratorios Virtuales consiste en trasladar los sistemas de enseñanza convencionales a entornos virtuales de e-learning que permiten enriquecer el proceso de autoaprendizaje; tanto los laboratorios convencionales como los virtuales tiene ventajas en su aplicación, en el caso de los laboratorios virtuales tienen la ventaja de poder simular los laboratorios convencionales siguiendo un procedimiento establecido de experimentación ofreciendo la posibilidad de la visualización de instrumentos y fenómenos mediante recursos programados en java, flash, entre otros.

Derivado de la pandemia mundial del COVID-19, se vio la necesidad de modificar los manuales de prácticas que se tenían, para continuar con el proceso enseñanza y aprendizaje a distancia, cumpliendo con el propósito fundamental de los laboratorios que es el de validar los conceptos teóricos a partir de la experimentación.; debido a la premura de contar con aplicaciones programadas de experimentación, fue necesario adaptar recursos ya elaborados disponibles de forma libre y gratuita en internet.

Los laboratorios de docencia de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería están certificados bajo la norma ISO 9001:2015 (figura 1), con el proceso de realización del “Servicio de impartición de prácticas en los laboratorios de docencia de la Facultad de Ingeniería”.



Figura 1. Certificado de conformidad por implementar y mantener el Sistema de Gestión de la Calidad en los laboratorios de la DCB.

Por ese motivo, entre otras cosas, se mantiene una revisión constante de las prácticas que conforman los manuales, del equipo y del material de Laboratorio, lo que implica que eventualmente se realizan adecuaciones a las prácticas.

El propósito de elaborar un manual de prácticas a distancia es lograr que los docentes planifiquen y organicen eficazmente su actividad. Considerando en el diseño viabilidad, utilidad y claridad, todo ello para facilitar el desarrollo de cada actividad práctica. Además, mediante la elaboración de estos manuales se pretende que, según Lorandi (2011), el alumno se comporte como un simple espectador y tome parte activa en la construcción de su proceso de aprendizaje.

Se optó por el uso de simuladores ya que, según Amaya (2009), la simulación es la representación digital de un sistema real, que, para el desarrollo del presente trabajo, representa a los Laboratorios de Ciencias Básicas, que mediante algoritmos responde a las características naturales de un fenómeno real.

Muchos eventos o experimentos, no pueden ser llevados a cabo en la realidad, ya que no se cuenta con la infraestructura necesaria, puede que el costo de los materiales sea excesivo o posiblemente se exponga la salud de una persona, por lo que el uso de simuladores, brinda la posibilidad de experimentación independiente de las condiciones espaciotemporales que de acuerdo con Amaya (2009) demandan actividades que se deben realizar en lugares distantes, como efectivamente fue lo que se generó a partir de la epidemia causada por el COVID-19.

El procedimiento de Diseño y Desarrollo de prácticas (PRDO-10) de forma presencial, se lleva a cabo desde la designación de un grupo colegiado para la revisión, verificación y validación del diseño y desarrollo de las prácticas, hasta el análisis de la información generada por la validación de alumnos y profesores.

De acuerdo con la norma ISO 9001:2015, para el Diseño y Desarrollo de las prácticas, se debe seguir las etapas siguientes:

- Planificación. Antes de iniciar el semestre, se debe realizar un cronograma de actividades, donde estén plasmados los tiempos pertinentes del trabajo del diseño de las prácticas, así como todos los involucrados y responsables que tendrán que revisar, verificar y validar cada etapa.
- Elementos de entrada. Plan de estudios vigentes de cada asignatura. Tabla de justificación. Requisitos legales y reglamentarios aplicables en cada laboratorio. Las herramientas digitales con las que se disponga.
- Controles. Se cuenta con formatos para el Diseño y Desarrollo (FODO-12) y formato de reuniones de calidad (FODO-33), para el registro de cada una de las etapas del proceso.
- Salidas. Manuales de prácticas modalidad a distancia, que cumpla con todos los objetivos,

recursos y requisitos establecidos en cada una de las prácticas. Los manuales deberán estar publicados en la página Web de cada laboratorio.

- Cambios. Cada práctica es susceptible de cambios en cualquiera de las etapas, lo cual deberá quedar registrado y si es necesario, se emitirá una nueva versión de los manuales.

