



TALLER DE QUÍMICA VERDE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Dra. Carmen Yahnira Cárdenas Cárdenas
Dra. Argentina Flores Espínola

◆ I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en educación media superior enfrenta el reto de vincular los contenidos científicos con problemáticas reales y cercanas al contexto del estudiante. Una forma de hacerlo es a través de proyectos de química verde que promuevan la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente. En este sentido, el uso de la Inteligencia Artificial (IA) se convierte en un aliado para potenciar la investigación, la creatividad y la capacidad crítica de los estudiantes.

El presente taller se diseñó para estudiantes de la Preparatoria 8 de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), donde se integró el uso de IA con la práctica experimental con el propósito de vincular los conceptos de la química sostenible en un contexto cercano a los estudiantes de bachillerato. A través de la elaboración de un shampoo sólido con extractos vegetales, los alumnos no solo aplicaron y desarrollaron conocimientos científicos sino también competencias digitales,

cuidado ambiental y comunicativas.

Con el fin de valorar el impacto del taller en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se aplicó una escala de Likert de 5 puntos tanto para autoevaluación como para coevaluación, donde 1 correspondió a “totalmente en desacuerdo” y 5 a “totalmente de acuerdo”.

◆ II. PROPÓSITO Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Propósito:

Promover un aprendizaje significativo mediante la integración de la química verde y el uso responsable de la IA, aplicados en la elaboración de un producto sustentable.

Objetivos de aprendizaje:

1. Investigar, con apoyo de IA, las propiedades químicas y cosméticas de plantas.
2. Elaborar un shampoo sólido aplicando principios de química verde.
3. Diseñar una etiqueta educativa que comunique propiedades, beneficios y mensajes ambientales.
4. Fomentar en los estudiantes una conciencia crítica sobre el impacto de los productos de cuidado personal en el medio ambiente.

◆ III. COMPETENCIAS

- **Científicas:** Aplicar el método experimental y fundamentos de química verde en la elaboración de un producto.
- **Digitales:** Usar la Inteligencia Artificial de manera crítica para la investigación y diseño de materiales.
- **Socioambientales:** Valorar la importancia de productos sustentables y su impacto ecológico.
- **Comunicativas:** Elaborar materiales educativos con lenguaje claro y científico.
- **Colaborativas:** Trabajar en equipo en el diseño del producto, ejecución y análisis.

◆ 1. CONTENIDOS

- Principios de la química verde.
- Propiedades químicas y cosméticas de plantas.
- Proceso de elaboración de shampoo sólido.
- Uso de IA para la investigación y sistematización de información.
- Elaboración de materiales educativos (etiqueta informativa).

◆ 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA O PROYECTO

El taller se desarrolló en cinco fases:

1. **Investigación con IA:** Los estudiantes usaron ChatGPT para indagar sobre las propiedades químicas y cosméticas de plantas. Con esta información elaboraron una tabla comparativa.
2. **Selección de plantas:** A partir de la tabla, eligieron los productos de plantas (extractos, aceites, pulverizados) con los que elaborarían su shampoo sólido.
3. **Práctica experimental:** En el laboratorio, prepararon el shampoo sólido aplicando principios de química verde.
4. **Comunicación científica:** Diseñaron una etiqueta educativa con diseño personalizado, los beneficios del producto, ingredientes, modo de uso y mensajes ambientales.
5. **Evaluación y reflexión:** Aplicación de rúbricas, lista de cotejo, cuestionario y auto/coevaluación para valorar aprendizajes.

◆ 3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente propuesta se fundamenta en la integración de enfoques contemporáneos que combinan la innovación tecnológica con la responsabilidad ambiental en la enseñanza de la química. El taller de “Química Verde con Inteligencia Artificial (IA)” desarrollado en la Preparatoria 8 de la UANL responde a la necesidad de actualizar las prácticas educativas en el nivel medio superior, situando el aprendizaje en contextos reales y alineados con los objetivos de la Agenda 2030.

