

# Campo magnético en el aula virtual en época de pandemia

## Magnetic field in the virtual classroom in pandemic age

Fabiola Escobar Moreno<sup>1</sup> y Víctor Hugo Luna Acevedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro s/n, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C. P. 07738, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomás, Alcaldía Miguel Hidalgo, C. P. 11340, Ciudad de México, México.

\*E-mail: [fescobar@ipn.mx](mailto:fescobar@ipn.mx)

Recibido el 14 de julio de 2020 | Aceptado el 14 de agosto de 2020

### Resumen

Se relata la experiencia de convertir, de la modalidad presencial a la modalidad virtual, en tiempos de confinamiento, la unidad de aprendizaje Electricidad y Magnetismo, ubicada en la malla curricular de dos carreras del área de Ingeniería y Ciencias Físico-Matemáticas de una universidad pública mexicana. Se encontró y analizó que, a pesar de las circunstancias y con la disposición bilateral docente-alumnos; se logró dar continuidad académica a los planes y programas de estudios. Los aliados en esta circunstancia extraordinaria y repentina fueron el uso apropiado de la tecnología y el grado de profesionalización docente de los encargados de impartir los temas. A través de la planeación docente basada en el modelo 5E y de la disposición de los estudiantes por aprender, se logró concluir un semestre inédito. Se expresan algunas reflexiones sobre las áreas de mejora para robustecer la siguiente edición de esta compleja asignatura, de la mano de la investigación educativa. También se razona que la educación a distancia no admite improvisación; demanda conocimiento didáctico del contenido de parte del docente y el concerniente al uso de tecnología.

**Palabras clave:** Modalidad presencial; Modalidad a distancia; Aula virtual; Electricidad y magnetismo.

### Abstract

We report the experience in times of confinement of the conversion from the scholarly modality to the virtual modality, of the Electricity and Magnetism Learning Unit, located in the curricular mesh of two degrees of Engineering and physical-mathematical area of a public Mexican university. It was found and analyze, despite the circumstances and with the bilateral teacher-student arrangement; it was possible to give academic continuity to the plans and programs of study. The undisputed allies in this extraordinary and sudden circumstance were the appropriate use of technology, but also the degree of teaching professionalism of those in charge of teaching the subjects. Through teaching planning, willingness of students to learn, an unpublished semester was concluded. Some reflections on areas for improvement are expressed to strengthen the next edition of this complex subject, hand in hand with educational research. In addition, is argue that distance education does not admit improvisation; it demands didactic knowledge of the content on the part of the teacher and concerning the use of technology.

**Keywords:** Face to face learning; Distance learning; Virtual classroom; Electricity and magnetism.

## I. INTRODUCCIÓN

El 2020 será un hito en la historia de la humanidad; una pandemia la flagela y amenaza con mermarla. El virus denominado SARS-CoV-2 (por sus siglas en inglés) en algunas universidades mexicanas nos obligó a salir de nuestra zona de

comodidad, al menos así fue en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), y a adaptarnos de forma repentina a una nueva realidad, la virtual. En cuestión de semanas debimos prepararnos para continuar con nuestros programas de estudios; pero de forma muy diferente de como tradicionalmente se hacía en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del IPN, donde los recursos más socorridos son el pizarrón y marcador; proyección de presentaciones y los monólogos docentes. Donde la interacción presencial era el bastión del proceso de enseñanza y aprendizaje. A partir del 17 de marzo del 2020 la virtualidad fue la única opción.

Lo anterior no sólo constituyó un problema para los estudiantes y el docente, implicó un reto mayúsculo debido a los recursos que disponían ambas partes, ya que, tanto docente como estudiantes debían tener, al menos, un equipo de cómputo y conectividad a internet. Para los docentes, representó la oportunidad para medir su capacidad de adaptabilidad y conocimiento pedagógico de la tecnología. Para los estudiantes, el desafío fue el uso de la tecnología con fines de aprendizaje, no de ocio o comunicación.

## II. LA PROPUESTA

En esta primera mitad del 2020 (semestre 2020-2) en la ESIQIE, se asignaron cuatro grupos a la primera autora de este relato, aforados a mínimo 35 estudiantes y en algunos grupos hasta 38 estudiantes. De esos cuatro grupos, tres corresponden a la Academia de Física; uno de Mecánica Clásica correspondiente al primer semestre de la licenciatura Ingeniería Química Industrial; y dos de Electricidad y Magnetismo, correspondiente al segundo semestre de la licenciatura Ingeniería Química Industrial e Ingeniería Química Petrolera; ambas licenciaturas tienen el mismo programa académico. En total se atendieron 146 estudiantes.

Después de la fecha mencionada, se dio la interrupción oficial de las clases presenciales en la ESIQIE hasta nuevo aviso; pero el compromiso de la docencia, a pesar de las circunstancias, seguía vigente, por lo que, tres días después, se convocó a los estudiantes a una reunión por *Skype* en un primer intento de dar continuidad al programa de estudios, pero a distancia, esto por iniciativa propia.

La reunión tuvo por finalidad contactar a los estudiantes de la asignatura Electricidad y Magnetismo y continuar con la planeación didáctica, específicamente la unidad temática IV, "Capacitores y dieléctricos". Los temas planeados para esa reunión fueron: definición de capacidad; partes que constituyen un capacitor y funcionamiento de un capacitor.

Esa sesión fechada el día 20 de marzo del 2020 fue un desastre: algunos alumnos no cerraban su micrófono, hubo distractores en la mayor parte de la sesión; la participación no era ordenada; en el espacio para comentarios (chat) de la aplicación de *Skype*, hacían preguntas que no estaban en el contexto de la unidad de aprendizaje a una velocidad que abrumaba y que desconcentraba; tampoco se podía asegurar que todos estuvieran atendiendo la sesión (figura 1).

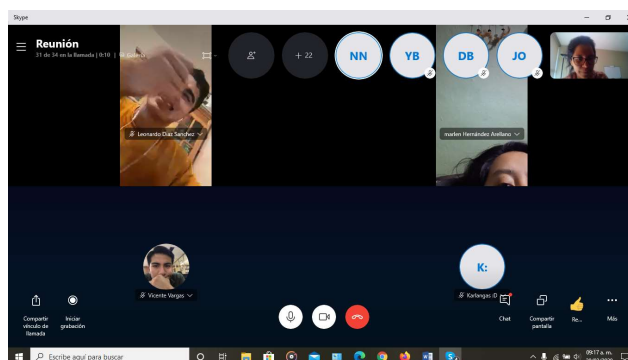


FIGURA 1. Reunión con estudiantes en *Skype*.

De la experiencia caótica en la sesión síncrona del 20 de marzo, se resolvió que se debía usar una plataforma educativa. Una herramienta tecnológica que se utilizaría para continuar apoyando el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes, bajo la premisa de que Electricidad y Magnetismo es una asignatura compleja de aprender, dado que los estudiantes no están habituados a esos fenómenos en la vida cotidiana; además de lo abstracto de los conceptos, según refieren Tecpan, Benegas y Zabala (2015).

