



EL LABORATORIO UN TRÁNSITO PARA EL CONOCIMIENTO TEÓRICO-PRÁCTICO EN SÍNTESIS DEL BIODIESEL

The laboratory, a transit for the theoretical-practical knowledge in the Biodiesel Synthesis

CONRADO GARCIA GONZALEZ, JOSÉ LUIS ARCOS VEGA
Universidad Autónoma de Baja California, México

KEYWORDS

*Knowledge
Lab Practice
General Chemistry
Extracurricular Practicum
Biodiesel Synthesis
Renewable Energy*

ABSTRACT

This experimental methodologically designed research is of qualitative nature and information was obtained based on the observation method of 15 students from each group, as an extracurricular didactical proposal, conducted within the General Chemistry subject that is part of the Core Studies in the Engineering program. It was implemented for three consecutive semesters: 2018-1,2 and 2019-1, in the Chemistry Lab of the Universidad Autónoma de Baja California, Guadalupe Victoria Campus in the Mexicali Valley, in Baja California, Mexico. The General Chemistry subject is a compulsory course and is taught in the second semester of the core studies in the Engineering Sciences program.

PALABRAS CLAVE

*Aprendizaje
Práctica de laboratorio
Química general
Práctica extracurricular
Síntesis de biodiesel
Energía renovable*

RESUMEN

La presente investigación con diseño metodológico experimental, de tipo cualitativa con un aprendizaje basado en método de observación a 15 estudiantes en cada grupo, como propuesta didáctica extracurricular, realizada dentro de la asignatura de Química General del tronco común en Ingeniería, implantada en tres semestres consecutivos 2018-1, 2018-2 y 2019-1, en el Laboratorio de Química, de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Guadalupe Victoria del Valle de Mexicali, en Baja California, México. La materia de Química General, es de carácter obligatorio y está ubicado en el segundo semestre del tronco común de las ciencias de la ingeniería.

Recibido: 16/ 07 / 2022

Aceptado: 20/ 09 / 2022

1. Introducción

En el contexto internacional durante las últimas décadas, se ha reconocido la necesidad de incorporar habilidades de comportamiento humano en la educación en ingeniería con el fin de obtener un equilibrio entre los atributos técnicos y no técnicos de los profesionales en ingeniería (Cordova-Wentling and Price, 2007). En este sentido las funciones primordiales de la educación superior en México, se refieren a la formación de las personas en los distintos campos de la ciencia, la tecnología, la docencia, la investigación; también, a la extensión de los beneficios de la educación y la cultura al conjunto de la sociedad, con el propósito de impulsar el progreso integral de la nación (SITEAL, 2018), sin embargo la complejidad tecnológica, y la realidad que impone el cambio económico son, en parte, responsables de estado actual de la formación de ingenieros, que en términos de competencia internacional resulta inadecuada. Las críticas se centran en la incapacidad de la educación para formar ingenieros que comprendan tanto el diseño como la producción; en la formación de ingenieros orientados a resolver problemas comunes en la industria antes que al pensamiento creativo que puede estimular el cambio y la innovación tecnológica. En general, el egresado de ingeniería requiere competencia técnica, definida como el firme enlace de los fundamentos de matemáticas, ciencias de ingeniería y la habilidad de aplicar esta competencia a una especialidad, además de una elevada capacidad de análisis haciendo uso de los sistemas de información, cuyo efecto ha sido catalítico en el proceso de invención e innovación (Vargas, 2022).

Para el las universidades públicas debemos, por tanto, continuar impulsando cambios y reformas que permitan avanzar en el pleno desarrollo de una mayor vinculación con el sector productivo que proporcione a nuestros estudiantes y profesores, los nuevos espacios de formación que requieren los perfiles competitivos y acreditados de nuestros programas y egresados, y que trascienden el aula y el laboratorio, para incursionar en los aprendizajes dentro del ambiente productivo real (Ramos et al., 2013; Muhonen, 2018). Por lo tanto, la enseñanza en ingeniería se desarrolla entonces, y dentro de este contexto, con un componente eminentemente práctico. Es importante que el proceso educativo se caracterice por ser interactivo y colaborativo, bajo la orientación del profesor, con la utilización de métodos y procedimientos que permitan al profesional en formación anticiparse e interactuar con la realidad y brindar soluciones en su entorno social (Capote et al., 2016).

