

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias  
Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

**Propuesta de un manual de prácticas de química sin  
residuos peligrosos para ingenieros industriales**

Proposal for a manual of non-hazardous waste chemistry practices for  
industrial engineers

**Lucila Márquez Pallares**

lucila.mp@apizaco.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0003-2422-7800>  
Tecnológico Nacional de México. Instituto  
Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Josefina Montiel Corte**

vicente.cb@apizaco.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0009-0001-4641-6947>  
Tecnológico Nacional de México. Instituto  
Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Jacquelin León Báez**

jacquelin.leon@tlatlauquitepec.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0000-0003-4588-6127>  
Instituto Tecnológico de Tlatlauquitepec  
Puebla – México

**Jacinto Flores Minor**

jacinto.fm@apizaco.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0009-0001-0272-434X>  
Tecnológico Nacional de México. Instituto  
Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Vicente Castillo Benítez**

vicente.cb@apizaco.tecnm.mx  
<https://orcid.org/0009-0000-8077-6631>  
Tecnológico Nacional de México. Instituto  
Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4728>

**Artículo recibido:** 10 de julio de 2025

**Aceptado para publicación:** 30 de octubre de  
2025.

**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.



**NÚMERO**

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4728>

## Propuesta de un manual de prácticas de química sin residuos peligrosos para ingenieros industriales

Proposal for a manual of non-hazardous waste chemistry practices for industrial engineers

**Lucila Márquez Pallares<sup>1</sup>**

lucila.mp@apizaco.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-2422-7800>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Jacquelin León Báez**

jacquelin.leon@tlatlauquitepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4588-6127>

Instituto Tecnológico de Tlatlauquitepec  
Puebla – México

**Jacinto Flores Minor**

jacinto.fm@apizaco.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0001-0272-434X>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Vicente Castillo Benítez**

vicente.cb@apizaco.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0000-8077-6631>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

**Josefina Montiel Corte**

vicente.cb@apizaco.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0001-4641-6947>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Apizaco  
Tlaxcala – México

Artículo recibido: 09 de julio de 2025. Aceptado para publicación: 30 de octubre de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

Derivado de la generación de residuos peligrosos dentro del laboratorio de química en el ITA, se elaboró durante el curso intersemestral “Química sin residuos peligrosos” un manual de prácticas que tienen como objetivo disminuir el impacto ambiental de los mismos. Las prácticas que se proponen abarcan las 5 unidades del temario de ingeniería industrial, siendo las de mayor impacto para el perfil del ingeniero industrial, la elaboración de productos cotidianos (gel antibacterial, jabón, polímeros) que pueden ser un nicho de oportunidad para producir sus propias marcas, además del uso de la plataforma interactiva phet colorado, y la generación de material didáctico, son de gran ayuda para no generar residuos. El manual de prácticas impacta positivamente en el alumnado, ya que aprenden los principios de las reacciones químicas, desarrollan las habilidades técnicas y ayudan al cuidado del medio ambiente.

---


<sup>1</sup> Autora de correspondencia.

*Palabras clave:* phet colorado, alcohol polivinílico, electrólisis

## Abstract

Due to the generation of hazardous waste within the chemistry laboratory at ITA, a manual of practices was developed during the course "Chemistry without Hazardous Waste" with the aim of reducing its environmental impact. The proposed practices cover the five units of the chemistry subject of industrial engineering. The most impactful for the industrial engineer profile are the production of everyday products (antibacterial gel, soap, polymers), which can be a niche opportunity to produce their own brands. In addition, the use of the interactive platform phet colorado and the generation of teaching materials are of great help in reducing waste generation. The manual of practices has a positive impact on the students, as they learn the principles of chemical reactions, develop technical skills, and contribute to protecting the environment.

