

Educación con presencialidad remota en laboratorios de física y química en época del coronavirus

Education with remote presence in physics and chemistry laboratories in times of coronavirus

María García¹

mariagar@ucab.edu.ve
ORCID 0000-0003-2281-629X
Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello

José Adames²

jadames@ucab.edu.ve
ORCID 0000-0002-5785-4643
Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello

Beatriz Soledad³

bsoledad@ucab.edu.ve
ORCID 0000-0002-0705-674X
Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello

Artículo recibido: 11/03/2021
Aceptado para publicación: 07/04/2021

Resumen

En este trabajo se presenta la evaluación de tres laboratorios dictados bajo modalidad presencial y bajo presencialidad remota debido a la pandemia de Covid-19. Los cursos analizados fueron: el laboratorio de física eléctrica, para estudiantes de ingeniería informática e industrial, el laboratorio de electricidad para los estudiantes de física y matemática en la escuela de educación, y el laboratorio de química para los estudiantes de ingeniería industrial y civil. Se presentan los resultados obtenidos para los diferentes cursos evaluados en ambas modalidades y se concluye que el mayor número de horas de dedicación del docente durante la presencialidad remota, ayuda al estudiante a comprender mejor los contenidos de las asignaturas, por lo cual se obtiene un mejor desempeño en el trabajo de evaluación continua como quices, informes, seminarios. El uso de simuladores y software educativo ayudan al aprendiz a comprender los diferentes fenómenos estudiados, pero nunca sustituirán la ejecución del experimento en forma real.

Palabras clave: laboratorio de física eléctrica, laboratorio de electricidad, laboratorio de química, modalidad presencial remota, covid-19.

Abstract

In this work, the evaluation of three laboratories dictated under face-to-face modality and under remote presence due to the Covid-19 pandemic is presented. The courses analyzed were: the electrical physics laboratory, for students of computer and industrial engineering, the electricity laboratory for students of physics and mathematics in the school of education, and the chemistry laboratory for students of industrial and civil engineering. The results obtained for the different courses evaluated in both modalities are presented and it is concluded that the greater number of hours of dedication of the teacher during remote presence, helps the student to better understand the contents of the subjects, for which a better continuous evaluation work performance such as quizzes, reports, seminars. The use of simulators and educational software help the learner to understand the different phenomena studied, but they will never replace the execution of the experiment in a real way.

Key words: electrical physics laboratory, electricity laboratory, chemistry laboratory, remote face-to-face modality, covid-19.

¹ Magister Scientiarum en Sistemas de Información (Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela). Licenciada en Educación Mención Matemáticas y Física (Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela).

² Doctor en Física (Universidad Complutense de Madrid, España). Licenciado en Ciencias Físicas y Matemáticas (Universidad Complutense de Madrid, España).

³ Doctora en Química (Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España). Magister Scientiarum en Química (Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela). Licenciada en Química (Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela).

I.- INTRODUCCIÓN

El año 2020 ha dado un punto de inflexión en todos los niveles del Sistema Educativo debido a la pandemia del coronavirus. De manera súbita, colegios, escuelas, institutos y universidades tuvieron que hacer una reestructuración en los procesos de enseñanza y aprendizaje para pasar de la modalidad presencial a la virtual.

La crisis sanitaria a nivel mundial hizo que los diferentes gobiernos se vieran obligados a cerrar las instituciones educativas con la finalidad de mitigar los efectos de la pandemia en todo el planeta (UNESCO, 2020).

Durán (2015) en su tesis doctoral, tuvo como objetivo, demostrar que la educación virtual es una alternativa didáctica para el desarrollo de competencias genéricas y para la adopción de buenas prácticas educativas dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje. Para ello, realizó un estudio comparativo con estudiantes de Licenciatura que habían tenido experiencias de aprendizaje en las modalidades presencial y virtual. Por otra parte, trabajó con el uso de buenas prácticas educativas en actividades de aprendizajes virtuales con estudiantes de Maestría. El marco teórico que fundamentó su trabajo doctoral incluyó información relativa a las competencias genéricas, los modelos internacionales que definen las competencias genéricas, las modalidades de aprendizaje empleadas en Universidades, las actividades de aprendizaje y las buenas prácticas educativas. Durán encontró que, con estudiantes de pregrado, el 50% de las competencias han sido potenciadas en la modalidad presencial y virtual. Con relación a los estudiantes de Maestría, las actividades de aprendizajes desarrolladas virtualmente recibieron una buena ponderación, tras incorporarse en la redacción de estas actividades, las buenas prácticas de aprendizaje. Los resultados de los dos casos confirman la hipótesis que la educación virtual es un medio para mejorar tanto competencias como aprendizajes en los estudiantes universitarios.

Expósito y Marsollier (2020), en un estudio que tenía por objetivo explorar las estrategias, recursos pedagógicos y tecnológicos utilizados por los docentes en el modelo de educación virtual implementado durante el confinamiento preventivo y cierre de establecimientos educativos dispuesto ante la situación de emergencia sanitaria mundial por la COVID-19 y durante el cual los investigadores trabajaron con un diseño metodológico cuantitativo de tipo descriptivo correlacional con la participación de 777 personas, en su mayoría docentes, que representan a instituciones de distintos niveles educativos de Mendoza, Argentina, se encontró que existía desigualdad en cuanto al uso de tecnologías y recursos pedagógicos digitales. Dichas diferencias se manifestaron en relación con el tipo de gestión, el nivel educativo, la situación socioeconómica de los alumnos, el rendimiento académico y el apoyo por parte de la familia del estudiante. Los resultados obtenidos ponen en evidencia las desigualdades socioeducativas de los estudiantes y señalan los investigadores que es necesario continuar profundizando en la comprensión de los condicionantes y las posibles consecuencias que traerán, para el sistema educativo, estas experiencias pedagógicas en aislamiento social.

Mendoza (2020), señala que, en una situación extraordinaria, como la vivida, los agentes educativos se han visto forzados a aplicar estrategias que les permitan continuar con los eventos de enseñanza-aprendizaje de forma remota; sin embargo, dichas estrategias no son iguales a lo que un proyecto de educación a distancia formal requiere para estructurarse. Dice Mendoza que aplicar estrategias de educación a distancia no es equivalente a la educación formal a distancia y que, si bien tienen aspectos en común, la lógica de planeación, el uso de recursos e interacción de los agentes involucrados son elementos robustos que deben construirse con dedicación y diligencia, de acuerdo con las características de cada una. Señala la autora que hay que reconocer las diferencias de cada modalidad y aceptar que cada una tiene sus ventajas y sus desventajas. No se puede decir que una es mejor que otra, no se trata de una comparación en la norma, sino en el criterio, aceptando que hay habilidades que requieren un componente presencial, pero

también que hay habilidades que se pueden trabajar a distancia, involucrando al alumno no sólo con su cognición, sino con sus sentidos y sus emociones. La educación a distancia como escenario educativo no está exenta de suceder en un contexto social y económico, por lo que es necesario reconocer, por una parte, las características de cada nación y de la región en cuestión, y por otra, las características del contexto familiar y comunitario, para no acrecentar una brecha de acceso y una brecha de apropiación a los recursos, donde el aprendizaje pasará a segundo plano y sólo se buscará el reporte de resultados en cifras que muestren logros en hacer y no logros en aprender. Por otra parte, señala la autora, educar a distancia se trata de generar un espacio que permita lograr un aprendizaje auténtico y significativo a través del uso con sentido de los recursos disponibles, situados en el momento de aprendizaje en el que docentes y alumnos se encuentran, tomando en cuenta las características de los estudiantes y del proyecto educativo al que ambos pertenecen.

La Universidad Católica Andrés Bello no escapó de esta situación de pandemia, y tuvo que tomar decisiones sobre cómo continuar con sus actividades, manteniendo a salvo a su personal y a los estudiantes de esta emergencia de salud.

Por la situación apremiante, no podemos hablar de una modalidad de enseñanza virtual, sino de una modalidad con presencialidad remota. Es fundamental diferenciarlas, ya que en la modalidad virtual, los cursos se han diseñado minuciosamente, con suficiente tiempo, y se cuenta con un equipo de expertos en entornos de aprendizaje virtuales que diseñarán el curso en conjunto con el equipo de profesores expertos, sin embargo, en la modalidad de presencialidad remota, se requiere de un diseño rápido que responda a un problema inmediato y en la cual el diseño, desarrollo e implementación del curso depende de los profesores. Por lo tanto, no se trata de replicar la clase presencial en una videoconferencia, ya que el tipo de tareas, el abordaje de los contenidos, la distribución de los tiempos, los recursos utilizados y las evaluaciones, deben ser considerados en la nueva planificación, para que el tiempo de trabajo independiente del estudiante no se vea afectado.