En este sentido surge una interrogante que se generó y despertó en su momento alarma entre los docentes de las carreras de ingeniería fue la no presencialidad en los laboratorios, tradicionalmente la estrategia de las especializaciones en las que se reconoce la necesidad de fomentar el ingenio del estudiante para proponer soluciones prácticas interactuando con fenómenos físicos, químicos, eléctricos y con procesos tecnológicos en general. El cómo superar este impasse en una educación virtual fue un tema retador que, con mayor o menor efectividad, los docentes fueron (y están) superando mientras identifican herramientas tecnológicas básicas como videos tutoriales, simuladores y animaciones, así como herramientas más avanzadas como plataformas interactivas. El uso de la realidad aumentada sigue impulsando de manera exponencial la creatividad de los profesores (Díaz-Garay et al., 2021)

En base a las referencias y antecedentes mencionados anteriormente la disciplina de la ingeniería, juega un papel importante en la investigación experimental y existen diferentes conceptos teóricos de aplicación práctica al momento del desarrollo de la práctica de la síntesis de biodiesel, establecidos en el programa de unidad de aprendizaje de la materia de Química General, tales como cálculos estequiométricos, uso de los instrumentos de medición de volumen y masa, así como los cuidados en tema de seguridad e higiene al momento de manipular los reactivos. Además, una comprensión clara de los principios subyacentes de los procesos físicos y químicos a los que se someten los reactivos, por lo tanto, las mejores condiciones del proceso de síntesis del biodiesel que hacen atractivo la producción de biodiesel como una alternativa viable y sustentable como un combustible que puede reemplazar al combustible de origen fósil.

Al referirnos específicamente al tronco común de ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), y su contenido curricular, en lo particular a la materia de Química General, es parte de la formación básica que se necesita para todas las ramas de las ingenierías, las cuales requiere ciencia aplicada, y el centro de toda ciencia es la química. Esto se debe a que la química está tan extendida en todas las facetas de las ciencias, que incluso si no es una parte central de su profesión, seguramente estará de alguna forma indirecta. Esta es la razón por la cual los planes de estudios de ingeniería tienen por lo menos una clase de Química General con su respectivo laboratorio. Esta formación del estudiante de ingeniería, será beneficiosa para su futuro profesional, al momento de resolver problemas con una comprensión profunda y tener una mejor solución. Entre las competencias que deben adquirir los estudiantes son, los tipos de reacción y su aplicación en la elaboración de productos o procesos industriales, asegurándose de cumplir con las condiciones de sustentabilidad, higiene y seguridad industrial en el manejo de las mismas, con una actitud empática, tolerante y proactiva al trabajo en equipo (UABC, 2018).

En lo referente al área de ingeniería y tecnología en la UABC, se ofertan 43 programas educativos que imparten tronco común en el Estado de Baja California (UABC, 2021), para este estudio solo se considera la Facultad de Ingeniería y Negocios de Guadalupe Victoria que tiene una matrícula de 340 estudiantes matriculados (UABC, 2022), basado en estas referencias de la institución se aborda la investigación de la asignatura de química general de los alumnos de la unidad académica.

Esta asignatura pretende proporcionar a los estudiantes los principios de la química que son relevantes, por lo tanto, la metodología, el aprendizaje basado en aplicación del conocimiento teórico a través del desarrollo de prácticas de laboratorio, se centra en desarrollar las habilidades necesarias para aplicar esos principios. En particular, los contenidos de esta materia se seleccionan para introducir y mejorar la comprensión de los estudiantes de ingeniería sobre la estructura y las propiedades de la materia, así como los cambios, tanto físicos como químicos, que se producen en ella, además estos aspectos son de gran importancia para poder comprender otras asignaturas.

La implementación de las prácticas de laboratorio implica un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el docente, el cual debe organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para ejecutar etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información, interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional (Espinosa-Ríos et al., 2016).

La práctica de laboratorio de química encaminada a la síntesis de biodiesel, es un medio para el conocimiento teórico-práctico en el que los estudiantes aprenderán sobre un recurso renovable que algún día a corto plazo podrá reemplazar al combustible diésel. Lo anterior forma parte de los desafíos de los futuros ingenieros, entre los cuales se destaca la protección al medio ambiente, que complementa a temas tales como el cambio climático y el desarrollo sustentable.