En la figura 2, se muestra el diagrama de flujo, en el cual se definen las actividades y los responsables para el procedimiento de diseño y desarrollo.

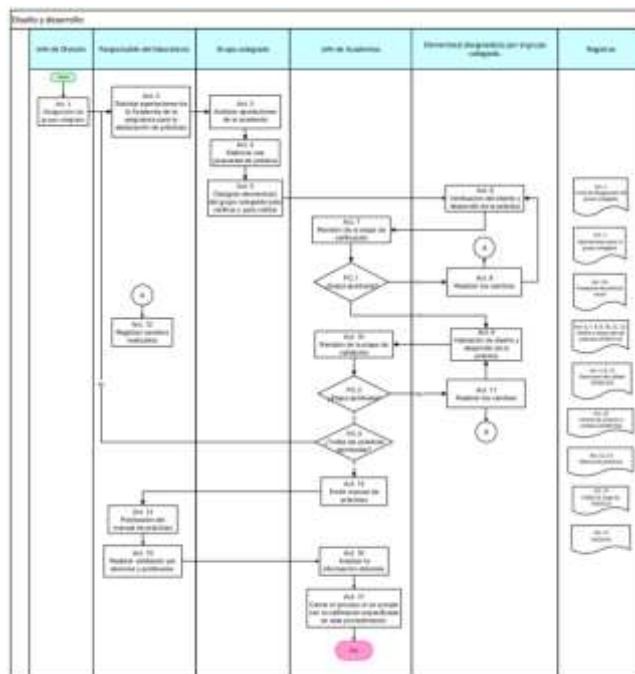


Figura 2. Diagrama de flujo para el procedimiento de Diseño y Desarrollo de prácticas de los laboratorios de la DCB.

Por lo anteriormente señalado y debido a los procesos de certificación continuos a los que se encuentran sometidos los laboratorios antes mencionados, el proceso para el diseño de prácticas a distancia, se llevó a cabo de la misma forma adaptándose a los nuevos medios de comunicación que se tenían al alcance para respetar el distanciamiento social.

Metodología

Durante junio-julio de 2020, se trabajaron con los grupos colegiados de cada uno de los laboratorios para la elaboración de los manuales de prácticas. Dichos grupos planearon cada actividad bajo un orden de ideas y conceptos, y el uso de los recursos para su desarrollo; como lo fue la búsqueda de simuladores en línea por cada uno de los expertos de las prácticas correspondientes y su necesaria adaptación en el proceso de experimentación para alumnos de los primeros semestres de Ingeniería.

Decidiendo que cada práctica de laboratorio debería cumplir diversas características, entre las frecuentes se pueden destacar las siguientes:

1. Prácticas acordes con el programa de estudio de la asignatura.
2. Respetar en la medida de lo posible, los objetivos de las prácticas que ya se tenían.
3. Motivar, despertar y mantener el interés por temas específicos.
4. Evaluar los conocimientos y las habilidades experimentales de los alumnos.
5. Proporcionar simulaciones en actividades previas a la ejecución de la práctica, al proponer escenarios para la observación, exploración y experimentación.

Para el desarrollo de las actividades, los grupos colegiados identificaron los siguientes componentes principales:

1. Metodología. Especifica los métodos y las técnicas a utilizar.
2. Recursos humanos. Docentes con habilidades y competencias requeridas.
3. Recursos tecnológicos. Elementos necesarios para desarrollar las actividades de las prácticas.

Así como, los siguientes aspectos para cada una de las prácticas de laboratorio:

- a. Revisión de los objetivos generales y del contenido programa de la asignatura.
- b. Consulta de referencias bibliográficas para la práctica.
- c. Planificación del número adecuado de prácticas y de horas destinadas al desarrollo de éstas.
- d. Selección y enunciado de los apartados que describen la práctica, como son título de la práctica, objetivo(s), introducción, material y equipo o herramientas digitales, desarrollo de las actividades, referencia recomendada y un cuestionario previo.