Es importante que el profesor establezca las líneas de comunicación, bien sean foros, chat, avisos por la plataforma institucional, correos electrónicos, entre otras, que usará con sus estudiantes desde el inicio del semestre. Se deben organizar encuentros síncronos y asíncronos, habilitando espacios de encuentro donde se responda a las inquietudes de los estudiantes y se les haga un seguimiento, los recursos que se compartan con los estudiantes deben ser lo suficientemente entendibles y llamativos para que despierten su interés. El método de evaluación debe estar en sintonía y ser coherente con las competencias que queremos desarrollar en los estudiantes. La totalidad de los cursos presenciales fueron adaptados a la presencialidad remota, permitiendo de esta forma la continuidad de las labores educativas.

García (2020) señala que la enseñanza de las Ciencias, y en particular de la Física, en las Escuelas de Ingeniería y Educación, ha sido una preocupación constante, fundamentalmente porque no se ha identificado un modelo que logre plenamente los objetivos en los procesos de enseñanza/aprendizaje. La práctica curricular y la educación evolucionan como resultado de los cambios sociales, económicos, políticos, culturales, científicos y tecnológicos, por tal motivo, es de vital importancia tomar las mejores decisiones a la hora de organizar una propuesta de enseñanza, en la que el currículo y los profesores constituyen los elementos centrales de ese proceso.

Soledad Rodríguez y Méndez de Carrera (2020) hicieron una evaluación de una estrategia didáctica orientada al desarrollo de competencias en el Laboratorio de Química apoyada en que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrecen grandes oportunidades en el entorno universitario, pudiendo conseguir el objetivo de enriquecer, estimular y favorecer un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes para mejorar la educación de la química en cualquier lugar del mundo. Las TIC no deben convertirse en la única herramienta para enseñar química, pero deben ser un recurso usado, y empleado

críticamente con el acompañamiento del docente, quien será el responsable de evaluar la confiabilidad de la información o de sugerir aquellos recursos que se ajustan al contexto y a los propósitos de formación. En el enfoque metodológico, las investigadoras se fundamentaron en la siguiente pregunta general de investigación ¿Se puede optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la unidad curricular Laboratorio de Química, mediante el empleo de videos de prácticas de laboratorio de química? La evaluación fue realizada con 288 estudiantes cursantes de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello. Las investigadoras concluyen que se logró el objetivo planteado en esta investigación, pues la estrategia didáctica, ayudó al desarrollo de las competencias seleccionadas. El estudiante aumentó sus habilidades y destrezas tanto en la comunicación oral como en la escrita, lo que apoya el proceso de enseñanza y facilita la tarea al docente y alumnos. Además, relacionó la teoría con la práctica, logrando utilizar esta información para actuar en el contexto global, demostrándose la pertinencia del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para un mejor aprendizaje. Esta estrategia didáctica, cumplió con las expectativas de educación fomentando la investigación. Además, la experiencia de que los alumnos trabajen con las TIC en el laboratorio de química, permite el autoaprendizaje, la aplicación de las capacidades de análisis, síntesis y evaluación y promueven en el estudiante, la comprensión y la motivación e interés en experimentos de química. Señalan las autoras que es muy importante que los alumnos investiguen la vinculación de la química con la vida cotidiana, y con temas de actualidad en materia de ambiente, para lograr su motivación al aprendizaje. Por todo lo antes expuesto, recomiendan de forma amplia la utilización de las TIC, específicamente la búsqueda de prácticas de química en internet, grabadas en videos, para ser estudiadas, analizadas y discutidas en el aula, y de esta forma poder lograr las competencias propuestas en la química experimental.

Teniendo como base este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño de los estudiantes en tres unidades curriculares de trabajo experimental: el laboratorio de física eléctrica para estudiantes de ingeniería informática e industrial, el laboratorio de electricidad para estudiantes de educación mención física y matemática y el laboratorio de química para estudiantes de ingeniería civil e industrial.

II.- MÉTODO

A continuación, se presenta la metodología utilizada en las diferentes actividades evaluadas para los laboratorios de física eléctrica, electricidad y química tanto en modalidad presencial como en modalidad de presencialidad remota.

II. a. Asignaturas de Física:

1. Laboratorio de física eléctrica para ingeniería. El laboratorio de física eléctrica tiene 3 unidades crédito, las horas de trabajo independiente son 6 y semanalmente el docente debe acompañar a los estudiantes durante 3 horas. Se dicta en el cuarto semestre de la carrera de ingeniería industrial y de informática.

El estudiante realiza 8 prácticas durante el semestre e inicialmente realiza 2 prácticas teóricas que versan sobre medidas, errores e incertidumbre y graficación.

La unidad curricular “Laboratorio de Física Eléctrica” tiene como propósito que los estudiantes se inicien en el estudio experimental de las leyes que rigen los fenómenos eléctricos, a fin de consolidar las bases teóricas aprendidas en la unidad curricular Física Eléctrica. Así, esta asignatura afianza los temas correspondientes a la física básica, que constituyen parte indispensable de una formación integral y holística del profesional de la Ingeniería. La unidad curricular logrará que el alumno obtenga una mayor destreza manual, perfeccione sus métodos de medida para obtener menos errores, desarrolle la iniciativa,

obtenga mayor retención del conocimiento, una mejor interpretación de datos y medidas, agudice su sentido crítico y aprenda a trabajar en equipo. Las competencias que se espera desarrollar con esta unidad curricular son:

- Generales: Aprender a aprender con calidad y aprender a trabajar con el otro.
- Profesionales básicas: Modelar para la toma de decisiones.

Estos componentes son esenciales para el desempeño exitoso en otras unidades curriculares de la formación del Ingeniero. En esta asignatura se tocan tópicos en circuitos eléctricos discutidos teóricamente en los cursos de Física General.

Las prácticas las realizan los estudiantes dentro de unidades temáticas. A continuación se presentan dichas unidades con las prácticas a realizar: UNIDAD 1, Teoría sobre Medición, Errores e Incertidumbre. UNIDAD 2, Graficación y Excel como Recurso para Cálculos de Incertidumbre y realización de Gráficas. UNIDAD 3 Uso de Simuladores (El Multisim) para la Verificación y Predicción de Procesos Experimentales. UNIDAD 4 Multímetro (Práctica 1). UNIDAD 5 Circuitos Recorridos por Corriente Continua (Práctica 2). UNIDAD 6 Circuitos No Lineales (Práctica 3). UNIDAD 7 El Transistor y su Uso Como Amplificador (Práctica 4). UNIDAD 8 Nociones de Corriente Alterna y Osciloscopio, El Condensador como elemento de Almacenamiento de Energía (Práctica 5). UNIDAD 9 Solenoides, bobinas y transformadores (Práctica 6). UNIDAD 10 Rectificación y Filtrado (Práctica 7). UNIDAD 11 Circuitos Recorridos por Corriente Alterna (AC) y sus Características (Práctica 8).

La evaluación del curso consistió en el promedio de ocho (08) Informes (30%), primera prueba parcial (20 %) que comprende las unidades 1 hasta la 4, una prueba final (20 %) en la cual se evalúan los temas restantes, y actividades complementarias (20 %) conformadas por tareas, talleres, pruebas cortas, pre laboratorio, para completar la puntuación, se contempla un 10 % de actitudes y trabajo en los encuentros síncronos de presencialidad remota.