Al sintetizar biodiesel, los estudiantes aprenden de dónde proviene, cómo se elabora y los estudiantes valoran la razón por la cual produce menos contaminación al aire cuando se quema en un motor que el diésel. El uso de biodiesel puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque la quema de biodiesel libera dióxido de carbono en el aire, este carbono primero fue eliminado del aire por la planta que produce las semillas oleaginosas y que posteriormente se transformó obtuvo aceite vegetal la cual es la materia prima para la síntesis del biodiesel.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio, consistió en presentar un acercamiento a la aplicación de los conocimientos teóricos de la materia de química general y habilidades adquiridas en prácticas de laboratorio previas, en el desarrollo de una práctica integradora de conocimientos, para ejercitar el desarrollo de la ejecución de los conocimientos a través de la implementación de procedimientos para la producción de biodiesel, mediante la instalación del material e instrumentos de laboratorio para controlar las mejores condiciones y el correcto desarrollo de la reacción de transesterificación por parte de los estudiantes.

2. Prácticas de laboratorio en la materia de química general

El propósito del curso de química general, es aplicar los fundamentos teórico-prácticos básicos de la química, en la determinación de la periodicidad en las propiedades de los elementos y su comportamiento, al ser sometidos a un estímulo físico o químico, las reglas de nomenclatura de compuestos químicos, así como la proporcionalidad en los cálculos estequiométricos de reacciones y disoluciones, además de la adquisición de destrezas experimentales asociadas a las prácticas de laboratorio de la materia química general; favoreciendo una actitud, crítica y reflexiva, así como el cuidado al medio ambiente (UABC, 2018). Este curso pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de la Ingeniería.

Las prácticas de laboratorio de la materia química general, constan de 12 sesiones que se deben de desarrollar dentro de las 17 semanas que dura el curso, de las cuales 7 sesiones consisten en preparar soluciones de concentraciones determinadas, en las cuales hacen uso de instrumentos volumétricos y balanzas.

Los procesos de aprendizaje significativo de los estudiantes de la materia de química general, no se limita a la simple interacción de los elementos básicos para desarrollar prácticas de laboratorio requerida en la materia, si no que se promueve la interacción de diversas habilidades y conocimientos para proponer soluciones conjuntas a retos reales a través de la elaboración de biodiesel, como un proceso de aprendizaje activo, a modo de estrategia que se asemeje a los retos del mundo laboral actual. El enfoque práctico de estas exposiciones es adecuado para reforzar conceptos clave de la materia de química general (Nogales-Delgado and Martín, 2019).

Para el desarrollo de cada práctica fue necesaria la supervisión de profesores, estas actividades brindaron retroalimentación concreta a las dudas de los alumnos, creando conciencia sobre las mejores prácticas y comprendan los peligros a los que están expuestos y sepan cómo trabajar de manera segura y de conformidad con las normas de seguridad del laboratorio (Vasile-Mircea et al., 2003).

2.1. Generalidades del biodiesel

La transesterificación es el principal método para producir biodiesel a partir de aceite vegetal o grasa animal. A través de este método, se convierten en sus ésteres alquílicos con una viscosidad reducida a niveles cercanos al combustible diésel. Este producto es, por tanto, un combustible con propiedades similares al gasóleo derivado del petróleo, que le permiten ser utilizado en motores diésel de petróleo existente, sin modificaciones ya sea de manera pura o mezclado en diferentes proporciones con diésel. En general, la transesterificación procede

esencialmente mezclando los reactivos generalmente bajo calor y a presión atmosférica. Sin embargo, la adición a la reacción de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, se acelerará la reacción.

El biodiesel es altamente biodegradable y tiene una toxicidad mínima. Tiene casi cero emisiones de compuestos aromáticos y otras sustancias químicas que son destructivas para el medio ambiente. Tiene una pequeña contribución neta de dióxido de carbono (CO₂) cuando se considera todo el ciclo de vida y su producción puede ser descentralizada para que pueda tener un potencial significativo para la mejora de la economía rural de donde procede la materia prima (Ahmad et al., 2011).