*Keywords:* phet colorado, polyvinyl alcohol, electrolysis

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Márquez Pallares, L., León Báez, J., Flores Minor, J., Castillo Benítez, V., & Montiel Corte, J. (2025). Propuesta de un manual de prácticas de química sin residuos peligrosos para ingenieros industriales. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (5), 2135 – 2145. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4728>

## **INTRODUCCIÓN**

A partir de la situación de confinamiento derivado de la pandemia por covid-19, los docentes se adaptaron a la tecnología, utilizando plataformas interactivas gratuitas como phet colorado, para la enseñanza de los conceptos; esto ayudó a la disminución de residuos peligrosos dentro del laboratorio, sin embargo, no es suficiente para el alumnado ya que requieren desarrollar habilidades técnicas, por lo que se deben realizar prácticas que no generen residuos y utilizar material didáctico. De los productos que tuvieron mayor demanda en la pandemia y que la gente usa con mayor frecuencia son los geles antibacteriales. Por lo que, en el ITA, durante el curso intersemestral “Química sin residuos peligrosos” se optimizó el proceso para la obtención de gel antibacterial humectante, con el cual no se generan residuos y el alumnado de forma individual o en equipo obtienen el producto que utilizan de forma cotidiana.

Otro producto de limpieza es el jabón, existen varios procesos en la literatura para su obtención, pero el más común es por medio de la reacción de saponificación, sin embargo, el principal desafío radica en la adaptación del método al tipo de aceites y/o grasas residuales disponibles, dado que presentan variaciones significativas en su composición y, por ende, en su índice de saponificación. Existen estudios realizados principalmente en México (Márquez Pallares et al., 2024), Ecuador (Bombón N. y Albuja M., 2014), Perú (Davis Fernández, A. et. al., 2020) y Colombia (Arias Rodríguez M. Y. y Ibarra Mojica, D. M., 2018), que demuestran que se puede obtener jabón a partir de aceites residuales, dichos trabajos fueron la base para la optimización del proceso de saponificación en el Tecnológico de Apizaco.

Otro material importante en la industria moderna son los polímeros, sin embargo, uno de sus principales problemas medioambientales es el prolongado tiempo que requieren para degradarse. En particular, los polímeros derivados de fuentes sintéticas pueden persistir en ecosistemas durante décadas o siglos, acumulándose y ocasionando daño ecológico. Para mitigar estos impactos, la industria ha optado por polímeros biodegradables como los hechos a base de alcohol polivinílico, por lo que en el curso “Química sin residuos peligrosos” se realizó la síntesis del polímero en diferentes concentraciones para observar las características y posibles usos, ya que según Elgharbawy, A.S et al., (2024), este material presenta potencial para degradarse bajo condiciones adecuadas gracias a su solubilidad en agua y su capacidad de ser metabolizado por microorganismos especializados, aunque su tasa de biodegradación depende fuertemente de factores como la estructura del polímero, el ambiente microbiano, temperatura y pH.

El propósito de este trabajo es dar a conocer la importancia de la enseñanza de la química, sintetizando productos de utilidad, sin generar residuos peligrosos, lo que contribuye al objetivo general del sistema de gestión de la calidad de los tecnológicos, el cual fomenta la cultura de cuidado del medio ambiente, además contribuye a la constante formación de recursos humanos.

## **METODOLOGÍA**

Se tomó como base el temario de la carrera de Ingeniería industrial para la adaptación de las prácticas.

Tema 1. Materia, estructura y periodicidad. Subtema 1.3. Dispersiones o mezclas. Se realizó una búsqueda bibliográfica para probar las técnicas metodológicas reportadas para la obtención de gel antibacterial y se realizó la optimización del proceso dentro de las actividades del curso intersemestral “Química sin residuos peligrosos”. Para el subtema 1.4 Caracterización de los estados de agregación de la materia se propone una práctica interactiva en la plataforma Phet colorado [https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_es.html), para el aprendizaje del diagrama de fases y el concepto del punto triple en diferentes sustancias. En el subtema 1.8. Periodicidad química, se realizó la estructura de la tabla periódica en lona, y se adicionó

1cm<sup>2</sup> de velcro en cada una de las posiciones de los elementos, también se elaboraron tarjetas con las variaciones periódicas para que los alumnos identificaran el lugar del elemento, según sus características. Se realizó un video para demostrar el uso que puede tener este material interactivo e incentivar a los docentes de química a utilizarla.