Se utilizó la plataforma virtual CANVAS (en la UCAB es llamada MODULO 7), en la cual se colocaron los contenidos, las prácticas, la bibliografía, y todo el material necesario para el curso. Así mismo se efectuaron las evaluaciones, conferencias, foros y entrega de reportes e informes por dicha plataforma. En la figura 1, se presenta una imagen del curso:

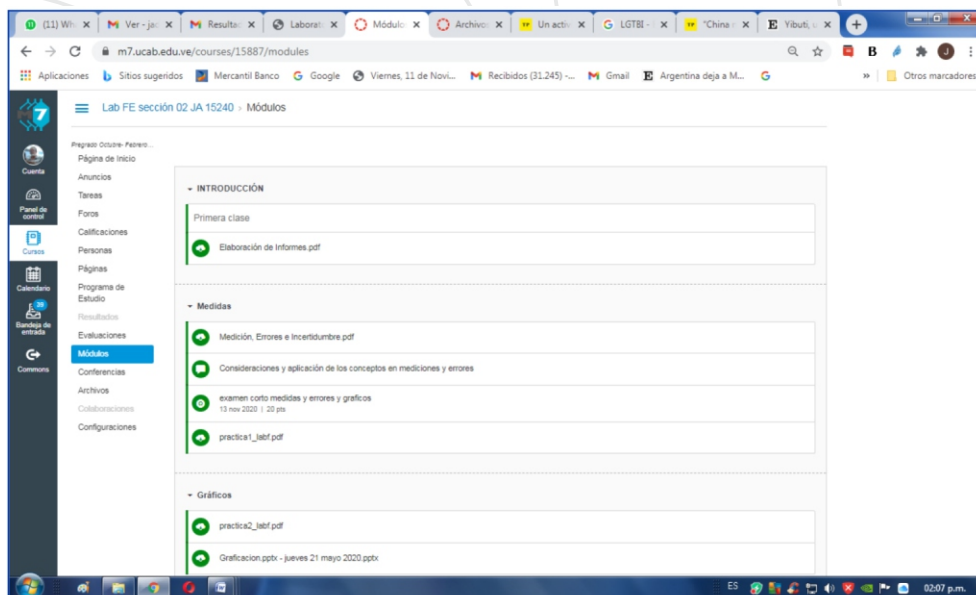


Figura 1. Imagen del curso de Laboratorio de Física Eléctrica

En todas las clases del semestre, realizadas en forma síncrona bajo la figura de conferencia, se preparó un archivo en PowerPoint, como se muestra en la figura 2, en el cual se indicaba el título, los objetivos, las instrucciones de la práctica contenidas en un archivo, llamado Guía de laboratorio, orientando al estudiante sobre el equipo a utilizar presencialmente en el laboratorio, para que en el caso que las condiciones de la pandemia permitan hacer la práctica en modalidad presencial, poder llevarla a cabo.

En la mayoría de las prácticas, según procedía la aplicación del uso del software MULTISIM (Multisim, 2021), los estudiantes utilizaron este programa. Dicho programa es estándar en la industria para diseño de circuitos y simulación SPICE para electrónica de potencia, analógica y digital en la educación y la investigación y en docencia permite la simulación de las diferentes prácticas del laboratorio.

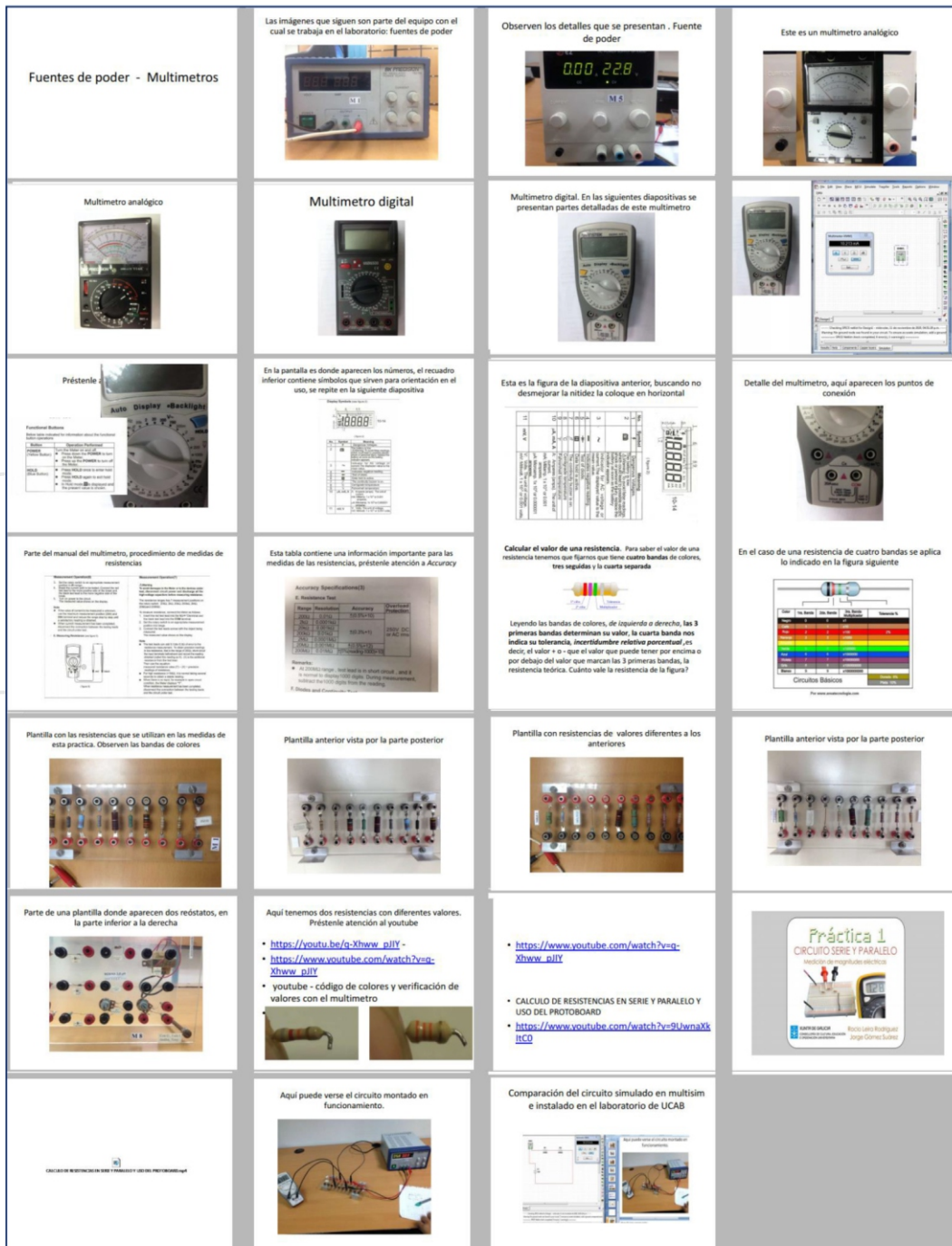


Figura 2. Imagen de un archivo en PowerPoint con un ejemplo de una práctica del curso de Laboratorio de Física Eléctrica

Los exámenes cortos se hicieron a través de la plataforma y tuvieron una duración de 60 minutos atendiendo a las condiciones de la conectividad de internet. Estos contemplaban preguntas de teoría, procedimiento experimental y cálculos de la práctica que se realizaría ese día.

Las pautas de evaluación del trabajo escrito para los informes se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Pautas para la evaluación del informe

CRITERIOS	ASPECTO	PUNTUACIÓN
Maneja los conocimientos de la práctica a desarrollar realizando cálculos y razonamientos válidos para la entrega del informe (20 puntos)	Página de presentación (título de la práctica, nombres de los estudiantes, fecha)	1,0
	Marco Teórico (introducción)	2,0
	Objetivos: a.- General b.- Específicos	1,0
	Procedimiento experimental desarrollado y aplicado en la práctica, Instrumentos a utilizar/ Fundamentos de Equipos	1,0
	Tabla de datos	2,0
	Cálculos experimentales	4,0
	Tabla de Resultados	1,0
	Discusión de resultados	4,0
	Conclusiones de la práctica	3,0
	Bibliografía	1,0

2. Laboratorio de electricidad para educación. La Unidad Curricular “Laboratorio de Electricidad”, corresponde al quinto semestre del pensum de estudios de la mención Física y Matemática de la Licenciatura en Educación.

Pertenece al Componente Específico de la malla curricular, con 3 unidades crédito (3 U.C.) que representan tres (3) horas de clase a la semana de acompañamiento docente y tres (3) horas semanales de trabajo independiente del estudiante.

La unidad curricular pretende involucrar al alumno en la práctica de diseños experimentales para comprender fenómenos eléctricos como: procesos de carga, materiales conductores, semiconductores y aislantes; Comprobación cuantitativa de las leyes que rigen los fenómenos eléctricos: Ley de Coulomb, Ley de Ohm, potencial eléctrico, capacidad eléctrica, circuitos eléctricos, profundizar en los conceptos de conductividad y resistividad, validar el efecto Joule, elaborar circuitos con resistencias y condensadores.

Las competencias que se espera desarrollar con esta unidad curricular pertenecen a tres grandes bloques: Competencias Generales, Competencias Profesionales Básicas y Competencias Específicas.