El uso de biodiesel en comparación con su equivalente fósil, podría contribuir al desarrollo sostenible de muchos países y regiones, debido a su naturaleza renovable y amigable con el medio ambiente (Othman et al., 2017; Rodionova et al., 2017)

A pesar de la mucha información que se encuentra disponible en diversos medios electrónicos, el biodiesel tiene una aparición en la línea del tiempo antes que el mismo diésel, inicia al mismo tiempo en que se desarrolló del motor de combustión de alto rendimiento mediante el ciclo termodinámico diésel, inventado por el Ingeniero alemán Rudolf Diesel. La característica "bio" del biodiesel como carburante de origen renovable, se le da en fechas recientes, para resaltar sus bondades menos contaminantes en comparación con el combustible diésel, de origen pétreo altamente contaminante y de origen no renovable.

El uso de biodiesel presenta importantes ventajas frente a otros combustibles derivados del petróleo, su índice de cetano es más alto que el del diésel de petróleo, no contiene azufre, reduce las emanaciones de CO₂, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos, en caso de accidente los vertidos son menos contaminantes que los de combustibles fósiles, es biodegradable y su transporte y almacenamiento resulta más seguro que el de los petroderivados ya que posee un punto de ignición más elevado.

2.2. Síntesis de biodiesel en el laboratorio

Para la síntesis de biodiesel, no se requieren de reactivos de alto riesgo y sus condiciones de temperatura para la reacción es moderada, sin embargo, es necesario en todo el tiempo del desarrollo de la práctica la supervisión a los alumnos para asegurar su cuidado y la protección al desarrollar el procedimiento experimental en el laboratorio.

La síntesis de biodiesel, consiste en convertir aceite vegetal o grasa animal en ésteres monoalquílicos de ácidos grasos, lo cual se puede realizar a través de tres vías:

- Transesterificación catalizada por reactivo alcalino.
- Transesterificación catalizada por reactivo ácido.
- Transesterificación por método biológico a través de enzimas.

Generalmente el biodiesel se sintetiza a través de la reacción catalizada por bases, por lo general hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, por varias razones:

- Se utilizan presiones y temperaturas bajas para la reacción (presión atmosférica y 60 °C)
- Tiene un alto porcentaje de conversión (98%),
- Las reacciones secundarias son mínimas
- Tiempo de reacción es corto (40-60 minutos).
- Es una conversión directa del aceite o grasa a biodiesel, que por lo general no reacciona generando formación de compuestos intermedios.
- No se necesitan materiales de construcción especiales.

3. Mediciones de masa y volumen

En el laboratorio de química, la comprensión de las reacciones depende, de la capacidad para adquirir información precisa sobre los reactivos y productos. Esta información de tipo cuantitativa, se realiza a través de mediciones a través de una gran cantidad de equipos e instrumentos de medición y depende de algunos criterios específicos para la selección del mejor dispositivo para una medición precisa.

3.1. Medición de volumen

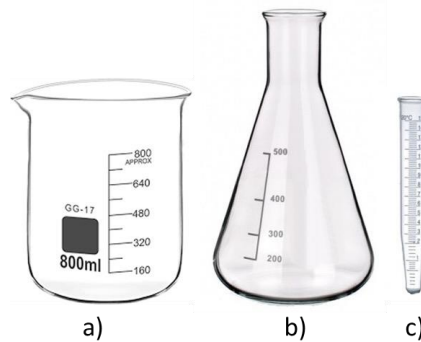
En la mayoría de los laboratorios de química, se puede encontrar una amplia variedad de dispositivos de cristal, plástico u otro material, utilizados para verter, contener y medir líquidos. Estos dispositivos vienen en gran variedad de formas y tamaños. Cada dispositivo tiene un propósito específico además de contener y medir volumen.

La referencia para medir el volumen, es a través de marcas en el dispositivo, el cual indica un volumen determinado, la precisión de las marcas varía, en los recipientes más grandes la presión o tolerancia en el volumen no es necesaria, a diferencia de la medición de pequeña cantidad de volumen, la cual sería trascendente para alguna experimentación en específico.

