

Logística digital y química verde: hacia cadenas de suministro sostenibles

Karina del Carmen Chávez Gómez

karina.chavezgo@correo.buap.mx

La química es parte esencial de nuestra vida y como tal nos persigue a todas partes; a veces no la notamos, pero ahí está: desde los medicamentos que consumimos hasta los envases que conservan nuestros alimentos, los productos de limpieza, el tanque de gas que usamos para cocinar. En México, la industria química es el verdadero motor detrás de la economía al proveer insumos esenciales a numerosos sectores productivos, lo que también la lleva a enfrentar grandes retos ecológicos.

En los últimos años, es cotidiano escuchar los desastres y accidentes en el sector químico; esto ha incrementado la atención pública sobre el desempeño ambiental de las empresas, lo que ha reforzado la creciente presión social y regulatoria para disminuir la contaminación, el consumo energético, la emisión de gases y el manejo de residuos. Son problemáticas que las empresas químicas buscan resolver.

La Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) reporta avances en reducir emisiones y gestionar residuos, caminando hacia modelos de reciclaje. En estos avances, la digitalización de la cadena de suministro es importantes debido a que permiten saber de dónde provienen las materias primas y poder monitorear sus traslados. Algo parecido a la función de rastreo de un paquete, pero con miles de sustancias y materiales industriales.

Algunas empresas ya están poniendo en práctica estrategias que permiten reducir su impacto ambiental y aprovechar mejor los recursos. Y también hay casos que integran energías renovables y trazabilidad digital para un mejor control de las sustancias peligrosas. Aún falta mucho camino por avanzar y aplicarlo en todo México es un desafío, ya que la inversión escasea o no se quiere invertir en este ámbito, por otra parte, los estándares no están

definidos y el personal especializado es insuficiente. Ahí cobra fuerza el programa de Logística Digital y Cadena de Suministro, que apuesta por formar talento y agilizar la transición. Es la oportunidad de avanzar hacia un futuro más seguro.

Producir con menos impacto.

Producir contaminando menos suena muy bien, pero llevarlo a la práctica no es tan sencillo. Años de investigación han dado paso a la química verde: fabricar lo mismo gastando menos energía, generando menos residuos y usando menos tóxicos en todo el ciclo de vida. En concreto, esto implica maximizar el uso de recursos renovables, reciclar al máximo y diseñar materiales más ecológicos, sustituyendo químicos agresivos por alternativas más suaves o menos dañinas.

En México, este enfoque se está integrando a las regulaciones ambientales y a los compromisos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, orientados a reducir emisiones y fomentar prácticas sostenibles en la industria (SEMARNAT, 2026).

En la práctica esto ya se implementa. Existen empresas sustituyendo solventes peligrosos por alternativas más seguras, otras reutilizando subproductos en otra parte del proceso en vez de tirarse. Aunque muchas acciones pasan desapercibidas para nosotros, hay soluciones que ya forman parte de nuestra rutina: compramos detergentes con ingredientes biodegradables que incluso se pueden usar como fertilizantes o contra plagas.

También es cada vez más común encontrar envases fabricados con materiales de bajo impacto ambiental. Que nosotros, como consumidores, decidamos comprar este tipo de productos sienta un precedente para que los fabricantes sigan sacando al mercado opciones con la calidad necesaria sin aumentar los riesgos para el medio ambiente. Más que una tendencia, estas acciones ya son una necesidad para la industria química mexicana, que busca mantener su competitividad y responder a las exigencias ambientales.

No solo es producir, también mover y distribuir mejor

Una parte importante para disminuir la contaminación es la producción más limpia, es decir, sustituir o eliminar procesos contaminantes por otros que no lo sean. Pero, este aspecto no constituye todo el problema, existen otros fenómenos que influyen, como lo son el transporte, el almacenamiento y la distribución. A estos cuatro elementos se les conoce como logística sostenible, básicamente es que los productos lleguen a nuestras manos usando menos energía y generando menos emisiones.

Existen distintas estrategias para hacer más sostenible la logística en la industria química. Una de las más utilizadas es el *Green Supply Chain Management* (GSCM), que consiste en revisar toda la cadena de suministro con el fin de preservar el medio ambiente y minimizar el impacto ecológico negativo, involucrando prácticas y adaptaciones desde el primer eslabón de la cadena hasta el último (Mendoza & Salcedo, 2024).

