



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

LA QUÍMICA VERDE COMO ESTRATEGIA PARA PROMOVER EL DESARROLLO SUSTENTABLE: PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA UAPACOLMAN

GREEN CHEMISTRY AS A STRATEGY TO PROMOTE SUSTAINABLE DEVELOPMENT: PERCEPTION OF UNIVERSITY STUDENTS AT UAPACOLMAN

Alexis Eduardo Estrada Sierra

Universidad Autónoma del Estado de México

Norma Lizbet González Corona

Universidad Autónoma del Estado de México

Lizbeth Sandoval Juárez

Universidad Autónoma del Estado de México

La Química Verde como Estrategia para Promover el Desarrollo Sustentable: Percepción de Estudiantes Universitarios de la UAP Acolman

Alexis Eduardo Estrada Sierra

aestras011q@alumnos.uaemex.mx

Unidad Académica Profesional Acolman

Universidad Autónoma del Estado de México
México

Norma Lizbet González Corona¹

nlgonzalezc@uamex.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1678-8491>

Unidad Académica Profesional Acolman

Universidad Autónoma del Estado de México
México

Lizbeth Sandoval Juarez

lsandovalj@uaemex.mx

<https://orcid.org/0009-0003-4612-3815>

Centro Universitario UAEM

Valle de Teotihuacán

Universidad Autónoma del Estado de México
México

RESUMEN

La problemática ambiental derivada por las actividades del ser humano ha iniciado la búsqueda de estrategias que ayuden a reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente. Bajo ese contexto, la química verde surgió como una posible alternativa que busca que el diseño de productos y procesos químicos sean más seguros, eficientes y sustentables. Por lo que el objetivo por el cual esta investigación se llevó a cabo fue el analizar la percepción de estudiantes universitarios ante la importancia de la química verde como alternativa para el desarrollo sustentable dentro del ámbito estudiantil. Debido a eso se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, descriptivo y transversal en el que participaron 117 estudiantes de las licenciaturas en Ingeniería Química y Nutrición de la Unidad Académica Profesional Acolman de la universidad Autónoma del Estado México. Por lo que el recabar la información dependió de un cuestionario de elaboración propia aplicado a través de Microsoft forms durante mayo de 2026. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva utilizando frecuencia y porcentajes. Los resultados demostraron que la mayoría de los estudiantes tienen conocimientos limitados sobre química verde; sin embargo, reconocen su importancia para la reducción del impacto ambiental y consideran necesaria su incorporación dentro de las instituciones educativas. Al mismo tiempo se identificó el interés por participar en proyectos relacionados con la sustentabilidad y se señalaron como principales barreras la falta de recursos, información y capacitación. Por lo que se concluye que la química verde representa una herramienta con gran potencial para fortalecer la educación ambiental y promover una cultura de sustentabilidad dentro del contexto universitario.

Palabras clave: química verde; desarrollo sustentable; educación superior; sustentabilidad ambiental.

¹ Autor principal.

Correspondencia: nlgonzalezc@uamex.mx

Green Chemistry as a Strategy to Promote Sustainable Development: Perception of University Students at UAP Acolman

ABSTRACT

Amidst the growing environmental issues stemming from human activity, a search has begun for strategies to mitigate negative environmental impacts. In this context, green chemistry emerged as a potential alternative aimed at making the design of chemical products and processes safer, more efficient, and more sustainable. Consequently, this research aimed to analyze university students' perceptions regarding the importance of green chemistry as an alternative for sustainable development within the academic sphere. A quantitative, descriptive, cross-sectional study was conducted involving 117 students from the Chemical Engineering and Nutrition degree programs at the Acolman Professional Academic Unit of the Autonomous University of the State of Mexico. Data collection relied on a custom-designed questionnaire administered via Microsoft Forms during May 2026. The data were analyzed using descriptive statistics, specifically frequencies and percentages. The results revealed that while most students possess limited knowledge of green chemistry, they recognize its importance in reducing environmental impact and consider its integration into educational institutions necessary. Furthermore, interest in participating in sustainability-related projects was identified, while a lack of resources, information, and training was cited as the primary barrier. It is concluded that green chemistry represents a tool with significant potential to strengthen environmental education and foster a culture of sustainability within the university setting.

