



spinor

Suplemento

LA LOGÍSTICA COMO PUENTE
ENTRE LA EFICIENCIA,
LA TECNOLOGÍA Y
LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

DIRECTORIO

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Rectora

Dra. Ma. Lilia Cedillo Ramírez

Secretario General

Mtro. Damián Hernández Méndez

Vicerrectora de Investigación y Estudios de Posgrado

Dra. Amira del Rayo Flores Urbina

Directora de Estudios de Posgrado

Dra. Ma. Verónica del Rosario Hernández Huesca

Director de Investigación

Dr. Juan Pablo Padilla Martínez

Director de Divulgación y Vocaciones Científicas

Dr. Arturo Fernández Téllez

Consejo editorial

Editora responsable:

Dra. Hilda Gabriela Hernández Flores

Editor:

Dr. Jorge Luis Gallegos Vargas

Editora adjunta:

Dra. Flor de Liz Mendoza Ruiz

Diseño gráfico:

Mtro. Eduardo Condado Picazo

Mtro. Daniel Arenas Balderas

Lic. Virginia Vázquez Medrano

Centro de Innovación y Creatividad

Carta del editor**La logística como puente entre la eficiencia, la tecnología y la responsabilidad social**

Este número especial de la Revista Spinor se ha configurado siguiendo su objetivo inicial: ser un espacio que tienda puentes entre el conocimiento académico y los desafíos concretos del entorno en el que vivimos. En esta ocasión, nos adentramos en un tema que, aunque para muchas personas pasa desapercibido, sostiene gran parte de la vida cotidiana: la logística.

La logística no es sólo un traslado de mercancías, sino que es un sistema vivo, estratégico y humano; por ello, los artículos que conforman este número nos invitan a mirar más allá para descubrir una disciplina que entrelaza la innovación tecnológica, el bienestar social y la sostenibilidad ambiental.

En este número, transitamos desde la coordinación invisible que hace posible los servicios cotidianos hasta el impacto de la estadística en la toma de decisiones; desde la adaptación cultural en el comercio internacional hasta la revolución digital y sostenible que está transformando las cadenas de suministro; además, revisamos la realidad de las micro, pequeñas y medianas empresas, reconociendo su papel como motor económico y, finalmente, exploramos la logística como la guardiana silenciosa de la calidad en los alimentos y la imperiosa necesidad de transitar a modelos que prioricen la química verde y la economía circular.

Que esta lectura sea tan enriquecedora como fue su gestación.

Dr. Jorge Luis Gallegos Vargas

Carta de presentación

Estimados lectores:

Queremos presentar hoy un nuevo número de la revista Spinor con la idea de ver a la logística como un camino estratégico. Esta propuesta de divulgación, armada desde la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el Programa de Logística digital y cadena de suministro, busca presentar ideas que reúnen a la innovación, el cuidado del entorno y el cambio digital: procesos que resultan claves para entender cómo funcionan las empresas actuales y la vida de todos los días.

Los escritos muestran que esta materia va más allá de llevar objetos de un lugar a otro: es un sistema vivo que demanda pensar, mirar datos y tomar decisiones con responsabilidad. Por este motivo, los autores explican temas centrales como las redes de distribución verdes, el uso de la estadística y la creación de herramientas digitales pensadas para mejorar el trabajo y la fuerza de los pequeños negocios.

El cuidado del planeta destaca como el eje principal de esta entrega. Los trabajos muestran la forma en que los grupos adoptan hoy la economía circular, el transporte limpio y la baja en los gases que dañan el aire: opciones que sirven para enfrentar los problemas del clima que afectan de forma directa a la naturaleza y al crecimiento de los negocios modernos.

De igual manera, se mide el peso de la tecnología mediante el uso de herramientas como la inteligencia artificial, los sistemas de información y las cuentas claras de los datos. Estas soluciones ayudan a conocer riesgos antes de tiempo, disminuir los errores y aprovechar los recursos que tenemos en tiempo real, dejando la digitalización como una ventaja clara para tiendas y proyectos de todo tipo.

