

Artículo

La Importancia de las Herramientas Físicas y Matemáticas en la Enseñanza de la Ingeniería Eléctrica dentro de la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Miranda Abigail Ortiz ¹

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Canadá, Cd. Gral. Escobedo, C.P. 66050, Nuevo León, México.

Correspondencia: mortiza@uanl.edu.mx

Resumen: La enseñanza de cualquier unidad de aprendizaje en ingeniería siempre trae implícito un conocimiento matemático, que el estudiante se infiere tiene ya pleno dominio de este conocimiento al llegar a la mitad de su carrera profesional. Desgraciadamente, en muchos casos, esto no es posible debido a múltiples deficiencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las unidades de aprendizaje del área de ciencias básicas, principalmente de matemáticas y cursos básicos de física clásica. En esta investigación se analizará el cómo la falta de conocimientos tanto de matemáticas como de física, perjudican gravemente el proceso de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica a nivel superior en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Keywords: matemáticas, física, proceso enseñanza-aprendizaje, unidad de aprendizaje, enfoque de enseñanza.

1. Introducción

La Ingeniería Eléctrica tiene por objeto convertir energía eléctrica en otras formas de energía, la transmisión y distribución de su energía en forma eléctrica, su regulación y transformación para utilización posterior. En general, no se puede considerar propiamente a la energía eléctrica en si como un fin útil, sino que más bien es convertida en energía mecánica en motores, relés y electroimanes; energía calorífica, en hornos y fundiciones; energía sonora, en altavoces; energía lumínica, a través de sistemas de alumbrado; o en energía química a través de procesos electrolíticos. En base al objeto de estudio de la Ingeniería Eléctrica, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), define a la Ingeniería Eléctrica como la disciplina que tiene como objetivo planear, proyectar, diseñar, innovar, instalar, construir, coordinar, dirigir, mantener y administrar equipos y sistemas, aparatos y dispositivos, destinados a la generación, transformación y aprovechamiento de la energía eléctrica en todas sus aplicaciones; así como operar equipos y materiales eléctricos tomando en cuenta su interrelación con los sistemas de potencia, distribución y utilización; además de participar en la construcción, mantenimiento, conservación y administración de la planta productiva con una visión integral del desarrollo social, económico e industrial del país.

Flores, Cruz, J.A.; Avalos, Villarreal, E. y Camarena, Gallardo, P. (2014) consideran a la Ingeniería Eléctrica como una de las múltiples ramas del estudio de la ingeniería, que se dedica al estudio de los fenómenos electromagnéticos, los cuales son aplicados para la generación, transmisión, control, distribución, comercialización y conversión de la energía eléctrica, lo que permite el desarrollo de los países; de igual forma, se ocupa del diseño, fabricación, análisis, funcionamiento y mantenimiento de dispositivos y sistemas electrónicos que controlan, procesan y transmiten información.

Dada la naturaleza de las definiciones mencionadas, la Ingeniería Eléctrica se encuentra intrínsecamente relacionada con otras ingenierías, al respecto Fitzgerald, A.E & Higginbotham, D.E. (1967) nos mencionan algunas de estas relaciones:

1. Los ingenieros mecánicos utilizan los productos de la Ingeniería Eléctrica (corriente eléctrica, voltaje, potencia) en la aplicación y regulación de los motores eléctricos, como parte de las centrales eléctricas, en la medición a través de sensores, y en el control y procesamiento de las variables industriales medidas.
2. Los ingenieros químicos utilizan los mismos productos de la Ingeniería Eléctrica para la regulación de los procesos de calefacción y refrigeración, además del funcionamiento de equipos industriales como bombas, sistemas de operaciones unitarias, reactores químicos y en el desarrollo y equipamiento de instrumentación industrial y de laboratorio.
3. Los ingenieros civiles y de estructuras estudian los sistemas de distribución de la energía eléctrica a través de instalaciones como: casas habitación, centros comerciales, naves industriales, vías públicas, etc.

4. Los ingenieros aeronáuticos utilizan muchas de las aplicaciones esenciales de la electricidad para la producción de energía, medida y regulación de aparatos de aviación y proyectiles dirigidos.

En lo que concierne a la industria alimentaria, podemos indicar que es uno de las más importantes en México, y juega un papel fundamental en la economía del país. Sin embargo, el proceso de producción de alimentos requiere de un suministro constante de energía eléctrica para mantener las empresas en funcionamiento. La electricidad es necesaria en todas las etapas de la producción de alimentos, desde la siembra y el cultivo hasta el transporte y la distribución. Algunos de los procesos de producción que requieren energía eléctrica son:

- Conservación de alimentos
- Procesamiento y envasado
- Iluminación y climatización de fábricas, almacenes y centros de distribución.
- Control de calidad y laboratorios.

Dados los requerimientos mencionados para la industria alimentaria a nivel nacional, la Facultad de Agronomía (FA) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) imparte dentro de la carrera Ingeniero en Industrias Alimentarias (Plan 420) y Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias (Plan 430), la unidad de aprendizaje de Ingeniería Eléctrica en el cuarto semestre de ambos planes de estudio vigentes actualmente. Para esta unidad de aprendizaje se ha desarrollado un programa analítico que contempla una serie de propósitos y competencias, que son necesarias para que el estudiante pueda integrarse no solo al mercado laboral, sino mundial de la industria alimentaria. Con el fin de citar estos propósitos y competencias, se señalarán del programa analítico realizado por Luna, Alejandro y Ortiz, Miranda Abigail, (2020).

En cuanto a los propósitos de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, tenemos los siguientes:

1. Contribuirá a integrar al perfil del futuro Ingeniero en Industrias Alimentarias al resolver problemas relacionados con circuitos eléctricos y electrónicos en las instalaciones de una organización, así como el funcionamiento de máquinas eléctricas. Lo cual, es necesario en su formación ya que como egresado tiene que contribuir a la eficiencia del uso de la energía eléctrica en diferentes tipos de industria, especialmente la alimentaria.
2. La Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica se correlaciona con Mecánica de materiales por el uso de diferentes elementos mecánicos en la construcción de sistemas eléctricos y electrónicos, y por las propiedades eléctricas de los materiales; proporcionando al estudiante el conocimiento para construir máquinas eléctricas y magnéticas. De la misma forma, se correlaciona con la Unidad de Aprendizaje Mecatrónica, al llevar a cabo análisis, diseño y montaje de circuitos eléctricos y electrónicos que le permitirán en mecatrónica automatizar para diferentes procesos de alimentos a nivel industrial.
3. Otro propósito, es que el estudiante interprete señales eléctricas y digitales en sus diversos tipos de lenguaje con el fin de reestructurar su propio pensamiento; así como podrá establecer relaciones interpersonales con base en los valores promovidos por la Universidad buscando el bien común. También actuará con eficacia alcanzando los objetivos que se han marcado en situaciones adversas del procesamiento de alimentos (presión de tiempo, desacuerdo, oposición, entre otros).

En lo que respecta a las competencias de egreso hay dos muy importantes, que nos llevan a profundizar en el objetivo de esta investigación:

1. Utilizar los lenguajes lógico, formal, matemático, icónico, verbal y no verbal de acuerdo con su etapa de vida, para comprender, interpretar y expresar ideas, sentimientos, teorías y corrientes de pensamiento con un enfoque ecuménico.
2. Proveer soluciones a problemas de la ingeniería y tecnología del procesamiento de alimentos, a través del diseño de experimentos, el análisis e interpretación de datos estadísticos y modelos matemáticos que permitan el mejoramiento de la calidad de diferentes productos que ofrezca una organización.

Como ya se había indicado con anterioridad, la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, se imparte en la FA de la UANL, en el cuarto semestre de la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias. Actualmente se tienen en vigencia dos planes de estudio, el plan 420 o modalidad presencial y el plan 430 o modalidad mixta; de ambos planes

de estudio se obtuvieron las Unidades de Aprendizaje que los estudiantes deben cursar previamente, y que servirán como una base sólida para emprender el estudio de la Ingeniería Eléctrica. Las Unidades de Aprendizaje se muestran en la tabla 1.

Comenzando el análisis de la tabla 1 para el plan 420, cabe aclarar que los primeros tres semestres al momento de escribir este artículo, ya no se imparten porque los estudiantes han ido avanzando en su carrera, el plan 430 lleva su primera generación por comenzar su quinto semestre. Por lo tanto, en este semestre (enero-junio 2024) que acaba de concluir, su tuvieron disponibles un grupo de estudiantes de Ingeniería Eléctrica del plan 420 y uno del plan 430, con los cuales se realizará la comparativa entre ambos planes de estudio, que es el objetivo de esta investigación.

Tabla 1.

	Plan 420 (presencial)	Plan 430 (mixta)
Primer semestre	Matemáticas y Algebra Lineal	Cálculo Diferencial
Segundo semestre	Cálculo Diferencial	Algebra Lineal Cálculo Integral Física
Tercer semestre	Cálculo Integral	Ecuaciones Diferenciales
Cuarto semestre	Ecuaciones Diferenciales	

Extracto de las Unidades de Aprendizaje de matemáticas y física, que se deben de cursar como base previa para el estudio de la Ingeniería Eléctrica.

En el primer semestre del plan 420, se incluye una Unidad de Aprendizaje de Matemáticas Básicas y Algebra Lineal, la cual, en acuerdo con los contenidos temáticos, si cumple con los requerimientos matemáticos (precálculo, funciones matemáticas, técnicas de algebra básica), que son indispensables para aplicarlos en la solución de problemas de Ingeniería Eléctrica. Esto debido a que combina las bases necesarias para el estudio del Cálculo Diferencial e Integral, con los aspectos elementales del algebra matricial y la solución de sistemas de ecuaciones lineales, bastante importantes al momento de resolver circuitos eléctricos. En segundo y tercer semestre aparecen las Unidades de Calculo Diferencial y Calculo integral respectivamente, llevando hasta el momento una secuencia matemática conforme a un nivel de ingeniería y posteriormente en cuarto semestre se llega a la Unidad de Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales. Desde el punto de vista estrictamente matemático, la secuencia de la tabla 1, para el plan 420, es totalmente adecuada para el estudio de la Ingeniería Eléctrica, no obstante, existe un inconveniente: el que la Unidad de Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales aparece en el mismo semestre que Ingeniería Eléctrica, lo que provoca en el estudiante una dificultad de aplicar, por ejemplo, el modelado de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden en la solución de circuitos de análisis de respuesta transitoria.