Keywords: green chemistry; sustainable development; higher education; environmental sustainability

Artículo recibido 20 agosto 2026

Aceptado para publicación: 20 setiembre 2026



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el crecimiento industrial, tecnológico y científico ha permitido avances en la calidad de vida de la población. Pues la producción de medicamentos, materiales sintéticos, fertilizantes, combustibles y una gran variedad de productos químicos ha contribuido al desarrollo económico y social de los países. Aunque estos beneficios también han traído diversos problemas ambientales los cuales están muy relacionados con la contaminación del agua, el suelo y la atmósfera, así como con la generación de residuos peligrosos y el excesivo consumo de los recursos naturales del planeta. Gracias a estas acciones, la población se enfrenta actualmente a desafíos ambientales que requieren de la participación de distintos sectores para promover formas de desarrollo más sostenibles (Zuin et al., 2021; Doria Serrano, 2009; Anastas & Eghbali, 2010).

Es por ello que existe una preocupación por el deterioro ambiental el cual está dando lugar al fortalecimiento del desarrollo sustentable, que se trata de la capacidad de poder satisfacer las necesidades tanto de las generaciones presentes como las de las próximas generaciones sin comprometer el satisfacer de las propias; por lo que con este contexto se buscó equilibrar el crecimiento económico, el bienestar social y la protección ambiental, promoviendo la producción y consumo más responsables. Es por ello por lo que la ciencia y la tecnología desempeñan un papel fundamental ya que pueden generar soluciones innovadoras que contribuirán a la disminución de los impactos ambientales causados por las actividades humanas sobre el medio ambiente (Zuin et al., 2021; Kukkonen et al., 2018; Dagiliūtė et al., 2018).

aquí es donde la química ocupa un papel fundamental dentro de esta misión, aunque normalmente esta ciencia ha permitido el desarrollo de productos y procesos que han cambiado la vida cotidiana; también ha sido señalada como una de las principales responsables de la generación de contaminantes y residuos peligrosos, es a causa de esto que nació la gestión ambiental la cual se enfoca principalmente en tratar los residuos generados, aunque esto no ha sido suficiente para enfrentar los problemas ambientales actuales, de ahí la necesidad de desarrollar estrategias preventivas capaces de reducir la contaminación (Doria Serrano, 2009; Zuin et al., 2021; Sheldon, 2017).

Fue durante la década de 1990 cuando surgió el concepto de química verde, desarrollado principalmente por Paul Anastas y John Warner (1998). Este enfoque define la química verde como el diseño de



productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y la generación de sustancias peligrosas. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en el tratamiento de residuos, la química verde busca prevenir la contaminación mediante el uso eficiente de materias primas, la disminución del consumo energético y el empleo de sustancias menos tóxicas para la salud humana y el medio ambiente (Anastas & Eghbali, 2010; Doria Serrano, 2009; Vaz et al., 2025).

La química verde se sustenta en doce principios fundamentales que constituyen una guía para la investigación, la industria y la educación. Entre estos principios destacan la prevención de residuos, la economía atómica, el uso de sustancias menos peligrosas, el diseño de productos más seguros, el empleo de solventes y auxiliares más benignos, la eficiencia energética y uso de materias primas renovables. Al igual que se promueve la reducción de derivados innecesarios, el uso de catalizadores, el diseño de productos biodegradables, el monitoreo en tiempo real para prevenir la contaminación y la minimización de riesgos asociados con accidentes químicos. Estos principios han sido reconocidos internacionalmente como una base para la construcción de procesos productivos más sostenibles (Anastas & Eghbali, 2010; Doria Serrano, 2009).

De ahí que la importancia de la química verde radica en el permite integrar la innovación científica con los objetivos del desarrollo sustentable y su aplicación ha demostrado los beneficios en diversos sectores, incluyendo la industria farmacéutica, la producción de materiales biodegradables, el tratamiento de residuos, la generación de energías alternativas y el desarrollo de tecnologías limpias. Y lo más importante que es reducir impactos ambientales, la química verde puede contribuir a disminuir costos de producción, mejorar la seguridad laboral y optimizar el aprovechamiento de recursos naturales. (Sheldon, 2017; Zuin et al., 2021)

Gracias a esto los últimos años, diversas organizaciones internacionales se han destacado en la necesidad de incorporar los principios de sustentabilidad dentro de los sistemas educativos. Ya que las instituciones de educación superior desempeñan un papel estratégico en este proceso debido a la capacidad que tienen para formar profesionistas, generar conocimiento científico y promover cambios sociales. Por ellos las universidades no solo tienen la responsabilidad de transmitir conocimientos técnicos, sino también de fomentar valores y competencias relacionadas con la protección ambiental y el desarrollo sustentable (Andraos & Dicks, 2012; Haack & Hutchison, 2016; Zuin et al., 2021).