En primer lugar, el uso de la inteligencia artificial en la educación ha sido identificado como un recurso de gran potencial para la enseñanza de las ciencias. De acuerdo con la UNESCO, la IA puede “abordar algunos de los desafíos mayores de la educación actual, innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y acelerar el progreso para la consecución del ODS 4” (UNESCO, s.f.). Estudios recientes subrayan que, si bien los estudiantes muestran actitudes favorables hacia la IA, su aprovechamiento efectivo depende de factores institucionales como la capacitación docente y los marcos éticos (Leyva Valenzuela & Fernández, 2025). En este sentido, la IA actúa como un catalizador del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes sistematizar información, explorar el potencial de los recursos naturales locales y generar soluciones creativas a problemas reales (Niu et al., 2023; Li & Wang, 2024).

Por otro lado, la enseñanza de la química verde se configura como una innovación didáctica indispensable para enfrentar los retos ambientales. Como señalan Anastas y Warner (2020), sus principios trascienden la teoría y constituyen una filosofía de acción orientada a la sostenibilidad. En la práctica educativa, la incorporación de proyectos como la elaboración de un sham-poo sólido a base de extractos vegetales favorece la apropiación de saberes científicos y promueve actitudes responsables hacia el entorno. Investigaciones en didáctica han documentado el crecimiento de este campo, destacando que la química verde representa un aspecto clave de la innovación pedagógica en ciencias (Franco & Ordóñez, 2020). Asimismo, organismos internacionales como la American Chemical Society impulsan recursos formativos que muestran estrategias para integrar sus principios en diferentes niveles educativos, subrayando que “la educación en química verde nos permite imaginar y construir un futuro donde la ciencia protege tanto a las personas como al planeta” (American Chemical Society, 2025).

El taller se articula además en torno al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), metodología que fomenta la resolución de problemas significativos y fortalece competencias colaborativas y comunicativas (Capraro et al., 2021). En este caso, los estudiantes no se limitan a memorizar conceptos, sino que apli-

can el conocimiento químico y las herramientas digitales en la creación de un producto sostenible, desarrollando habilidades de investigación, trabajo en equipo y comunicación científica.

Finalmente, la propuesta se vincula directamente con la educación ambiental y la sustentabilidad. La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) plantea formar ciudadanos capaces de tomar decisiones responsables en favor del entorno (UNESCO, s.f.). En esta línea, Nieves y Gil (2024) destacan la necesidad de implementar nuevas estrategias de enseñanza que aborden los desafíos de un panorama social en constante transformación, mientras que Calixto Flores (2015) subraya la importancia de una perspectiva crítica que construya alternativas comprometidas con el bien común. Al reflexionar sobre los impactos ecológicos de los productos de uso personal, los estudiantes desarrollan una conciencia ambiental activa y se reconocen como agentes de cambio, cumpliendo así con la misión de la educación media superior en el siglo XXI.

En suma, la justificación de este taller radica en su capacidad de articular tecnología educativa (IA), innovación didáctica (química verde y ABP) y compromiso social (educación ambiental y sustentabilidad), contribuyendo a la formación de estudiantes críticos, creativos y comprometidos con la construcción de un futuro sostenible.

◆ 4. RESULTADOS

El grupo fue de 31 estudiantes, 14 hombres y 17 mujeres; 88 % de tercer semestre y 12 % de primer semestre. En cuanto al programa educativo, 76 % cursan Bachillerato General, 12 % Bachillerato Bilingüe Progresivo, 8 % Bachillerato Técnico y 4 % Bachillerato General Bilingüe.

Los estudiantes se dieron de alta en la plataforma Microsoft Teams para la realización de las evidencias del taller de Química Verde.

Fase 1: Investigación con IA

Actividad: Los estudiantes usaron ChatGPT para indagar sobre las propie-

dades químicas y cosméticas de plantas. Con esta información elaboraron una tabla comparativa.

Instrumento de evaluación:

- Rúbrica de tabla comparativa (IA + investigación).
- Evidencia: Tabla comparativa digital.