Una dificultad más que se puede apreciar en la Tabla 1, es la ausencia de un curso introductorio de Física General, en primer o segundo semestre, ya que el estudiante al cursar Ingeniería Eléctrica presenta deficiencias en la comprensión de conceptos básicos como carga eléctrica, potencial eléctrico o voltaje, fuerza eléctrica, potencia eléctrica, entre otros. Como consecuencia de esto es tener que comenzar el estudio de estos conceptos retomando bases cuya enseñanza corresponde a la escuela preparatoria; ralentizando así el contenido temático de un curso de nivel superior.

En lo que respecta al análisis del plan 430, es conveniente indicar que en sus dos primeros semestres aplica una modalidad mixta, es decir, que no todas las frecuencias son presenciales, por ejemplo, una Unidad de Aprendizaje de Física con frecuencia de cuatro horas a la semana, dos son presenciales y dos son a través de la plataforma NEXUS de la UANL. En base a la experiencia docente en los dos años que lleva la implementación de este plan de estudios, es que los estudiantes mencionan en clase, que no existe un aprendizaje significativo bajo este sistema mixto en los primeros dos semestres, ya que consideran que el tipo de Unidades de Aprendizaje que se cursan en estos primeros dos semestres, por la cantidad de contenido temático que se revisa, ameritan totalmente una modalidad presencial, además de que se realizan muy pocos problemas con aplicaciones a las Unidades de Aprendizaje posteriores de la malla curricular de la

Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias. Al revisar la estructura de la Tabla 1, inmediatamente nos podemos percatar de la no existencia de un curso de Matemáticas Básicas o Precálculo, comenzando la formación profesional directamente con el Cálculo Diferencial. Después, en segundo semestre se incluyen Unidades de Aprendizaje de Álgebra Lineal, Cálculo Integral y Física, las cuales son correctas y necesarias que se incluyan en la formación del estudiante, sin embargo, estas asignaturas, junto con Cálculo Diferencial deberían ser presenciales para un óptimo desempeño posterior del estudiante dentro de su estancia en la Licenciatura. A diferencia del plan 420, en el plan 430 se adelanta un semestre Ecuaciones Diferenciales, evitando así el traslape con Ingeniería Eléctrica y las dificultades ya mencionadas.

En esta investigación se pondrá a prueba la hipótesis de que el rendimiento académico de los estudiantes en la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias es mayor en el plan 420 que en el plan 430, tomando como parámetro la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica en el cuarto semestre de ambos planes de estudio. Dentro de la estructura del presente artículo se presentarán las bases físicas y matemáticas para el estudio de la Ingeniería Eléctrica en la primera sección, después se realizará una revisión bibliográfica sobre los principales enfoques y métodos de enseñanza en ingeniería, así como el diseño de los reactivos de examen en la segunda sección. En la tercera sección se describirá la metodología experimental que llevará a cabo en esta investigación y en la quinta sección se mostrarán los resultados obtenidos del estudio realizado. Finalmente presentaremos una discusión a la investigación realizada y sus respectivas conclusiones.

2. Materiales y Métodos

2.1 Bases físicas y matemáticas para el estudio de la Ingeniería Eléctrica

Hablar sobre la formación de ingenieros genera muchas reflexiones, más aún cuando la sociedad requiere de un profesional de alta calidad, especialista e investigador, con capacidad de adaptación a las exigencias del mañana. Dentro de este campo, se puede establecer una subdivisión en tres grupos principales en la formación profesional de la ingeniería: la Fundamentación Científica, la Fundamentación en Procesos de Ingeniería y la Formación Social y Humanística (Lagos Figueroa, Jaime, A., 2017). Al respecto, Lagos Figueroa, Jaime, A., (2017) indica lo siguiente:

“Dentro de las comunidades de ingenieros, frecuentemente, se dan muchos debates y reflexiones acerca de los orígenes y la pertinencia de las ciencias básicas, en el ámbito formativo. Las dudas surgen, pues, en el momento de la aplicación y el ejercicio profesional de la ingeniería, las relaciones disciplinares (con áreas como la física o las matemáticas) no se hacen tan evidentes; por lo menos, en la mayoría de las ingenierías particulares. Lo que sí ocurre en casos como la Ingeniería Eléctrica, por citar un ejemplo. Esto lleva a discusiones, respecto al hecho de que una ingeniería se considera como tal, si aplica o no directamente la química, la física y las matemáticas (tradicionalmente, la ingeniería se ha relacionado con la aplicación de las ciencias básicas en la solución de problemas)”.

En estas palabras, se nos invita a reflexionar sobre el papel que tienen las matemáticas y la física no solo en la ingeniería, sino también en la enseñanza de la ingeniería. Por lo tanto, es necesario implementar en el aula de clase un proceso pedagógico de enseñanza aprendizaje que genere un aprendizaje significativo, haciendo sinergia en la aplicación de los fundamentos físicos y matemáticos en la solución de los problemas de la Ingeniería Eléctrica; además, de enfocarse en la interpretación y significado de los resultados obtenidos.

El estudio de cualquier ingeniería se basa en los principios o leyes físicas que gobiernan en la naturaleza, no obstante, es importante destacar que tales principios o leyes como lo describió Galileo Galilei están forjados en un vocabulario estrictamente matemático, de ahí pues la importancia de que el estudiante comprenda las bases físicas de la naturaleza y su dominio y aplicación en el lenguaje matemático.

Di Domenicantonio, Rossana (2018) establece que un ingeniero debe identificar y comprender los obstáculos más importantes para poder realizar un buen diseño en la industria. El conocimiento de la física, la matemática, además del factor de la experiencia son utilizados por los ingenieros para encontrar las mejores soluciones a problemas concretos, creando modelos matemáticos que les permitan analizarlos y obtener potenciales soluciones optimizando los recursos disponibles.

Otra perspectiva más de la importancia de las matemáticas y la física en ingeniería la otorga Iriarte Balderrama, R. (2024): “la ingeniería no existiría sin las matemáticas. A la inversa, la sentencia podría ser falsa, las matemáticas existen,

independientemente de la ingeniería. Sin embargo, para los ingenieros, lo importante es convencerse, no de las matemáticas en sí mismas, sino de la aplicación de ellas. Las matemáticas aplicadas son las que han permitido lograr el desarrollo que ha alcanzado la ingeniería”.

En base a los diversos testimonios mostrados acerca de la importancia de la enseñanza de las bases de las matemáticas y la física en cualquier ingeniería, en particular en la Ingeniería Eléctrica, nos dispondremos a desglosar estas bases en acuerdo con el contenido temático de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Nuestra asignatura objetivo de estudio de esta investigación, está dividida en tres etapas o fases durante el semestre, en las cuales existe una determinada cantidad de temas que se deben de cubrir durante cada periodo, estos contenidos temáticos se muestran en la tabla 2, y fueron extraídos del programa analítico vigente de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica (Luna, Alejandro y Ortiz, Miranda Abigail, 2020).

Tabla 2.

Fase 1. Circuitos de corriente directa (CD) en estado estable.	Fase 2. Análisis transitorio para circuitos de corriente directa (CD).	Fase 3. Circuitos de corriente alterna en estado estable (CA).
1. Carga eléctrica y fuerza eléctrica. Ley de Coulomb. 2. Corriente eléctrica, voltaje y resistencia. 3. Potencia eléctrica. 4. Ley de Ohm. 5. Circuitos en serie y Paralelo. 6. Leyes de Kirchhoff. 7. Técnicas de análisis de circuitos (análisis de mallas y nodos). 8. Transformación delta-estrella y estrella-delta. 9. Teorema de Thevenin y Norton. 10. Teorema de la máxima transferencia de potencia.	1. Inductores o bobinas. 2. Combinación de inductores. 3. Capacitores o condensadores. 4. Combinación de capacitores. 5. Análisis de respuesta transitoria. 6. Circuito RL y RC serie y paralelo en respuesta natural. 7. Circuito RL y RC serie y paralelo en respuesta forzada. 8. Circuito RLC serie y paralelo en respuesta natural. 9. Circuito RLC serie y paralelo en respuesta forzada.	1. Corriente alterna senoidal. 2. Circuito puramente resistivo. 3. Circuito puramente inductivo. 4. Circuito puramente capacitivo. 5. Reactancias e Impedancias. 6. Fasores y conversiones. 7. Circuitos RLC de corriente alterna en estado estable. 8. Análisis de potencia en estado estable. 9. Potencia activa, reactiva y total. 10. Factor de potencia. 11. Corrección del factor de potencia. 12. Circuitos trifásicos en delta y estrella.

Contenido temático por fase de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

A continuación, realizaremos el análisis de las herramientas físicas y matemáticas de los contenidos temáticos mostrados en la tabla 2, fase por fase. El análisis de cada tema correspondiente a su respectiva fase se ilustra en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3.