Existen instrumentos de medición de volumen que no requieren demasiada precisión como por ejemplo, vaso de precipitado, matraz, y tubo de ensayo graduado (Fig. 1). Por otra parte, el material de laboratorio volumétrico

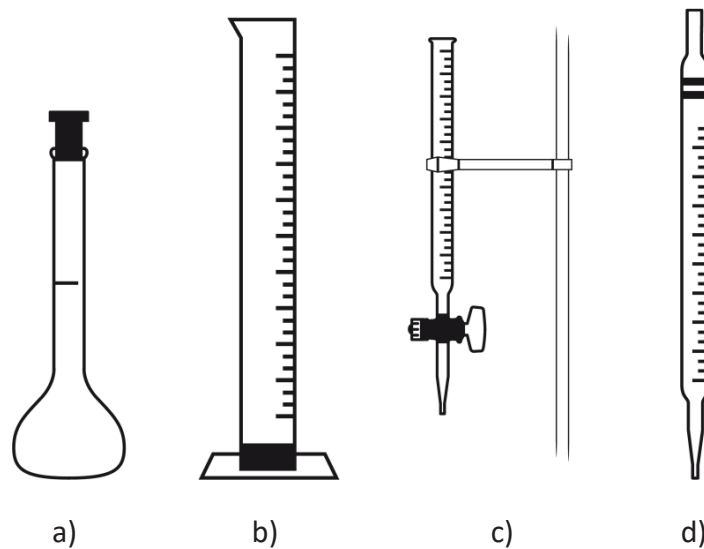
es para medir líquidos con precisión, tales como matraz aforado, probeta, pipeta y bureta (Fig. 2) son diseñadas para medir pequeñas cantidades de líquido con mayor precisión, con tolerancias inferiores a $\pm 0,02$ ml.

Figura 1. Instrumentos de medición de volumen: a) vaso de precipitado, b) matraz, c) tubo de ensayo graduado



Fuente: Wikipedia, 2021.

Figura 2. Instrumentos de medición exacta de volumen: a) matraz aforado, b) probeta, c) bureta, d) pipeta.



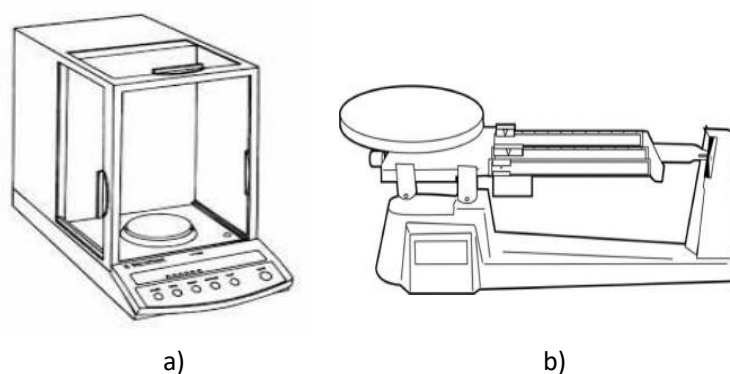
Fuente: UCTICEE, 2022.

La decisión respecto a la selección del material para medir volumen, va a depender de la cantidad de líquido a medir, disposición del material adecuado y al criterio de tolerancia; la manipulación, estará en función con la información adquirida en el aula, así como las medidas de seguridad establecidas en el reglamento del laboratorio.

3.2. Medición de masa

En el laboratorio de química, por lo general se encuentran dos tipos de equipos de medición de masa, la balanza analítica y granataria. La balanza analítica (Figura 3a), es un instrumento de medición moderno, de alta precisión, que se utiliza en el análisis químico cuantitativo, para determinar la masa de objetos sólidos, líquidos, polvos y sustancias granulares. En la actualidad, la balanza analítica electrónica utiliza el principio de restauración de la fuerza magnética, ofreciendo una legibilidad de hasta 0,0001 g. La balanza granataria (Figura 3b), es la balanza mecánica más común en los laboratorios, su principio de funcionamiento es a través de una serie de componentes de contrapesos para hacer las mediciones. Entre las limitaciones esta que no es recomendable para mediciones menores a los 10 gramos y su margen de error es considerablemente alto de hasta 0,05 gramos. La elección del equipo de medición de masa adecuado, está en función de la cantidad de masa a medir y al margen de error permitido.

Figura 3. Equipos de medición de masa: a) balanza analítica b) balanza granataria.



Fuente: SMPCCM, 2022.