El promedio de calificación fue de 98, siendo la calificación máxima 100 y la calificación mínima 88 (Figura 1). Los resultados muestran un nivel de excelencia generalizado. Este desempeño es sobresaliente y resalta la efectividad de la integración de la IA en el proceso de aprendizaje.

El rendimiento general fue alto, ya que 26 de los 31 estudiantes obtuvieron la calificación máxima (100 puntos), lo que refleja una comprensión profunda y un dominio del tema. Los altos puntajes indican que los estudiantes lograron el objetivo de aprendizaje.

La alta tasa de éxito sugiere que la IA funcionó como una herramienta poderosa y accesible, permitiendo a los estudiantes completar la investigación de forma precisa y eficiente. Esto valida el enfoque de utilizar la tecnología para facilitar un aprendizaje significativo.

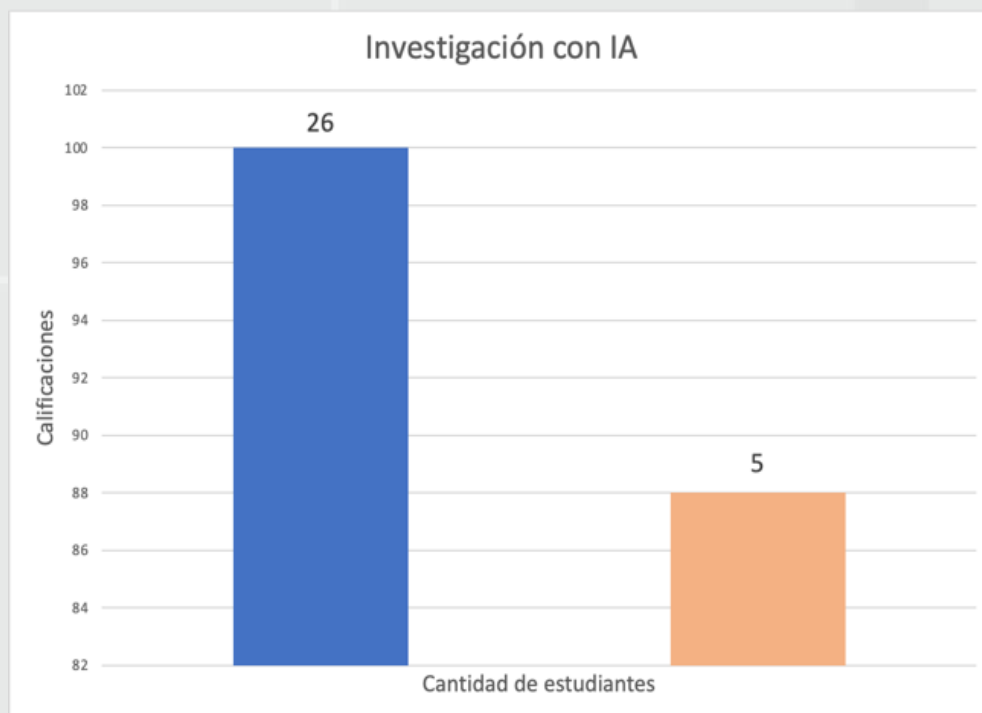


Figura 1. Calificaciones de evidencia de tabla comparativa tras investigación con IA.

Fase 2: Selección de plantas

Actividad: A partir de la tabla, eligieron los productos de plantas (extractos, aceites, pulverizados) con los que elaborarían su shampoo sólido.

Instrumento de evaluación:

- Lista de cotejo de práctica experimental.
- Evidencia: Bitácora de laboratorio + producto elaborado.

Los estudiantes seleccionaron las plantas que necesitaban, según sus intereses, con base en la investigación con IA (Figura 2). En esta fase, utilizaron el pensamiento crítico y participaron de forma colaborativa en la toma de decisiones para personalizar su producto a partir de la formulación base que les proporcionaron las docentes facilitadoras del taller.



Figura 2. Equipo de estudiantes durante fase 2, selección de plantas.