Con ello se busca que la participación estudiantil constituye otro elemento clave en el fortalecimiento de iniciativas sustentables dentro de las instituciones educativas. Donde diversas investigaciones han señalado que los estudiantes representan agentes de cambio capaces de impulsar prácticas responsables dentro de su comunidad estudiantil. Como buscar la promoción de actividades como el reciclaje, la reducción del consumo de materiales, la correcta gestión de residuos y la participación en los proyectos ambientales las cuales pueden contribuir significativamente a la construcción de entornos universitarios más sostenibles (Listyarini, 2019; Kukkonen et al., 2018; Dicks, 2019).

En México, instituciones de educación superior han demostrado un interés genuino por incorporar estrategias relacionadas con la sustentabilidad y la responsabilidad ambiental. Aunque la implementación de estas iniciativas tiene diferencias importantes entre instituciones y programas académicos. Lo que lleva a que sea necesario conocer la percepción de los estudiantes respecto a la química verde, ya que su nivel de conocimiento, actitudes e interés pueden influir directamente en el éxito de futuras estrategias de educación ambiental y sustentabilidad (Franco Moreno & Ordoñez Carlosama, 2020; Maximiano et al., 2009).

Con este contexto presente la investigación realizada en este artículo tiene como objetivo analizar la percepción de estudiantes universitarios de la Unidad Académica Profesional Acolman de la Universidad Autónoma del Estado de México sobre la importancia de la química verde como estrategia para promover el desarrollo sustentable. A través de la aplicación de un cuestionario a estudiantes de las licenciaturas en Ingeniería Química y Nutrición, donde se identificará su nivel de conocimiento, las actitudes relacionadas con la sustentabilidad y los principales factores que pueden favorecer o limitar la implementación de prácticas asociadas con la química verde dentro del ámbito universitario.

Objetivo:

Hacer un análisis de la percepción de los estudiantes universitarios que tiene al respecto del valor de la química verde como una estrategia para promover el desarrollo sustentable dentro de su comunidad estudiantil, donde se identificara su nivel de conocimiento, las actitudes hacia su implementación y las principales barreras para su adopción.

METODOLOGÍA

la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y transversal. El estudio tendrá como finalidad el analizar tanto la percepción de estudiantes universitarios respecto a la química verde como a la contribución al desarrollo sustentable dentro del contexto estudiantil. Este enfoque cuantitativo recopiló la información de manera sistemática, esto gracias a la aplicación de una encuesta la cual mediante los resultados se analizó el nivel de conocimiento, las actitudes y las opiniones de los estudiantes respecto a la química verde y la sustentabilidad. Investigación la cual poseerá un diseño transversal debido a que la información que fue recopilada durante el periodo de aplicación de la encuesta. Para que esta obtención de resultados fuera de lo más optima posible se diseñó un cuestionario conformado por veinte preguntas. El cuestionario incluyo preguntas cerradas de opción múltiple, escalas de tipo Likert y una pregunta abierta destinada a recopilar las propuestas de los participantes para fortalecer la sustentabilidad dentro de la institución (Ghazali & Yahaya, 2022; Kukkonen et al., 2018; Listyarini, 2019).

La aplicación de este cuestionario se realizó mediante la plataforma digital Microsoft Forms. El enlace fue distribuido entre estudiantes de las licenciaturas participantes, quienes respondieron de manera voluntaria y anónima.

Antes de contestar el cuestionario. Los participantes fueron informados sobre los motivos de la investigación y el uso exclusivamente académico de la información proporcionada. Una vez aceptada su participación, procedieron a responder el instrumento en línea.

Las respuestas fueron almacenadas automáticamente en la plataforma y posteriormente exportadas para su análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gracias a los datos obtenidos estos fueron organizados y procesados mediante estadística descriptiva. Esto se calculó mediante frecuencias absolutas y porcentajes para cada una de las preguntas incluidas en el cuestionario, permitiendo identificar tendencias generales y patrones de respuesta entre los participantes.

La población de estudio estuvo conformada por estudiantes de la Unidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), pertenecientes a las licenciaturas de Ingeniería Química y Nutrición.



Esta muestra estuvo integrada por un total de 117 estudiantes inscritos entre cuarto y sexto semestre de ambas licenciaturas. La participación fue hecha de manera voluntaria durante el mes de mayo de 2026. Se selecciono este grupo principalmente a que estudiantes de estas carreras contaban al menos con un cierto grado de conocimiento y habían cursado asignaturas relacionadas con ciencias básicas, medio ambiente o sustentabilidad, lo que permitió obtener los resultados que serán presentados a continuación mediante varias clasificaciones.