Para terminar, los textos traen respuestas reales para problemas del día a día, como la conservación de la comida o la mejora en los servicios de salud. Con este esfuerzo, buscamos abrir un espacio para pensar y aprender juntos: tenemos la seguridad de que estas páginas plantean ideas muy claras y mueven a las personas a mejorar las rutas que sostienen nuestra sociedad.

Agradecemos su tiempo y los invitamos a leer estas páginas con una mente abierta y dispuesta a construir.

Dr. Juan Chávez Medina
Coordinador del suplemento

CONTENIDO

- 6** **Coordinación perfecta: ¿Cómo funciona la logística detrás de tus servicios cotidianos?**
Julia Isabel Rodríguez Morales
- 11** **Estadística aplicada a la Ingeniería Logística Digital y Gestión de la Cadena de Suministro**
Frida Karem Rivas Moreno
- 15** **El ingenio logístico en la solución de factores socioculturales.**
Una mirada alterna al Comercio Internacional “El año del dragón”
Ezequiel Cacique Serrano y Manuel Rodríguez Morales
- 19** **La nueva logística: más digital, más inteligente, más sostenible**
Yonatan López Santos
- 24** **Competitividad empresarial en las mipymes a través de la logística digital**
Alejandra Campos Villatoro y Juan Chávez Medina
- 29** **Estrategias logísticas y herramientas digitales para revertir el estancamiento de las microempresas en México**
Alejandra González Pérez
- 33** **Logística digital y química verde: hacia cadenas de suministro sostenibles**
Karina del Carmen Chávez Gómez
- 37** **Del campo al refrigerador. Cómo la cadena de suministro decide la calidad y conservación de los alimentos**
Norma Angélica Santiesteban López
- 42** **Acerca de las autoras y los autores**

Cintillo legal

SPINOR, suplemento “La logística como puente entre la eficiencia, la tecnología y la responsabilidad social” editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 sur número 104, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla Pue. Distribuida a través de la Subdirección de Investigación Interdisciplinaria y Visibilidad Académica de la VIEP, con domicilio en Torre de Gestión Académica y Servicios Administrativos, 6° piso, Avenida San Claudio No. 1401, Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla, C.P. 72592, Tel. (52) (222) 2295500 ext. 1126. <https://spinor.buap.mx/index.php/revista>, correo electrónico: spinor@viep.com.mx Editora responsable: Dra. Hilda Gabriela Hernández Flores, hgabriela.hernandez@correo.buap.mx Reserva de derechos:

04-2025-042110115700-102 ISSN: 3122- 3605 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Cultura.

Con número de Certificado de licitud de título y contenido: (16523), otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Las opiniones expresadas de los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Coordinación perfecta: ¿Cómo funciona la logística detrás de tus servicios cotidianos?

Julia Isabel Rodríguez Morales
julia.rodriguez@correo.buap.mx

Cuando asistimos a una consulta médica, gestionamos un trámite administrativo, disfrutamos de una película o recibimos comida a domicilio, experimentamos servicios que parecen simples. En realidad, cada uno es resultado de un complejo sistema de coordinación, planificación y control que funciona de manera invisible: *la logística en los servicios*; también conocida como *logística de servicios*. Pocas personas la reconocen, aunque todos la experimentamos cada día. Esta invisibilidad es, paradójicamente, el signo de su éxito: cuando funciona bien, no la notamos.



“El comercio y la logística de servicios”

En este punto quiero que reflexionen en lo siguiente ¿Qué es la *logística*?, y pregunto esto porque usualmente cuando escuchamos la palabra “logística”, casi todos pensamos en el movimiento de los pedidos que hacemos cuando realizamos compras a través del comercio electrónico en plataformas como Amazon, Mercado libre, AliExpress, etc., lo cual conlleva el recorrido de camiones en las carreteras, la gestión de los almacenes llenos de

cajas o los movimientos de los barcos transportando contenedores. Es así que, de manera formal, la logística se define como “el proceso de planificar, implementar y controlar de manera eficiente y efectiva el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente” (Ballou, 2004).