En el tema 2. Enlaces Químicos y el Estado Sólido. Subtema 2.5 Enlace iónico y 2.8 Enlace covalente. Se generó un circuito que consta de un interruptor, cables conectores, led y un convertidor de voltaje CA/CD, con el cual se puede comprobar si las sustancias son buenas conductoras tanto en estado sólido como disueltas en solventes de diferente polaridad, esta es una de las principales diferencias entre enlaces. También se creó una tabla comparativa donde el alumno irá anotando sus observaciones con lo cual podrá concluir el tipo de enlace que tiene cada una de las sustancias con las cuales trabajó.

En el tema 3. Compuestos orgánicos e inorgánicos. Subtema 3.9. Plásticos y Resinas. Se realizó la síntesis de un polímero a base de alcohol polivinílico a una concentración de 6,8,10 y 12%. Se puede tener variantes de esta práctica al adicionar fibras de diferentes materiales para tener un material compuesto.

En el tema 4. Reacciones Químicas Inorgánicas. Subtema 4.9. Reacciones químicas simples, y 4.11. Compuestos de importancia económica, industrial y ambiental. Se realiza el proceso de saponificación, utilizando aceite reciclado, según la metodología reportada por Márquez-Pallares et. al., (2022).

En el tema 5. Conceptos Generales de Gases, Termoquímica y Electroquímica, se armó durante el curso intersemestral "Química sin residuos peligrosos, un dispositivo a partir de cargadores reciclados de celulares y puntas de grafito que funcionan como electrodos para llevar a cabo la reacción de electrólisis para la separación de sal, para que el alumnado comprenda los principios de la electroquímica.

## RESULTADOS

En el Tema 1. Materia, estructura y periodicidad. Subtema 1.3. Dispersiones o mezclas, la investigación bibliográfica arrojó diferencias entre los procedimientos y los reactivos utilizados, que se resumen en la siguiente tabla

**Tabla 1**

*Metodologías para producir gel antibacterial*

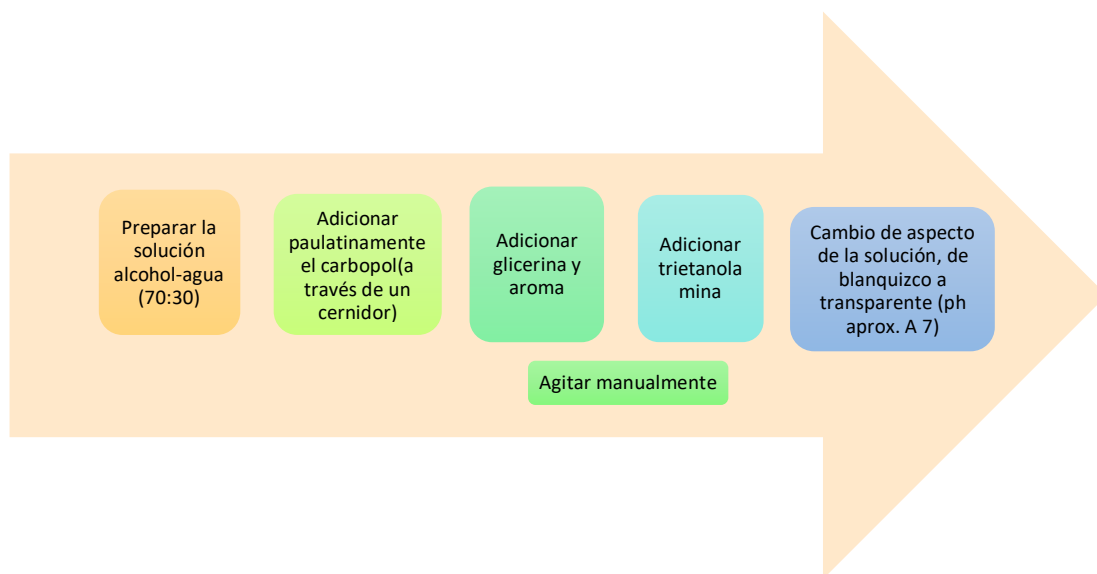
Fuente (año / tipo)	Tipo de formulación	Composición clave / concentración de alcohol	Espesante y % típico (ejemplos)	Pasos / metodología resumida
WHO – Guide to local production (2010)	solución(no gel)	Etanol 80% v/v ó Isopropanol 75% v/v; glicerol 1.45% v/v; H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.125% v/v; resto agua destilada	No incluye espesantes (no es gel)	Medir alcohol → añadir glicerol y H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> → completar con agua destilada → envasar; controlar volumen y seguridad.
How to make hand sanitiser gel. Goh et al., (PMC, 2020)	Protocolo práctico para convertir formulación alcohólica en gel	Usa alcohol (varía, p.ej. 70% v/v en ejemplos experimentales); incluye glicerol como humectante	Carbopol (ej. Carbopol 940) 0.3–1.0% ; neutralizante TEA (triethanolamine) 0.2–0.8%	Disolver carbopol en parte de agua → añadir alcohol lentamente (controlando mezcla) → incorporar glicerol → neutralizar con TEA