Para poder cumplir con los puntos anteriores, se llevaron a cabo reuniones colegiadas de las diferentes asignaturas, se revisaron diversos simuladores, como herramientas digitales de fácil acceso e intuitivos, para favorecer la identificación de instrumentos de medición y sus características, lo cual, permiten verificar su funcionamiento desde diferentes dispositivos como son computadoras de escritorio, laptops, tabletas, teléfono móvil, entre otros, y en distintos navegadores, con la finalidad de que el alumno pudiera acceder a los mismos desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

Una vez verificadas y validadas cada una de las prácticas por los miembros de los grupos colegiados, se dieron formatos a cada una de ellas, dando como resultado

quince manuales de prácticas de laboratorio modalidad a distancia (figura 3).

Laboratorio de Mecánica, gestiona tres manuales. Los manuales de Estática, Cinemática y Dinámica y Mecánica.

Laboratorio de Termodinámica, gestiona dos manuales. Los manuales de Termodinámica y Fundamentos de Termodinámica y Electromagnetismo.

Laboratorio de Física, gestiona cinco manuales. Los manuales de Física, Fundamentos de Física, Física Experimental, Acústica y Óptica y Fundamentos de Óptica.

Laboratorio de Química, gestiona 5 manuales. Los manuales de Química, Química de Ciencias de la Tierra, Sistemas Químicos en Ingeniería, Química Inorgánica, Química Orgánica.

Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, gestiona dos manuales. Los manuales de Electricidad y Magnetismo y Electromagnetismo y Óptica.

MANUAL	VERSION	EMISION	LABORATORIO
MADO-02 Manual de practicas del laboratorio de Estática	01	18 de septiembre de 2020	Mecánica
MADO-03 Manual de practicas del laboratorio de Cinemática y Dinámica	01	18 de septiembre de 2020	
MADO-04 Manual de practicas del laboratorio de Mecánica	02	19 de febrero de 2021	
MADO-05 Manual de practicas del laboratorio de Termodinámica	02	19 de febrero de 2021	Termodinámica
MADO-06 Manual de practicas del laboratorio de Fundamentos de Termodinámica y Electromagnetismo	01	18 de septiembre de 2020	
MADO-07 Manual de practicas del laboratorio de Física	01	18 de septiembre de 2020	Física
MADO-08 Manual de practicas del laboratorio de Fundamentos de Física	01	18 de septiembre de 2020	
MADO-09 Manual de practicas del laboratorio de Física Experimental	01	18 de septiembre de 2020	
MADO-10 Manual de practicas del laboratorio de Acústica y Óptica	02	19 de febrero de 2021	
MADO-11 Manual de practicas del laboratorio de Fundamentos de Óptica	02	19 de febrero de 2021	
MADO-12 Manual de practicas del laboratorio de Química	02	19 de febrero de 2021	Química
MADO-13 Manual de practicas del laboratorio de Química de Ciencias de la Tierra	02	19 de febrero de 2021	
MADO-14 Manual de practicas del laboratorio de Sistemas Químicos en Ingeniería	02	19 de febrero de 2021	
MADO-15 Manual de practicas del laboratorio de Química Inorgánica	01	22 de enero de 2021	
MADO-16 Manual de practicas del laboratorio de Química Orgánica	01	22 de enero de 2021	Electricidad y Magnetismo
MADO-17 Manual de practicas del laboratorio de Electricidad y Magnetismo	01	18 de septiembre de 2020	
MADO-18 Manual de practicas del laboratorio de Electromagnetismo y Óptica	02	19 de febrero de 2021	

Figura 3. Manuales de prácticas modalidad a distancia.

Posteriormente, se realizaron cursos de capacitación docente, para la puesta en marcha de las prácticas de laboratorio, para la totalidad de los docentes asignados a los laboratorios. Estos fueron impartidos principalmente por los miembros de los grupos colegiados de las asignaturas. Realizándose un total de 8 cursos de capacitación docente para las prácticas de laboratorio, con la finalidad de que los profesores contaran con las herramientas básicas para implementar cada una de las prácticas propuestas.

Los cursos que se impartieron fueron los siguientes:

Laboratorio de Mecánica, dos cursos. Uno que incluía las prácticas de Estática y Cinemática y Dinámica y otro de Mecánica.

Laboratorio de Termodinámica, dos cursos. Uno de Termodinámica y otro de Fundamentos de Termodinámica y Electromagnetismo.

Laboratorio de Física, dos cursos. Uno que involucraba todas las prácticas de las Físicas y otro que incluía a Acústica y Óptica y Fundamentos de Óptica.