Importancia de la Logística de Servicios

Para comprender la relevancia que tiene la logística en los servicios, primero debemos diferenciarla de la logística de productos. La logística de productos se ocupa de gestionar el movimiento físico de bienes materiales, optimizando rutas de distribución, gestionando inventarios y minimizando costos de transporte. Por su parte, la logística de servicios se refiere a cómo coordinar recursos intangibles para entregar experiencias. Sin una logística eficiente, ningún plan de gestión de servicios puede ejecutarse exitosamente.

Tomemos en cuenta que, a diferencia de un producto que se puede almacenar en un espacio físico, un servicio es intangible, por lo que no tiene una realidad física que lo lleve a poder inventariarse, y además tiene como característica que desaparece en el momento en que se consume. Esto le da una cierta complejidad a su administración. A continuación, menciono algunas situaciones cotidianas donde la logística de servicios se hace presente para poder dar una experiencia satisfactoria a los clientes o usuarios finales:

- Los servicios médicos tienen una característica que los diferencia fundamentalmente de los productos: son perecederos. Una cita no utilizada simplemente desaparece; no hay forma de almacenarla para mañana. Por eso, la logística de servicios en un consultorio debe coordinar cuidadosamente cuántas citas ofrecer y en qué horarios, para que coincidan exactamente con la demanda de pacientes.
- En un hospital, la logística de servicios garantiza que los médicos estén disponibles en el horario anunciado, que los equipos de diagnóstico hayan sido calibrados, que los registros médicos estén

completos y accesibles, y que el flujo de pacientes se maneje sin congestionamientos innecesarios.

- En un restaurante, la logística de servicios asegura que haya cocineros, meseros y materias primas coordinados de manera sincrónica para entregar los platos en tiempos razonables.

- En un servicio de transporte público, la logística de servicios determina cuántos camiones deben circular en ciertos horarios y días, cuáles son las rutas óptimas y cómo se distribuyen los conductores.

- En las compras por Internet (comercio electrónico) la logística se puede comprender como el “último relevo” de una carrera que termina en la puerta de tu casa. Su trabajo es asegurar que ese paquete que pediste llegue justo cuando te lo prometieron. Para lograrlo, se usan sistemas de información y dispositivos inteligentes que calculan la ruta más rápida para el repartidor y así evitan que el camión dé vueltas de más, o llegue cuando no estás. Con esto se evitan gastos innecesarios y se contribuye a no incrementar la contaminación en tu ciudad.

- En tus vacaciones (Sector Turístico), la logística es como el “director de orquesta” invisible sin embargo organiza tu viaje. Se encarga de que el avión, el hotel y los restaurantes trabajen en equipo para que tu experiencia sea perfecta. Como los servicios no se pueden guardar (si una habitación de hotel se queda vacía hoy, es una oportunidad que se pierde para siempre), la logística ayuda a ajustar los precios y la disponibilidad en tiempo real para que siempre haya una oferta que te convenga y el servicio sea de buena calidad.

Es importante mencionar que la logística de servicios forma parte del denominado *Service Management*, en español, “Gestión de Servicios”, que se define como la disciplina y la práctica de organizar las actividades, los actores, los recursos y los procesos de apoyo relacionados con el servicio, de manera que una organización pueda crear y ofrecer valor a los clientes y a las partes interesadas, poniendo especial énfasis en la coordinación de las actividades de servicio, la calidad y la experiencia del cliente (Tronvoll & Edvardsson, 2022). Es así que la logística de servicios es el mecanismo operacional que

hace posible que se cumplan los objetivos de la Gestión de Servicios. Es decir, la Gestión de Servicios determina qué servicios entregar y cómo satisfacer al cliente; mientras que la Logística de Servicios coordina los recursos (personas, materiales, tiempos, información) necesarios para que esa visión se concrete en la realidad.