Nivel de conocimiento sobre química verde.

El saber el nivel con el que los estudiantes se familiarizan con la química verde es fundamental en la comprensión de las posibilidades de implementar estrategias sustentables dentro de la comunidad estudiantil de la UAP Acolman. Por ello, el análisis de estas primeras preguntas del cuestionario se realizó con la finalidad de poder identificar el grado de conocimiento que poseen los estudiantes de esta temática

Tabla 1. Nivel de conocimiento y familiaridad con la química verde

Indicador	Categoría predominante	Frecuencia	Porcentaje
Nivel de conocimiento sobre química verde	Bajo	54	46.2%
Familiaridad con los principios de química verde	Poco familiarizado	64	54.7%
Formación previa sobre química verde o sustentabilidad	Básica	42	35.9%

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

En los resultados obtenidos se puede observar que una proporción considerable de los estudiantes posee un conocimiento limitado sobre la química verde. Esto es casi de la mitad de los estudiantes la cual señala tener un nivel de conocimiento bajo, mientras que únicamente un pequeño grupo de estudiantes manifestó poseer un nivel alto de conocimiento, esto de manera similar, ocurre con la mitad que indico poseer un poco de los principios fundamentales de la química verde.

Estos hallazgos evidencian que la sustentabilidad es un tema que cada vez busca estar más presente dentro de la comunidad estudiantil, aún así existen áreas de oportunidad que se pueden fortalecer para la difusión de conocimientos relacionados con la química verde. Este limitado conocimiento observado puede estar asociado con una incorporación parcial de estos contenidos dentro del programa estudiantil de la universidad.



Este comportamiento también ha sido señalado en la literatura sobre educación en química verde, donde se destaca la necesidad de una incorporación más sistemática de estos contenidos en los programas universitarios. (MacKellar & Wissinger, 2019; Armstrong et al., 2019; Andraos & Dicks, 2012)

Sin embargo, no se debe evitar señalar que una parte importante de los estudiantes afirmó haber recibido información básica sobre sustentabilidad durante la formación académica. Este resultado sugiere que existen esfuerzos orientados a la educación ambiental en el programa estudiantil de la universidad. Esto coincide con estudios que muestran que la formación universitaria puede contribuir a desarrollar conocimientos y actitudes relacionadas con la sustentabilidad (Listyarini, 2019; Chen et al., 2020).

Percepción sobre la importancia de la química verde.

Además del conocimiento, resulta importante el analizar como los estudiantes ven la química verde como herramienta para promover el desarrollo sustentable.

Tabla 2. Percepción sobre la importancia de la química verde.

Indicador	Respuestas favorables
La química verde contribuye a reducir el impacto ambiental	92 estudiantes
La implementación de la química verde es necesaria en instituciones educativas	89 estudiantes
Los procesos químicos tradicionales generan impactos negativos al ambiente	83 estudiantes
La química puede ayudar a resolver problemas ambientales	70 estudiantes

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

Con estos resultados se muestran una percepción ampliamente favorable hacia la química verde. Aun así con este conocimiento limitado, la mayoría de los participantes reconoce que esta disciplina puede ayudar a contribuir a la reducción de los impactos ambientales generados por diversas actividades humanas. Esta tendencia coincide con investigaciones en las que los estudiantes reconocen la utilidad de la química verde para orientar la química hacia prácticas más sostenibles (Listyarini, 2019; Armstrong et al., 2019; Loste et al., 2020).

Asimismo, los estudiantes consideran que es necesario que exista la implementación de prácticas relacionadas con la química verde dentro de la institución. Por otro lado, una proporción considerable de los alumnos encuestados están de acuerdo con que los procesos químicos tradicionales pueden generar impactos ambientales negativos. Esta percepción deja en claro que existe una creciente conocimiento respecto a los efectos ambientales asociados con actividades productivas y académicas.



Esta percepción es consistente con la literatura que plantea la necesidad de integrar la sustentabilidad y la química verde en la formación universitaria. (Andraos & Dicks, 2012; Haack & Hutchison, 2016; MacKellar & Wissinger, 2019)

Situación institucional y formación académica

En la percepción estudiantil respecto a las condiciones en que la institución permite identificar fortalezas y áreas de mejora dentro del entorno universitario con respecto a los usos de los residuos, sustancias y la sustentabilidad dentro de la comunidad escolar.