De la amplia variedad de plataformas educativas, se decidió utilizar *Google Classroom*; además de la gratuidad, por lo intuitivo del software tanto para estudiantes como para los docentes. Otra ventaja que se apreció de la herramienta fue la administración y la distribución de las actividades de aprendizaje, tareas, monitoreo de los estudiantes, sección de comentarios privados, todo en un mismo lugar (Google, s.f.) (figura 2).

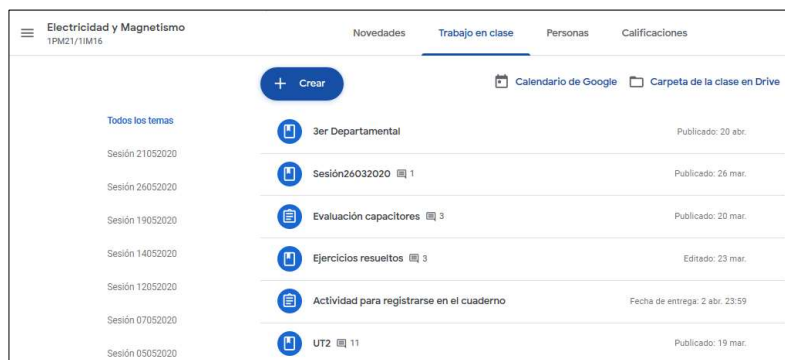


FIGURA 2. Aula virtual para Electricidad y Magnetismo.

En seguida reconocimos la necesidad de una adaptación de nuestra planeación didáctica para la virtualización de la unidad de aprendizaje. Las dos sesiones semanales de dos horas cada una debían ser planeadas para el aula virtual. La transposición del formato presencial a la modalidad a distancia, aunque fue de forma abrupta, es posible para la física, las sesiones virtuales deben basarse en el diseño escrupuloso de material didáctico con alto valor pedagógico de acuerdo con Ablanque *et al.* (2008).

Lo que se realiza en el formato presencial es: a) proporcionar al estudiante el marco teórico; b) evaluar mediante cuestionario o crucigrama la revisión de esa información; c) explicar dos ejercicios relativos al tema; d) los estudiantes resuelven ejercicios, verbalizan dudas y hacen como actividad de aprendizaje más ejercicios para practicar, es decir, enseñanza tradicional. Es evidente que no se podían realizar las mismas actividades, así que el proceso reflexivo realizado para la transposición se resumen el siguiente esquema (figura 3).

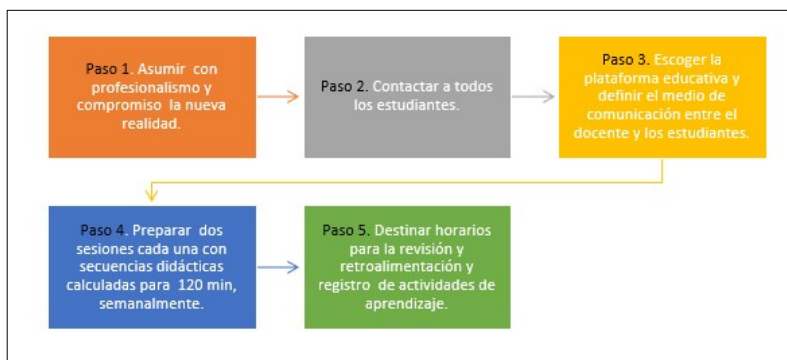


FIGURA 3. Proceso de trasposición del formato presencial al formato virtual.

Otra dificultad implícita era la atención hacia los 146 estudiantes, esto implicaba la retroalimentación a sus actividades, aclaración de dudas, entre otros imponderables.

### III. ADAPTACIÓN DIDÁCTICA

El marco teórico en el que basamos todas las sesiones de la unidad de aprendizaje electricidad y magnetismo fue el modelo 5E, el cual tiene una sólida base en la teoría educativa para el aprendizaje de las ciencias; además proporciona coherencia y conexiones tanto a las estrategias de enseñanza como a las actividades de aprendizaje de acuerdo con Bybee *et al.* (2006). Además, este modelo ha sido utilizado en la enseñanza de las ciencias vinculando el uso de herramientas digitales, como reporta Bastida (2019). En física se reporta el potencial del modelo 5E para la instrucción de

la física; porque insta a la indagación, reformulación de preguntas y porque los protagonistas del proceso de aprendizaje son únicamente los estudiantes (Ergin, 2012) (figura 4).

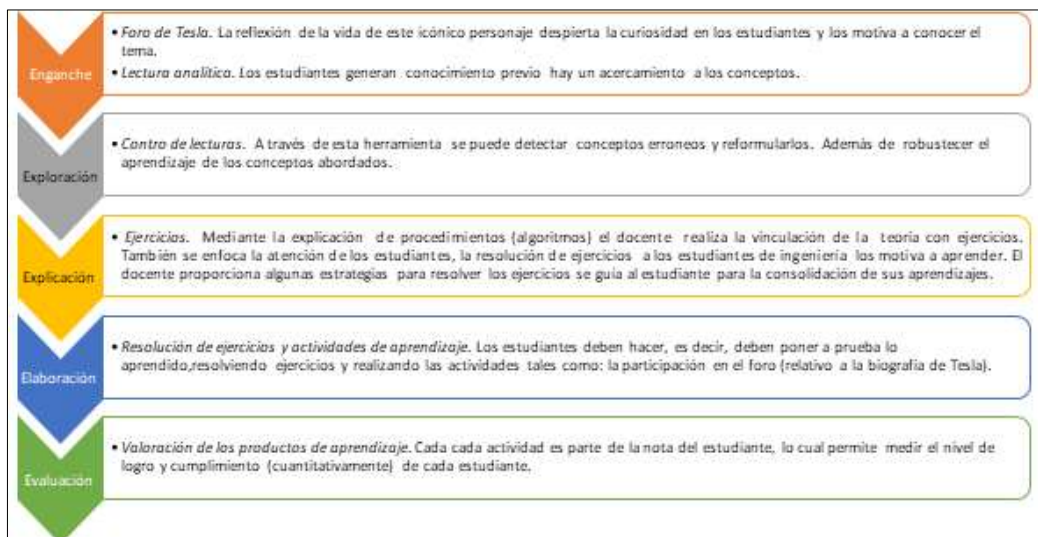


FIGURA 4. Modelo 5E adaptado para la sesión del 28 de abril de 2020.

De lo anterior se manifiesta que se innovó la forma en que los estudiantes aprenden, no son espectadores ni sujetos pasivos. Son responsables y hacedores de su proceso de aprendizaje, a través de una adaptación en la planeación didáctica que migró del formato presencial basado en la conferencia magistral a un formato virtual basado en el modelo 5E.