				para gelificación → ajustar pH y viscosidad → envasar.
Estudios sobre carbómeros (Carbopol 940/980) – Berardi / Perinelli (2021–2023)	Investigación de la optimización de geles	Alcohol en rangos 50–80% w/w en estudios de estabilidad; ideal mantener ≥60% ethanol o ≥70% isopropanol para eficacia	Carbomer 0.25–1.0% (según viscosidad deseada); TEA 0.4–2% según neutralización	Evaluación: hidratar/dispersionar carbómero, introducir alcohol con agitación, neutralizar (TEA/NaOH) hasta obtener viscosidad deseada; pruebas reológicas y estabilidad.
Estudios experimentales / trabajos de formulación (Rahmatullaha et al., estudios académicos)	Formulación y evaluación (ensayos de estabilidad y antimicrobiano)	Alcohol 60–80% (según ensayo); inclusión de extractos esenciales en algunos trabajos	Carbopol 940: 0.3–0.5% con TEA 0.4–0.8% (ejemplo experimental)	Prepararon varias proporciones para optimizar viscosidad y testaron actividad microbiana y estabilidad física.

Oor lo que se realizaron pruebas a nivel laboratorio, para la optimización del producto dentro de las actividades del curso intersemestral “Química sin residuos peligrosos”, obteniendo un gel con una base del 70% alcohol y 30% agua, se adiciona glicerina para hacerlo un producto humectante, gotas de romero como esencia y agente antibacterial siguiendo el procedimiento de la figura 1; sin generar residuos peligrosos en esta práctica.

**Figura 1**

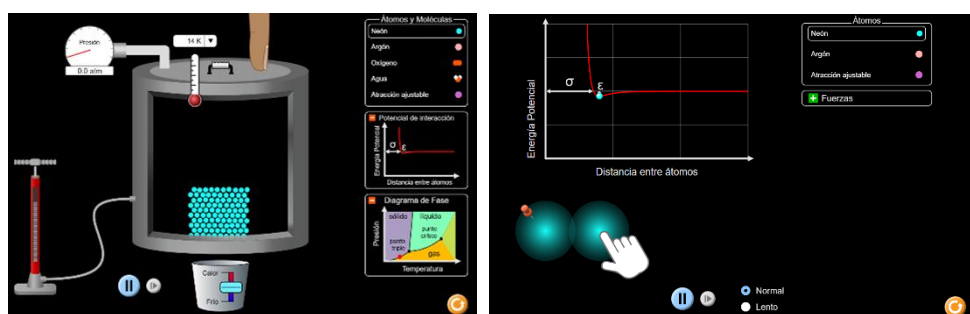
*Metodología para producir gel antibacterial*