Fase 3: Práctica experimental

Actividad: En el laboratorio, prepararon el shampoo sólido aplicando principios de química verde para ajustar la fórmula general del shampoo a sus necesidades, de acuerdo con el análisis de la investigación realizada.

Instrumento de evaluación:

- Lista de cotejo de práctica experimental.
- Evidencia: Bitácora de laboratorio + producto elaborado.

Los estudiantes llevaron a cabo la elaboración del shampoo sólido, siguiendo la formulación base proporcionada en el taller y realizando los ajustes necesarios para su formulación personalizada con los productos de plantas (extractos, aceites, pulverizados).



Figura 3. Proceso de elaboración de shampoo sólido (izquierda) y producto terminado (derecha).

Fase 4: Comunicación científica

Actividad: Diseñaron una etiqueta educativa con diseño personalizado, los beneficios del producto, ingredientes, modo de uso y mensajes ambientales.

Instrumento de evaluación:

- Rúbrica de etiqueta educativa.
- Evidencia: Etiqueta diseñada (digital).

El análisis de las calificaciones obtenidas mostró los siguientes hallazgos: Una parte considerable de los estudiantes alcanzó la calificación máxima (100 puntos), lo que refleja un cumplimiento pleno de los criterios establecidos en la rúbrica. En estos casos, se valoró positivamente la creatividad, la presentación sobresaliente y la capacidad de integrar los elementos científicos y ambientales en la etiqueta.

Otro grupo significativo de estudiantes obtuvo calificaciones en el rango de 75 a 88. Sus productos fueron creativos y adecuados, pero presentaron limitaciones recurrentes, principalmente en la claridad en los beneficios de los ingredientes, la mención explícita del mensaje ambiental, la completitud de los ingredientes y modo de uso. Estos aspectos sugieren la necesidad de reforzar la capacidad comunicativa y la precisión científica en la elaboración de materiales educativos.

La media de desempeño se sitúa en un nivel alto, con predominio de calificaciones sobresalientes. El mensaje ambiental fue el criterio menos atendido, aun cuando forma parte esencial del taller de Química Verde. La creatividad y presentación gráfica destacaron como fortalezas comunes, lo que evidencia

motivación y apropiación estética por parte de los estudiantes.

Esta fase requirió habilidades más complejas, como la síntesis, la creatividad y la atención al detalle, lo que se refleja en una mayor variación en los puntajes. Las áreas de mayor dificultad fueron la precisión y la exhaustividad de la información que debían comunicar, principalmente el transmitir el mensaje ambiental claro y enlistar los ingredientes completos.

Es importante que los estudiantes comprendan la responsabilidad de comunicar de manera clara y precisa información compleja a un público no especializado y que sean conscientes de que un shampoo sólido no solo es un producto cosmético o de higiene, sino es una oportunidad para educar sobre el impacto ambiental.

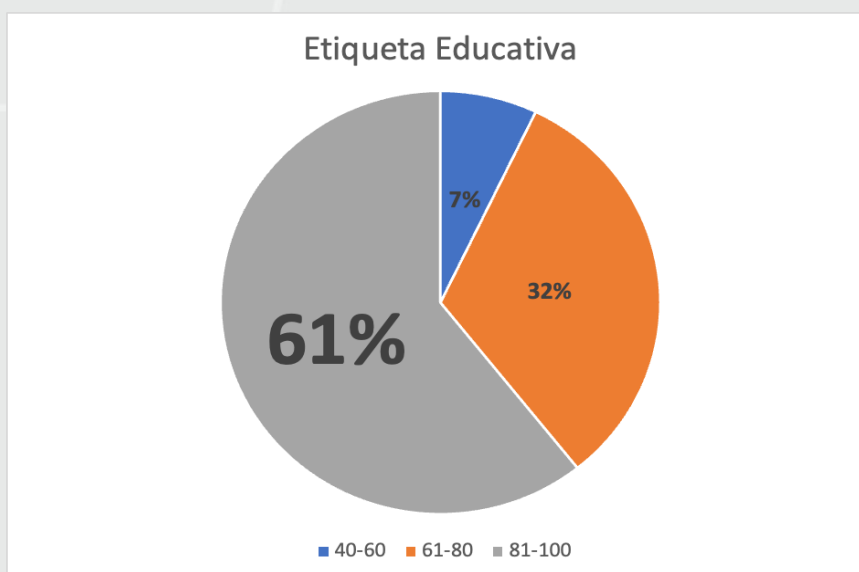


Figura 4. Calificaciones de evidencia de etiqueta educativa.