- *Generales:* Aprender a aprender con calidad, aprender a trabajar con el otro, y aprender a interactuar en el contexto global.
- *Profesionales Básicas:* Práctica Pedagógica de Calidad, Ciudadanía Profesional Responsable y Ética.
- *Específicas:* Emplea sus conocimientos en Física para interpretar la dinámica científica y tecnológica en un contexto global, crea ambientes de enseñanza-aprendizaje de la Física como medio para comprender el mundo e investiga en el campo de la enseñanza de la Física.

Este laboratorio es de modalidad netamente presencial, pero debido a la situación de pandemia por el Covid-19, se tuvo que realizar una reestructuración de la organización y manejo del curso para trabajarlo en presencialidad remota reproduciendo a distancia las actividades que normalmente se desarrollaban en la presencialidad, para ofrecerles a los estudiantes un entorno virtual de aprendizaje, en otras palabras, un espacio donde se organicen, de forma clara y sencilla, los contenidos a desarrollar y que permita la interacción entre profesor y alumnos bien sea de forma síncrona o asíncrona, de tal manera que se potencien las habilidades de autogestión del estudiante.

Esto representó la adecuación del Plan de Clase semestral a la modalidad de presencialidad remota, además de que el profesor debía contar no solo con competencias pedagógicas y de comunicación, sino también con competencias tecnológicas.

En el Plan Semestral se determinaron las actividades a realizar en cada unidad temática, distinguiendo cuáles serían síncronas y asíncronas y cuál herramienta de comunicación se emplearía para cada una, determinando además cuáles serían grupales e individuales. Además, se presentaba el plan de evaluación.

En la plataforma institucional CANVAS (Módulo 7), el profesor crea sus asignaturas y las organiza de tal manera que los estudiantes puedan visualizar los contenidos y actividades en un orden secuencial. Para ello, la plataforma Módulo 7 contiene una sección llamada “Módulos” que le permite al profesor organizar su curso por semanas, por unidades, o por temas. De esta manera los estudiantes examinan de una manera englobada, los tópicos que se van a estudiar en cada tema, y las herramientas y recursos con los que cuentan.

En el caso de Laboratorio de Electricidad, se organizó en quince temas, incluyendo al inicio un módulo llamado introductorio donde se colocaron los documentos académicos de la unidad curricular (Programa de Laboratorio de Electricidad y Plan de Clase remoto), y dos documentos adicionales, uno contenía los temas de seminario y el otro las pautas para la elaboración de informes de laboratorio.

Los cuatro primeros temas teóricos, comprendían: Cifras significativas, teoría de errores, mínimos cuadrados, graficación, y uso del simulador Multisim, y los once temas prácticos: Métodos de Electrificación, Ley de Coulomb, Campo Eléctrico, Potencial Eléctrico, Capacidad Eléctrica, Asociación de Condensadores, Ley de Ohm, Asociación de Resistencias Eléctricas, Redes Eléctricas, Corta y Larga Derivación y Conductividad Eléctrica.

En la Figura 3, se presenta una imagen de la distribución del curso en módulos:

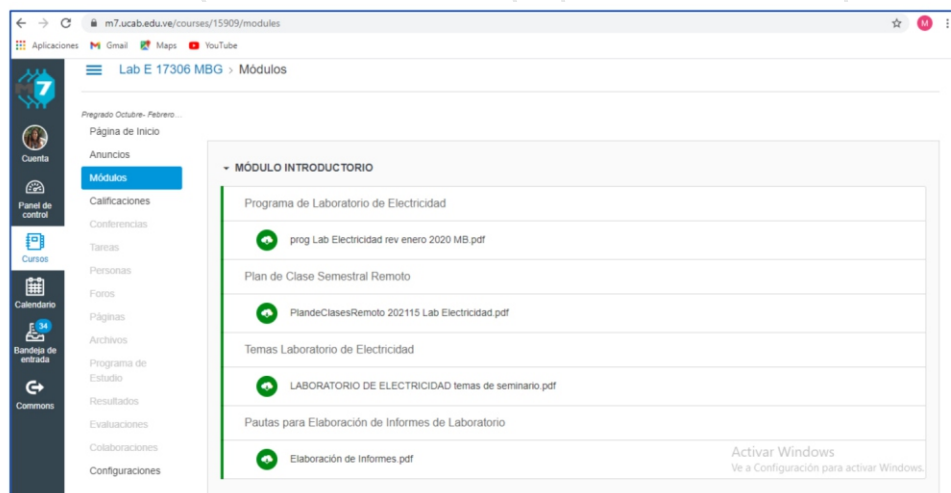


Figura 3. Imagen del curso de Laboratorio de Electricidad

Aunado a esto, para que el recorrido de aprendizaje y la navegación por el curso fuese lo más comprensible para los estudiantes, se habilitaron otras secciones, como fueron: Página de Inicio, Avisos y Calificaciones, considerando la importancia de darles una bienvenida, establecer una línea de comunicación a través de la plataforma y para que conozcan los resultados de sus evaluaciones con sus calificaciones.

Todas las clases en el semestre se realizaron de forma síncrona a través de las plataformas Módulo 7 y Zoom.

Para las cuatro primeras clases, que eran de contenido teórico y de manejo del simulador Multisim, se preparó el material y se subió con anticipación a la plataforma Módulo 7 para que los estudiantes lo leyeran antes de la clase. Ese material contenía la teoría y las actividades a realizar para ser evaluadas. En los encuentros síncronos se discutía el material y se aclaraban las dudas surgidas. Además, los estudiantes disponían, de un espacio en la plataforma denominado foro de dudas, para aclarar las interrogantes que se les presentaran en alguno de los tópicos estudiados, durante el transcurso de la semana, y otro denominado foro de discusión.

En la Figura 4, se presenta una imagen del material subido a la plataforma del tema Mínimos Cuadrados:

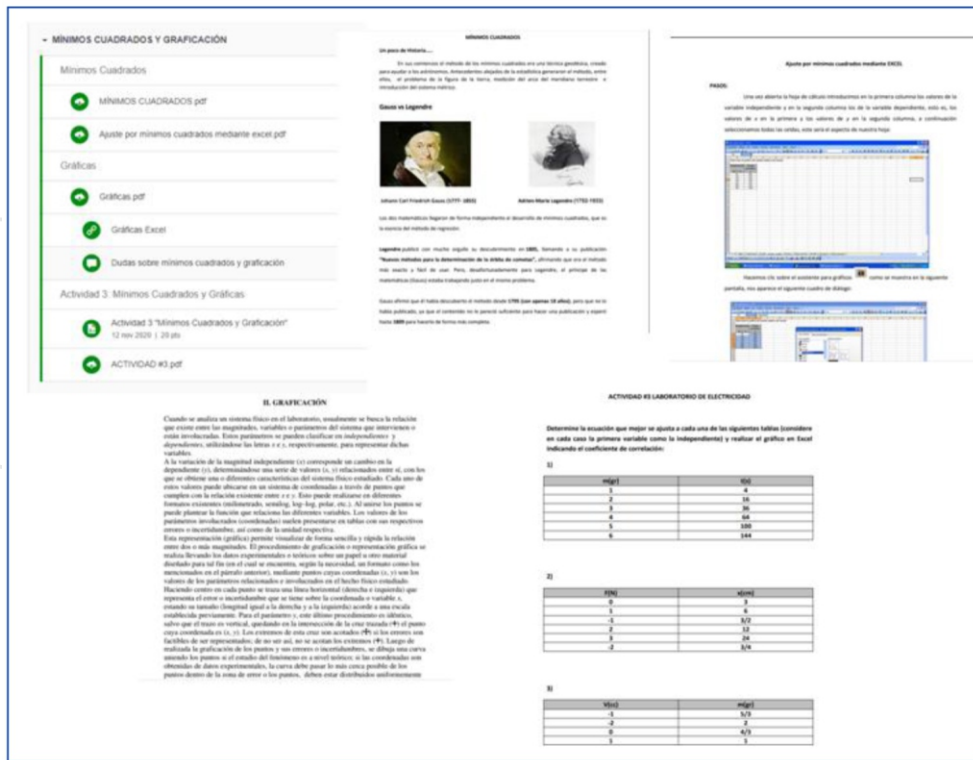


Figura 4. Imagen del material subido a la plataforma del curso de Laboratorio de Electricidad

Para la parte práctica se trabajó de la siguiente manera:

Las prácticas de laboratorio fueron distribuidas entre los alumnos al inicio del semestre, de tal manera que, para cada práctica, un alumno era el encargado de explicar la teoría (marco teórico) de la misma, lo que se llamó Seminario, y el cual tenía una ponderación en el plan de evaluación. El alumno responsable del seminario, debía enviar al profesor, con una semana de anticipación, el marco teórico para revisión del mismo, y una vez que el profesor le diera el visto bueno, debía prepararse para exponerlo el día del desarrollo de la práctica, además de estar capacitado para aclarar las dudas que se le pudieran presentar a sus compañeros.