Fase 1 Circuitos de corriente directa (CD) en estado estable.	Herramientas físicas y matemáticas requeridas para abordar el tema.
Carga eléctrica y fuerza eléctrica. Ley de Coulomb.	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, ecuaciones cuadráticas, trigonometría plana. Herramientas físicas: fuerza, sumatoria de fuerzas, equilibrio, diagramas vectoriales.
Corriente eléctrica, voltaje y resistencia.	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, técnicas básicas de derivación, técnicas básicas de integración. Herramientas físicas: concepto de carga eléctrica, naturaleza de los materiales.
Ley de Ohm.	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, función directamente proporcional, función inversamente proporcional, concepto de asíntota vertical. Herramientas físicas: relación del concepto de asíntota vertical con el de corto circuito.
Potencia Eléctrica.	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, derivación. Herramientas físicas: concepto de trabajo y teorema del trabajo y la energía.
Circuitos en serie y Paralelo.	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, cálculos aritméticos para realizar un balance de energía. Herramientas físicas: reducción en base al concepto de resistencia equivalente.
Leyes de Kirchhoff.	Herramientas matemáticas: ecuaciones lineales, convención de signos algebraicos. Herramientas físicas: concepto de lazo o malla y nodo.
Técnicas de análisis de circuitos (análisis de mallas y nodos).	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales, matrices, determinantes. Herramientas físicas: análisis de la malla o lazo y nodo.
Transformación delta-estrella y estrella-delta.	Herramientas matemáticas: evaluación de funciones. Herramientas físicas: reducción de circuitos.
Teorema de Thévenin y Norton.	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales, matrices, determinantes, evaluación de funciones. Herramientas físicas: análisis de la malla o lazo y nodo, reducción de circuitos.
Teorema de la máxima transferencia de potencia.	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales, matrices, determinantes, evaluación de funciones, cálculo de puntos máximos en funciones, criterio de la primera derivada. Herramientas físicas: análisis de la malla o lazo y nodo, reducción de circuitos.

Herramientas matemáticas y físicas por contenido temático en la fase 1 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 4.

Fase 2 Análisis transitorio para circuitos de corriente directa (CD).	Herramientas físicas y matemáticas requeridas para abordar el tema.
Inductores o bobinas.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de campo magnético, fuerza magnética, trabajo, energía y potencia.
Combinación de inductores.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de campo magnético, fuerza magnética, trabajo, energía y potencia.
Capacitores o condensadores.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de campo eléctrico, fuerza eléctrica, trabajo, energía y potencia.
Combinación de capacitores.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de campo eléctrico, fuerza eléctrica, trabajo, energía y potencia.
Análisis de respuesta transitoria.	Herramientas matemáticas: función constante, función lineal, función exponencial base "e", modelado con ecuaciones diferenciales ordinarias. Herramientas físicas: distinción de una situación física estable a una situación que cambia con respecto al tiempo.
Circuito RL y RC serie y paralelo en respuesta natural.	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, método de separación de variables. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Circuito RL y RC serie y paralelo en respuesta forzada.	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, método del factor integrante, sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden, transformada de Laplace. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Circuito RLC serie y paralelo en respuesta natural.	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden, método de coeficientes constantes, números complejos. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Circuito RLC serie y paralelo en respuesta forzada.	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden, método de coeficientes indeterminados, números complejos, teorema de superposición, variación de parámetros. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.

Herramientas matemáticas y físicas por contenido temático en la fase 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 5.

Fase 3 Circuitos de corriente alterna en estado estable (CA).	Herramientas físicas y matemáticas requeridas para abordar el tema.
Corriente alterna senoidal.	Herramientas matemáticas: funciones seno y coseno. Herramientas físicas: amplitud de onda, periodo, frecuencia.
Circuito puramente resistivo.	Herramientas matemáticas: integración de funciones senoidales. Herramientas físicas: valores eficaces de corriente y voltaje.
Circuito puramente inductivo.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de reactancia inductiva.
Circuito puramente capacitivo.	Herramientas matemáticas: derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de reactancia capacitiva.
Reactancias e Impedancias.	Herramientas matemáticas: algebra compleja, regla de suma y resta de números complejos. Herramientas físicas: análisis de la parte real e imaginaria de un número complejo.
Fasores y conversiones.	Herramientas matemáticas: forma rectangular y polar de un número complejo. Herramientas físicas: equivalencia física del fasor con la función seno.
Circuitos RLC de corriente alterna en estado estable.	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales con números complejos. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Análisis de potencia en estado estable.	Herramientas matemáticas: funciones seno y coseno, derivación, integración. Herramientas físicas: concepto de potencia eléctrica.
Potencia activa, reactiva y total.	Herramientas matemáticas: Trigonometría plana. Herramientas físicas: ley de Ohm, concepto de potencia eléctrica.
Factor de potencia.	Herramientas matemáticas: Trigonometría plana. Herramientas físicas: ley de Ohm, concepto de potencia eléctrica.
Corrección del factor de potencia.	Herramientas matemáticas: Trigonometría plana. Herramientas físicas: ley de Ohm, concepto de potencia eléctrica.
Circuitos trifásicos en delta y estrella.	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales con números complejos. Herramientas físicas: ley de Ohm, concepto de potencia eléctrica, configuraciones en delta y en estrella.

Herramientas matemáticas y físicas por contenido temático en la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

En resumen, después del análisis de las tablas 3, 4 y 5, podemos concluir que la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica para la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias, posee una importante carga de conceptos matemáticos y físicos a ser considerados durante la formación previa del estudiante, antes de abordar esta Unidad de Aprendizaje. Solo de esta manera, se garantiza un éxito en el Aprendizaje Significativo de la Ingeniería Eléctrica, de

manera que el estudiante tendrá las bases sólidas necesarias para cursar asignaturas más avanzadas como la Mecatrónica y el Control de Procesos Alimentarios en esta misma Licenciatura.

2.2 Bases físicas y matemáticas para el estudio de la Ingeniería Eléctrica

En las carreras de ingeniería las estadísticas muestran el alto índice de alumnos no aprobados en las materias de matemáticas y física, uno de los factores que más influyen en esta problemática lo encontramos en la forma tradicional de abordar los temas, los cuales se encuentran totalmente desvinculados de la propia ingeniería. Esta situación a la larga repercute en una deficiente habilidad para modelar problemas de ingeniería durante la vida profesional del egresado. La falta de integración de los conocimientos de matemáticas con los de las materias propias de ingeniería que durante su carrera cursó el alumno lo lleva a esta problemática, creándole confusión y propiciando que subestime la importancia de las matemáticas y la física en su carrera (Cruz Galindo, Pedro, 2023).

Por tal motivo, es necesario que en Unidades de Aprendizaje previas a las asignaturas de ingeniería (Termodinámica, Transferencia de calor y masa, Operaciones Unitarias, por ejemplo), se traten las materias de matemáticas y física con orientación a aplicaciones que los estudiantes van a ocupar en la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias. El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje debe ser tal que permita al estudiante dominar dos puntos principales al momento de resolver problemas de ingeniería:

- En primer lugar, conocer el principio, concepto o ley física a utilizar para una determinada situación problemática.
- En segundo lugar y en base a su planteamiento y concepto físico a utilizar, ahora es primordial que muestre un manejo de las herramientas matemáticas necesarias para que el concepto físico utilizado otorgue la respuesta satisfactoria.

En este punto, podemos añadir que también es importante que el estudiante muestre la capacidad de volver a aplicar sus concepciones físicas, con la finalidad de interpretar si el resultado que ha obtenido es correcto. Por lo tanto, el objetivo de esta sección es mostrar una recopilación de los principales enfoques y métodos de enseñanza de las matemáticas y la física en la ingeniería.

Los enfoques de enseñanza describen cómo enseñan los profesores en base a las intenciones y estrategias que utilizan y las concepciones de la enseñanza describe las creencias que los profesores tienen acerca de la enseñanza y a las que subyacen también propósitos y estrategias que ponen en funcionamiento cuando enseñan (Hernández P., Fuensanta; Maquilón S., Javier y Monroy H., Fuensanta, 2012). En la línea de enfoques se hace una distinción general entre aquellos profesores que centran su trabajo en el aprendizaje de los estudiantes considerándose facilitadores del proceso de aprendizaje; y aquellos que centran o enfocan su trabajo en el contenido considerando a los estudiantes como recipientes pasivos de la información transmitida (Kember y Kwan, 2000; Prosser y Trigwell, 1999; Trigwell y Prosser, 1996a; Trigwell, Prosser, y Waterhouse, 1999). Autores como Biggs (2003) y Vermunt y Verloop, (1999) abogan por que el profesor instalado en el perfil de profesor basado en la enseñanza se transforme en un profesor centrado en el aprendizaje y que ayude a los estudiantes en la construcción de su conocimiento. Cuando el profesorado es consciente acerca de la influencia que esta forma de enfocar la enseñanza tiene en la calidad de los aprendizajes posibilita que los profesores transiten de un modelo a otro, y si esto viene acompañado con programas de mejora de la docencia, los resultados pueden ser más satisfactorios tal y como informan autores como Postareff, Lindblom-Ylänne y Nevgi (2007) y Gibbs y Coffey (2004).

En el caso de los métodos de enseñanza, estos se definen como un conjunto de técnicas y principios aplicados por los profesores, para lograr el aprendizaje deseado en los estudiantes y que desarrollen sus capacidades. Para que un método de enseñanza sea eficiente hay que considerar los aspectos y singularidades de los estudiantes, como qué es lo que debe aprender, cómo son sus capacidades cognitivas y de aprendizaje, determinando sus fortalezas y debilidades. Sin embargo, es preciso realizar una revisión más profunda acerca de la definición de método de enseñanza antes de mostrar una clasificación de ellos y cuál es el método en nos fundamentaremos en esta investigación.