Fase 5: Evaluación y reflexión

Los estudiantes contestaron la evaluación correspondiente a través de Microsoft Forms en la plataforma Microsoft Teams, posteriormente llenaron un formulario de Autoevaluación y Coevaluación de un compañero de su equipo. Esta fase incluye la aplicación de rúbricas, lista de cotejo, cuestionario y auto/coevaluación para valorar aprendizajes, por parte de las docentes facilitadoras del taller.

El promedio de calificaciones de la evaluación fue de 93.6, siendo la calificación máxima 100 y la mínima 40. El 84% de los estudiantes alcanzó la calificación máxima (100 puntos), como se muestra en la figura 5. Esto demuestra que la mayoría logró comprender y aplicar con éxito los contenidos, tanto en la formulación del shampoo sólido como en la argumentación de sus beneficios ambientales y de salud.

Un 8% obtuvo 80 puntos (Figura 5), lo que indica que, si bien cubrieron la mayoría de los criterios, presentaron omisiones menores en aspectos como beneficios cosméticos (aroma, espuma, propiedades anticasca). Estos casos evidencian la necesidad de reforzar la integración de propiedades técnicas y organolépticas junto con las ambientales.

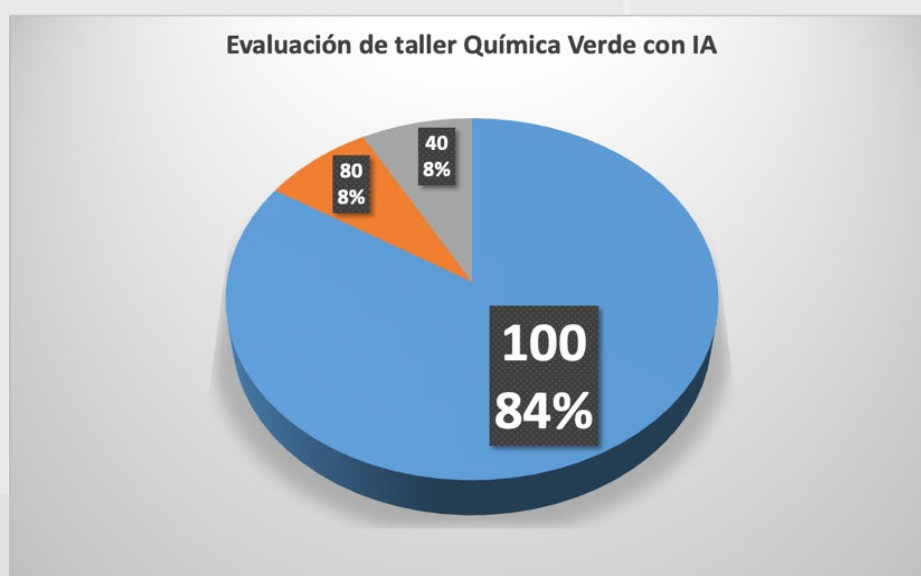


Figura 5. Calificaciones de evaluación al finalizar la fase de práctica experimental.

El alto rendimiento en el examen final, que mide la comprensión de los conceptos clave, demuestra que los objetivos del taller se cumplieron eficazmente. Los estudiantes entendieron por qué el shampoo sólido es una alternativa más sustentable, comprendieron las propiedades cosméticas de las plantas y reconocieron el papel de la IA como una herramienta de investigación.