El tópico que ejemplificaremos a continuación es el relativo a la unidad temática VI: “Campo magnético. Fuerza sobre una carga móvil en un campo magnético”. Mostramos el marco teórico mínimo necesario para el abordaje de este tópico, como muestra de los algunos de principios científicos implicados. Destacando que es un tópico “...en el que intervienen bastantes conceptos diferentes (fuerza, velocidad, corriente eléctrica y campo) y los estudiantes encuentran muchas dificultades en analizar al mismo tiempo los diferentes conceptos, así como elegir aquéllos que son adecuados para explicar una situación concreta” Guisasola, Almudí y Zubimendi (2003).

Donde sea  $q$  una carga que se mueve con velocidad  $v$  en un campo magnético de inducción  $B$ , de manera que recorre una distancia  $l$  en un tiempo  $t$ .

Entonces de la ecuación cinemática  $v = l/t$ , luego entonces,  $l = vt$  y la carga móvil representa una corriente eléctrica de intensidad  $I = q/t$ . Por tanto, sustituyendo éstas en  $F = BI l \text{ sen } \theta$ ; resulta que la fuerza que ejerce el campo magnético sobre una carga eléctrica móvil se obtiene:

$$F = qBv \text{ sen } \theta \quad (1)$$

La dirección de  $F$  es perpendicular a los vectores  $B$  y  $v$ . Donde  $\theta$  es el ángulo formado entre  $B$  y  $v$ ; describen Serway y Jewett (2008, p. 811)

En relación con lo anterior, se debe analizar la trayectoria de partículas cargadas en movimiento en un campo magnético constante, eventualmente un estudiante sin orientación del docente no relaciona que las herramientas para analizar la fuerza magnética que actúa sobre una partícula cargada en movimiento, son las leyes de Newton, las leyes de conservación de energía, cantidad de movimiento y movimiento angular; señalan Bauer y Westfall (2011, p. 924). Una partícula cargada describe una órbita circular en un campo magnético uniforme. El radio de dicha órbita se obtiene a partir de la ecuación de la dinámica del movimiento circular uniforme y del concepto de fuerza:

$$F_B = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

Sustituyendo en (1),

$$qBv = m \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

Debido a lo anterior, la partícula tiene velocidad, aceleración y radio. Sin embargo, las trayectorias, sean circulares o helicoidales, presentan velocidad angular, periodo, frecuencia y energía cinética. Se deben hacer deducciones relativas a tópicos vinculados con mecánica clásica.

Nos percatamos de las eventuales complicaciones del tópico, por lo que no era razonable dejar la revisión sin acompañamiento docente y actividades que reforzaran y motivasen el aprendizaje en el formato virtual. Por esa razón, se realizaron secuencias didácticas para todas las sesiones, basadas en el modelo 5E. Se muestra la secuencia de la sesión correspondiente al 28 de abril de 2020 y el trabajo docente que implicó adecuar al formato virtual (tabla I).

**Tabla I.** Planeación para la virtualidad del tema Fuerza sobre una carga móvil en un campo magnético.

Aula virtual de Electricidad y Magnetismo Sesión 28 /04/ 2020, tópico de programa: Fuerza sobre una carga móvil en un campo magnético						
Secuencia didáctica	Ejecución	Evaluación				
Inicio	<p><b>Act. 1</b> El alumno realiza la lectura analítica de los siguientes documentos: Capítulo 5 libro, Kraus, (1986). Electromagnetismo. McGraw-Hill y temas de física moderna: cambios en los magnetismos de la Tierra y el Sol". <i>Tiempo: 20 min</i></p> <p><b>Act. 2.</b> El alumno responde control de lecturas referente a esta información. <i>Tiempo: 15 min</i></p>	<p>Las seis actividades fueron resueltas por los estudiantes en el aula virtual. Para esta sesión se proveyeron los siguientes materiales:</p> <p>a) Apuntes de relativos a fuerzas magnéticas; movimiento circular uniforme y movimiento circular uniformemente acelerado.</p> <p>b) Dos lecturas relacionadas con fuerzas magnéticas y temas de física moderna.</p> <p>c) Tres videos explicativos de elaboración propia.</p> <p>d) Un video biográfico de Nicola Tesla.</p> <p>e) Dos ejercicios resueltos para ejemplificar el tema.</p> <p>f) Un control de lecturas (Google Forms).</p> <p>g) Un quiz<sup>1</sup> de ejercicios relativos a fuerzas magnéticas (Google Forms).</p>	De las seis actividades, sólo tres son parte de la evaluación, porque, se puede evidenciar su realización en el aula virtual. Estas son: actividad 2, 5 y 6. Las actividades 2 y 6, son evaluadas de forma automática en el Classroom. La actividad 5 dado que fue un foro, requirió la siguiente rúbrica de evaluación:			
			<b>Escala de desempeño</b>	<b>Descripción</b>		
			No hace nada	No realiza la actividad.		
Desarrollo	<p><b>Act. 3</b> El alumno revisa los videos explicativos de ejercicios relativos a campo magnético. <i>Tiempo=20 min</i></p> <p><b>Act. 4</b> El alumno revisa la biografía de Nicola Tesla. <i>Tiempo=5 min</i></p> <p><b>Act. 5</b> El alumno participa en el foro de discusión (Nicola Tesla). <i>Tiempo=5 min</i></p>		Incorrecto	No revisa el material de consulta, copia y pega de otra fuente, esperando que el docente no revise y que asigne una nota apreciativa.		
			Cumple	Además de revisar el material de consulta, realiza indagaciones para robustecer su argumento en el foro, su redacción es deficiente; no usa correctamente los signos de puntuación y tiene errores ortográficos.		
			Destacado	Además de revisar el material de consulta, realiza indagaciones para robustecer su argumento en el foro, su redacción es congruente; utiliza signos de puntuación y tiene buena ortografía.		
Cierre	<p><b>Act. 6</b> El alumno responde el examen de ejercicios de campo magnético. <i>Tiempo=55 min</i></p>		Para cada grupo el promedio de las tres actividades fueron 8.76 y 9.05 respectivamente.			

Al realizar este proceso nos percatamos de que el tiempo de planeación de clases virtuales es significativamente mayor que el de clases presenciales; porque se grabaron videos explicativos de procedimientos para solucionar ejercicios y se diseñaron más actividades. Estas contemplaron: controles de lectura para asegurar que los estudiantes realizaban la revisión de material; presentaciones explicativas del marco teórico de ciertos tópicos, en PowerPoint con

<sup>1</sup>Quiz, en el Google classroom es una medición de los aprendizajes adquiridos de un tema específico.

voz; listas de observación para simulaciones y más ejercicios con sus respectivas respuestas para que los estudiantes practicaran.