Tabla 3. Evaluación de prácticas institucionales relacionadas con la sustentabilidad

Indicador	Evaluación positiva
Uso responsable de sustancias químicas	100 estudiantes
Gestión de residuos químicos	89 estudiantes
Contenidos académicos sobre sustentabilidad suficientes	64 estudiantes

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

Los participantes revelaron que favorablemente hay un uso responsable de sustancias químicas dentro de los laboratorios universitarios. De la misma manera, la gestión de residuos químicos, lo que sugiere que los estudiantes perciben esfuerzos institucionales orientados al manejo adecuado de materiales potencialmente peligrosos. (Haack & Hutchison, 2016; Sheldon, 2017)

Sin embargo, la percepción sobre la existencia de los contenidos académicos relacionados con sustentabilidad tuvo resultados moderados. Aunque una parte importante de los estudiantes considera que los temas son abordados de manera adecuada, también se identifica como un pequeño grupo percibe la necesidad de fortalecer la presencia de estos conocimientos en el espacio académico. Este resultado coincide con la literatura que identifica la integración curricular como un elemento importante para fortalecer la formación en química verde. (MacKellar & Wissinger, 2019; Aydin Gunbatar et al., 2025) Estos resultados coinciden con diversas investigaciones que señalan la necesidad de integrar los contenidos relacionados con la sustentabilidad dentro de los planes de estudio universitarios, promoviendo una formación más integral y orientada a la solución de problemáticas ambientales. (Zuin et al., 2021; Aydin Gunbatar et al., 2025; Haack & Hutchison, 2016)



Participación estudiantil y practicas sustentables.

La participación de los estudiantes como se había hablado representa uno de los elementos más importantes para el éxito de las estrategias orientadas al desarrollo sustentable dentro de las instituciones de educación superior, es debido a esta razón fue que el cuestionario incluyo varios reactivos los cuales buscaban saber el interés de los estudiantes por participar en actividades relacionadas con el cuidado ambiental y las practicas sustentables.

Tabla 4. Participación estudiantil y practicas sustentable

Indicador	Categoría predominante	Frecuencia	Porcentaje
Interés en proyectos ambientales	Interesado(a)	72	61.5%
Hábitos de reciclaje en la institución	Frecuentemente	55	47.0%
Responsabilidad estudiantil en la promoción de prácticas sustentables	Neutral/De acuerdo	87	74.4%
Importancia de invertir en iniciativas sustentables	Importante	66	56.4%

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

Con los resultados que se obtuvieron se observa una actitud favorable hacia la participación en cuanto a proyectos de sustentabilidad, y más de la mitad de los estudiantes demostró tener un interés en involucrarse en proyectos enfocados al cuidado del medio ambiente, mientras que un parte considerable expreso estar muy interesada en este tipo de actividades. Esta disposición es comparable con estudios sobre estudiantes universitarios que muestran interés por participar en iniciativas vinculadas con la sustentabilidad (Listyarini, 2019; Kukkonen et al., 2018).

También se pudo observar que una parte importante de los participantes realiza prácticas de reciclaje dentro de la institución de manera frecuente o al menos ocasional. Aun con todas estas acciones no necesariamente implican que existe un conocimiento profundo sobre la química verde, si no que reflejan una conciencia ambiental básica y una disposición hacia comportamientos responsables dentro de la comunidad universitaria. Esta relación entre prácticas ambientales y actitudes hacia la sustentabilidad también ha sido observada en estudios con estudiantes universitarios. (Kukkonen et al., 2018; Dagiliūtė et al., 2018)

Otros datos de suma importancia corresponden a la percepción que tienen la comunidad estudiantil. Ya que la mayoría de los encuestados considera que los estudiantes tienen un papel importante en la promoción de prácticas sustentables dentro de la universidad. Esto refleja que hay una muestra al reconocimiento de una responsabilidad entre estudiantes e institución para promover cambios positivos en materia ambiental (Kukkonen et al., 2018; Dicks, 2019).

Para finalizar se debe señalar que los participantes le dieron importancia a la inversión en iniciativas sustentables dentro de la universidad, esto se interpretará como una muestra de apoyo hacia proyectos relacionados con el reciclaje, la gestión adecuada de residuos, la eficiencia energética y la implementación de estrategias vinculadas con la química verde. Esta actitud observada por parte de los estudiantes de la UAPA Acolman representa la oportunidad de poder impulsar programas de educación ambiental y proyectos relacionados con la química verde. Y con la disposición mostrada por los participantes se puede hacer una fácil implementación de actividades orientadas a fortalecer la sustentabilidad institucional y generar impactos positivos tanto dentro como fuera del ámbito universitario (Dagiliūtė et al., 2018; Listyarini, 2019).