“Relación de la Logística de Servicios y el *Service Management*”

Componentes clave de la Logística de Servicios

Para que la logística de servicios funcione adecuadamente, deben trabajar coordinadamente los siguientes elementos:

- La *planeación* representa el cimiento de todo el sistema logístico, pues implica pronosticar la demanda de servicios, diseñar los procesos necesarios y establecer objetivos claros de tiempo y calidad. Por ejemplo: En un hospital al prever cuántos pacientes llegarán a atenderse diariamente, se dimensiona el personal y equipamiento necesario. Sin esta previsión, es imposible coordinar los demás elementos.

- La *gestión de recursos humanos* es muy importante pues los servicios se prestan en su mayoría mediante personas. Esto significa que se debe tener suficiente personal capacitado, disponible en el momento justo, con las competencias necesarias para cada función. Por ejemplo: Un cine requiere acomodadores, vendedores de boletos y personal de limpieza. Por otra parte, una oficina de trámites requiere servidores públicos informados y dispuestos a brindar atención. Sin el talento humano adecuado, ningún servicio puede ofrecerse adecuadamente.

- La gestión de *recursos materiales* debe hacerse concreta y funcional, ya que estos recursos deben estar disponibles y funcionar correctamente; además de que deben distribuirse estratégicamente en los espacios donde se presta el servicio. Por ejemplo: Un cine requiere asientos cómodos y pantallas de calidad. Una oficina de gobierno necesita escritorios y computadoras operativas.

- La *programación de actividades* es otro componente importante, ya que los servicios tienen ritmos específicos y predecibles, posibilitando la coordinación de turnos, horarios y secuencias de actividades, de manera que la capacidad instalada se use eficientemente, sin sobrecargas innecesarias, ni tiempos muertos. Esta sincronización es lo que permite que todo fluya sin congestionamientos. Por ejemplo: Un hospital atiende 24 horas. Una oficina de gobierno tiene horarios específicos. Un restaurante tiene periodos donde se puede ver un pico, en horarios con mucha demanda o un valle, horarios más tranquilos, dependiendo del flujo de clientes.

- Complementando estos elementos está la *distribución y accesibilidad*, las cuales reconocen que los servicios deben estar disponibles donde las personas los necesiten. Esto implica decisiones estratégicas sobre ubicación de sucursales, cobertura geográfica y canales de acceso diversos: presencial, telefónico, digital. Por ejemplo: Un ciudadano no puede acceder a un servicio si no sabe dónde está o si no hay opciones convenientes para él.

- Finalmente, *el control y monitoreo* cierra el ciclo de la logística de servicio, al medir si los servicios se están prestando conforme a los estándares establecidos. Esto incluye indicadores de tiempo (¿cuánto espera un paciente?), calidad (¿el servicio cumple con especificaciones?), seguridad (¿hay riesgos?), y satisfacción del usuario (¿qué opinan los ciudadanos?). Sin una correcta medición, es imposible saber si el sistema funciona o dónde se requiere mejorarlo.

Estos seis elementos, trabajan juntos de manera coordinada, transformando una intención de servicio en una experiencia real y satisfactoria para el usuario final (Severt & Rompf, 2006).

Importancia y transformación en la Logística de Servicios.

Actualmente, la logística de servicios está experimentando una transformación acelerada gracias a las tecnologías digitales. Por ejemplo: Los sistemas de citas en línea, las plataformas móviles, los análisis de inteligencia artificial con información en vivo están revolucionando cómo se coordinan los servicios. Aunado a esto, la pandemia de COVID-19 aceleró esta transformación y la democratización de la tecnología. Servicios que parecían imposibles de digitalizar, como las consultas médicas, las clases educativas, y los trámites gubernamentales, por mencionar algunos, se reinventaron aceleradamente. Esto mostró que es posible rediseñar la logística de servicios cuando hay necesidad y voluntad (Gogoi, 2020; Joshi, 2022).