Se destaca que la realización de los videos explicativos fue una tarea demandante, porque no se realizaba un guion previo (sin duda un traspíe) y eso provocaba que se desechara el video o se editara; además que al usar la opción de video del teléfono móvil la calidad era baja. Posteriormente, se subía a un canal privado en YouTube, para montarlo en la sesión correspondiente en el aula virtual.

En este espacio virtual se unieron los dos grupos de Electricidad y Magnetismo, así que se mantuvo interactuando a 75 estudiantes en un mismo espacio. Esto fue una ventaja, ya que se diseñaron las mismas actividades para los dos grupos, distribuidas en 19 sesiones.

Se dispuso que el correo electrónico y *Skype* serían medios adicionales de comunicación, porque ambos son gratuitos en su versión básica y porque su uso es sencillo. En total, durante el confinamiento, se respondieron más de 90 correos y se realizaron 32 sesiones en *Skype*, esto porque a los grupos en esas sesiones se los atendía de forma separada.

El objetivo de la sesión semanal vía *Skype* en tiempo real fue la revisión de dudas respecto a los tópicos abordados en la semana; esto entre el 20 de marzo y el 27 de mayo del 2020, que se concluyó el programa.

Nuestra estimación en la preparación de cada sesión fue que se destinaron entre 100 min y 120 min, más los 120 min de asesorías para cada grupo, dando un total de 440-460 min versus 240 min en las sesiones presenciales. Lo anterior sin considerar el tiempo que se destinó para la retroalimentación de actividades que no se evaluaban de forma automática, tales como: foros de discusión, simulaciones, indagaciones y análisis relativos a aplicaciones a la ingeniería.

#### IV. CONSTRUCCIÓN DEL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES CON LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Del análisis de la ejecución que se describió en la tabla 1, tomando los resultados de uno de los grupos, se destaca que el 92 % de ellos realizaron sus actividades en forma. De la sesión mostrada, son seis actividades propuestas en la secuencia didáctica que están concatenadas. El inicio de la secuencia didáctica contempla una duración de 35 min; el desarrollo 30 min y el cierre 55 min. Aparentemente, en la secuencia didáctica la participación del docente es nula, porque todo lo deben realizar los estudiantes, incluso los alumnos se quejaron de esta situación. Pero, no hay aprendizaje sin la secuencia didáctica y esta la realiza en su totalidad el docente.

Retomando la secuencia didáctica, esta implica la lectura analítica del marco teórico del tema: fuerza sobre una carga móvil en un campo magnético. La decisión de actividad dos en la mencionada secuencia, es que el estudiante recupere esos conceptos para después asociarlos a los procedimientos (algoritmos) que se revisan en los videos explicativos, actividad tres. Se reconoce que hay estudiantes que no están habituados a la lectura científica, quienes difícilmente lograrán hacer la asociación de la teoría con los algoritmos. Finalmente, con la actividad seis de realización de ejercicios, se adquiere la destreza para este tema.

Reiterando que el diseño de actividades de forma asíncrona para guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, para la asignatura Electricidad y Magnetismo fue una actividad intelectual agotadora, que implicó análisis, creatividad, toma de decisiones respecto a cuáles actividades eran transcendentales; tal como indica Díaz Barriga citado por Monroy, en el proceso de planeación es donde se distingue la dimensión intelectual de la actividad docente (Monroy, 2017, p. 118).

Parte de la planeación también incluyó la interacción docente y estudiantes, ejemplo, en el foro de discusión relativo a Tesla, se interactuó con el 40 % del total de los estudiantes. Lo anterior debido a que más del 50 % de los estudiantes subían su aportación al foro unos minutos antes del vencimiento de la consigna. Desafortunadamente el 8 % de los estudiantes plagiaron esta actividad solo copiaron y pegaron de blogs, páginas de internet, artículos; a pesar de que la instrucción para la actividad fue concisa y proporcionada en tiempo y forma. De la situación anterior, se resalta la importancia del quehacer docente, respecto a revisar y retroalimentar en esta modalidad las actividades de aprendizaje. Y se reitera que este intercambio de ideas y contraargumentos con los estudiantes también es parte de la actividad docente (véase figura 5).



FIGURA 4. Interacción docente y estudiante en el aula virtual.

## V. ALGUNOS RESULTADOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Aun con la secuencia didáctica, los estudiantes presentaban vacilaciones, que manifestaban en el foro para discordancias y dudas, *“Maestra yo tengo la misma duda, creo que hace falta la velocidad tangencial en ambos problemas”* (estudiante A); *“maestra una duda con el ejercicio 3 del quiz de ejercicios propuestos, creo que mi resultado es correcto”* (estudiante B). En el primer caso, esa duda que manifestó el estudiante A, denota que no realizó la lectura analítica del marco teórico (act. 1 de la secuencia didáctica); en el segundo caso el estudiante falló en la conversión de gauss (G) a teslas (T). En los casos anteriores hacerles notar los errores a los estudiantes les permite aprender.

Otros estudiantes solicitan asesoría personalizada, *“Hola Profe buenas noches disculpe la molestia, pero tenía una duda con los ejercicios del quiz honestamente solo los conteste por contestar porque no les entendí, intenté hacerlos durante el día, pero no pude dar con la solución, ¿podría ayudarme?”* (estudiante C). Con el estudiante C, en nuestra sesión por videoconferencia se evidenció que no había entendido, porque, no había realizado la mayoría de las actividades propuestas en la secuencia, pensó que únicamente revisando los videos explicativos era suficiente para resolver los ejercicios.

Respecto a la evaluación de la unidad de aprendizaje, decantamos por conocer, analizar y reflexionar sobre la opinión y valoración de nuestros estudiantes, por medio de un instrumento anónimo diseñado con el objetivo de describir el cotidiano estudiantil y medir el grado de satisfacción en relación con el trabajo realizado por el docente para esta unidad de aprendizaje. Se intituló: Cotidiano estudiantil ante el COVID-19 (anexo 1).

El instrumento estuvo constituido por 17 ítems, de los cuales 47 %, es decir, 8 ítems ofrecieron respuestas con diferentes grados de medición con cinco elementos configurados preliminarmente; donde los niveles totalmente de acuerdo, de acuerdo y ni de acuerdo, ni en desacuerdo están dentro del espectro positivo señala *QuestionPro* (s.f.). El resto fueron preguntas abiertas que buscaron inquirir sobre la velocidad de internet de los estudiantes; constatar los recursos y material didáctico utilizados por el docente; autoevaluación de desempeño; señalar áreas de mejora, opinión sobre cómo fueron evaluados, entre otros (figura 6).



FIGURA 5. Niveles de medición para algunas preguntas del Cotidiano estudiantil ante el COVID-19.