Skatkin y Danilov (1974), citados por Reyes y Pairot, (2009), consideraron que: “el método de enseñanza supone la interrelación indispensable de maestro y estudiante, durante cuyo proceso el maestro organiza la actividad del alumno

sobre el objeto de estudio, y como resultado de esta actividad, se produce por parte del alumno el proceso de asimilación del contenido de la enseñanza." Según Neuner (1981) el método de enseñanza es "un sistema de acciones del maestro encaminado a organizar la actividad práctica y cognoscitiva del estudiante con el objetivo de que asimile sólidamente los contenidos de la educación." Alcoba González (2012) expresó: "un método de enseñanza es el conjunto de técnicas y actividades que un profesor utiliza con el fin de lograr uno o varios objetivos educativos, que tiene sentido como un todo y que responde a una denominación conocida y compartida por la comunidad científica." En fin, las definiciones hasta ahora universalmente estandarizadas sobre el método de enseñanza generan confusión entre los estudiosos de la temática. Como bien se ha ilustrado con los ejemplos analizados anteriormente, no han permitido dilucidar con exactitud las condiciones necesarias y suficientes para diferenciar el método de enseñanza del método de aprendizaje, y de otros componentes como los medios de enseñanza y las formas académicas de organización con los que algunos autores confunden. La idea anterior permite esclarecer la brecha epistemológica que aparece en las definiciones sobre método de enseñanza, y determinar las condiciones necesarias y suficientes que conforman las definiciones de método de enseñanza (Navarro, D., Samón, M, 2017).

Un aspecto para resaltar tanto en las definiciones de enfoque de enseñanza y método de enseñanza es que han ido evolucionando a lo largo del tiempo, quitando al profesor del papel central del aula de clase y ahora es el estudiante quien juega el rol principal, de tal forma, que independientemente del enfoque y método que se elija, es prioritario que este centrado en el estudiante.

La clasificación de los métodos de enseñanza es un problema aún no resuelto en la Ciencia Pedagógica, pues existen diversos criterios al respecto y no hay uno que sea aceptado por todos. Por lo tanto, no existe un método de enseñanza universal y muchas son las posibilidades de combinarlo, en dependencia de diversos factores, como las particularidades de los estudiantes y la etapa del proceso de aprendizaje que se desarrolla, los objetivos y contenidos de enseñanza, los medios disponibles, la forma organizativa de la actividad docente y, por supuesto, el trabajo creador del profesor (Rosell Puig, W., Paneque Ramos Ena R., 2009). Salas Perea, R.S., (1999), Álvarez Zayas, C., (1996) y Martínez Yantada, M., (1987) proponen la siguiente clasificación de los métodos de enseñanza, basada en sus propios criterios:

- Inductivos, deductivos y analítico-sintéticos. Estos métodos consideran la vía lógica de obtención del conocimiento.
- Orales, visuales y prácticos. Estos métodos consideran las fuentes de obtención de los conocimientos o por la forma de percepción.
- Binarios. Combinan métodos de enseñanza junto con los métodos de aprendizaje.

Danilov M.A. y Skatkin M.N., (1980), formularon una de las clasificaciones más utilizadas en la pedagogía en la actualidad:

- Expositivos, trabajo independiente y elaboración conjunta. Estos métodos priorizan el grado de participación de los sujetos de interrelación, en este caso: profesor-estudiante.
- Pasivos o reproductivos y activos o productivos, incluyendo en estos últimos los métodos problémicos. En estos métodos se considera principalmente el grado de dominio o nivel de asimilación del contenido de enseñanza.

Para el objetivo de esta investigación, nos enfocaremos en un método activo o productivo, en combinación con un método expositivo y ambos estarán basados tanto en la explicación de situaciones problemáticas por parte del profesor, como también la solución por parte de los estudiantes. De tal forma, que la secuencia que se lleva en el aula de clases en la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica es la siguiente:

- Exposición del tema o conferencia presencial por parte del profesor, presentando de manera detallada la solución de problemas en base a los principios y leyes físicas correspondientes; y después la utilización de las herramientas matemáticas requeridas para la solución del problema.
- Replica por parte de los estudiantes en el aula de clase de una situación similar, para ir poco avanzando hacia variantes del mismo tema, pero con soluciones que conlleven a los mismos principios físicos, no así con la misma forma de aplicar las herramientas matemáticas.

- Aplicación de un problemario por equipo de trabajo en el aula de clase, con diversas situaciones problemáticas. El objetivo del problemario, es la introducción de los estudiantes en el trabajo por equipo, así como el compartir el conocimiento y aprender de sus compañeros.
- Aplicación de un examen de fase, que muestra la real comprensión o dominio del conocimiento de la Unidad de Aprendizaje.

Por lo tanto, podemos indicar que esta investigación se basa prácticamente en una metodología basada en problemas, de forma híbrida, donde parte de la enseñanza recae totalmente en el profesor y otra parte se centra en el estudiante. De la secuencia mostrada, para realizar un estudio del desempeño académico del estudiante, utilizaremos el examen de fase (uno por cada fase) para mostrar cuantitativamente el grado de dominio de la Ingeniería Eléctrica en base a los conceptos o leyes físicas y herramientas matemáticas utilizadas en la solución de problemas.

Antes de concluir esta sección y ya que tenemos definido nuestro objetivo, y los enfoques y métodos de enseñanza a utilizar, es necesario, revisar la forma en cómo se debe de elaborar un problema o reactivo, con la meta de medir el grado de conocimiento de un estudiante. Para esta revisión, seguiremos la línea del Instituto Tecnológico Cerro Azul, en su Metodología para la elaboración de reactivos basados en competencias (2022), el cual establece que: un reactivo es la formulación de una proposición o un problema para que sea contestado por un sujeto, con el fin de conocer el nivel de dominio de un tema o área de conocimiento determinado. Esto es, a través de los reactivos se concreta la solicitud de información acerca del rendimiento del estudiante en las diversas áreas curriculares. Se obtiene tanta información relevante como reactivos bien diseñados integremos en el examen. Además, el Instituto Tecnológico Cerro Azul, nos indica cuales son los propósitos principales en un examen:

- Obtener evidencias tangibles acerca del grado de dominio que muestra un estudiante sobre un contenido disciplinar.
- Obtener evidencias tangibles acerca del nivel de desarrollo de habilidades que muestra un estudiante.
- Obtener evidencias tangibles acerca de los errores conceptuales o de procedimiento en que incurre un estudiante al abordar la solución de problemas que implican contar con el dominio de un contenido disciplinar o cierto desarrollo de una habilidad.

Existen diferentes tipos de reactivos que se pueden utilizar al momento de redactar un examen. En función del objetivo que se busca con cada uno de ellos y del modo en que se plantean, los reactivos se clasifican de la forma siguiente en base al Manual para la elaboración de exámenes escritos, entregas y exámenes orales de la Universidad Anáhuac, México (2016). Los reactivos de respuesta abierta se definen como preguntas que requieren de una redacción, o bien, buscan una respuesta más amplia con base a una reflexión y análisis. Son más complejas y requieren de más tiempo para su elaboración. Algunos de estos reactivos son:

- Respuesta restringida
- Respuesta extensiva.

Los reactivos de respuesta estructurada se definen como las preguntas en donde el estudiante no tiene que redactar una respuesta. Son rápidas de contestar, son concretas y permiten una codificación más acertada. Algunos de estos reactivos son:

- Opción múltiple
- Respuesta alterna (verdadero/falso)
- Relación de conceptos
- Jerarquización: orden lógico, completamiento, gráficas.

De acuerdo con la clasificación presentada, en esta investigación utilizaremos los reactivos de respuesta abierta, del tipo particular de respuesta extensiva, dentro de los cuales se incluyen desarrollos, ensayos, casos y problemas. Por ende, para la realización de los exámenes de cada fase de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, utilizaremos la respuesta extensiva a manera de solución de problemas, con planteamiento, desarrollo, e interpretación de la solución obtenida.

2.3 Metodología experimental

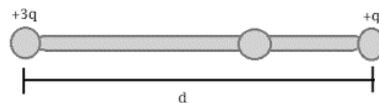
En esta investigación mediremos el grado de conocimiento o desempeño académico de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, en la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias correspondiente a los planes vigentes 420 y 430 en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Con el fin de lograr este objetivo, utilizaremos un método cuantitativo basado en la recopilación y análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos, donde la recopilación de los datos será proporcionada por los exámenes de cada fase durante el semestre.

Para esta investigación recurrimos a dos grupos de estudiantes el grupo I5A del plan de estudios 420 (I5A-420), y el grupo I5A del plan de estudios 430 (I5A-430); ambos grupos correspondientes fueron evaluados en el mismo periodo de tiempo durante el semestre enero-junio de 2024. Igualmente, a ambos grupos se les aplicó el mismo examen durante su correspondiente fase. Cada uno de los exámenes consta de tres reactivos de respuesta abierta extensiva, en donde se les evaluó el planteamiento en base a la interpretación de los conceptos y leyes físicas, la aplicación y manipulación matemática de esos principios o leyes físicas y finalmente la interpretación física del resultado obtenido. En cada uno de estos tres elementos evaluadores, utilizamos como escala: mala, regular, buena y excelente la forma en que los estudiantes muestran su dominio de las herramientas físicas y matemáticas de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Comenzaremos mostrando los reactivos objeto de evaluación para cada una de las fases de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Examen de la Fase 1

Reactivo 1. Dos esferas pequeñas con cargas positivas $3q$ y q están fijas en los extremos de una varilla aislante horizontal, que se extiende desde el origen hasta el punto $x = d$. Como se puede observar en la figura 1, existe una tercera esfera pequeña con carga que puede deslizarse con libertad sobre la varilla. ¿En qué posición deberá estar la tercera esfera para estar en equilibrio?

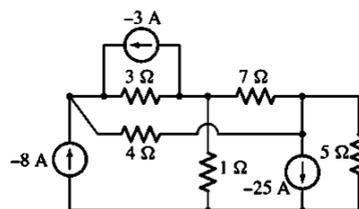
Figura 1.



Reactivo 1. Serway, R. & Jewet, J. W. (2009).