Para el subtema 1.4 Caracterización de los estados de agregación de la materia, se utiliza la plataforma Phet colorado ([https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_es.html)), en la que se observan los cambios de fase de los diferentes elementos y compuestos, además permite controlar dos variables, que son la temperatura y la presión del sistema, se muestra el diagrama de fases con el que se puede encontrar el punto triple de diferentes sustancias, también se pueden hacer interacciones para observar la relación que existe entre la energía potencial y la distancia entre moléculas como se observa en la Figura 2.

**Figura 2**

*Esquema de la práctica "Estados de la materia" de la plataforma phet colorado*



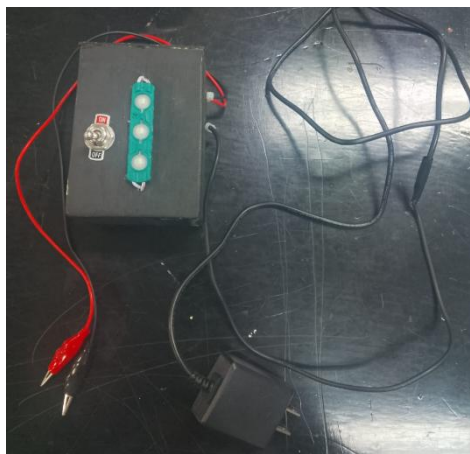
Siendo esta práctica de gran utilidad para el aprendizaje de los conceptos de cambio de estado de la materia y punto triple.

En el subtema 1.8. Periodicidad química, se hizo uso de la estructura de la tabla periódica y de las tarjetas de las variaciones periódicas. Con los alumnos se realizó un video para demostrar el uso que puede tener este material interactivo e incentivar a los docentes de química a utilizarla, el enlace del material audiovisual es: <https://www.youtube.com/watch?v=y2gUBNGpkLM>

En el tema 2. Enlaces Químicos y el Estado Sólido. Subtema 2.5 Enlace iónico y 2.8 Enlace covalente, se generaron 6 circuitos como el que se muestra en la Figura 3.

**Figura 3**

*Circuito para medir la conducción de compuestos y soluciones*



Con el que el cual se puede demostrar si las sustancias son buenas conductoras tanto en estado sólido como disueltas en solventes de diferente polaridad, esta es una de las características que complementan la siguiente tabla, con la cual los alumnos pueden saber que tipo de enlace tiene cada una de las sustancias. Con este circuito se logró sustituir el uso de pilas dentro del laboratorio.

**Tabla 2**

*Características con las cuales se puede determinar el tipo de enlace de las sustancias*

Sustancias	sal	Sulfato de cobre	parafina	azúcar	poliestireno	cobre
Características						
Dureza						
Punto de fusión						
Solubilidad en agua						
Solubilidad en tolueno						
Conductividad en disolución						
Tipo de enlace						

En el tema 3. Compuestos orgánicos e inorgánicos. Subtema 3.9. Plásticos y Resinas, se obtuvieron polímeros con diferente dureza, según la concentración del alcohol polivinílico. Se muestra en la Figura 4 el polímero con una concentración de 10%.

#### Figura 4

*Polímero a base de 10% de alcohol polivinílico*



Este tipo de polímeros pueden adicionarse con celulosa de diferente origen vegetal para formar materiales compuestos.

En el tema 4. Reacciones Químicas Inorgánicas. Subtema 4.9. Reacciones químicas simples, se enseña el principio de la reacción de saponificación, con la que en el curso “Química sin residuos peligrosos” se obtuvieron jabones de 10 g cada uno, adicionados con glicerina y aceite de romero, como se muestra en la Figura 5, cabe mencionar que en esta práctica tampoco se generan residuos y el alumnado aprende el manejo de bases fuertes, el principio de la reacción de saponificación y experimenta lo que es una reacción exotérmica. Se muestra la metodología en la Figura 6.