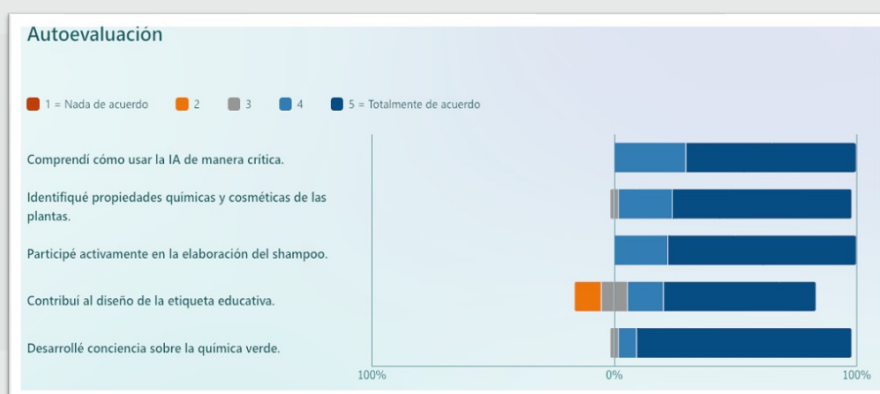


Figura 6. Autoevaluación mediante la escala Likert.



Figura 6. Coevaluación mediante la escala Likert.

El análisis de las encuestas aplicadas a los estudiantes, mediante la escala de Likert de 5 puntos (donde 1 = totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo), evidenció una valoración predominantemente positiva en los apartados de autoevaluación (Figura 6) y coevaluación (Figura 7).

En la autoevaluación, los alumnos manifestaron un nivel alto de satisfacción y aprendizaje. Los promedios oscilaron entre 4.5 y 5 (Figura 6). En la coeva-

luación, se observó una congruencia significativa con la autoevaluación, los estudiantes reconocieron en sus pares la misma disposición al trabajo colaborativo, creatividad en el diseño de la etiqueta educativa y responsabilidad en el proceso experimental (Figura 7). Los promedios se mantuvieron en un rango similar (4.6 – 5), lo que confirma la percepción colectiva de compromiso. En términos generales, el promedio global de las respuestas se situó por

encima de 4.7, lo cual indica que la experiencia educativa fue altamente valorada y cumplió con los objetivos pedagógicos planteados: fomentar la apropiación de conceptos de química verde, aplicar conocimientos en un producto tangible y promover la conciencia socioambiental.

◆ 5. CONCLUSIÓN

Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes logró elaborar etiquetas educativas de calidad, evidenciando aprendizajes significativos en química verde, comunicación científica y diseño educativo. Sin embargo, también se identificaron áreas de oportunidad en la precisión de la información y en la integración explícita del mensaje ambiental, aspectos fundamentales para consolidar la dimensión socioambiental del taller.

La evidencia cuantitativa confirma que el taller tuvo un impacto positivo y significativo en la formación de los estudiantes, consolidando competencias en química aplicada, sostenibilidad y comunicación científica. Los resultados muestran que este tipo de proyectos no solo elevan el rendimiento académico, sino que también promueven valores ambientales y compromiso social, en concordancia con la filosofía de la Química Verde y la Agenda 2030 de la ONU.

En términos generales, la estrategia pedagógica resultó exitosa, pues favoreció tanto el desarrollo de competencias científicas como la creatividad y el compromiso con la sostenibilidad. Esto confirma la pertinencia de utilizar proyectos experimentales y comunicativos como recurso innovador en la enseñanza de las ciencias en el nivel medio superior.

Los resultados obtenidos a partir de la autoevaluación y la coevaluación reflejan que la implementación del taller de Química Verde y Cosmética Natural logró un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato. La alta valoración registrada en la escala Likert (promedios superiores a 4.7) evidencia no solo la comprensión de los contenidos científicos, sino también el desarrollo de competencias transversales como el trabajo colaborativo, la creatividad y la responsabilidad socioambiental.