Reactivo 2. Determine los voltajes de nodo en el circuito mostrado en la figura 2.

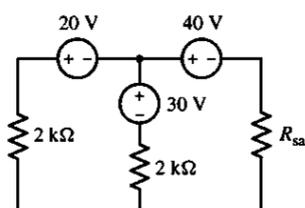
Figura 2.



Reactivo 2. Hayt, W., Kemmerly, J., Durbin, S., (2012).

Reactivo 3. Para el circuito de la figura 3, obtenga la resistencia R_{sal} , así como la máxima potencia transferida en esa resistencia.

Figura 3.



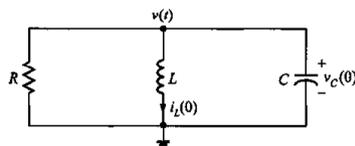
Reactivo 3. Hayt, W., Kemmerly, J., Durbin, S., (2012).

Examen de la Fase 2

Reactivo 1. Se aplica una fuerza electromotriz de 200v a un circuito en serie RC, en el que la resistencia tiene un valor de 200 ohm y la capacitancia 5×10^6 faradios. Obtenga la respuesta transitoria para la carga eléctrica y evalúe esta respuesta a $t = 0.005$ (Zill, G. Denis, 2009).

Reactivo 2. Obtenga la respuesta transitoria completa para la corriente eléctrica $i(t)$ en el circuito de la figura 4. Dónde: $R = 2\Omega$, $C = 0.5F$ y $L = 5H$. Considere como condición inicial $v(o) = 0v$.

Figura 4.



Reactivo 2. Irwin, D., (1997).

Reactivo 3. Una resistencia de 40Ω , una bobina de $4H$ y un condensador de $0.25F$, se conectan en serie, a una fuente de voltaje dada por la función: $V = 6e^{3t}$, v. Obtenga la solución particular para $i_p(t)$ en un tiempo muy largo si $i(0) = 0A$, cuando el interruptor ha sido cerrado.

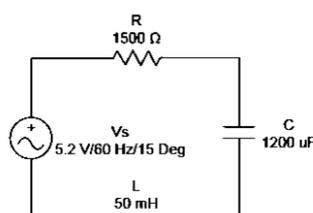
Examen de la Fase 3

Reactivo 1. Obtenga el valor eficaz (RMS) de una señal de corriente eléctrica dada por la siguiente expresión (Fitzgerald, A.E & Higginbotham, S.M., 1970):

$$i = 8.5 \text{sen}(6.280 + \pi/2), \quad A$$

Reactivo 2. Halla la impedancia en cada elemento, para un inductor $L = 50 \text{ mH}$, un capacitor $C = 1200 \mu\text{F}$ y un resistor $R = 1500 \Omega$, conectados en serie (como se ilustra en la figura 5), y están alimentados por una señal senoidal permanente $v(t) = 5.2 \cos(377t + 15^\circ)$ volts.

Figura 5.



Reactivo 2. Villaseñor, J., (2001).

Reactivo 3. Un motor eléctrico se monitorea con un con un amperímetro, un voltímetro y un vatímetro, los cuales indican 5.2A, 120v y 480w, respectivamente. Considere una frecuencia estándar de 60cps. A) ¿Cuál es la potencia reactiva del motor? B) Para mejorar el factor de potencia del motor, un capacitor se conecta directamente a través de las terminales del motor. ¿Qué valor de capacitancia nos otorgara el valor del factor de potencia unitario? (Cogdell, J.R., 2000).

A continuación, nos centraremos en obtener las herramientas físicas y matemáticas que los estudiantes deben de mostrar como dominio pleno de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Para cada examen de fase, se expone una tabla correspondiente con la indicación de estas herramientas de aprendizaje, esta información se puntualiza en las tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6.

Reactivos del examen en la Fase 1	Herramientas físicas y matemáticas por utilizar
Reactivo 1	Herramientas matemáticas: despejes algebraicos, ecuaciones cuadráticas, trigonometría plana. Herramientas físicas: fuerza, sumatoria de fuerzas, equilibrio, diagramas vectoriales.
Reactivo 2	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales, matrices, determinantes. Herramientas físicas: análisis de la malla o lazo y nodo.
Reactivo 3	Herramientas matemáticas: sistemas de ecuaciones lineales, criterio de la primera derivada. Herramientas físicas: análisis de la malla o lazo y nodo, reducción de circuitos.

Herramientas matemáticas y físicas por reactivo, en el examen de la fase 1 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 7.

Reactivos del examen en la Fase 2	Herramientas físicas y matemáticas por utilizar
Reactivo 1	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, método de separación de variables. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Reactivo 2	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden, método de coeficientes constantes, números complejos. Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.
Reactivo 3	Herramientas matemáticas: ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden, método de coeficientes indeterminados, Herramientas físicas: leyes de corrientes y de voltajes de Kirchhoff, ley de Ohm.

Herramientas matemáticas y físicas por reactivo, en el examen de la fase 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 8.

Reactivos del examen en la Fase 3	Herramientas físicas y matemáticas por utilizar
Reactivo 1	Herramientas matemáticas: integración de funciones seno- dales. Herramientas físicas: valores eficaces de corriente y voltaje.
Reactivo 2	Herramientas matemáticas: forma rectangular y polar de un número complejo. Herramientas físicas: equivalencia física del fasor con la función seno.
Reactivo 3	Herramientas matemáticas: Trigonometría plana. Herramientas físicas: ley de Ohm, concepto de potencia eléctrica.

Herramientas matemáticas y físicas por reactivo, en el examen de la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica

3. Resultados

Durante transcurso del semestre enero-junio 2024, se aplicaron estos exámenes a los estudiantes de los grupos: I5A del plan de estudios 420 (I5A-420), e I5A del plan de estudios 430 (I5A-430). Donde la cantidad de estudiantes inscritos en el grupo I5A-420 fue de 19 estudiantes, y del I5A-430 fue de 29 estudiantes. El desempeño académico mostrado en la utilización de las herramientas físicas, en base a nuestro objetivo y la escala propuesta en esta investigación para el grupo I5A-420 se muestran en las tablas 9 y 10.

Tabla 9.

Reactivos del examen en la Fase 1 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas	Reactivos del examen en la Fase 2 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas
Reactivo 1	Malo: 10 Regular: 2 Bueno: 4 Excelente: 3	Reactivo 1	Malo: 8 Regular: 7 Bueno: 3 Excelente: 1
Reactivo 2	Malo: 5 Regular: 5 Bueno: 4 Excelente: 5	Reactivo 2	Malo: 7 Regular: 6 Bueno: 4 Excelente: 2
Reactivo 3	Malo: 8 Regular: 5 Bueno: 2 Excelente: 4	Reactivo 3	Malo: 10 Regular: 5 Bueno: 3 Excelente: 1

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1 y 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

Tabla 10.

Reactivos del examen en la Fase 3 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas
Reactivo 1	Malo: 2 Regular: 3 Bueno: 3 Excelente: 11
Reactivo 2	Malo: 4 Regular: 4 Bueno: 6 Excelente: 5
Reactivo 3	Malo: 3 Regular: 1 Bueno: 6 Excelente: 9

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

El desempeño obtenido considerando el rubro de la utilización de las herramientas matemáticas, en base a nuestro objetivo y la escala propuesta en esta investigación para el grupo I5A-420 los resultados, se muestran en las tablas 11 y 12.

Tabla 11.

Reactivos del examen en la Fase 1 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas	Reactivos del examen en la Fase 2 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas
Reactivo 1	Malo: 12 Regular: 1 Bueno: 3 Excelente: 3	Reactivo 1	Malo: 6 Regular: 5 Bueno: 4 Excelente: 4
Reactivo 2	Malo: 4 Regular: 4 Bueno: 6 Excelente: 5	Reactivo 2	Malo: 8 Regular: 7 Bueno: 2 Excelente: 2
Reactivo 3	Malo: 7 Regular: 6 Bueno: 3 Excelente: 3	Reactivo 3	Malo: 8 Regular: 4 Bueno: 5 Excelente: 2

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1 y 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

Tabla 12.

Reactivos del examen en la Fase 3 grupo I5A-420	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas
Reactivo 1	Malo: 1 Regular: 4 Bueno: 4 Excelente: 10
Reactivo 2	Malo: 6 Regular: 5 Bueno: 5 Excelente: 3
Reactivo 3	Malo: 5 Regular: 7 Bueno: 4 Excelente: 3

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

Para el grupo I5A-430, los resultados obtenidos en la utilización de las herramientas físicas en las tablas 13 y 14.

Tabla 13.

Reactivos del examen en la Fase 1 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas	Reactivos del examen en la Fase 2 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas
Reactivo 1	Malo: 18 Regular: 4 Bueno: 5 Excelente: 2	Reactivo 1	Malo: 14 Regular: 10 Bueno: 3 Excelente: 2
Reactivo 2	Malo: 13 Regular: 6 Bueno: 7 Excelente: 3	Reactivo 2	Malo: 9 Regular: 9 Bueno: 7 Excelente: 4
Reactivo 3	Malo: 15 Regular: 7 Bueno: 3 Excelente: 4	Reactivo 3	Malo: 12 Regular: 8 Bueno: 6 Excelente: 3

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1 y 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

Tabla 14.

Reactivos del examen en la Fase 3 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas
Reactivo 1	Malo: 4 Regular: 6 Bueno: 10 Excelente: 9
Reactivo 2	Malo: 7 Regular: 7 Bueno: 8 Excelente: 7
Reactivo 3	Malo: 9 Regular: 8 Bueno: 8 Excelente: 4

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

Ahora vamos a presentar en las tablas 15 y 16 el desempeño obtenido en la utilización de las herramientas matemáticas, en base a nuestro objetivo y la escala propuesta en esta investigación para el grupo I5A-430.

Tabla 15.