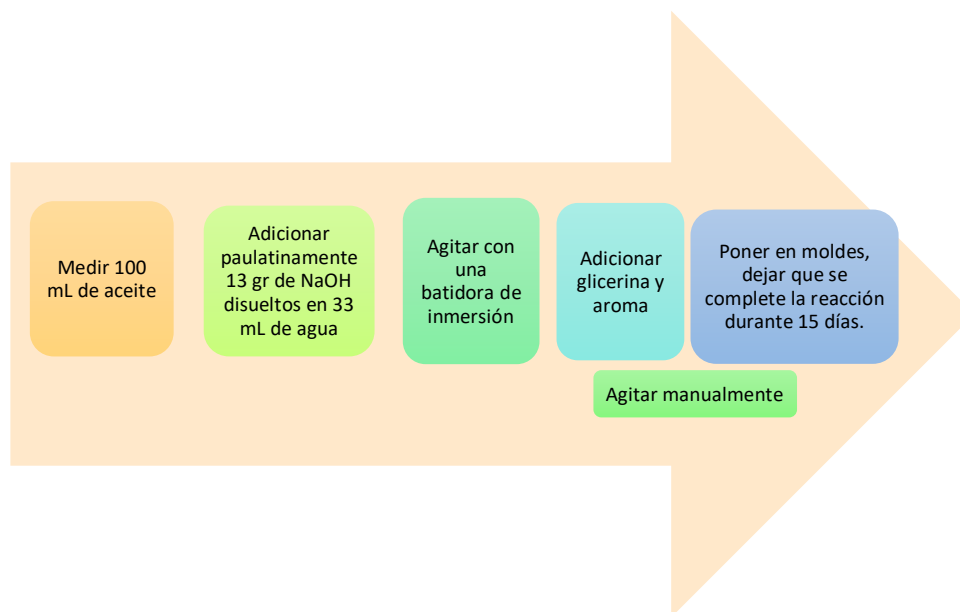
#### Figura 5

*Jabones humectantes a base de aceite reciclado*



### Figura 6

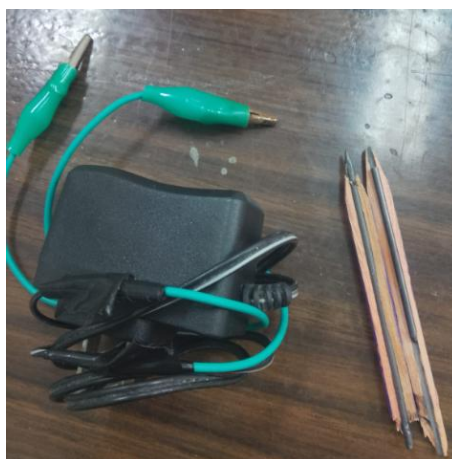
*Metodología para la obtención de Jabones humectantes*



En el tema 5. Conceptos Generales de Gases, Termoquímica y Electroquímica, se realizó la técnica de electrólisis para la separación de sal, utilizando el dispositivo que se generó en el curso intersemestral “Química sin residuos peligrosos” y que se muestra en la Figura 7.

### Figura 7

*Dispositivo adaptado para su uso en la reacción de electrólisis. Grafito extraído para su uso como electrodo*



La reacción se llevó a cabo produciendo cloro, el cual se liberó en forma de gas, con lo cual los alumnos comprenden los conceptos de reacción no espontánea, oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, electrólisis y los procesos a nivel industrial que se llevan a cabo para la obtención de productos.