La economía actual se centra en los servicios. En este contexto, la logística de servicios se convierte en un factor crítico de competitividad para los negocios y en pro del bienestar humano. Consideremos sus dimensiones clave:

- *Impacto en la Experiencia de las Personas:* Una logística de servicios bien diseñada significa que las personas reciben servicios sin esperas innecesarias, con consistencia y calidad. Esto se traduce directamente en satisfacción, confianza y sentido de dignidad. Por el contrario, una logística deficiente genera frustración, o desconfianza en las instituciones y deterioro de la calidad de vida.

- *Impacto Económico:* Para las compañías, la logística de servicios considerada como eficiente reduce costos (optimizando el uso de recursos) y aumenta ingresos (mejorando la satisfacción del cliente y su fidelización). Para la economía en general, servicios eficientes atraen inversión, generan confianza y hacen un país más competitivo. La calidad en la atención al cliente determina e influye directamente en la satisfacción y lealtad de los consumidores.

- *Impacto Social:* Una logística de servicios robusta es importante para los grupos vulnerables. Por ejemplo: Si los servicios de salud, educación y gobierno están bien diseñados logísticamente, llegan de manera más equitativa a todos, reduciendo brechas sociales.

- *Impacto Ambiental:* Una logística de servicios optimizada consume menos recursos y genera menos residuos. Por ejemplo: Un transporte público bien coordinado reduce el número de vehículos privados en circulación, disminuyendo la contaminación. Un hospital con flujos de pacientes eficientes desperdicia menos tiempo de espera, materiales y energía.

- *Impacto en la Seguridad y Bienestar Laboral:* La logística además de ocupar recursos como los transportes o finalidad como la paquetería, también se ocupa de las personas que hacen que el servicio funcione. Una logística mal planeada presiona excesivamente a los repartidores y operarios de almacén, aumentando el riesgo de accidentes de tráfico en las ciudades y lesiones por esfuerzo físico. Por el contrario, una logística responsable utiliza tecnología para optimizar rutas, al tiempo que reduce el estrés de los conductores y protege a los peatones.

- *Impacto en la “Tranquilidad” de las Ciudades:* La logística de servicios determina qué tan ruidosa o congestionada es tu calle. El crecimiento de las compras en línea ha duplicado el número de camionetas circulando; una logística eficiente busca que estas entregas se hagan en horarios que no molesten o mediante puntos de conveniencia; es decir que se hagan a través de los lockers inteligentes, ubicados en algunos supermercados o centros comerciales, evitando que las calles se llenen de camionetas estacionadas en doble fila y reduciendo el ruido constante de los motores.

- *Impacto en la “Segunda Vida” de tus Pertenencias (Economía Circular):* La logística es la que hace posible que, cuando dejas de usar algo, no se convierta automáticamente en basura. Gracias a la logística circular, los productos que ya no quieres (como ropa o electrónicos) pueden ser recolectados, clasificados y reparados para volver al mercado. Esto cambia nuestra mentalidad de “usar y tirar” por una donde la logística le devuelve el valor a los objetos que poseemos.

- *Impacto en el Control de tu Propio Tiempo (Empoderamiento Digital):* La logística moderna utiliza herramientas como los “Gemelos Digitales”, réplicas virtuales de tus envíos que permiten conocer el estado actual. De esta forma, no necesitas

estar atado a casa esperando un servicio, ya que, al proporcionarte información exacta sobre la ubicación de tu pedido o la hora de llegada del técnico, la logística te devuelve el poder de organizar tu día y elimina la incertidumbre de las esperas indefinidas.