Reactivos del examen en la Fase 1 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas	Reactivos del examen en la Fase 2 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas
Reactivo 1	Malo: 15 Regular: 3 Bueno: 2 Excelente: 9	Reactivo 1	Malo: 11 Regular: 10 Bueno: 5 Excelente: 3
Reactivo 2	Malo: 8 Regular: 3 Bueno: 9 Excelente: 9	Reactivo 2	Malo: 10 Regular: 12 Bueno: 6 Excelente: 1
Reactivo 3	Malo: 10 Regular: 7 Bueno: 6 Excelente: 6	Reactivo 3	Malo: 14 Regular: 6 Bueno: 7 Excelente: 2

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1 y 2 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

Tabla 16.

Reactivos del examen en la Fase 3 grupo I5A-430	Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas
Reactivo 1	Malo: 5 Regular: 9 Bueno: 6 Excelente: 9
Reactivo 2	Malo: 6 Regular: 8 Bueno: 10 Excelente: 5
Reactivo 3	Malo: 11 Regular: 9 Bueno: 6 Excelente: 3

Número de respuestas de los estudiantes en base a las escalas de desempeño en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de la fase 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

El objetivo que todo profesor busca es la excelencia en el desempeño académico y, por consiguiente, que los estudiantes logren plasmar de manera idónea los contenidos temáticos enseñados en clase. Por esta razón, decidimos utilizar el indicador de “excelente” de las escalas mostradas en las tablas previas, y con este indicador mostrar un porcentaje de

estudiantes con excelente desempeño en la comprensión de las herramientas físicas y matemáticas de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. En base a la fórmula (1):

$$\% \text{ excelencia} = \frac{\text{número de estudiantes excelentes}}{\text{total de estudiantes del grupo}} (100) \tag{1}$$

De tal forma que al aplicar la fórmula (1) a cada grupo objeto de evaluación se obtienen los siguientes porcentajes por examen de fase.

- Utilización de herramientas físicas en el grupo I5A-420:

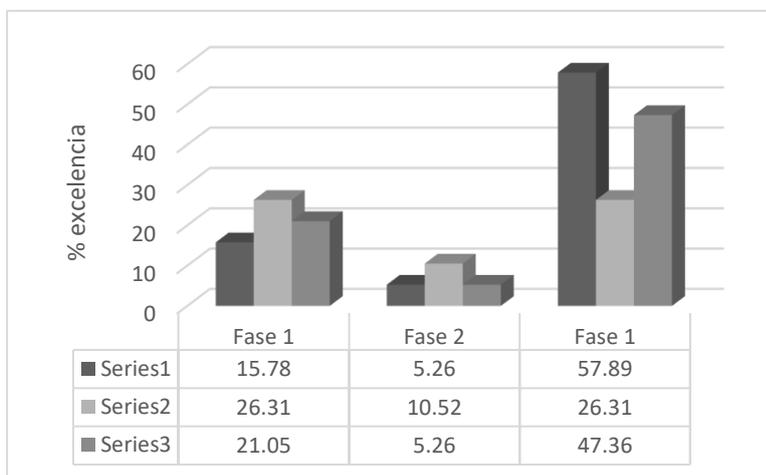
Tabla 17.

Reactivo	% <i>excelencia</i> Fase 1	% <i>excelencia</i> Fase 2	% <i>excelencia</i> Fase 1
1	15.78	5.26	57.89
2	26.31	10.52	26.31
3	21.05	5.26	47.36

Porcentaje de estudiantes con desempeño excelente, en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

El correspondiente diagrama de barras para la tabla 17, se muestra en la figura 6.

Figura 6.



Grafica de barras con los porcentajes de estudiantes con desempeño excelente en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 Grupo I5A-420.

- Utilización de herramientas físicas en el grupo I5A-430:

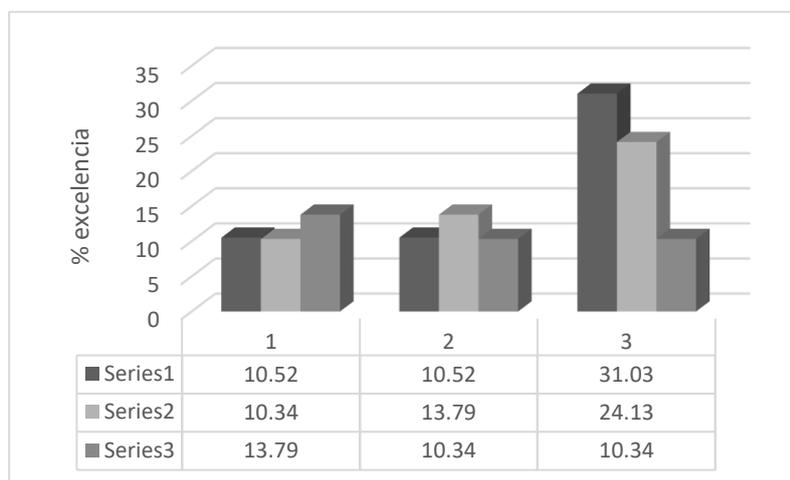
Tabla 18.

Reactivo	% <i>excelencia</i> Fase 1	% <i>excelencia</i> Fase 2	% <i>excelencia</i> Fase 1
1	10.52	10.52	31.03
2	10.34	13.79	24.13
3	13.79	10.34	10.34

Porcentaje de estudiantes con desempeño excelente, en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

El correspondiente diagrama de barras para la tabla 18, se muestra en la figura 7.

Figura 7.



Grafica de barras con los porcentajes de estudiantes con desempeño excelente en la utilización de las herramientas físicas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 Grupo I5A-430.

- Utilización de herramientas matemáticas en el grupo I5A-420:

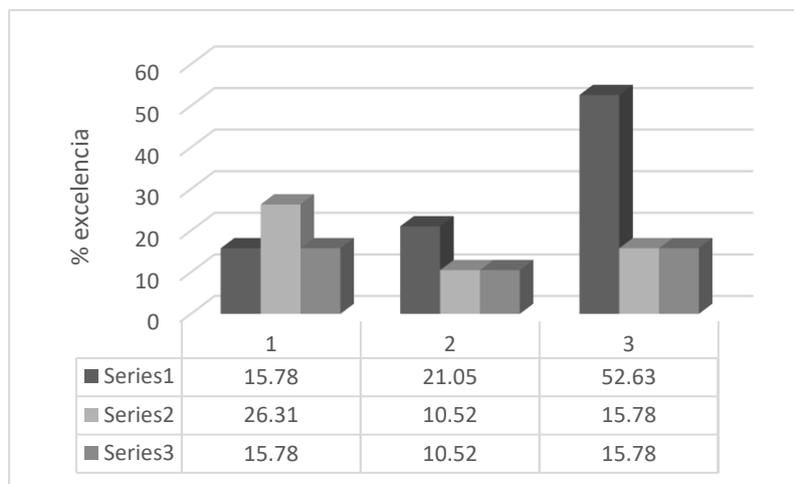
Tabla 19.

Reactivo	% <i>excelencia</i> Fase 1	% <i>excelencia</i> Fase 2	% <i>excelencia</i> Fase 1
1	15.78	21.05	52.63
2	26.31	10.52	15.78
3	15.78	10.52	15.78

Porcentaje de estudiantes con desempeño excelente, en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-420.

El correspondiente diagrama de barras para la tabla 19, se muestra en la figura 8.

Figura 8.



Grafica de barras con los porcentajes de estudiantes con desempeño excelente en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 Grupo I5A-420.

- Utilización de herramientas matemáticas en el grupo I5A-430:

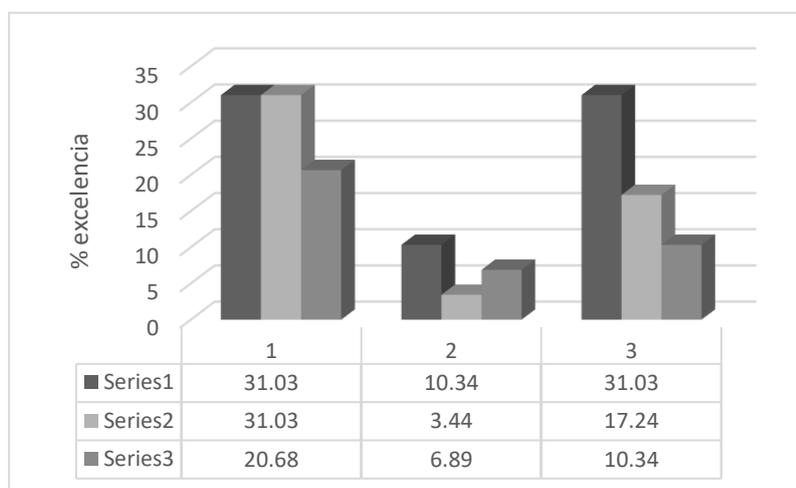
Tabla 20.

Reactivo	% <i>excelencia</i> Fase 1	% <i>excelencia</i> Fase 2	% <i>excelencia</i> Fase 1
1	31.03	10.34	31.03
2	31.03	3.44	17.24
3	20.68	6.89	10.34

Porcentaje de estudiantes con desempeño excelente, en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupo I5A-430.

El correspondiente diagrama de barras para la tabla 20, se muestra en la figura 9.

Figura 9.



Grafica de barras con los porcentajes de estudiantes con desempeño excelente en la utilización de las herramientas matemáticas en los reactivos del examen de las fases 1,2 y 3 Grupo I5A-430.