Como refieren Escobar y Nava (2019), para mejorar se debe medir desde la perspectiva de los usuarios, los estudiantes, quienes recibieron este servicio educativo. Estas respuestas no se tratan como datos ordinales, ya que, tal como menciona Bertram (2007) no podemos suponer que los participantes distinguen la diferencia entre cada una de las escalas de medición. Para nosotros, en esta experiencia en el aula virtual, la retroalimentación de los estudiantes ha sido un criterio para continuar mejorando el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes. A continuación, se presentan algunas de las manifestaciones del instrumento diseñado para este propósito, donde de los 72 estudiantes que finalizaron el curso, contribuyó a esta valoración el 90 %.

La pregunta tres enfocada a medir si las instrucciones proporcionadas por el docente fueron proporcionadas en tiempo y forma, se obtuvo una valoración positiva (figura 7).

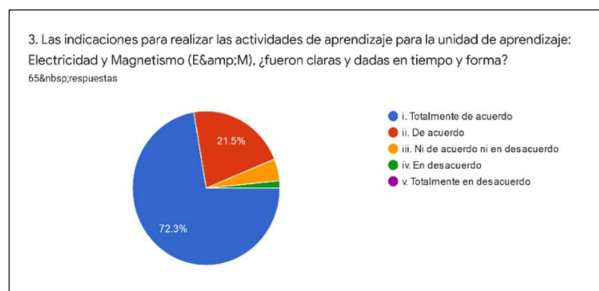


FIGURA 6. Gráfico de la pregunta tres.

Las preguntas ocho, diez, trece, catorce y quince; fueron conducentes a medir si el docente que estuvo atendiendo a los dos grupos en el aula virtual tiene atributos relacionados al perfil del docente 4.0. Las características descritas de acuerdo con IPN (s.f.), son:

- Guía los procesos de aprendizaje de los estudiantes;
- Se apoya de los recursos de la educación 4.0;
- Emplea problemas y actividades de la vida cotidiana en su enseñanza;
- Dirige a los estudiantes en las estrategias de búsqueda, organización y selección de la información;
- Permite que el estudiante descubra nuevo conocimiento por sí mismo;
- Usa estrategias de extrapolación de los aprendizajes para que puedan ser aplicados fuera del aula;
- Se mantiene en constante comunicación con los estudiantes;
- Implementa estrategias de procesos de pensamiento creativo;
- Fomenta el trabajo colaborativo y la construcción conjunta de conocimientos, IPN (s.f.).

Nos percatamos de que esos atributos eran indispensables en este contexto. En todas las respuestas de los estudiantes se consiguió una valoración positiva. Un comentario muy estimulante fue el realizado al docente en relación con el acompañamiento en el aula virtual: *“Me siento muy gozoso de haber concretado este curso de electricidad, acompañado de su gran vocación y entusiasmo. Ciertamente, me encuentro feliz por haberme encontrado con una profesora tan apegada a la ciencia, la ardua búsqueda del conocimiento/proceso de aprendizaje y de la constante acción de cuestionarse acerca de su alrededor”* (estudiante D).

La pregunta doce era relativa a la pertinencia de las actividades para nivel universitario. Inquirir sobre esta apreciación es importante para la siguiente edición del curso, porque los estudiantes exteriorizaron en las reuniones síncronas en Skype y a través del correo electrónico inquietud por el tipo de actividades que les solicitaban otros profesores, tales como: realización de maquetas en lugar de prácticas de laboratorio, sin una rúbrica de evaluación; investigaciones, pero en formato libre, es decir, sin directrices para su elaboración; trabajos de investigación de unidades de aprendizaje complejas, como: química orgánica, pero sin una guía, ni retroalimentación. Respecto a la estimación realizada por los estudiantes respecto de la asignatura impartida, se consiguió una valoración positiva (figura 8).

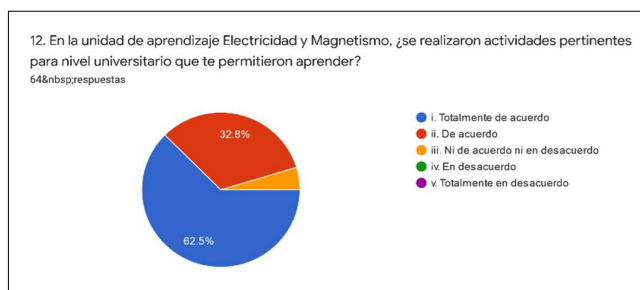


FIGURA 7. Gráfico de la pregunta doce.



## VI. CONCLUSIONES

Esta experiencia ha sido inédita para los alumnos y docentes, en México y en todo el mundo. No se olvidará y será recordada como un parteaguas respecto a transformar la forma en que convivimos, aprendemos, enseñamos y trabajamos. Se aprecia la educación a distancia desde otra perspectiva, que implica investigación, toma de decisiones y continuar aprendiendo.

Fue un aprendizaje enriquecedor para nosotros como profesores, porque pudimos innovar a partir de marcos teóricos y fue estimulante ver los resultados basándonos en logros y cumplimiento de las actividades por parte de los estudiantes. También corroboramos, respecto al uso de tecnologías que, los principiantes somos los docentes, porque, la mayoría de los estudiantes de forma casi natural interactuaron sin dificultades en la plataforma *Google Classroom*; hacían las simulaciones prácticamente de forma intuitiva; la gran mayoría sabía utilizar software para resolver ecuaciones, mapas conceptuales, líneas del tiempo, sin necesidad de que el docente les explicara su uso.

Para los estudiantes desde nuestra perspectiva fue beneficioso que nosotros adaptáramos nuestra planeación al modelo 5E, porque se los acompañó durante su proceso de aprendizaje a través de actividades que los invitaban a explorar, indagar, ejercitarse, analizar, comprender, trabajar en equipo y discutir. Además, su desempeño no se basó en uno o dos exámenes, sino en la valoración de todas sus actividades de aprendizaje (para las dos unidades temáticas en formato virtual fueron alrededor de 43 actividades), más cuatro exámenes.

En el aula virtual que ilustramos la intervención del docente se redujo a un mínimo, en nuestro caso, sólo en los videos explicativos de procedimientos para resolver ejercicios relacionados con el tema que se ejemplificó.

No obstante, aprendizaje a distancia desde nuestra óptica no significa enviar archivos a los estudiantes y que ellos resuelvan ejercicios como puedan; o solo interactuar con el profesor para a partir de un archivo con información y ejercicios resueltos. Ni tampoco significa evaluar apreciativamente. Aprendizaje a distancia es ser partícipes del proceso de aprendizaje de los estudiantes, instruir con actividades de aprendizaje que pueden versar, pero no se limitan a: simulaciones; mapas conceptuales y mentales; más ejercicios; foros de discusión; lecturas de temas científicos que insten la indagación; exámenes, entre muchas otras. Todas debidamente retroalimentadas.