### **DISCUSIÓN**

Muchos manuales que están vigentes dentro de las instituciones fueron realizados por docentes que laboran desde hace tiempo en las instituciones, al menos desde antes de la pandemia de covid-19, tiempo en el que no se le daba la importancia necesaria a la utilización de plataformas interactivas para realizar prácticas, además muchas de las prácticas utilizan grandes cantidades de sustancias para demostrar los conceptos, generando cantidades de ácidos, bases, metales pesados, etcétera, por galones y en el peor de los casos, mal etiquetados. Por lo que es importante la actualización de los manuales, y con las prácticas propuestas en este trabajo, se logra el aprendizaje de los temas relacionados al perfil de ingeniería industrial, reduciendo al mínimo la generación de residuos peligrosos, y enseñando el cuidado del ambiente al utilizar en la mayoría de las prácticas compuestos y materiales reciclados, además se sintetizan sustancias como jabón, gel y polímeros que son de importancia industrial.

### **CONCLUSIÓN**

Se logró optimizar el proceso para la producción de gel antibacterial, el cual es usado por el alumnado y no se generan residuos peligrosos lo cual ayuda al ambiente y genera una mejor higiene. También se obtuvieron jabones hidratantes por medio del proceso de saponificación y al implementar el procedimiento dentro del manual de prácticas de química, se asegura el constante reciclaje de aceite, con lo que se cumple el modelo circular para este residuo; así mismo con la obtención de polímero biodegradables se incentiva el cuidado del ambiente, aunado a la elaboración de material didáctico y el uso de la plataforma Phet colorado se cumplió el objetivo de reducir residuos peligrosos y se construyó el manual de prácticas del laboratorio de química para ingenieros industriales.

## REFERENCIAS

Arias Rodríguez M. Y y D. M. Ibarra-Mojica, (2018) Saponificación artesanal de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá, Working Paper, no 1. [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2778>

Berardi, A., Perinelli, D. R., Merchant, H. A., Bisharat, L., Bashedi, I. A., Bonacucina, G., Cespi, M., & Palmieri, G. F. (2020). Hand sanitisers amid COVID-19: A critical review of alcohol-based products on the market and formulation approaches to respond to increasing demand. *International Journal of Pharmaceutics*, 584, 119431. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119431>

Bombón N. y M. Albuja., (2014). Diseño de una Planta de Saponificación para el aprovechamiento del aceite vegetal de desecho”, *Revista Politécnica*, volumen 34, número 1, p. 22. [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/304/pdf](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/304/pdf)

Davis Fernández, A, W. A. Bayona Lozada, J. C. Campos Espinoza, A. L. Cruz Criollo, J. C. Pérez Valdiviezo., (2020) Diseño de proceso para la elaboración de jabón a base de aceite de cocina usado en la Urb. Santa María del Pinar, distrito Piura, Universidad de Piura. <https://pirhua.udpe.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/417d991f-f9de-454e-b0bd-6f938c055847/content>

Elgharbawy, A.S.; El Demerdash, A.-G.M.; Sadik, W.A.; Kasaby, M.A.; Lotfy, A.H.; Osman, A.I. Enhancing the Biodegradability, Water Solubility, and Thermal Properties of Polyvinyl Alcohol through Natural Polymer Blending: An Approach toward Sustainable Polymer Applications. *Polymers* 2024, 16, 2141. <https://doi.org/10.3390/polym16152141>.

Goh, C. F., Ming, L. C., & Wong, L. C. (2020). How to make hand sanitiser: A general formulation. *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 18(1), 1–5. <https://doi.org/10.21315/mjps2020.18.1.1>

Márquez Pallares, L., Gutiérrez Manuel, C. A., Campos García, J., & Romero Ocampo, M. L. (2024). Producción de jabón líquido a base de aceite residual recolectado de cafeterías de Ensenada B.C.: Production of liquid soap based on residual oil collected from coffee shops in Ensenada B.C. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(4), 1395 – 1403. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2343>

Rahmatullah, M., Jahan, R., & Rahman, T. (2020). Evaluation of antimicrobial and physicochemical properties of carbopol-based hand sanitizers prepared with ethanol. *Journal of Applied Research*, 20(3).

Phet Colorado. <https://phet.colorado.edu/es/>

World Health Organization. (2010). Guide to local production: WHO-recommended handrub formulations. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-IER-PSP-2010.5>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 