Otro enfoque importante es el de las cadenas de suministro de ciclo cerrado (*Closed-loop supply chains*), en el que los materiales no se desechan al final de su vida útil, sino que se recuperan, reutilizan o reincorporan a nuevos procesos productivos. La idea es evitar la pérdida de materiales dentro de la cadena y aprovecharlos al máximo, reduciendo costos y generando mayor valor (Guide & Van Wassenhove, 2009).

En términos reales es complicado definir si una empresa es sostenible o más eco amigable; entonces, muchas empresas están midiendo su impacto a través de indicadores, los cuales son la huella de carbono, el consumo energético, la tasa de reciclaje y reutilización de materiales. Un ejemplo simple, usar camiones eléctricos en lugar de diésel reduce emisiones, aprovechar la energía solar con la instalación de paneles fotovoltaicos en almacenes disminuye el consumo energético, y reciclar empaques plásticos aumenta la tasa de reutilización.

En México, estas prácticas todavía están en etapa de desarrollo, pero se van incorporando poco a poco en las empresas químicas y de logística, para ir hacia una economía más circular, estas acciones

forman parte de los compromisos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La economía circular en la industria química

De manera tradicional, cuando los productos y materiales se terminan por lo regular son desechados. La economía circular propone lo contrario: mantener los materiales en uso el mayor tiempo posible. Esto se logra mediante estrategias como el reciclaje, la reutilización y la recuperación de recursos (Geissdoerfer et al., 2017). En lugar de tirar productos químicos usados, se busca reincorporarlos a los procesos, para reducir el impacto ambiental y el consumo de materias primas. Por ejemplo, los solventes de laboratorio pueden destilarse y reutilizarse, y ciertos subproductos químicos pueden servir como insumos para otras industrias.

A nivel internacional, existen casos destacados como plantas químicas que convierten residuos plásticos en materias primas secundarias, transformando desechos en nuevos polímeros o combustibles alternativos (European Commission, 2020). Empresas en China y Japón, han implementado procesos eficientes para descomponer plásticos en sus materias primas, que luego se reutilizan en la producción de fibras textiles, envases y componentes industriales.

A nivel nacional, en el estado de Morelos, se destacan iniciativas como la planta inaugurada en colaboración con Greenback y Nestlé, en la cual se convierten plásticos difíciles de reciclar en aceite pirolítico, utilizado como materia prima secundaria. En Toluca, la planta PetStar es reconocida como la más grande del mundo en reciclaje de PET grado alimenticio, procesa hasta 50,000 toneladas anuales y reincorpora el material a nuevas botellas, cerrando el ciclo del plástico, siendo reconocida con certificaciones ISO y PROFEPA, es un referente internacional de economía circular aplicada al plástico. Estos ejemplos muestran que México avanza en la transición hacia cadenas de suministro más circulares y sostenibles.

La tecnología como soporte invisible en la sostenibilidad

Las transformaciones que estamos viviendo no es solo la parte química o logística, también se afecta el área tecnológica, estamos tan inmersos en un mundo digitalizado y que cada vez se avanza más y más, que no es novedad que la cadena de suministro, es decir, todos los procesos involucrados en la creación y distribución de un producto, se está digitalizando. Pero, cómo logra todo eso, pues hace uso de herramientas tecnológicas como lo son sensores conectados, sistemas de análisis de datos y plataformas digitales que registran cada etapa de los procesos realizados.

Y aquí es donde viene la pregunta, ¿En qué nos beneficia todo eso?, básicamente esas herramientas lo que hacen es saber dónde están los productos en tiempo real tanto en su transporte, como en el almacenamiento, optimizar rutas de distribución, porque puede saber en tiempo real si hay un contratiempo en la ruta “normal” de distribución, así el operador puede tomar una decisión informada que ayude a reducir tiempos y emisiones del transporte. También nos ayuda la simulación de escenarios energéticos, la cual facilita la integración de energías renovables en operaciones logísticas. Y uno de los beneficios más evidentes para las empresas, es la reducción de costos logísticos, gracias a una mejor planificación y gestión de inventarios (Queiroz et al., 2019).

Proyectos que aplican estas tecnologías ya son empleados en México, por ejemplo, tener iniciativas de trazabilidad digital en el transporte de químicos mediante sensores y plataformas que aseguran el registro de cada movimiento. Hay almacenes industriales que han comenzado a adoptar energías renovables, integrando paneles solares y sistemas inteligentes de gestión energética para reducir su huella de carbono (ANIQ, 2025). La digitalización, además de modernizar la logística facilita el avance hacia cadenas de suministro más eficientes y sostenibles.