Al analizar los resultados obtenidos, en cuanto al desempeño de excelencia con respecto a las herramientas físicas, se puede apreciar que existe una tendencia al alza en el examen de la fase 3. Podemos aludir este comportamiento a que los conceptos físicos de la fase 3, son muy similares a los conceptos de la fase 1, debido a que prácticamente son las mismas técnicas de solución de circuitos eléctricos, únicamente con la salvedad de que se utiliza el concepto de corriente alterna en lugar de el de corriente directa. En lo que concierne a la fase 2, aquí se presenta en ambos grupos (I5A-420 e I5A-430) la dificultad de comprender qué tipo de ley física (corrientes o voltajes de Kirchhoff) a utilizar bajo las siguientes condiciones:

- Si el circuito esta en paralelo o en serie.
- Si el interruptor ha estado abierto o cerrado durante mucho tiempo.
- El comportamiento de los inductores o capacitores, al abrir o cerrar un interruptor de corriente.
- El conectar o desconectar una fuente de voltaje.

Estas condiciones si son un detonante en el planteamiento del reactivo de examen, debido a que condicionan drásticamente la solución matemática del mismo. ¿Qué podemos indicar acerca del dominio de habilidades matemáticas? Lo que nos muestran los resultados en las gráficas para ambos grupos, es que existen una notoria deficiencia en la aplicación del modelado con ecuaciones diferenciales ordinarias, esto es mucho más marcado en el grupo I5A-430, que en el I5A-420. En base a conversaciones con estudiantes del plan 430, ellos aluden esta falta de comprensión de la Unidad de Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales a la falta de ejercicios presenciales en las Unidades de Aprendizaje de Calculo Diferencial y Calculo Integral. Otro factor más que atribuyen los estudiantes, es la falta de problemas aplicados de las ecuaciones diferenciales ordinarias, como verdaderas situaciones problemáticas de ingeniería. En lo que corresponde al examen de la fase 1, el grupo I5A-430 si presenta un mejor dominio de las herramientas matemáticas, sobre todo del algebra matricial, que el I5A-420. Finalmente, en la fase 3, de nueva cuenta ambos grupos obtienen resultados similares en el manejo de funciones senoidales, trigonometría plana y algebra compleja.

En el Programa Analítico de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, cada examen de fase tiene un valor del 15% de la calificación total del semestre, a esto le debemos de sumar el 10% de la evaluación de problemarios por equipo, también uno por fase y el producto integrador de aprendizaje con valor de 25% al final del semestre. En la tabla 21 se ilustran estas actividades y sus respectivos porcentajes de evaluación.

Tabla 21.

Prueba objetiva de la fase 1 (Actividad ponderada 1.1).	15%
Evidencia 1: Problemario de la fase 1.	10%
Prueba objetiva de la fase 2 (Actividad ponderada 2.1).	15%
Evidencia 2: Problemario de la fase 2.	10%
Prueba objetiva de la fase 3 (Actividad ponderada 3.1).	15%
Evidencia 3: Problemario de la fase 3.	10%
Producto integrador de aprendizaje	25%
Total	100%

Evaluación Integral de Procesos y Productos de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Grupos I5A-420 e I5A-430. Programa Analítico realizado por Luna, Alejandro y Ortiz, Miranda Abigail, (2020).

Para concluir la sección de resultados, es importante exponer el rango de calificaciones obtenidas por cada grupo al final del semestre enero-junio 2024, considerando que todos los estudiantes se encuentran en primera oportunidad (el grupo I5A-430, si cumple este criterio), y ya considerando toda la Evaluación Integral de Procesos y Productos que se indica en la tabla 22.

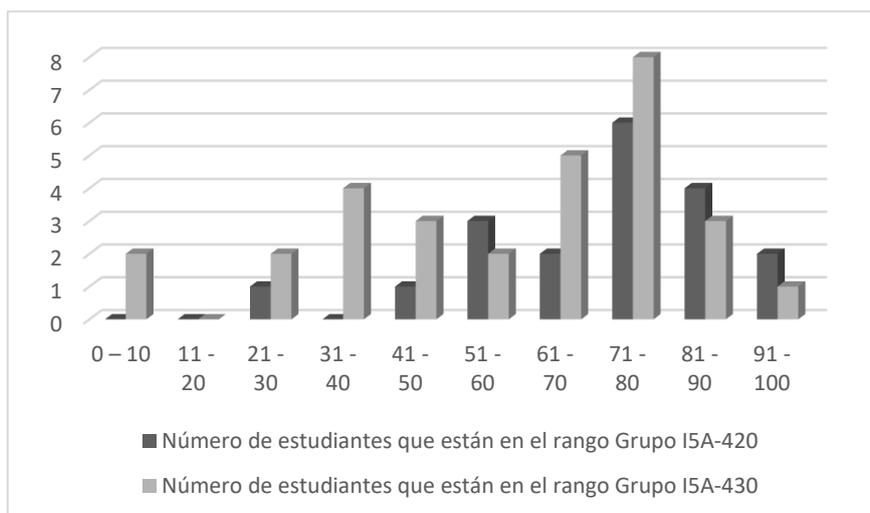
Tabla 22.

Rango de calificaciones en puntos de 0 a 100	Número de estudiantes que están en el rango Grupo I5A-420	Número de estudiantes que están en el rango Grupo I5A-430
0 - 10	0	2
11 - 20	0	0
21 - 30	1	2
31 - 40	0	4
41 - 50	1	3
51 - 60	3	2
61 - 70	2	5
71 - 80	6	8
81 - 90	4	3
91 - 100	2	1
Total de estudiantes	19	29

Rango de calificaciones obtenidas por los estudiantes de los grupos I5A-420 e I5A-430 en la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Los rangos de calificaciones obtenidos por ambos grupos de estudiantes se muestran gráficamente en la figura 10.

Figura 10.



Grafica de barras con los rangos de calificaciones obtenidas al final del semestre por los estudiantes de los grupos I5A-420 e I5A-430.

Como se puede apreciar en la figura 10, la mayor parte de las calificaciones obtenidas por ambos grupos está en los rangos de 60 puntos a 90 puntos. En el nivel de licenciatura, la calificación mínima aprobatoria es 70, por lo que el número de estudiantes que aprobaron la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica en primera oportunidad se muestra en la tabla 23:

Tabla 23.

Grupo	Número de estudiantes con calificación aprobatoria (70 puntos a 100 puntos)
I5A-420	11
I5A-430	14

Número de estudiantes aprobados en los grupos I5A-420 e I5A-430 en la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.

Por lo tanto, el índice o porcentaje de aprobación de los estudiantes queda definido por la fórmula (2):

$$\text{índice de aprobación} = \frac{\text{estudiantes con calificación igual o mayor a 70}}{\text{total de estudiantes del grupo}}(100) \quad (2)$$

De tal manera que el índice de estudiantes aprobados, en base a la tabla 23 queda como sigue:

- Grupo I5A-420

$$\text{índice de aprobación} = \frac{11}{19}(100) = 57.89\%$$

- Grupo I5A-430

$$\text{índice de aprobación} = \frac{14}{29}(100) = 48.27\%$$

Por lo que, desde el punto de vista cuantitativo del índice de aprobación, podemos indicar que hay una mayor comprensión de las herramientas físicas y matemáticas por parte de los estudiantes del grupo I5A-420. En la siguiente sección se discutirán cuáles son las posibles causas de este resultado.

4. Discusión

De los resultados mostrados en la sección anterior se desprende el siguiente análisis, en primer lugar, es evidente que, aunque existan una mayor cantidad de Unidades de Aprendizaje del área de ciencias básicas (Álgebra Lineal, Física, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Ecuaciones Diferenciales) en el plan 430, con respecto al plan 420; con lo que comprobamos nuestra hipótesis presentada en la introducción de este artículo. Podemos indicar que una causa que acaba por determinar el nivel de dominio de las herramientas físicas y matemáticas en la asignatura de Ingeniería Eléctrica es el número de frecuencias presenciales en los dos primeros semestres de la carrera, es decir, los estudiantes si se ven afectados en solo tener un día a la semana clase (dos horas de Física, por ejemplo). Los comentarios que los estudiantes nos hacen llegar, es que faltan explicaciones de problemas por parte del profesor, y que no basta con encargar ejercicios de la plataforma Nexus, si no pueden resolverlos. La situación para los estudiantes del plan 420, es un poco más fácil de resolver, esto es dedicando una parte de clase a explicación de la física fundamental, ya que ellos si llevaron todas las asignaturas mencionadas en forma presencial. Ahora para ambos grupos si se ven afectados en la comprensión de las Ecuaciones Diferenciales, en el caso del grupo I5A-420, porque la están cursando al mismo tiempo que Ingeniería Eléctrica; no obstante, en el caso del grupo I5A-430, porque los estudiantes presentan deficiencias en el Cálculo Diferencial y en Cálculo Integral, debido a la falta de frecuencias presenciales.

En segundo lugar, hay un factor poco visible, pero de gran importancia en la comprensión de las ciencias exactas básicas; nos estamos refiriendo a los cursos propedéuticos, sobre todo a partir de la implementación del plan 430, con la cual también se implementaron dos cursos propedéuticos: uno de herramientas matemáticas (Ortiz, Miranda, A., 2022) para primer semestre y uno de herramientas físicas para segundo semestre (Ortiz, Miranda, A., 2023). En ambos cursos tenemos el problema de la falta de seriedad y asistencia a estos cursos, lo que conlleva a la falta de estas bases físicas y matemáticas, que después se ocuparán durante el semestre y Unidades de Aprendizaje ya mencionadas. Una medida que podría ayudar a mejorar el desempeño académico en las habilidades físicas y matemáticas de los estudiantes sería implementar la aprobación obligatoria de los cursos propedéuticos.

Un tercer aspecto es considerar el cambio de modalidad o de plan de estudios, en donde todos los semestres de la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias, y rediseñar los Programas Analíticos de las Unidades de Aprendizaje de ciencias exactas básicas, en base a las experiencias (tipos de temas y situaciones problemáticas a enfocar con prioridad) de los profesores de las Unidades de Aprendizaje del área propiamente de ingeniería. Sin embargo, este tercer aspecto podría considerarse como una medida a largo plazo.