Luego de la exposición, el profesor procedía a explicar el procedimiento para realizar la práctica haciendo uso de simulaciones interactivas de ciencias, creadas por universidades de prestigio, o a través del simulador Multisim.

En la Figura 5, se presenta una imagen de las simulaciones interactivas que se utilizaron para algunas prácticas, en este caso Phet de la Universidad de Colorado:

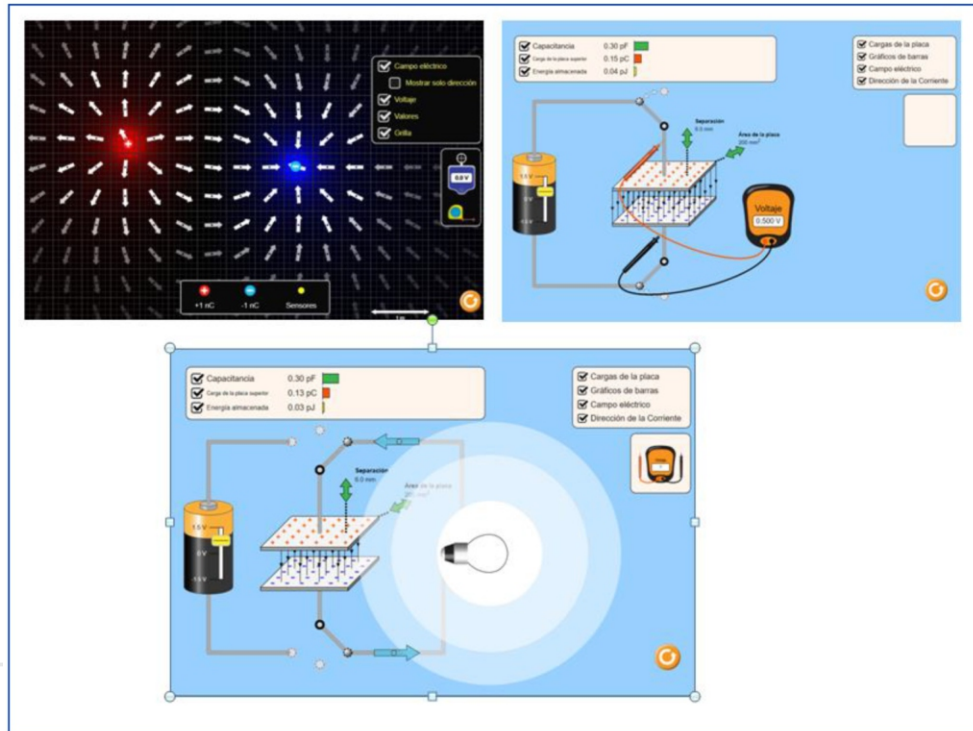


Figura 5. Imagen de las simulaciones interactivas para realizar la práctica

En la Figura 6, se presenta una imagen de una práctica de asociación de resistencias usando el simulador Multisim:

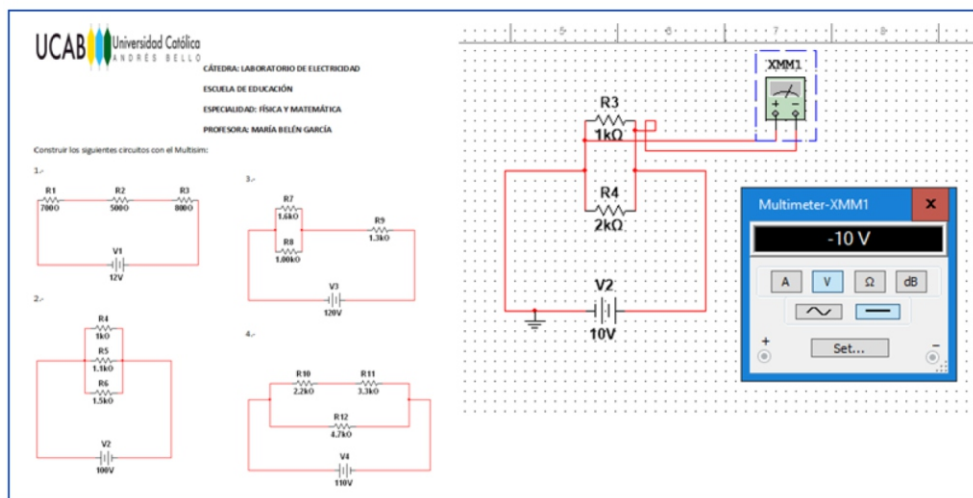


Figura 6. Imagen de una práctica utilizando el Multisim

Los alumnos, tenían una semana para elaborar y subir a la plataforma Módulo 7 el informe correspondiente.

La evaluación del curso se hizo de la siguiente manera: Informes de Laboratorio (50%), Seminarios (25%), y actividades complementarias (25%).

Para cada una de las actividades evaluadas, se diseñaron los instrumentos de evaluación pertinentes. En la siguiente tabla se presenta la escala de estimación utilizada para evaluar los informes de laboratorio:

Tabla 2. Escala de estimación usada para la evaluación de informes

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: ESCALA DE ESTIMACIÓN						
Facultad: Humanidades y Educación		Escuela: Educación				
Materia: Laboratorio de Electricidad		Semestre: Quinto				
Evidencia: Informe de Laboratorio				Peso: 50% (10 puntos), es el peso del promedio de todos los informes elaborados en el semestre.		
Indicadores	Nunca (1)	Pocas veces (2)	Algunas veces (3)	Muchas veces (4)	Siempre (5)	Puntuación
Se identifica en el título del Informe el nombre de la práctica de laboratorio realizada						
Indican cuáles son los objetivos a lograr en la práctica de laboratorio						
Explican los contenidos teóricos en los que se basa la práctica de laboratorio						
Explican detalladamente el procedimiento a seguir en las diferentes experiencias a realizar en la práctica de laboratorio						
Describen los instrumentos y equipos utilizados en la práctica de laboratorio						
Presentan los diferentes circuitos a realizar en la práctica de laboratorio						
Simulan con el Multisim los circuitos realizados						
Presentan de forma ordenada a través de tablas los datos obtenidos en las mediciones y los valores teóricos						
Manejan las cifras significativas						
Analizan los datos con sus respectivos errores e incertidumbres						
Muestran en gráficas los resultados obtenidos						
Presentan las conclusiones finales						
Indican la bibliografía utilizada						
Presentan el informe de laboratorio de manera ordenada, y sin errores ortográficos						
Totales						/70

En la tabla 3, se presenta la lista de cotejo utilizada para evaluar la actividad con el Multisim:

Tabla 3. Lista de cotejo usada para la evaluación de la actividad con Multisim

Instrumento de Evaluación: Lista de Cotejo		
Facultad: Humanidades y Educación	Escuela: Educación	
Unidad Curricular: Lab. de Electricidad	Semestre: Quinto	
Competencia: Aprender a aprender con calidad		
Unidades de Competencia: Abstrae, analiza, y sintetiza información Aplica los conocimientos en la práctica.		
Evidencia: Uso del Multisim (Guía con ejercicios prácticos)		
Indicadores	SI	NO
Atiende instrucciones		
Muestra capacidad para llegar a conclusiones		
Comprensión del conocimiento adquirido		
Demuestra capacidad de análisis y síntesis		
Demuestra destrezas en el uso del Multisim		

En la Tabla 4, se presenta la lista de cotejo utilizada para evaluar los foros de discusión:

Tabla 4. Lista de cotejo usada para la evaluación del foro de discusión

Instrumento de Evaluación: Lista de Cotejo		
Facultad: Humanidades y Educación	Escuela: Educación	
Materia: Laboratorio de Electricidad	Semestre: Quinto	
Competencia: Aprender a aprender con calidad		
Unidad de Competencia: Abstrae, analiza, y sintetiza información		
Evidencia: FORO DE DISCUSIÓN		
Indicadores	SI	NO
Se observa originalidad en el discurso		
Hace aportes a la discusión		
Claridad en el lenguaje utilizado		
Se apega al contenido al responder		
Demostró capacidad de análisis y síntesis		