Este ejercicio demuestra que la integración de prácticas experimentales con un enfoque sostenible favorece un aprendizaje significativo y potencia la motivación estudiantil, al vincular el conocimiento químico con la vida cotidiana y el cuidado del entorno. Asimismo, confirma la pertinencia de los proyectos didácticos basados en la química verde como estrategias innovadoras que contribuyen al logro de los objetivos educativos de la Nueva Escuela Mexicana, formando estudiantes críticos, conscientes y con valores de sustentabilidad.

En consecuencia, se concluye que el taller no solo fortaleció las habilidades cognitivas y prácticas de los estudiantes, sino que también promovió la construcción de una conciencia ambiental colectiva, indispensable para enfrentar los retos actuales en materia de ciencia, tecnología y sostenibilidad.

◆ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (2020). *Green Chemistry: The Missing Element*. Green Chemistry, 22(1), 1-2.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Capraro, S. L. (2021). *Project-Based Learning: A Review of Literature*. International Journal of STEM Education, 8(1), 1-15.
- Franco Moreno, R. A., & Ordóñez Carlosama, L. Y. (2020). *El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales*. Educación Química, 36(3), 25–42. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70414>
- Leyva Valenzuela, R. Y., & Fernández Barrón, F. J. (2025). *Uso de inteligencia artificial en estudiantes de educación media superior*. Horizonte Académico, 5(2), 432–446. <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n2.147>
- Li, J., & Wang, Q. (2024). *AI-Powered Learning: A Case Study of ChatGPT's Role in STEM Education*. Educational Technology & Society, 27(1), 89-102.
- Nieves, R. P., & Gil, M. A. (2024). *Estrategias de enseñanza para la Educación Ambiental en las escuelas públicas del nivel secundario de la Ciudad de San Luis (Argentina)*. RINVE. Revista de Investigación e Innovación Educativa, 2(2), 7–17. <https://doi.org/10.59721/rinve.v2i2.20>
- UNESCO. (s.f.). *La inteligencia artificial en la educación*. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>
- UNESCO. (s.f.). *Educación para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/sustainable-development/education>
- American Chemical Society. (2025). *Educación en Química Verde: Hacia un Futuro Sostenible* [Webinar, 7 de mayo de 2025]. ACS Webinars.
- Calixto Flores, R. (2015). *Educación Ambiental para la Sustentabilidad en la Educación Secundaria*. Actualidades Investigativas en Educación, 15(3), 60–75.

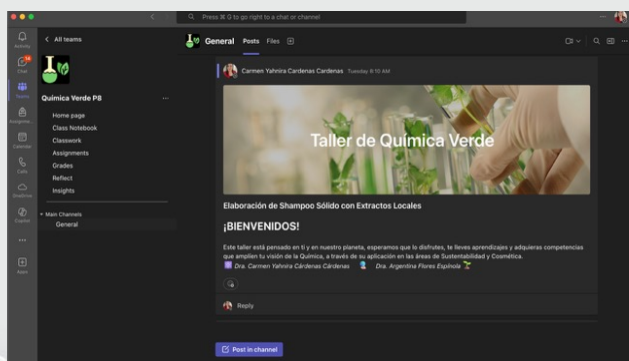
6. ANEXOS



• Impartición de taller de Química Verde con IA.



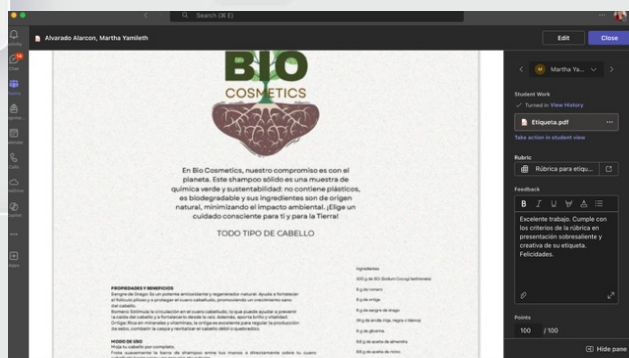
• Taller de Química Verde con IA.