Con la tecnología facilitando nuestra vida día con día, muchas veces no nos damos cuenta de lo mucho que se ha mejorado la logística, el que po-

damos pedir un producto en una plataforma y nos llegue al día siguiente hasta la puerta de nuestra casa es un ejemplo de ello, también en el ámbito químico un camión que transporta ciertos productos contiene sensores y sistemas de monitoreo, que permiten a la empresa conocer en tiempo real donde se encuentra la carga y verificar que tenga la temperatura adecuada. Esto le ayuda a tomar decisiones rápidas, para evitar pérdidas del producto y reducir recorridos. Incluso en situaciones de emergencia, como el robo de materiales peligrosos durante su transporte, estas tecnologías permiten detectar anomalías y localizar rápidamente la unidad. Esto hace más eficiente la respuesta de las autoridades y disminuye los riesgos para la población. Estos son solo unos ejemplos que muestran que la tecnología hace más eficiente la logística, al mismo tiempo que, ayuda a que las operaciones sean más seguras y sostenibles.

Energías más limpias

La industrialización nos ha llevado a producir más y más, lo que conlleva a emplear un mayor gasto de luz. Para transformar nuestro estilo de vida a uno más sustentable se ha incorporado el uso de energías renovables. La energía solar y eólica se han convertido en una alternativa para integrar en los procesos de refrigeración de productos y en el transporte eléctrico. Los beneficios de sustituir combustibles fósiles por fuentes limpias es la reducción de las emisiones de CO², el ahorro energético que se alcanza en almacenes y centros logísticos ha sido reportado entre el 30% al 50% en su consumo de energía tradicional.

En México tenemos unos ejemplos a destacar como son los parques solares en Puebla y Coahuila, que abastecen a industrias químicas y logísticas, lo que permite que almacenes y plantas reduzcan su huella de carbono y operen con mayor eficiencia energética (SEMARNAT, 2026). Múltiples empresas de logística y transporte de personal ya están incorporando flotas de transporte eléctrico, lo que representa un paso importante hacia modelos más sostenibles.

La química verde, logística sostenible, economía circular, digitalización y las energías renova-

bles parecen temas aislados, pero en realidad forman parte del mismo proceso, transformar el cómo producimos y consumimos para hacerla más sostenible.

En la industria podemos emplear las mejores tecnologías o los procesos más refinados, pero hay un componente mucho más importante, y es las personas capaces de pensar de otra manera y encontrar soluciones a los retos ambientales que enfrentamos. La formación de profesionistas que comprendan las necesidades de su entorno y que tengan los conocimientos y la iniciativa de mejorar, tomar decisiones para la producción, transporte y reutilización de materiales.

El cambio más importante lo vemos cuando estas herramientas se convierten en acciones concretas que benefician a las personas y al medio ambien-

te. El que concretamente se pueda ver un futuro más seguro para las comunidades, reducir los riesgos ambientales y generar oportunidades que fortalezcan la innovación del país. Ese es el objetivo, no solo manejar un discurso bonito y bien elaborado, sino llevar a cabo una práctica concreta y bien planeada.

Cuando hablamos de sostenibilidad no se trata únicamente de reducir emisiones ni de reciclar materiales. Es imaginar industrias que cuiden la vida, que se aprovechen los recursos con inteligencia y con ello se generen oportunidades para las futuras generaciones. El reto es enorme, pero también el panorama que se abre, construir un México más responsable y competitivo. La sostenibilidad no es un discurso, es una práctica que nos invita a pensar distinto y a actuar hoy para garantizar un mañana mejor.

REFERENCIAS

- European Commission. (2020). Circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe. Publications Office of the European Union.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Guide, V. D. R., & Van Wassenhove, L. N. (2009). The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations Research*, 57(1), 10–18. <https://doi.org/10.1287/opre.1080.0628>
- Mendoza Risco, V., & Salcedo Estrada, A. (2024). Influencia del Green Supply Chain Management, a través de la innovación, en el desempeño sostenible de las empresas exportadoras de la industria pesquera peruana.
- Queiroz, M. M., Ivanov, D., Dolgui, A., & Wamba, S. F. (2019). Blockchain technology in supply chain management: An overview. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2203–2220. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1567576>
- SEMARNAT. (2026). Políticas de economía circular y sostenibilidad en México. Gobierno de México.