Se logró solucionar el problema de trasposición del formato presencial al formato en línea de la asignatura Electricidad y Magnetismo y, además de concluir todo el programa de estudios; innovamos en la docencia, ya que se dispuso la tecnología y variadas actividades y retroalimentación para continuar apoyando el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes. Con base en las directrices descritas por el IPN sobre Docente 4.0, se logró la atención e interacción con todos los estudiantes, a través de los recursos que se dispusieron para ese propósito.

En cuanto a la interacción con los estudiantes, dada la situación, se considera que en ocasiones estamos tan absorbidos con el trabajo rutinario docente que, eventualmente, se olvidan los múltiples condicionamientos que sufre un estudiante: preocupaciones; problemáticas de salud, familiares y económicas y situaciones imponderables. De los estudiantes que compartieron situaciones personales con nosotros; 4 % de ellos tuvieron pérdidas de vidas en sus núcleos familiares cercanos, tal como nos compartió una estudiante: *“Buenas noches profesora, disculpe la molestia a esta hora lo que pasa es que le quería comentar mi situación. El día de ayer falleció mi abuelita y hoy se llevó a cabo su entierro y todo eso, por esa razón me fue imposible realizar el examen ya que se me juntaron ambas cosas. Espero que me pueda comprender y ayudar a encontrar una solución”* (estudiante E). El 7 % de ellos refirieron una situación económica compleja en sus hogares; porque sus padres viven de negocios que tuvieron que cerrar por instrucciones gubernamentales; uno de los estudiantes refiere que debió vender su computadora personal, para que su familia tuviera ingresos para alimentarse al menos dos semanas. El 4 % de los estudiantes decidieron darse de baja, porque, no se adaptaron al formato a distancia, refieren que no pudieron seguir el ritmo de sus compañeros y se agobiaban por la cantidad de actividades; problemas de conectividad, así lo expresó: *“La razón por el cual no participe en la plataforma es porque al empezar la cuarentena la economía con la que contaba depende de una zona turística “La Marquesa” y fue cerrada para evitar la propagación del virus, de tal manera fui obligado a conseguir un empleo diferente para apoyar al sustento de mi familia entonces se me dificulta participar en las plataformas, además de que el Internet con el que cuento es deficiente así que daré de baja la materia ya que mis conocimientos en electricidad son muy escasos”* (estudiante F).

No todos nuestros estudiantes estuvieron totalmente satisfechos con las decisiones que se tomaron en el aula virtual, por ejemplo, una alumna expresó estar en desacuerdo con la medida que se tomó respecto a uno de los exámenes, se anuló la evaluación a aquellos estudiantes que no enviaran 10 min después del examen sus memorias de cálculo.

*Esperaría comprensión hacia los alumnos que NO somos de ciudad, pues en mi caso no me contó toda mi calificación puesto que me tarde en mandar mi examen, pues mi internet es muy lento y costó mucho enviarse (debido a que soy de una zona no muy habitada y escasa de señal) y eso me afecto mucho a mi calificación”* (estudiante G)

De hecho, la estudiante G envió la evidencia (hizo llegar al docente un oficio de la compañía de internet explicando las fallas del servicio y una carta de su mamá exhortando a la comprensión de la situación). Desafortunadamente, también la deshonestidad académica estuvo presente en nuestra aula virtual; algunos estudiantes entregaban como tareas los mismos archivos, sólo cambiaban el tipo y tamaño de letra. Asimismo, presentaban las mismas memorias de cálculo para los ejercicios; subían el archivo de las tareas vacío, esperando que nadie revisara su contenido.

La siguiente edición en formato virtual de Electricidad y Magnetismo se debe robustecer y mejorar, basándonos en las recomendaciones y áreas de mejora que nuestros estudiantes señalaron, tales como: varios sugirieron mejorar la calidad de los videos en relación con usar una cámara fija y aumentar la calidad de la imagen. Un alumno sugirió que se realizaran más *quizes* de ejercicios; otro alumno sugirió que en las asesorías se debía explicar los procedimientos para realizar los ejercicios (pese a que los videos explicativos se realizaron con ese propósito).

En términos generales, estamos satisfechos con los resultados obtenidos de esta experiencia, cavilamos sobre lo relevante que es estar en constante capacitación a través de las acciones formativas auspiciadas en el IPN y otras instituciones o universidades, para incorporar aquellas estrategias que permitan diseñar experiencias de aprendizaje útiles para nuestros estudiantes. Para los autores de este trabajo, ser partícipes activos de proyectos académicos, como la Red de Seminarios Repensar del IPN, fue clave para lograr estos resultados.

Estamos seguros de que se requiere una infraestructura institucional que permita disminuir la deshonestidad académica, es decir, hacer uso de hologramas para observar lo que realizan los estudiantes durante el momento de la aplicación de algún examen o actividad individual; desde luego sin dejar de lado el potencial relativo a las muchas otras situaciones didácticas que tienen esta técnica avanzada fotográfica (Serra, Vega, Ferrat, Lunazzi y Magallanes, 2009). También, se requiere disponer de una plataforma educativa que bloquee el acceso a internet, tal como, la versión de pago de *Blackboard*, mientras se realiza algún examen.

## REFERENCIAS

- Ablanque, J., Benito, R. M., Losada, J. C., Arranz, F. J., Seidel, L., Cámara, M. E., y Borondo, F. (2008). Laboratorio Virtual de Física en e-learning. *Relada*, 2(3), 131-136.
- Bastida, D. (2019). Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: propuesta para el docente de ciencias. *Revista Científica*, 34(1), 73-80. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.13520>
- Bauer, W. y Westfall, G. D. (2011). *University physics with modern physics*, Vol. 2. McGraw-Hill.
- Bertram, D. (2006) Likert Scales: CPSC 681—Topic Report. Poincare, 1-11. [Consultado el 11 de julio del 2020] Disponible en: <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A. y Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. Colorado Springs, Co: BSCS.
- Ergin, I. (2012). Constructivist approach based 5E model and usability instructional physics. *Latin-American Journal of Physics Education*, 6(1), 14-20.
- Escobar, F. y Nava, R. (2019) Metodología Alternativa para el Aprendizaje de la Dinámica de Fluidos, Caso ESIQIE. *European Scientific Journal*, 15(9), 577-596.
- Google (s.f). Administra la enseñanza y el aprendizaje con Classroom. Consultado el 30 de junio del 2020]. Disponible en: [https://edu.google.com/intl/es-419/products/classroom/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/intl/es-419/products/classroom/?modal_active=none)
- Guisasola, J., Almudí, J.M. y Zubimendi, J. L. (2003). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 79-94.
- Instituto Politécnico Nacional (s.f.). Principales características del docente 4.0. Consultado el 12 de julio del 2020]. Disponible en: <https://docente.4-0.ipn.mx/index.php/innovacion/>
- Kraus, D. (1986). *Electromagnetismo*. Mc Graw-Hill.