Barreras para la implementación de la química verde

A pesar de los beneficios que trae la química verde y la percepción positiva mostrada por los estudiantes, el llevar a cabo prácticas sustentables enfrenta desafíos que pueden dificultar la implementación dentro de las instituciones educativas. Con el propósito de identificar estos obstáculos, se incluyeron preguntas orientadas a conocer las principales barreras percibidas por los participantes (Zuin et al., 2021; Haack & Hutchison, 2016).

Tabla 5. Barreras percibidas para la implementación de la química verde.

Barrera identificada	Frecuencia	Porcentaje
Falta de recursos	42	35.9%
Falta de conocimiento	34	29.1%
Falta de interés	28	23.9%
Falta de capacitación	13	11.1%

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

Los resultados nos muestran que la principal barrera detectada por los estudiantes se debe a la falta de recursos. Más de una tercera parte de los estudiantes considero que las limitaciones económicas son

parte del obstáculo para implementar acciones relacionadas con la química verde y la sustentabilidad. Por lo que esta percepción puede estar asociada a la necesidad de infraestructura, materiales especializados o programas institucionales que requieren inversión para su desarrollo. La literatura educativa también identifica la disponibilidad de recursos y condiciones institucionales como factores que pueden dificultar la incorporación de la química verde. (Zuin et al., 2021; Haack & Hutchison, 2016)

La segunda barrera identificada fue la falta de conocimiento sobre el tema, es por eso por lo que este resultado tiene una relación con lo obtenido en las primeras preguntas del cuestionario, donde se identificó el nivel limitado de los principios de la química verde. Esta coincidencia de ambos resultados sugiere que la formación académica y la difusión de información representan aspectos fundamentales para fortalecer la implementación de este tipo de prácticas. Esta coincidencia resulta relevante porque estudios previos también han señalado que la formación y el conocimiento son elementos necesarios para fortalecer la adopción de prácticas de química verde (Armstrong et al., 2024; Ghazali & Yahaya, 2022; Loste et al., 2020).

Al igual que la falta de interés desempeña un papel fundamental a pesar de su pequeña proporción, si bien los resultados tienen un elevado nivel de aceptación mostrado hacia las iniciativas ambientales. Indica que el problema principal no viene de una negativa por parte de los estudiantes sino por la información disponible y las condiciones necesarias para poner en práctica este tipo de estrategias. Esta interpretación es compatible con estudios que relacionan las actitudes ambientales de los estudiantes con las condiciones y conocimientos disponibles para desarrollar prácticas sustentables (Loste et al., 2020; Kukkonen et al., 2018).

Además, los resultados muestran que una parte importante de los encuestados considera que la insuficiente difusión de información limita la realización de estas prácticas sustentables dentro de la universidad. De igual modo una mayoría manifestó estar de acuerdo con que la educación superior debería incorporar de actividades relacionadas con la química verde. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones que destacan la importancia de la formación y de la integración de la sustentabilidad en la educación superior (Loste et al., 2020; Dagiliūtė et al., 2018).



Todo esto sugiere que la superación de estas barreras requiere el actuar de las instituciones por lo que debe ser necesario fortalecer los recursos y las oportunidades disponibles para la implementación de proyectos sustentables también resulta indispensable incrementar la difusión de conocimientos relacionados con la química verde. Por ello, estos resultados coinciden con investigaciones que señalan la capacitación, la integración curricular y el apoyo institucional como elementos importantes para avanzar en este campo (Aydin Gunbatar et al., 2025; Haack & Hutchison, 2016; Zuin et al., 2021).

Propuestas estudiantiles para fortalecer la sustentabilidad

Además de las preguntas cerradas, el cuestionario incluyó una pregunta abierta con el propósito de saber de propuestas que los estudiantes pudieran compartir para mejorar la sustentabilidad dentro de la institución. Este tipo de información permitió complementar los resultados cuantitativos y conocer algunas de las acciones que los participantes consideran prioritarias para fortalecer el compromiso ambiental universitario.

Tabla 6. Principales propuestas estudiantiles para fortalecer la sustentabilidad.