4. Metodología

La presente investigación es de tipo cualitativa, aplicando la técnica de observación a los estudiantes de tronco común de las ingenierías en la materia de Química General desarrollado en el Laboratorio de Química, de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Guadalupe Victoria del Valle de Mexicali, en Baja California, México, durante los semestres de 2018-1 al 2019-1, con una participación de 15 estudiantes por grupo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Para la construcción del desarrollo del presente estudio, consistió en presentar un acercamiento a la aplicación de los conocimientos teóricos de la materia de Química General relativa a los conocimientos adquiridos respecto a la medición de volumen y masa, y a las habilidades adquiridas en prácticas de laboratorio, a manera de una práctica integradora de conocimientos, para ejercitar el desarrollo y la ejecución de los conocimientos a través de la implementación de procedimientos para la síntesis de biodiesel, mediante la ejecución de los procedimientos para la manipulación de los dispositivos de medición de volumen y equipos para la medición de masa, para medir los reactivos, y con ello establecer las mejores condiciones para el correcto desarrollo de la reacción de transesterificación por parte de los estudiantes, con las medidas de seguridad e higiene establecidas en el reglamento del laboratorio.

5. Resultados

El tránsito del conocimiento teórico al práctico, mediante la síntesis de biodiesel, consistió primeramente en conocer la característica físico-química del aceite vegetal, metanol, e hidróxido de sodio, así como las medidas de seguridad e higiene para tomar las precauciones adecuadas de seguridad e higiene al momento de manipular los reactivos. Esta información la encontraron los alumnos en las hojas de seguridad del manual que mantiene cada laboratorio.

La cuantificación de los reactivos es básico para el proceso de síntesis de cualquier sustancia, debido a que con ello se suministra la materia prima de manera necesaria para que se lleve a cabo una reacción eficiente. La medición de los reactivos, básicamente se da en forma de volumen y masa. Los alumnos tomaron la decisión de la selección adecuada del instrumento de medición acorde a la cantidad de volumen y masa a medir, mediante la técnica más adecuada. Para ello, los alumnos recurrieron a la información que previamente se les había impartido en el aula. Una vez identificada la cantidad de volumen de aceite vegetal, metanol y de masa de hidróxido de sodio a utilizar para la síntesis del biodiesel, mediante el análisis estequiométrico, para evitar el consumo innecesario de reactivo.

Para la medición del volumen de aceite, con la característica física bien definida, y como la principal materia prima para la síntesis de biodiesel, fue medido el volumen por los estudiantes mediante el uso de una probeta (Fig. 2b), ya que es el instrumento volumétrico que consiste en un cilindro graduado, que permite medir volúmenes con una precisión $\pm 1\text{ml}$, a través de marcas a lo largo del instrumento.

La medición del volumen del metanol, se llevó a cabo con otra probeta de menor capacidad, ya que el volumen requerido es de $\frac{1}{2}$ parte del volumen del aceite, y en este caso, la propiedad fisicoquímica de mayor relevancia, es la alta volatilidad, elevada inflamabilidad y moderadamente tóxico, por lo que requirió un cuidado especial para su medición. En la tabla 1, se presenta la información recolectada durante la etapa de medición de volumen, a través de la observación, durante el desarrollo de la práctica.

Tabla 1. Medición de líquida en el laboratorio de química durante los semestres 2018-1, 2018-2 y 2019-1.

Conocimiento del alumno solo medición del volumen del líquido	Conocimiento del alumno con mezcla de los reactivos	Comentario del profesor que impartió la práctica de laboratorio
El alumno posee cierto conocimiento empírico y habilidad en cuanto a la medición de volumen, sin embargo, se le dificulta la toma de decisión en cuanto a cuál es el mejor instrumento de medición de volumen acorde al volumen a medir y la mejor manera de manipularlo.	El desconocimiento y falta de confianza con la medición de volumen diferente al agua como reactivo, le genera cierto estrés, ya que desconoce cómo manipular los reactivos, como el presente caso metanol y aceite vegetal.	La medida de volumen de un líquido diferente al agua, es un reto para el alumno, así como la técnica para realizar la medición para asegurarse un bajo error en la medición.

Fuente: Elaboración propia.

La medición de la masa de hidróxido de sodio, el cual es empleado como catalizador de la reacción de transesterificación, fue particularmente especial, debido a los cuidados para su medición, ya que es irritante al contacto con la piel. La cantidad requerida es de 3.4 gramos por cada litro de aceite, y en la práctica de laboratorio se utilizaron 200 ml de aceite vegetal, por lo que se requirió una conversión para determinar la cantidad proporcional. El equipo utilizado fue una balanza analítica (Fig. 3a), debido a la cantidad tan pequeña a medir. En la Tabla 2, se presenta la información recolectada durante la etapa de medición de masa, a través de la observación, durante el desarrollo de la práctica.