Monroy, M. (2017). La planeación de los docentes de matemáticas: un proceso para la reflexión. En J. M. López-Calva (Ed.), *Transformación de la práctica docente universitaria: aproximaciones desde la investigación-acción* (pp. 117-149). México: Colofón; Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

Questionpro (s.f.). ¿Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla? [Consultado el 4 de julio del 2020]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>

Serra, R., Vega, G., Ferrat, A., Lunazzi, J. y Magallanes, D. (2009). El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería. *Revista brasileira de ensino de física*, 31(1), 1401-1.

Serway R. y Jewett J. (2008). *Física para Ciencias e Ingeniería*. Volumen 2. Cengage Learning.

Tecpan, S., Benegas, J., y Zavala, G. (2015). Entendimiento conceptual y dificultades de aprendizaje de Electricidad y Magnetismo identificadas por profesores. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(1), 4.

## ANEXO 1

# Cotidiano estudiantil ante el COVID-19

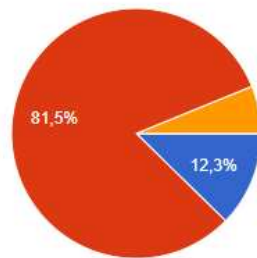
Estimado estudiante.

Solicitamos tu colaboración para que respondas este instrumento con el propósito de encontrar algunos elementos de interés que mejoren el aprendizaje y la experiencia de la unidad de aprendizaje E&M en el formato virtual. El instrumento es ANÓNIMO.

### \*Obligatorio

1. Respecto a las actividades de aprendizaje asignadas (en todas unidades de aprendizaje), tienes a:

65 respuestas



- a) Realizarlas el mismo día.
- b) Las realizas por orden de prioridad.
- c) Las realizas de último momento.
- d) No hago tarea.

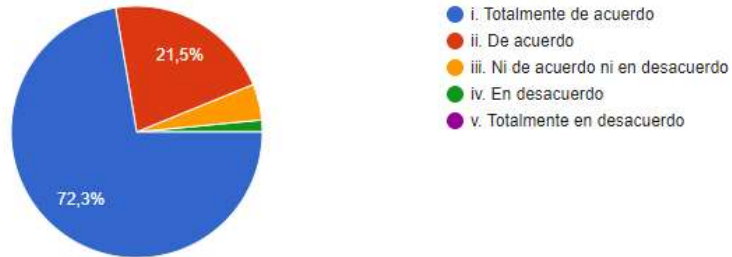
2. ¿Cuál es la velocidad de conexión que tienes (CON UNIDADES)? Ejemplo: 7 Mbps Verifica en esta liga: <https://fast.com/es/>

65 respuestas

14 Mbps  
22 Mbps  
15 Mbps  
28 Mbps  
11 Mbps  
17 Mbps  
1.8Mbps  
2.4 Mbps  
4.7

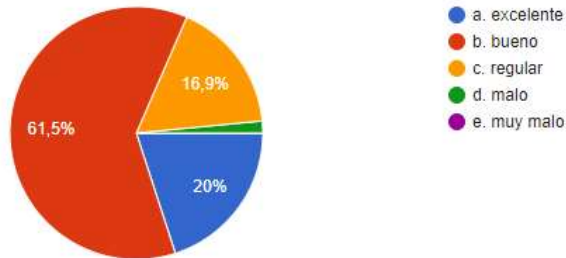
3. Las indicaciones para realizar las actividades de aprendizaje para la unidad de aprendizaje: Electricidad y Magnetismo (E&M), ¿fueron claras y dadas en tiempo y forma?

65 respuestas



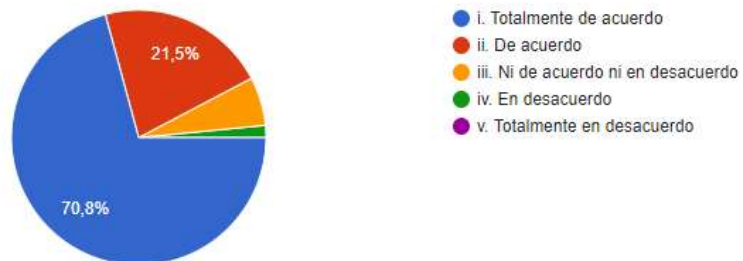
4. ¿Cómo evalúas tu desempeño en relación al compromiso, dedicación, y calidad en la realización de las actividades de aprendizaje de E&M?

65 respuestas



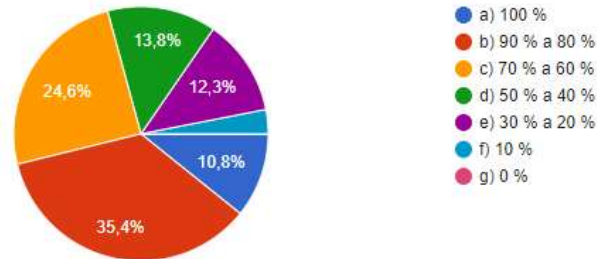
5. ¿Consideras que se te evalúa de forma justa en esta modalidad, específicamente para E&M?

65 respuestas



6. ¿Qué porcentaje de las unidades de aprendizaje que migraron a formato en línea consideras cumplieron el objetivo: APRENDER?

65 respuestas



7. En este contexto de aprendizaje en línea, ¿cuáles factores (recursos didácticos, actividades de aprendizaje, actitud del profesor [conocimiento, atención y retroalimentación], actitud del estudiante) consideras esenciales para el logro de objetivos tan básicos como aprender lo mínimo necesario para E&M?

65 respuestas

Actitud del profesor

Más que nada fue el compromiso de la maestra y su empeño que aprendemos algo y otros factores son la actitud de nosotros dos alumnos por aprender

actitud del profesor (que de la maestra fabiola fue una ctitud muy genial y buena)

La profesora siempre estuvo al pendiente de nosotros, nos respondía dudas e informaba cualquier suceso, nos subía videos explicativos y ejercicios resueltos guía

atención, retroalimentación y actitud del estudiante es lo esencial

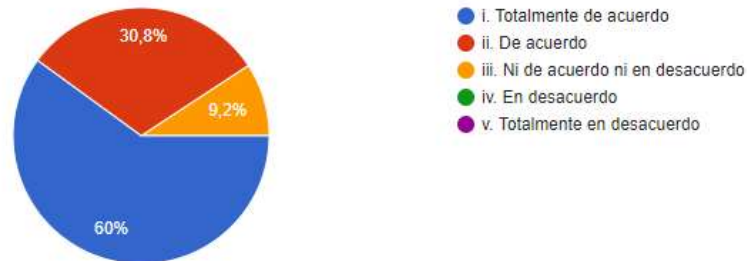
Actividades de aprendizaje, recursos didácticos, conocimiento y actitud del profesor

La actitud del profesor y su disposición y lo fundamental

Considero que la acttutud de ambas partes, tanto la del profesor como de los estudiantes son lo más importante ya que sin eso ni si quiera sería posible las clases en esta modalidad

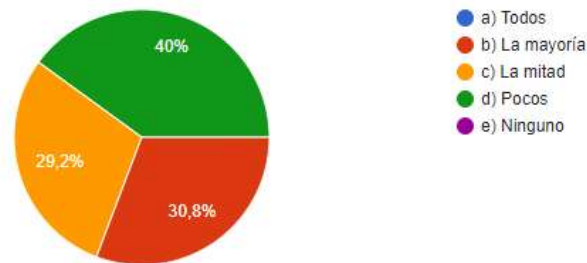
8. En la unidad de aprendizaje E&M, ¿se te dirigió en estrategias de búsqueda, organización y selección de información; con las actividades diseñadas descubriste conocimientos por ti mismo; además te presentaron actividades de aplicaciones fuera del aula (ámbito laboral o aplicación a la vida diaria)?