Categoría identificada	Ejemplos de respuestas
Reciclaje y separación de residuos	Reciclar, colocar contenedores, separar basura
Educación ambiental	Más información, talleres, conferencias y campañas
Manejo adecuado de residuos	Mejor control de residuos químicos y sólidos
Participación estudiantil	Proyectos ambientales y actividades ecológicas
Mejoras institucionales	Mayor inversión en infraestructura sustentable

Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a estudiantes de la UAP Acolman (2026).

Entre las respuestas que más destacaron fueron aquellas relacionadas con el reciclaje y la correcta disposición de residuos. Muchos estudiantes señalaron la necesidad de incrementar las acciones de separación de basura dentro de la institución, así como contar con más contenedores destinados al reciclaje de materiales. Estas propuestas pueden relacionarse con la importancia de fortalecer prácticas de gestión de residuos y comportamientos ambientales dentro de las instituciones educativas, aspecto señalado en la literatura sobre sustentabilidad universitaria (Sheldon, 2017; Kukkonen et al., 2018).

Otras respuestas que se obtuvieron fueron las que estuvieron relacionada con el tema que se ha venido hablando sobre la educación ambiental. Los estudiantes consideran necesario el recibir más información sobre temas de sustentabilidad mediante talleres, cursos, campañas de concientización y actividades académicas que permitan fortalecer los conocimientos sobre protección ambiental y química verde.

Esta propuesta coincide con investigaciones que destacan el valor de estrategias educativas activas para fortalecer el aprendizaje de química verde y la conciencia ambiental (Chen et al., 2020; Zuin et al., 2021).

Además, que algunos estudiantes propusieron el mejorar los sistemas de gestión de residuos dentro de la universidad, especialmente aquellos relacionados con actividades académicas y de laboratorio. Esta propuesta es consistente con la importancia que la literatura atribuye al manejo adecuado de residuos y a la incorporación de prácticas de química verde en los espacios de formación (Haack & Hutchison, 2016; Sheldon, 2017).

Al igual que se observó un interés para promover una mayor participación estudiantil mediante proyectos ecológicos, campañas de limpieza, actividades de reciclaje y programas de voluntariado ambiental. Este resultado es consistente con lo hablado previamente en donde los participantes manifestaron disposición en involucrarse en iniciativas relacionadas con el cuidado del medio ambiente. Este resultado también guarda relación con estudios que vinculan la participación estudiantil con el desarrollo de comportamientos y actitudes favorables hacia la sustentabilidad (Kukkonen et al., 2018; Dicks, 2019).

Analizando ya todas las respuestas se puede observar que los estudiantes no solo reconocen la importancia de la sustentabilidad, sino que además identifican acciones concretas para fortalecerla dentro de la institución

CONCLUSIONES

Para finalizar la investigación tuvo el propósito de analizar cómo es que los estudiantes universitarios tienen su percepción sobre la importancia de la química verde como estrategia para promover el desarrollo sustentable dentro del ámbito educativo. Todos los resultados obtenidos permitieron identificar diversos aspectos relacionados con el conocimiento, las actitudes y las percepciones de los estudiantes respecto a esta temática.

Como las barreras para la implementación de la química verde, los participantes identificaron principalmente la falta de recursos, el desconocimiento sobre la temática y la insuficiente difusión de información. Lo que indican que el fortalecimiento de la educación ambiental y el acceso a programas



de capacitación podrían favorecer una mayor integración de prácticas sustentables dentro de no solo la institución si no en muchas otras.

También se debe mencionar que una las principales limitaciones de la investigación se encuentra que esta muestra estuvo solo conformada únicamente por estudiantes de dos programas educativos pertenecientes a una misma institución, por lo que los resultados no pueden generalizarse del todo con la comunidad universitaria de la UAPA pues al tratarse de un estudio basado en percepciones, al igual que dependen de la interpretación y experiencia personal de cada participante, aun así los resultados obtenidos permiten el identificar tendencias que sirven como punto de partida para futuras investigaciones relacionadas con la química verde y la sustentabilidad en el ámbito universitario.

Pero hablando en general se llega a la conclusión de que la química verde es una herramienta importante que tiene un amplio potencial para promover el desarrollo sustentable en instituciones de educación superior, esta incorporación de los procesos formativos puede ayudar no solo al fortalecimiento de los conocimientos de los estudiantes, sino a que se pueda desarrollar competencias y valores orientados a la responsabilidad ambiental (Anastas & Eghbali, 2010; Zuin et al., 2021).