Laboratorio de Química, un curso. Uno que involucraba a todas las prácticas de las Químicas.

Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, un curso que involucraba las prácticas de electricidad y magnetismo y electromagnetismo.

Una vez realizados, los cursos de capacitación, se realizó la planeación de las prácticas para el semestre 2021-1, en donde se validaron las prácticas en modalidad a distancia por parte de profesores y alumnos mediante una encuesta en línea.

Para considerar que una práctica está validada, se toma en cuenta el promedio de todas las preguntas de la encuesta para validación de la práctica que contestaron los profesores (figura 4), así como el promedio de las preguntas 1,2,3,6,7,8,9 y 15 de la encuesta de evaluación por parte del alumno (figura 5). Si el promedio es mayor o igual a 80, la práctica se considera validada. Esta encuesta se aplicó a una población aproximada de 3322 alumnos y 151 profesores. En la tabla 1 se muestra la cantidad de encuestas aplicadas por asignatura, considerando que cada manual contiene un aproximado de 11 prácticas.

Figura 5. Encuesta de validación de la práctica para alumnos.

Tabla1. Cantidad de encuestas aplicadas por Asignatura.

Asignatura	Encuestas de profesores	Encuestas de alumnos
AyO	55	110
CyD	156	312
Est	94	192
EyM	227	804
EyO	12	24
F	20	40
FE	144	280
FF	91	182
FO	6	12
FTyE	220	440
Mec	78	156
Q	360	994
QCT	200	415
SQI	51	20
T	300	600
TOTAL	2014	4581

Figura 4. Encuesta de validación de la práctica para profesores.

En la figura 6 y figura 7 se muestran los gráficos de las cantidades de encuestas respondidas por alumnos y profesores, respectivamente, a partir de los datos de la tabla 1.

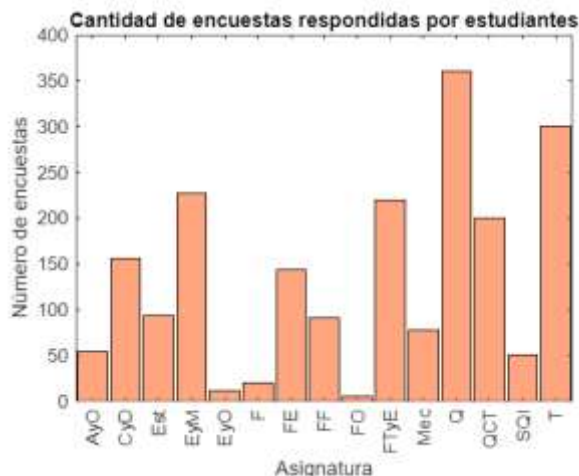


Figura 6. Cantidad de encuesta respondida por alumnos.

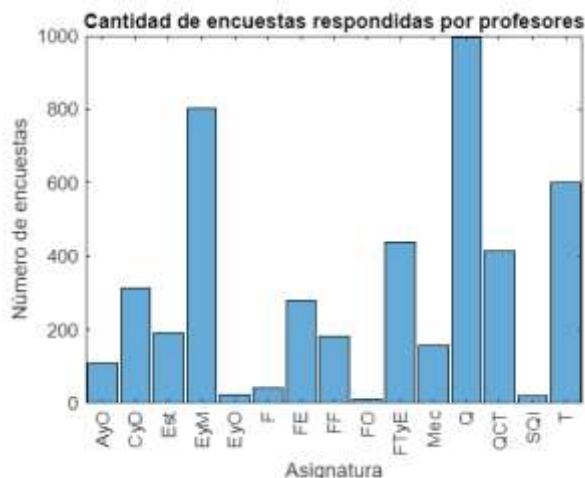


Figura 7. Cantidad de encuesta respondida por profesores.

En la tabla 2, se muestra el promedio de los resultados de estas encuestas arrojando un 97.44% por parte de profesores y un 97.10% por parte de los alumnos de los diferentes laboratorios de las prácticas validadas.

Tabla 2. Porcentajes de validación promedio por Asignatura.