65 respuestas



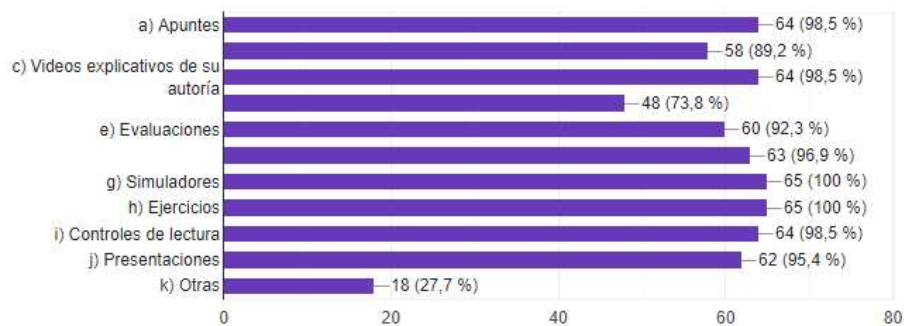
9. ¿Qué segmento del total de tus profesores asignados para el semestre 2020-2 guio tu proceso de aprendizaje?

65 respuestas



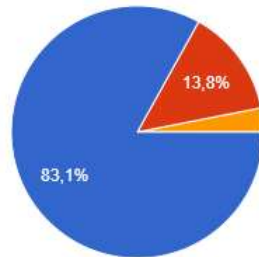
10. ¿Qué tipo de recursos usó tu profesora?

65 respuestas



11. En la unidad de aprendizaje Electricidad y Magnetismo, ¿terminaron el programa de estudios?

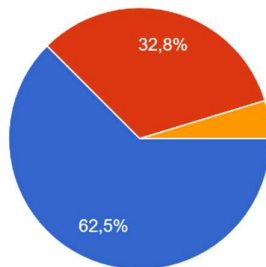
65 respuestas



- i. Totalmente de acuerdo
- ii. De acuerdo
- iii. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- iv. En desacuerdo
- v. Totalmente en desacuerdo

12. En la unidad de aprendizaje Electricidad y Magnetismo, ¿se realizaron actividades pertinentes para nivel universitario que te permitieron aprender?

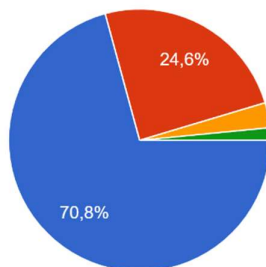
64 respuestas



- i. Totalmente de acuerdo
- ii. De acuerdo
- iii. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- iv. En desacuerdo
- v. Totalmente en desacuerdo

13. Tu profesora en esta unidad de aprendizaje, ¿atendió tus dudas de forma expedita [sin trabas] y pronta?

65 respuestas

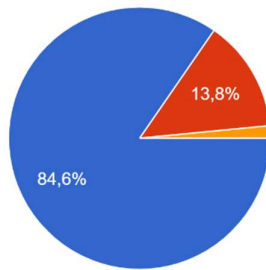


- i. Totalmente de acuerdo
- ii. De acuerdo
- iii. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- iv. En desacuerdo
- v. Totalmente en desacuerdo



14. La profesora mantuvo comunicación constante:

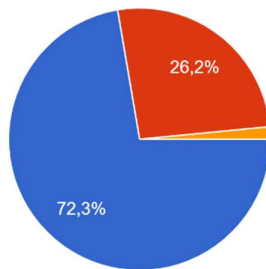
65 respuestas



- i. Totalmente de acuerdo
- ii. De acuerdo
- iii. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- iv. En desacuerdo
- v. Totalmente en desacuerdo

15. En la unidad de aprendizaje Electricidad y Magnetismo, se fomentaron el trabajo colaborativo y la construcción conjunta de conocimientos:

65 respuestas



- i. Totalmente de acuerdo
- ii. De acuerdo
- iii. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- iv. En desacuerdo
- v. Totalmente en desacuerdo

16. Si tienes alguna queja respecto al servicio educativo (planeación y ejecución del programa; retroalimentación clara y oportuna; atención al estudiante de forma cordial y eficiente; seguimiento del proceso de aprendizaje) proporcionado por la profesora de Electricidad y Magnetismo [Fabiola Escobar Moreno], descríbela:

65 respuestas

Ninguna
Ninguna
ninguna
No
No hay ninguna queja
No tengo ninguna queja; es una profesora bastante atenta y excelente siempre estuvo al tanto de nuestras dudas siempre, además de que nos proporciono mucho material para aprender. Mi respeto y reconocimiento a la maestra Fabiola Escobar Moreno.
No hay quejas, es una excelente profesora y de las únicas que nos apoyó en este proceso
La profesora trabajo de manera excelente y responsable, no tengo ninguna queja

17. Escribe alguna recomendación o sugerencia para mejorar el trabajo virtual en la unidad de aprendizaje Electricidad y Magnetismo desempeñado por [Fabiola Escobar Moreno]:

65 respuestas

Todo bien
Una sugerencia sería que cuando suba diapositivas sean de ella con todo respeto por qué a las diapositivas del otro profesor no les entendía muy bien mejor forma de aprender fueron los videos sin ninguna duda
Si se susitaria alguna otra situacion de esta gravedad (esperemos que no) yo recomendaria que la evaluacion fuera completamente en trabajos y actividades , omitiendo el examen porque apesar de estar en tu casa, los nervios del examen estan presentes y no todo alumno es autodidacta por lo tanto que quede en nosotros el aprendizaje pero que un examen rapido en linea no afecte nuestra calificacion
Dar la solución correcta para los ejercicios de quiz ya que en ocasiones los tuve mal y no sabía en que me equivoqué
Comentario: A pesar de la situación por la que estamos pasando, se encargó de todo el trabajo como lo había planeado sin pensar en esto; en lo personal me asombra la rápida adaptación que logro, que logramos hacer profesora, felicidades!