En cuanto a la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica, se tiene contemplado a futuro la implementación de las prácticas virtuales de laboratorio, cuyo manual de prácticas ya existe en formato electrónico (Ortiz, Miranda, A., 2020), y hay software de uso libre como PHET y PSPICE que nos ayudan a comprender los fenómenos eléctricos sin

riesgo alguno. El uso de este manual de prácticas y software producirían un rediseño del Programa Analítico, y por ende de las evaluaciones ponderadas, además de abrir una nueva investigación pedagógica de la esta Unidad de Aprendizaje. Finalmente, también es posible considerar para trabajos futuros, el uso de los lenguajes de programación en la solución de problemas de Ingeniería Eléctrica, lo que ayudara al estudiante cuando curse las Unidades de Aprendizaje de Mecatrónica y Control de Procesos Alimentarios.

5. Conclusiones

En la investigación presentada en este artículo, nos propusimos como hipótesis de que el rendimiento académico de los estudiantes en la Licenciatura en Ingeniería en Industrias Alimentarias es mayor en el plan 420 que en el plan 430, tomando como parámetro la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica en el cuarto semestre de ambos planes de estudio. Los resultados obtenidos en esta investigación nos comprueban experimentalmente esta hipótesis. Para comprobar la hipótesis, se diseñó un experimento cuantitativo en base de medir el desempeño académico de los estudiantes de dos grupos de Ingeniería Eléctrica (I5A-420 e I5A-430). El instrumento para la medición del desempeño académico en la utilización de las herramientas físicas y matemáticas fue el examen parcial, el cual se aplicó uno por cada fase, como indica el Programa Analítico de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica. Los exámenes se diseñaron en acuerdo con el método de enseñanza llevado en clase, es decir, un aprendizaje significativo basado en problemas, de tal manera que el tipo de reactivo en los exámenes fue el de respuesta abierta extensiva. En estos reactivos, se evaluaron los siguientes parámetros:

- Planteamiento del problema, en base a los conceptos físicos requeridos.
- Solución del problema aplicando las técnicas matemáticas correspondientes.
- Interpretación de la solución obtenida, de nueva cuenta, atendiendo a los principios físicos citados.

Se propuso una escala de evaluación para cada uno de estos tres parámetros, con los siguientes indicadores: malo, regular, bueno y excelente; y utilizamos el indicador más alto de desempeño, es decir excelente, para realizar el estudio estadístico descriptivo. Podemos indicar que el desempeño académico utilizando tanto herramientas físicas como matemáticas por parte de los estudiantes, fue más alto en el examen de la fase 3 y el rendimiento más bajo, se obtuvo en la fase 2. Lo anterior nos revela que existen deficiencias en la comprensión de las leyes de Kirchhoff aplicadas a los circuitos en serie y paralelo; además de mostrar carencias en los planteamientos del análisis transitorio. La parte concerniente a las herramientas matemáticas mostro graves fallas en la utilización del modelado con ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden, lo que puede atribuirse como ya se ha mencionado, a la falta de dominio de técnicas de derivación e integración.

Dentro del análisis estadístico, obtuvimos también el índice de aprobación en base a los estudiantes, en cual consideramos toda la Evaluación de Procesos y productos (ver tabla 21), y fue calculado por la formula (2). El resultado obtenido para el grupo I5A-420 fue de un índice de aprobación de 57.89% y para el grupo I5A-430 de 48.27%. Resultados que comprueban nuestra hipótesis inicial. Cabe aclarar que el índice de aprobación fue calculado en base a la cantidad total de estudiantes en cada grupo, que cursaron la Unidad de Aprendizaje en primera oportunidad.

Referencias

1. **Alcoba González, J. (2012).** *La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior.* Contextos Educativos, 15. Madrid.
2. **Álvarez Zayas, C. (1996).** *Hacia una escuela de excelencia.* La Habana, Cuba.
3. **Biggs, J.B. (2003).** *Teaching for quality learning at university.* Buckingham: Society Research in Higher Education and Open University Press.
4. **Cogdell, J. R. (2000).** *Fundamentos de Circuitos Eléctricos.* Pearson Education. Primera edición. México D.F.
5. **Cruz Galindo Pedro Luis. (2023).** *El laboratorio de matemáticas un lugar para vincular la matemática, la física y la ingeniería.* Escuela de Estudios Profesionales Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Recuperado en julio de 2024.
6. **Danilov, M.A. & Skatkin, M.N. (1980).** *Didáctica de la escuela moderna.* La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
7. **Domenicantonio Rossana. (2018).** *Matemática para ingeniería modulo I.* Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
8. **Fitzgerald, A.E & Higginbotham, D.E. (1967).** *Fundamentos de Ingeniería Eléctrica.* Editorial Mc Graw Hill.
9. **Flores Cruz, J.A., Avalos Villarreal, E. y Camarena Gallardo, P. (2014).** *Oportunidades de integración de la realidad virtual al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería eléctrica: un análisis desde el enfoque de sistemas.* Instituto Politécnico Nacional (IPN).

10. **Gibbs, G. y Coffey, M. (2004).** *The impact of training of university teachers on their teaching skills, their approach to teaching and the approach to learning of their students.* Active Learning in Higher Education
11. **Hayt, W. & Kemmerly, J. (2012).** *Análisis de circuitos en ingeniería.* Octava edición. Mc. Graw Hill.
12. **Henry Mariña Leyva, Maykop Pérez Martínez y José María Vega. (2021).** *Experiencia de la matemática aplicada a los circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica.* Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría.
13. **Hernández Piña Fuensanta, Maquilón Sánchez Javier y Monroy Hernández Fuensanta. (2012).** *Estudio de los enfoques de enseñanza en profesorado de educación primaria.* Universidad de Murcia. España.
14. **Kember D. & Kwan K. (2000).** *Los enfoques de los profesores sobre la enseñanza y su relación con las concepciones de la buena enseñanza.* Universidad Politécnica de Hong Kong.
15. **Instituto Tecnológico de Cerro Azul. (2022).** *Guía para la elaboración de reactivos.*
16. **Iriarte Balderrama Rafael. (2024)** *Las matemáticas en la ingeniería.* División de Ciencias Básicas. Facultad Ingeniería. UNAM. Recuperado en julio de 2024.
17. **Irwin David, J. (1997).** *Análisis básico de circuitos en ingeniería.* Quinta edición. Prentice Hall Hispanoamericana.
18. **Lagos Figueroa Jaime Arturo. (2017).** *El papel de la física en la formación profesional del ingeniero.* Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium.
19. **Luna, Alejandro y Ortiz, Miranda Abigail, (2020).** *Programa Analítico de la Unidad de Aprendizaje de Ingeniería Eléctrica.* Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).
20. **Luy-Montejo, C. (2019).** *El aprendizaje basado en problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de los estudiantes universitarios.* Propósitos y Representaciones. Universidad del Norte. Lima, Perú.
21. **Marra R. Janssen, D.H. Palmer & Luft, S. (2014).** *Why problem-based learning works: theoretical foundations.* Journal of Excellence in College Teaching.
22. **Martínez Yantada M. (1987).** *La enseñanza problemática de la filosofía marxista-leninista.* La Habana. Editorial de Ciencias Sociales.
23. **Neuner, G. (1981).** *Pedagogía.* La Habana: Libros para la Educación.
24. **Navarro Lores Diosveldy & Samon Matos Marynoris. (2017).** *Redefinición de los conceptos de método de enseñanza y método de aprendizaje.* Universidad de Guantánamo. Cuba.
25. **Ortiz, Miranda, A. (2020).** *Manual de prácticas de Ingeniería Eléctrica.* Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).
26. **Ortiz, Miranda, A. (2022).** *Manual de herramientas matemáticas para el cálculo. Curso propedéutico de matemáticas.* Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).
27. **Ortiz, Miranda, A. (2023).** *Manual de herramientas matemáticas para la física. Curso propedéutico de física.* Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).
28. **Postareff, L., Lindblom-Ylänne, S. y Nevgi, A. (2007).** *The effect of pedagogical training on teaching in higher education.* Teaching and Teacher Education
29. **Prosser, M. y Trigwell, K. (1999).** *Understanding learning and teaching: The experience in higher education.* Buckingham: SRHE and Open University Press.
30. **Reyes, G.L. y Pairo, G.E.V. (2009).** *Pedagogía. (4ta ed.)* La Habana: Pueblo y Educación.
31. **Rosell Puig, W., Paneque Ramos, E. (2009).** *Consideraciones generales de los métodos de enseñanza y su aplicación en la etapa del aprendizaje.* Redalyc. Recuperado en julio de 2024.
32. **Salas Perea, R.S., (1999).** *Educación en salud. Competencia y Diseño profesionales.* La Habana, Cuba. Editorial de Ciencias Médicas.
33. **Serway, R. & Jewett, J.W. (2009).** *Física para ciencias e ingeniería.* Volumen 2, Séptima Edición. Cengage Learning.
34. **Trigwell, K. y Prosser, M. (1996a).** *Congruence between intention and strategy in science teachers approach to teaching.* Higher Education.
35. **Trigwell, K., Prosser, M. y Waterhouse, F. (1999).** *Relations between teachers approaches to teaching and students.* Approaches to learning. Higher Education.
36. **Universidad Anáhuac (2016).** *Manual para la elaboración de exámenes escritos, entregas y exámenes orales.* México D.F.
37. **Vermunt, J. D. y Verloop, N. (1999).** *Congruence and friction between learning and teaching.* Learning and Instruction.
38. **Villaseñor, J. (2011).** *Circuitos eléctricos y electrónicos. Fundamentos y técnicas para su análisis.* Primera edición. Pearson Educación. México D.F.
39. **Zill, G. Denis. (2009).** *Ecuaciones Diferenciales.* Novena edición. Cengage Learning.