Asignatura	Promedio de validación (%)	
	Profesores	Alumnos
AyO	98.43	96.91
CyD	97.44	96.84
Est	97.98	95.94
EyM	97.34	96.78
EyO	99.29	96.79
F	99.88	97.65
FE	99.50	97.08
FF	99.04	97.40
FO	90.42	96.92
FTyE	99.20	97.29
Mec	97.06	97.45
Q	96.34	96.91
QCT	95.25	96.18
SQI	96.89	97.85
T	99.15	98.46
PROMEDIO	97.55	97.10

Algunas de las aportaciones más importantes de alumnos y profesores que permitieron mejorar las prácticas propuestas fueron las siguientes:

- Los simuladores empleados fueron lo mejor que se encontró para el desarrollo de las prácticas a distancia.
- Ajustar los tiempos de realización para las actividades de las prácticas.
- Cambiar algunos de los simuladores, para cumplir con los objetivos.
- Establecer los modelos matemáticos y gráficos necesarios, a partir de las mediciones obtenidas con los simuladores y las expresiones matemáticas necesarias de las prácticas.
- Los valores teóricos que se calculan son idénticos a los obtenidos en la simulación.
- Algunos simuladores tienen una lenta respuesta, presentaron errores y no dieron los resultados esperados.
- Revisar redacción de las actividades de las prácticas.

Cabe mencionar que, cada práctica es susceptible a cambios en cualquiera de las etapas de verificación o validación, lo cual deberá quedar registrado, para que los miembros de los grupos colegiados y la jefatura de academia autoricen dichos cambios y se tomen las acciones pertinentes, lo cual permitirá que pueda

emitirse o no una nueva versión de los manuales de prácticas de los laboratorios de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería.

Conclusiones

A partir de la urgente necesidad de impartir los cursos de Laboratorio en modalidad a distancia, podemos decir que:

- Se crearon grupos colegiados para la realizar el proceso de Diseño, Desarrollo, Verificación y Validación de las prácticas a distancia.
- Se elaboraron 17 Manuales de Prácticas de Laboratorio en Modalidad a Distancia.
- En la mayor parte de las prácticas se emplean simuladores de libre acceso disponibles en la Internet, por lo que se pudo identificar algunos temas de las asignaturas que pueden ser validados a distancia experimentando de forma segura modificando los parámetros de cada simulador.
- Se observó que, el uso de simuladores ha permitido dar la continuidad académica en la formación de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- Fue necesaria la actualización docente en temas de tecnología, por lo que se realizaron cursos de capacitación para profesores antes de impartir las prácticas. Acudiendo un 94 % del total de los docentes.
- Todos los Manuales fueron validados por alumnos y profesores, ya que, a partir de su uso, se pudieron verificar los objetivos de las prácticas y cumplir con los planes de estudios correspondientes a cada asignatura descrita con anterioridad.
- Los comentarios de alumnos y profesores permitieron elaborar las nuevas versiones de los manuales que actualmente se encuentran vigentes y a disposición de la comunidad en las correspondientes páginas web de los laboratorios.
- Se pudo observar la gran capacidad de adaptación de la comunidad docente y del alumnado a trabajar de forma remota, así como el compromiso para impartir y adquirir conocimiento relevante de los programas

de estudio, haciendo uso de los recursos disponibles en Internet.

Referencias

- Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos*. Recuperado en septiembre de 2021. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Procedimiento de Diseño y Desarrollo. (2020, noviembre). PRDO-10. Versión 07. Sección ISO 8.3.
- Manual de Calidad de los Laboratorios de Docencia. (2021). MADO-01. Versión 09. Sección ISO 4.4.
- División de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería. (2021). *Manuales de Prácticas de Física y Química*. <http://dcb.ingenieria.unam.mx/index.php/coordinacion/es/fisica-quimica/manual-practicas-fq/>
- Lorandi Medina A., Hermida Saba G. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la Ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería, Vol. 4*. Recuperado el 14 de octubre de 2021 de https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Lorandi-Medina/publication/267302003_Los_Laboratorios_Virtuales_1_y_Laboratorios_Remotos_en_la_Ensenanza_de_la_Ingenieria/links/598f47c8458515b87b443b5b/Los-Laboratorios-Virtuales-1-y-Laboratorios-Remotos-en-la-Ensenanza-de-la-Ingenieria.pdf
- Amaya Franky G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la Física. Cali, Colombia. Recuperado el 14 de octubre de 2021 de <https://www.redalyc.org/pdf/478/47812225009.pdf>