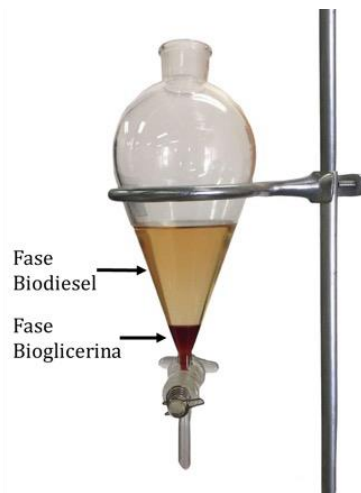
Tabla 2. Medición de masa en el laboratorio de química durante los semestres 2018-1, 2018-2, 2019-1.

Conocimiento del alumno solo medición de masa del reactivo	Conocimiento del alumno con mezcla de los reactivos	Comentario del profesor que impartió la práctica de laboratorio
La transición de la teoría a la práctica, fue con cierta desconfianza, por la nula interacción con el equipo de medición, sin embargo, con la constante intervención, permitió cierto relajamiento, y confianza con el manejo del equipo de medición de masa.	El alumno comprendió la importancia de la medición de la masa del reactivo, para su posterior reacción, ya que de esa forma, se evita el desperdicio de reactivo, y permite una reacción completa acorde a lo calculado.	La medición de masa de reactivos sólidos, por parte de los alumnos, requirió de constante orientación y precaución en cuanto a la operación del equipo, con las respectivas medidas de seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

La medición de masa, no es tan común en la vida académica de los estudiantes de ingeniería, debido a la necesidad de un equipo relativamente especializado, por lo que requirió de mayores instrucciones para su correcta operación, por lo que la interacción de los alumnos con el equipo de medición de masa y la manipulación de los reactivos, reafirma el conocimiento teórico adquirido en el aula. Los alumnos desarrollaron exitosamente la práctica, dando como resultado, biodiesel y glicerol como subproducto, como se ilustra en la Fig. 4.

Figura 4. Fases de la síntesis de biodiesel



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian una comprensión por parte de los alumnos de la información teórica y habilidades adquiridas en el laboratorio, al obtener biodiesel sin purificar, que pudiera continuarse en futuras prácticas, de tal manera que se llegue a un producto de calidad para consumo en un vehículo con motor diésel como parte experimental. El uso del pensamiento sistémico aplicado a la síntesis de biodiesel, juega un papel muy importante como mecanismo para la enseñanza de la química verde (Orgill et al., 2019).

6. Conclusiones

Consideramos que esta perspectiva teórica-práctica, proporciona una explicación alternativa a los problemas sobre la práctica docente que se desarrolla en el laboratorio, que normalmente se han visto desde un enfoque de habilidades o actitudes individuales.

Por lo tanto, el presente estudio consistió en presentar un acercamiento a la aplicación de los conocimientos teóricos de la materia de Química General y conocimientos y habilidades adquiridas en prácticas de laboratorio previas, en el desarrollo de una práctica integradora de conocimientos, para ejercitar el desarrollo de la ejecución de los conocimientos a través de la implementación de procedimientos para la síntesis de biodiesel, mediante la instalación del material e instrumentos de laboratorio para controlar las mejores condiciones y el correcto desarrollo de la reacción de transesterificación por parte de los estudiantes.

El desarrollo de la práctica de laboratorio, transformó la experiencia tradicional de cómo se desarrollaban las prácticas, pasando de desarrollarse de forma aislada sin un objetivo práctico-específico, a una nueva forma de interacción desde la experiencia de la producción de una energía renovable, con ello, los estudiantes se sintieron en confianza y satisfechos por sus logros, sin tensiones, conductas proactivas ante el reto de elaborar un producto valorado actualmente por sus características verdes y amigables al medio ambiente.

La experiencia que adquieren los alumnos en la formación del tronco común del área de ciencia y tecnología en base a la carta descriptiva, es una competencia de habilitación en sus conocimientos prácticos y científicos, sin embargo, en la época de pandemia de COVID-19 complicó la actividad de elaborar procedimientos en el laboratorio, por lo que sigue representado un reto para la formación profesional de los estudiantes en acompañamiento del profesor.

7. Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Facultad de Ingeniería y Negocios de Guadalupe Victoria de la Universidad Autónoma de Baja California, México, que nos permitieron realizar esta investigación de la formación académica de los estudiantes de tronco común en los programas de ingeniería.