En la tabla 5, se presenta la rúbrica utilizada para evaluar los seminarios:

Tabla 5. Rúbrica para la evaluación del seminario

CRITERIOS	EXCELENTE (4 PUNTOS)	BUENO (3 PUNTOS)	REGULAR (2 PUNTOS)	DEFICIENTE (1 PUNTO)	PUNTAJE
Conocimiento y comprensión del tema	Conocimiento y comprensión cabal del tema	Conocimiento y comprensión muy aceptable del tema	Conocimiento y comprensión medianamente aceptable del tema	Conocimiento y comprensión inaceptable del tema	
Asociación de ideas	Reconoce conecta y detalla las nuevas ideas en situaciones concretas	Conecta con nuevas ideas, pero no logra detallarlas en situaciones concretas	Conexiones limitadas y generalizadas	No establece conexiones entre las nuevas ideas y no las reconoce en situaciones concretas	
Aporte de nuevas ideas	Sus aportes son nuevos y los justifica	Aporta algunas ideas y las justifica	Aporta alguna idea y no la justifica	No aporta nuevas ideas ni las justifica	
Recursos Utilizados	La calidad de los recursos utilizados es óptima	La calidad de los recursos utilizados es suficiente	La calidad de los recursos utilizados es insuficiente	No utilizó recursos	
Tono de voz y dicción	Establece contacto con la audiencia a través de un tono de voz audible y su dicción es óptima	Establece contacto con la audiencia a través de un tono de voz audible y su dicción es buena	Establece poco contacto con la audiencia, su tono de voz y dicción no son adecuados	No establece contacto con la audiencia su tono de voz no es audible y su dicción es deficiente	
Puntaje total					

II.b. Asignaturas de química: Laboratorio de química

Este laboratorio tiene 3 unidades crédito, las horas de trabajo independiente son 6 y semanalmente el docente debe acompañar a los estudiantes durante 3 horas. Se dicta en el quinto semestre de la carrera de ingeniería industrial y civil.

Consta de tres unidades temáticas, en la primera se contemplan los temas correspondientes a los “Cambios de fases”, en la segunda los temas referidos a las “Reacciones químicas” y en la tercera unidad se contemplan los correspondientes a la “valoración”. El estudiante realiza 9 prácticas durante el semestre (tres por cada unidad temática).

El Laboratorio de Química aspira que los estudiantes se inicien tanto en el estudio experimental de las reacciones químicas como en los procesos fisicoquímicos básicos. Por otra parte, propicia la aplicación de conocimientos en la práctica, abstracción, análisis y síntesis, la comunicación eficaz en forma escrita, el trabajo en equipo y el manejo adecuado de las TIC.

Las competencias que se espera desarrollar con esta unidad curricular son las siguientes:

- Generales: Aprender a aprender con calidad, Aprender a trabajar con el otro, y Aprender a interactuar en el contexto global.

En el momento en el cual se declaró la pandemia de Coronavirus COVID-19, fue necesario establecer una estrategia para cumplir tanto con las diferentes unidades temáticas como con las competencias generales de la asignatura. Para ello fue necesario el apoyo en las TIC, y se buscaron en internet prácticas (iguales o muy similares a las que se dan en el curso) grabadas por diferentes universidades a nivel mundial.

Las prácticas que se dieron en la asignatura fueron: **Reacciones químicas** (Reacciones de Precipitación de sales, Formación de complejos coloreados, Generación de gases y Neutralización exotérmicas), **Celdas Electroquímicas** (Electrodeposición del cobre), **Propiedades coligativas de las soluciones no electrolíticas no volátiles** (Determinación del Peso Molecular PM de una sustancia por el descenso de la Temperatura de congelación), **Equilibrio líquido-vapor** (Destilación simple de sustancias volátiles), **Valoraciones complejométricas** (Determinación de la dureza total del agua), **Valoración ácido-base** (ácido fuerte-base fuerte con indicador (Volumétrica)), **Determinación de las curvas de valoración** (Titulación de un ácido fuerte-base fuerte (HCl con NaOH 0.1M), y **ácido débil-base fuerte** (vinagre (CH₃COOH) con NaOH 0.1M) empleando un pH metro), **Cinética química** (Determinación de la velocidad de una reacción química), **Equilibrio líquido sólido-Calorimetría** (Determinación de calor de fusión del hielo. ΔH_f).

La evaluación de la unidad curricular en modalidad de presencialidad remota consistió en Quices y Foros: 25% (de cada una de las prácticas), Reportes e informes: 40% y dos exámenes Integradores con un peso del 35%.

Los estudiantes presentaron informes en las prácticas de: curva de valoración, cinética química y equilibrio líquido-sólido, pues ameritaban una mayor cantidad de cálculos, gráficos y un análisis de resultados más minucioso. Para las otras prácticas, presentaron un reporte.

Se utilizó la plataforma institucional CANVAS, en la cual se colocaron los contenidos a estudiar, prácticas, bibliografía, y todo el material necesario para la asignatura. Así mismo, se efectuaron las evaluaciones, conferencias, foros y entrega de reportes e informes por dicha plataforma.

En la figura 7, se presenta una imagen del curso:

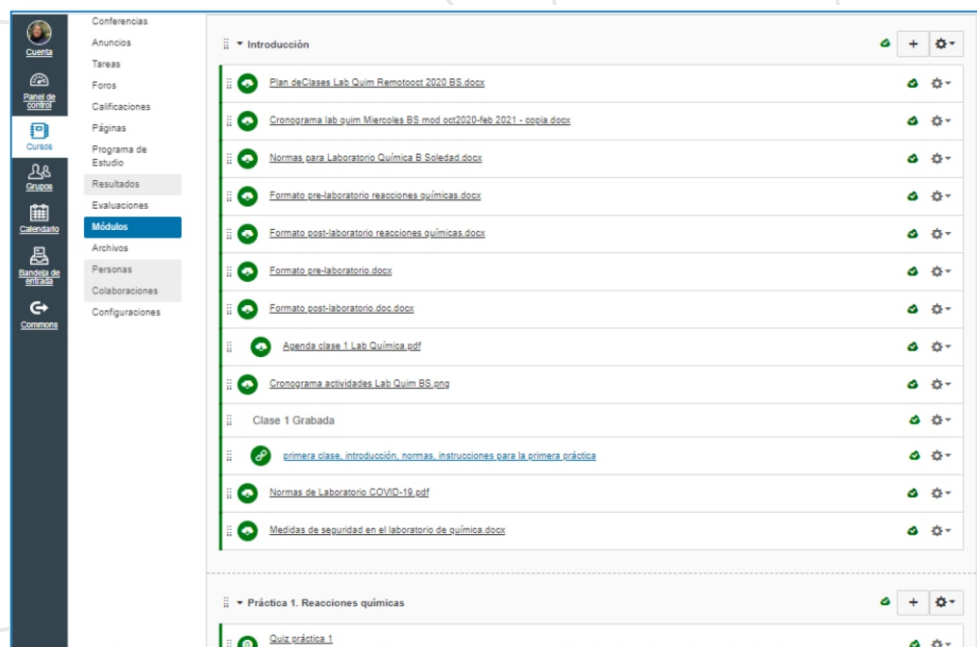


Figura 7. Imagen del curso de Laboratorio de Química

En todas las clases realizadas de forma síncrona a través de las plataformas Módulo 7 o Zoom, se preparó un archivo en PowerPoint en el cual se indicaba la agenda, el cronograma de actividades, la práctica paso a paso, y se daban las instrucciones para el estudio de la práctica siguiente, como se muestra en la figura 8. En algunas prácticas se les enviaron asignaciones muy sencillas para que el estudiante las realizara en su casa, siguiendo las instrucciones y normas de seguridad dadas por el profesor.