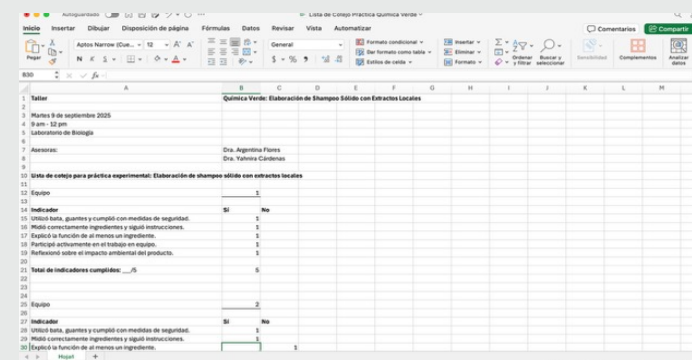
• Plataforma de Microsoft Teams, equipo de Química Verde P8



• Evaluación de tabla comparativa en plataforma Microsoft Teams.



• Evaluación de etiqueta educativa de shampoo sólido en plataforma Microsoft Teams.



• Lista de cotejo de práctica experimental.



• Estudiantes y docentes al finalizar el taller de Química Verde con IA.

◆ SEMBLANZAS

Dra. Carmen Yahnira Cárdenas Cárdenas
carmen.cardenascrd@uanl.edu.mx

Docente e investigadora, egresada de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo, cuenta con Maestría en Ciencias con acentuación en Microbiología y un Doctorado en Ciencias con acentuación en Alimentos, por la UANL. Cuenta con amplia experiencia en inocuidad alimentaria y microbiología de alimentos, además en el sector educativo, en nivel medio superior. Ha publicado en la revista internacional Journal of Food Protection, ha participado en congresos nacionales e internacionales y también como parte del comité de revisión de trabajos científicos. También ha formado parte del comité editorial de la revista Presencia Universitaria de la UANL. Desde 2011 es docente en la Preparatoria No. 8 de la UANL, donde actualmente es Coordinadora Académica de Química. Además de impartir asignaturas de química, biología, matemáticas y física en bachilleratos general y bilingüe en inglés.

Dra. Argentina Flores Espínola
AFLORESE@uanl.edu.mx

Docente e investigadora con más de una década de experiencia en la enseñanza de Ciencias Biológicas, Biotecnología y Química en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Es Licenciada en Biología por la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, Maestra en Ciencias con especialidad en Microbiología (UANL, Beca CONACyT) y Doctora en Educación por la Universidad Hispano Americana del Bajío, Campus Península de Yucatán.

Ha participado en proyectos de investigación en biología molecular e ingeniería genética, incluyendo clonación, expresión de proteínas recombinantes y estudios de inmunología en laboratorios de bioseguridad nivel 3 de la UANL. Su experiencia científica se ha fortalecido con participación en congresos nacionales e internacionales de biomedicina, genética, neurovirología

y zoología. En el sector privado, cuenta con experiencia en la industria farmacéutica, colaborando como representante médico en empresas internacionales como Sanofi, Novartis, Glenmark y Medtronic, en áreas vinculadas con microbiología, cardiología, oftalmología y dermatología. Actualmente se desempeña como docente de asignaturas de Biología, Genética y Biotecnología y Química en la Preparatoria No. 8 de la UANL, además de ocupar el cargo de Secretaria Administrativa de esta dependencia, desde donde coordina procesos académicos y administrativos, capacitación docente y actividades de formación integral. En el ámbito editorial, ha sido editora adjunta y miembro del comité editorial de la revista Presencia Universitaria de la UANL. Asimismo, ha desarrollado proyectos educativos innovadores, para promover la equidad de género, el desarrollo de biocosméticos sostenibles y la integración de simuladores de realidad virtual en la enseñanza de las ciencias químicas y biológicas. Apasionada por la enseñanza de las ciencias y la tecnología, la Dra. Flores promueve un aprendizaje inclusivo, igualitario y significativo, orientado a motivar a los estudiantes a desarrollar pensamiento crítico, conciencia social y vocación científica.