Referencias

- Ahmad, A. L., Yasin, N. H. M., Derek, C. J. C. and Lim, J. K. (2011). *Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(1), 584–593. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.018>
- Capote, G., Rizo, N. and Bravo, G. (2016). *La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria*. Revista Universidad y Sociedad, 8(1), 21–28.
- Cordova-Wentling, R. M. and Price, R. (2007). *Human behavior skills in engineering education*. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. <https://doi.org/10.18260/1-2--1690>
- Díaz-Garay, B. H., Noriega-Aranibar, M. T. and Ruiz-Ruiz, M. F. (2021). *Experiencias y desafíos en la formación de ingenieros durante la pandemia del Covid-19*. Desde El Sur, 13(2), e0019. <https://doi.org/10.21142/des-1302-2021-0019>
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D. and Hernández-Ramírez, L. T. (2016). *Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*. ENTRAMADO, 12(1), 266–281. <https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Hernández, S. R., Fernández C. C. and Baptista L. P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Ed.
- Muhonen, H., Pakarinen, E., Poikkeus, A. M., Lerkkanen, M. K. and Rasku-Puttonen, H. (2018). *Quality of educational dialogue and association with students' academic performance*. Learning and Instruction, 55, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.09.007>
- Nogales-Delgado, S. and Martín, J. M. E. (2019). *Environmental education for students from school to university: Case study on biorefineries*. Education Sciences, 9(3), 202. <https://doi.org/10.3390/educsci9030202>
- Orgill, M.K., York, S. and Mackellar, J. (2019). *Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community*. Journal of Chemical Education, 96(12), 2720–2729. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00169>
- Othman, M. F., Adam, A., Najafi, G. and Mamat, R. (2017). *Green fuel as alternative fuel for diesel engine: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 80, 694–709. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.140>
- Ramos, E., Barragán, E., Yáñez, S., Ponce, M., Espericueta, M., Cepeda, M. and Moreno, D. (2013). *Acreditación y vinculación con el sector productivo*. In Rosario M., Didriksson, T., Marúm E., Dias S., Fernández L., López S., Villanueva E., and Ríos A. (Coord.) *La acreditación de la educación superior en Iberoamérica: La gestión de la calidad de los programas educativos. Tensiones, desencuentros, conflictos y resultados*, Volumen 2. (1ra ed., Vol. 2, pág. 80). Red de Académicos de Iberoamérica A.C.
- Rodionova, M. V., Poudyal, R. S., Tiwari, I., Voloshin, R. A., Zharmukhamedov, S. K., Nam, H. G., Zayadan, B. K., Bruce, B. D., Hou, H. J. M. and Allakhverdiev, S. I. (2017). *Biofuel production: Challenges and opportunities*. International Journal of Hydrogen Energy, 42(12), 8450–8461. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.11.125>
- Servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y calibración de equipos de medición (SMPCCEM) (2022). *Equipos de medición de masa*. <http://metroseringenieria.com/>
- Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL) (2018). *La estructura del sistema educativo mexicano*. Sistema De Información De Tendencias Educativas En América Latina, 6(11), 1–30. https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_mexico_0101.pdf
- Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias (UCTICEE) (2022, junio). *Material volumétrico: para medir volúmenes exactos*. https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/mediateca/ecoescuela/wp-content/uploads/sites/2/2020/05/cd-23_0000045_laboratorio_material_volumenes_c.png
- Universidad Autónoma de Baja California (2018). *Programa de unidad de aprendizaje de la materia química general*.
- Universidad Autónoma de Baja California (2021). *Programas educativos*. <https://www.uabc.mx/programas-educativos/>
- Universidad Autónoma de Baja California (2022). *Sistema de indicadores y estadísticas institucionales*. <http://indicadores.uabc.mx/indicadores/alumnos/>
- Vargas, L. M. R. (2022, mayo). *El estado actual de la formación de ingenieros. Criterios para la excelencia y la competitividad*. <http://publicaciones.anuies.mx>
- Vasile-Mircea, C., Dan, L., and Paul, A. S. (2003). *Education in Chemical Process Control Using the Supervisory Laboratory Application*. Hungarian Journal of Industry and Chemistry, 31(1), 31–35.
- Wikipedia contributors. (2021, September). *Laboratory flask*. In Wikipedia. The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Laboratory_flask&oldid=1047320060