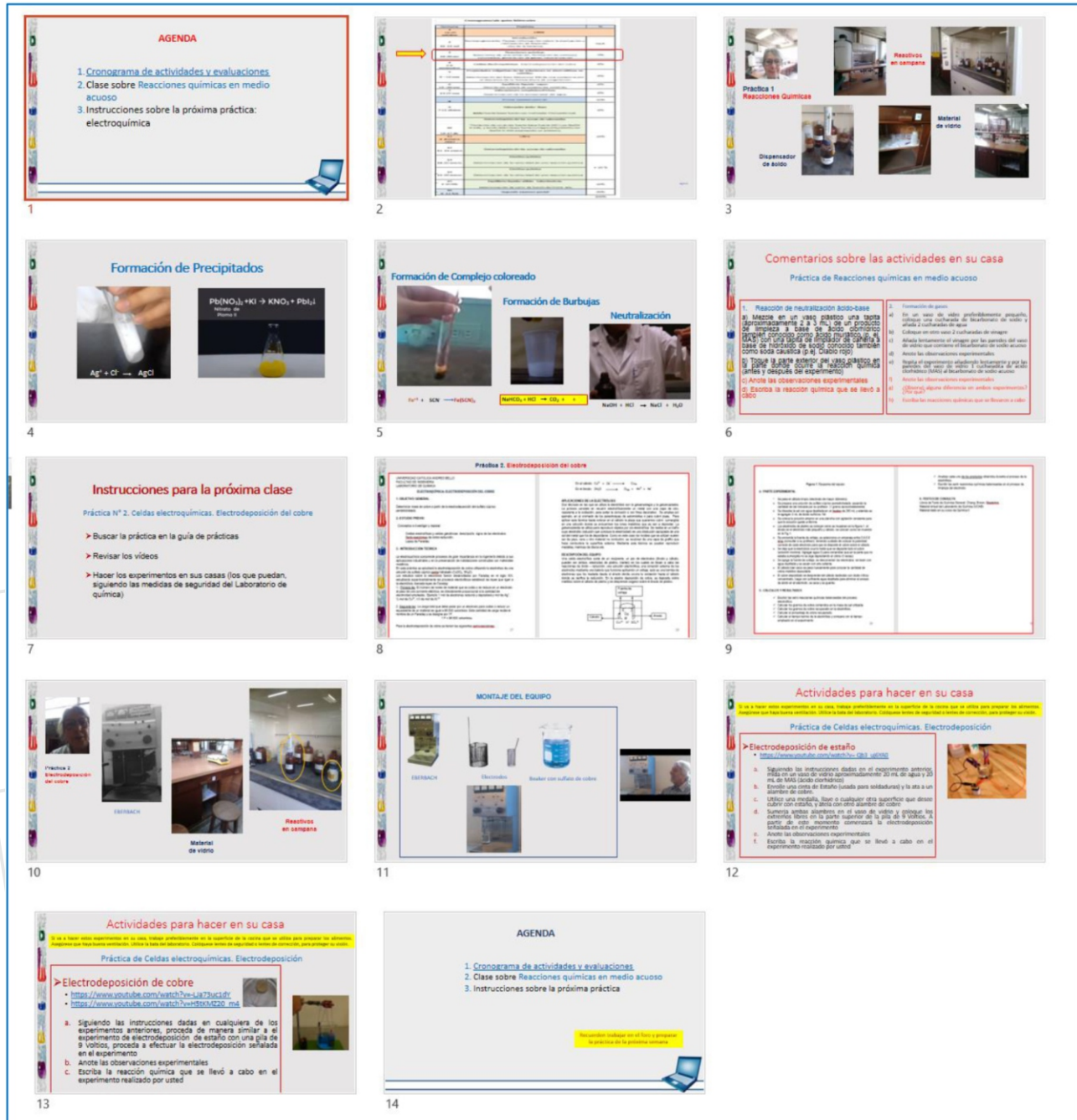


Figura 8. Imagen de un archivo en PowerPoint con un ejemplo de una práctica del curso de Laboratorio de Química

Los quices tuvieron una duración de 30 minutos, se efectuaron en la plataforma y contemplaban preguntas de teoría y cálculos de la práctica que se realizaría ese día.

Las pautas de evaluación del trabajo escrito presentado por el estudiante para cada práctica se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Pautas para la evaluación del trabajo escrito sobre la práctica

Criterios	Aspecto	Puntuación (REPORTES)	Puntuación (INFORME)
Maneja los conocimientos de la práctica a desarrollar (6 puntos)	Título de la práctica e índice	N/A	0,5
	Resumen	N/A	0,5
	Marco Teórico	2,0	1,0
	Objetivos: a.- General b.- Específicos	1,0	1,0
	Reacciones Químicas/ Procesos Físicoquímicos/ Equilibrios de fases (presentes en la práctica)	1,0	1,0
	Tabla de propiedades de los reactivos y su toxicidad	1,0	1,0
	Procedimiento experimental Esquemático, Instrumentos a utilizar/ Fundamentos de Equipos	1,0	1,0
	Tabla de datos	1,0	1,0
	Demuestra el manejo de los conocimientos, realizando cálculos y razonamientos válidos para la entrega del informe (14 puntos)	Cálculos experimentales	4,0
Tabla de Resultados		1,0	1,0
Discusión de resultados		4,0	4,0
Conclusiones de la práctica		3,0	3,0
Bibliografía		1,0	1,0

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de las actividades evaluadas en las tres unidades curriculares analizadas.

II. a. Asignaturas de Física:

1. Laboratorio de física eléctrica para ingeniería. Para el laboratorio de física eléctrica, se compararon dos semestres de modalidad presencial con dos semestres de modalidad de presencialidad remota en cuanto a calificación promedio en las actividades evaluadas: quices, informes y evaluaciones. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado promedio de las diferentes evaluaciones realizadas en los cursos presenciales y de presencialidad remota de Laboratorio de física eléctrica

ACTIVIDADES EVALUADAS	Presencial	Presencial	Presencial	Promedio Presencial	Presencialidad Remota	Presencialidad Remota	Presencialidad Remota	Promedio Presencialidad Remota
Promedio de Quices (20 %)	8,3	8,2	11,0	9,2	14,6	16,6	14,2	15,1
Promedio de Informes de laboratorio (30%)	10,8	11,8	13,0	11,9	16,0	17,8	16,7	16,8
Promedio de Pruebas parciales (40 %)	14,8	10,1	13,2	12,7	15,8	12,0	15,2	14,3
Promedio Definitiva	15,3	12,5	15,9	14,5	15,2	15,7	16,8	15,9

Se observa de la tabla anterior que los estudiantes alcanzaron un mejor rendimiento en las actividades de quices, informes y pruebas parciales en los semestres de presencialidad remota.

Una posible explicación para este mejor rendimiento, puede deberse a que en presencialidad remota el seguimiento que se le hace al estudiante es continuo y permanente. Las diferentes vías de comunicación establecidas entre el profesor y los estudiantes, como son: WhatsApp, correo electrónico, mensajería de la plataforma y llamadas telefónicas, entre otras, le permite al estudiante aclarar las dudas que se le van presentando en los diferentes tópicos estudiados en la asignatura, dando esto como resultado un mejor desempeño en las evaluaciones. Esta interacción sostenida entre profesor-estudiante exige un esfuerzo, una dedicación y un compromiso temporal mayor por parte del docente que en los semestres de actividad presencial, en los cuales el acompañamiento establecido en la malla curricular para esta asignatura es de tres horas.

Con relación a los informes, es importante señalar que como en la presencialidad remota se trabaja con simuladores, el estudiante no tiene la dificultad de la manipulación del mando del instrumento, de la toma de la data y de la lectura de la medida arrojada por el equipo, ya que muchas veces, en la presencialidad, se hace uso de equipos analógicos en los cuales se exige atender ciertas características particulares para su uso, por lo que los detalles de los cuales debe estar pendiente el estudiante en la actividad práctica, son menores. Esto podría explicar el mayor puntaje obtenido por los estudiantes en la elaboración de los informes.

Al analizar las evaluaciones del curso, es necesario señalar que, en la presencialidad, los exámenes eran individuales, teórico-prácticos y al alumno no se le permitía consultar fuentes de información. En estas evaluaciones el estudiante debía montar un circuito con los materiales asignados por el profesor y responder a una serie de preguntas planteadas por él. En el caso de presencialidad remota, el examen es solo teórico, el estudiante no tiene que montar un circuito (no toma medidas) pero si puede consultar fuentes de información, esto disminuye el grado de dificultad de las pruebas, lo que repercute en los resultados de los promedios obtenidos en los exámenes.