Aunque también se recomienda futuras investigaciones que amplíen el análisis hacia otras áreas académicas y consideren la evaluación de programas específicos de educación ambiental y química verde, igual se sugiere que instituciones de educación superior fortalezcan la integración de contenidos relacionados con la sustentabilidad, promoviendo una formación más integral y acorde a los desafíos ambientales contemporáneos (Aydin Gunbatar et al., 2025; Andraos & Dicks, 2012).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anastas, P. T., & Eghbali, N. (2010). Green chemistry: Principles and practice. *Chemical Society Reviews*, 39(1), 301–312. <https://doi.org/10.1039/B918763B>
- Andraos, J., & Dicks, A. P. (2012). Green chemistry teaching in higher education: A review of effective practices. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 69–79. <https://doi.org/10.1039/C1RP90065J>
- Armstrong, L. B., Rivas, M. C., Zhou, Z., Irie, L. M., Kerstiens, G. A., Robak, M. T., Douskey, M. C., & Baranger, A. M. (2019). Developing a green chemistry focused general chemistry laboratory



- curriculum: What do students understand and value about green chemistry? *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2410–2419. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00277>
- Armstrong, L. B., Irie, L. M., Chou, K., Rivas, M., Douskey, M. C., & Baranger, A. M. (2024). What's in a word? Student beliefs and understanding about green chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 25, 115–132. <https://doi.org/10.1039/D2RP00270A>
- Aydin Gunbatar, S., Ekiz Kiran, B., Boz, Y., & Oztay, E. S. (2025). A systematic review of green and sustainable chemistry training research with pedagogical content knowledge framework: Current trends and future directions. *Chemistry Education Research and Practice*, 26(1), 34–52. <https://doi.org/10.1039/D4RP00166D>
- Chen, M., Jeronen, E., & Wang, A. (2020). What lies behind teaching and learning green chemistry to promote sustainability education? A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7876. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217876>
- Dagiliūtė, R., Liobikienė, G., & Minelgaitė, A. (2018). Sustainability at universities: Students' perceptions from green and non-green universities. *Journal of Cleaner Production*, 181, 473–482. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.213>
- Dicks, A. P. (2019). A systems thinking department: Fostering a culture of green chemistry practice among students. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2836–2844. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00287>
- Doria Serrano, M. del C. (2009). Química verde: Un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Educación Química*, 20(4), 412–420. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30044-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30044-2)
- Franco Moreno, R. A., & Ordoñez Carlosama, L. Y. (2020). El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002–2018. *Educación Química*, 31(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70414>
- Ghazali, M. Z., & Yahaya, A. (2022). Analysis of green chemistry knowledge, awareness and practice among the university students. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 10(1). <https://doi.org/10.37134/jsml.vol10.1.8.2022>



- Haack, J. A., & Hutchison, J. E. (2016). Green chemistry education: 25 years of progress and 25 years ahead. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(11), 5889–5896. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b02069>
- Kukkonen, J., Kärkkäinen, S., & Keinonen, T. (2018). Examining the relationships between factors influencing environmental behaviour among university students. *Sustainability*, 10(11), 4294. <https://doi.org/10.3390/su10114294>
- Listyarini, R. V. (2019). Promoting sustainability in undergraduate program: Students' perception in green chemistry course. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 3(1), 67–79. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v3i1.1684>
- Loste, N., Chinarro, D., Gomez, M., Roldán, E., & Giner, B. (2020). Assessing awareness of green chemistry as a tool for advancing sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120392>
- MacKellar, J., & Wissinger, J. E. (2019). Integrating green chemistry in the curriculum: Building student skills in systems thinking, safety, and sustainability. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2872–2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>
- Maximiano, F. A., Corio, P., Alves Porto, P., & Fernandez, C. (2009). Química ambiental e química verde no conjunto do conhecimento químico: Concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo. *Educación Química*, 20(4), 398–404. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30042-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30042-9)
- Sheldon, R. A. (2017). The E factor 25 years on: The rise of green chemistry and sustainability. *Green Chemistry*, 19(1), 18–43. <https://doi.org/10.1039/C6GC02157C>
- Vaz, C. R. S., Moraes, C., Pastre, J. C., & Júnior, G. G. (2025). Teaching green chemistry in higher education: Contributions of a problem-based learning proposal for understanding the principles of green chemistry. *Sustainability*, 17(5), 2004. <https://doi.org/10.3390/su17052004>
- Zuin, V. G., Eilks, I., Elschami, M., & Kümmerer, K. (2021). Education in green chemistry and in sustainable chemistry: Perspectives towards sustainability. *Green Chemistry*, 23(4), 1594–1608. <https://doi.org/10.1039/D0GC03313H>