2. Laboratorio de electricidad para educación. Para el laboratorio de electricidad, se compararon dos semestres de modalidad presencial con dos semestres de modalidad de presencialidad remota en cuanto a las actividades evaluadas: promedio de informes de laboratorio, promedio de seminarios y promedio de actividades complementarias. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultado promedio de las diferentes evaluaciones realizadas en los cursos presenciales y de presencialidad remota de Laboratorio de electricidad

ACTIVIDADES EVALUADAS	Semestre Presencial	Semestre Presencial	Promedio Notas actividad evaluada en Presencialidad	Semestre Presencialidad Remota	Semestre Presencialidad Remota	Promedio Notas actividad evaluada en Presencialidad Remota
Promedio de Informes de Laboratorio (50%)	18,0	15,6	16,8	20,0	18,6	19,3
Promedio de Seminarios (25%)	13,7	14,4	14,0	18,8	18,6	18,7
Promedio Actividades Complementarias (25%)	17,0	17,6	17,8	17,0	20,0	18,5
Promedio Definitiva	16,7	15,8	16,0	18,9	19,0	19,0

A partir de la tabla 8 se observa que los estudiantes consiguieron un mejor rendimiento en las actividades de informes, seminarios y actividades complementarias en los semestres de presencialidad remota.

Este mejor rendimiento puede deberse a que en presencialidad remota el seguimiento que se le hace al estudiante es continuo y permanente. Las diversas vías de comunicación establecidas entre el profesor y los estudiantes, como son: WhatsApp, foros, correo electrónico y mensajería de la plataforma, entre otras, permiten solventar las dudas que al estudiante se le presenten en las diferentes temáticas estudiadas en la unidad curricular, dando esto como resultado un mejor desempeño en las evaluaciones.

Con relación a los seminarios, el seguimiento dado por el docente fue más personalizado en la presencialidad remota que en los semestres presenciales, esto se debió a un cambio del pensum en la mención de física y matemática de la escuela de educación porque anteriormente la teoría era un requisito del laboratorio y a partir de la renovación es un correquiso.

El mejor rendimiento en los informes durante los semestres de presencialidad remota se puede explicar desde el punto de vista de la dificultad que implica realizar una práctica en el laboratorio en contraste con el uso de simuladores. En este último caso, el estudiante no tiene la dificultad de la manipulación del mando del instrumento, de la toma de la data y de la lectura de la medida arrojada por el equipo, ya que muchas veces, en la presencialidad, se hace uso de equipos analógicos en los cuales se exige atender ciertas características particulares para su uso, por lo que los detalles de los cuales debe estar pendiente el estudiante en la actividad práctica, son menores.

II.b. Asignaturas de química: Laboratorio de química

Para el laboratorio de química, se compararon dos semestres de modalidad presencial con dos semestres de modalidad de presencialidad remota en el promedio obtenido según el tipo de actividad evaluada: quices, reportes, informes y las evaluaciones. Los resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultado promedio de las diferentes evaluaciones realizadas en los cursos con presencialidad remota y presenciales

ACTIVIDADES EVALUADAS	Semestre Presencial	Semestre Presencial	Promedio Notas actividad evaluada Presencialidad	Semestre Presencialidad Remota	Semestre Presencialidad Remota	Promedio Notas actividad evaluada en Presencialidad Remota
Promedio de Quices (25 %)	9,6	8,1	8,9	14,0	12,8	13,4
Promedio de Reportes (20 %)	13,5	12,7	13,1	15,2	14,3	14,8
Promedio informes (20 %)	12,7	14,4	13,6	18,7	14,1	16,4
Promedio de Evaluaciones (35 %)	11,8	10,7	11,3	7,5	8,4	7,9
Promedio Definitiva	12,4	11,4	11,9	10,8	12,2	11,5

Nota: En los semestres presenciales el porcentaje es: 25% Quices, 25% Exámenes, 15% Reportes, 20% informes, 15% TIC (preparación de una práctica virtual)

Como se desprende de la tabla 9, con relación a las evaluaciones en los semestres presenciales y en presencialidad remota, la nota definitiva es similar. En los cursos evaluados, la nota promedio de los quices en modalidad presencialidad remota es más alta que en modalidad presencial, así como la nota promedio de los informes y los reportes. Sin embargo, se observa una marcada disminución en las notas de los exámenes parciales.

El constante seguimiento que se le hace al estudiante en presencialidad remota utilizando diferentes vías de comunicación acordadas entre el profesor y los estudiantes, tales como mensajería de la plataforma y WhatsApp, le permite al estudiante solventar las dudas que se van presentando en las diferentes temáticas estudiadas en la unidad curricular, dando esto como resultado un mejor desempeño en las evaluaciones cortas, en los reportes y en los informes.

Con relación al rendimiento en los exámenes parciales, en los semestres presenciales las notas acumuladas hasta la presentación del último parcial eran más bajas que las obtenidas en la presencialidad remota, lo que significaba un esfuerzo superior de dedicación al estudio de la asignatura para poder aprobar el curso. Sin embargo, en modalidad presencial remota, el estudiante posee mejores promedios acumulados lo que conlleva que su esfuerzo para aprobar la asignatura sea menor. Y esto se traduce en bajo rendimiento en las evaluaciones parciales.

IV.- CONCLUSIONES

Una vez analizado el desempeño de los estudiantes en las tres unidades curriculares, se puede concluir lo siguiente:

El mayor número de horas de dedicación del docente durante la presencialidad remota, ayuda al estudiante a comprender mejor los contenidos de las asignaturas, lo cual puede estar asociado a un mejor desempeño en las actividades de evaluación continua: quices, informes y seminarios.

El uso de simuladores y software educativo ayudan al aprendiz a comprender los diferentes fenómenos físicos estudiados, pero nunca sustituirán la ejecución del experimento en forma real, manejando los instrumentos. Los simuladores, simulaciones interactivas de ciencias creadas por universidades reconocidas, laboratorios virtuales y recursos educativos digitales, son algunas de las herramientas didácticas que conseguimos en la web y que han experimentado una evolución, ofreciendo a los docentes nuevas formas de enseñar y aprender ciencia.

Estos softwares desarrollan habilidades de pensamiento en los aprendices, como son: explorar, justificar, argumentar e inferir, de tal manera que vayan construyendo su conocimiento.

El uso del computador y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, dan al docente herramientas indispensables que le permiten aprovechar los avances tecnológicos.

El uso de la tecnología ayuda en la difícil tarea de enseñar, sobre todo porque con ella optimizamos los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Cada vez es más frecuente el acceso a videos instruccionales elaborados por profesores, videos en la web, uso de redes sociales y otros recursos que la web puede ofrecer para reforzar las explicaciones del docente y lograr en los estudiantes un aprendizaje significativo.

El aula virtual no sustituye el trabajo del docente, más bien lo invita y estimula a desarrollar recursos y actividades atractivos para generar experiencias de aprendizaje para los estudiantes.★

Como citar el artículo:

García, M., Adames, J., y Soledad, B. (2021). Educación con presencialidad remota en laboratorios de física y química en época del coronavirus. Caracas: Revista Docencia Universitaria. Edición Especial. Volumen XXI N° 1, Año 2021, pp. 08-27. Disponible en: [Colocar el enlace](#)

V.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Durán, R. (2015). *La Educación Virtual Universitaria como medio para mejorar las competencias genéricas y los aprendizajes a través de buenas prácticas docentes*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. España. Disponible en:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/397710/TRADR1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Expósito, C., y Marsollier, R. (2020). Virtualidad y educación en tiempos de COVID-19. Un estudio empírico en Argentina. *Educación y Humanismo* 22(39): pp.1-22. julio-diciembre, 2020. DOI. Disponible en: <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4214>
- García, M. (2020). Develando el currículo: acompasando las ciencias y su enseñanza. *TEKHNE*, 23, (1). pp. 81-93. Disponible en:
<http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/view/4588/3825>
- Mendoza, L. (2020). Lo que la pandemia nos enseñó sobre la educación a distancia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, vol. L, núm. Esp.-, pp. 343-352. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/270/27063237028/html/index.html>
- Multisim (2021) *Desarrollado por National Instruments Electronics Workbench Group*. NATIONAL INSTRUMENTS CORP. Disponible en:
<https://www.ni.com/es-cr/support/downloads/software-products/download.multisim.html#312060>
- Soledad R., y Méndez, D. (2020). Evaluación de una estrategia didáctica orientada al desarrollo de competencias en el laboratorio de química. *Educab*. 11. pp 27-36. Disponible en:
<http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/educab/issue/viewIssue/483/103>
- UNESCO (06 de agosto de 2020). El Secretario General de las Naciones Unidas advierte de que se avecina una catástrofe en la educación y cita la previsión de la UNESCO de que 24 millones de alumnos podrían abandonar los estudios. Disponible en:
<https://es.unesco.org/news/secretario-general-naciones-unidas-advierte-que-se-avecina-catastrofe-educacion-y-cita>