- *Impacto en la Ética y la Confianza Institucional:* Existe lo que los expertos llaman Responsabilidad Social Logística. Esto significa que, como ciudadano, puedes confiar en que los servicios que recibes cumplen con normas éticas, como el respeto a los derechos de los transportistas y el manejo transparente de tus datos personales. Una logística ética asegura que el bajo costo de un servicio no se logre a costa de explotar a quienes lo prestan.



“Retos de la Logística de servicios”

Los retos que enfrenta la logística de servicios en el futuro son múltiples e interconectados. Primero, existe la necesidad urgente de garantizar una accesibilidad universal que asegure que todas las personas, sin importar sus limitaciones económicas o geográficas, puedan acceder a servicios de calidad. Simultáneamente, las organizaciones deben integrar múltiples canales de atención: presencial, telefónico y digital, de manera que los usuarios puedan elegir libremente sin perder continuidad o teniendo que repetir información. Paralelamente, la sostenibilidad se convierte en una exigencia ética, requiriendo que se rediseñen los procesos logísticos para minimizar el consumo de recursos y reducir emisiones contaminantes. Finalmente, estos desafíos solo serán posibles de superar si se invierte en formación de talento, desarrollando en los colaboradores y ad-

ministradores las competencias específicas necesarias para gestionar eficientemente una logística de servicios moderna, inclusiva y responsable (Paus, 2025).

Haciendo visible lo invisible.

La logística de servicios, aunque pareciera invisible cuando funciona bien, es fundamental para nuestra calidad de vida, nuestra competitividad económica y nuestra equidad social. Cada vez que esperamos un turno en un hospital sin congestión, cada vez que un trámite administrativo se resuelve rápidamente, cada vez que un servicio nos sorprende con su eficiencia, estamos siendo testigos de una logística de servicios bien diseñada.

Es momento de reconocer, valorar y, sobre todo, exigir la mejora constante de la logística de servicios. En una sociedad que busca transformarse hacia mayor desarrollo y bienestar, la logística de servicios merece ocupar un lugar importante en la conversación pública.

“No es un tema para especialistas, es un tema para todos, porque los servicios son para todos”.

Recapitulando, entender la logística de servicios es comprender nuestro papel fundamental como cocreadores de valor. En esta nueva era, el ciudadano ya no es un receptor pasivo de una entrega o una atención médica, sino un participante activo cuyas necesidades e información moldean la calidad de lo que recibe. Una logística bien diseñada mueve recursos; integra nuestras preferencias para devolvernos el control sobre nuestro tiempo y la seguridad de que las instituciones, tanto públicas como privadas, operan con una sincronía que respeta nuestra dignidad y potencia nuestro bienestar individual.

Finalmente, una logística de servicios consciente actúa como el puente indispensable hacia una sociedad más ética y sostenible. Al aplicar principios de logística circular, permitimos que objetos como nuestra ropa usada tengan una segunda vida, transformando el desperdicio en oportunidad y protegiendo el entorno para las futuras generaciones. Esta *Responsabilidad Social Logística* garantiza que la eficiencia no se logre a cualquier costo, sino a través de una red humana y tecnológica que prioriza la equidad social y la preservación de los recursos, demostrando que detrás de cada servicio invisible hay un compromiso profundo con la vida en común.

REFERENCIAS

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de La Cadena de Suministro* (5ª ed.). Pearson Education.
- Gogoi, D. B. J. (2020). Service quality measures: How it impacts customer satisfaction and loyalty. *International Journal of Management (IJM)*, 11(3), 354-365. <https://ssrn.com/abstract=3585157>
- Joshi, S. (2022). A review on sustainable supply chain network design: Dimensions, paradigms, concepts, framework and future directions. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 136-148. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.001>
- Paus, E. (2025). What role for modern services in Latin America's economic development? In *Economic Development, Economic Growth and Income Distribution* (pp. 142-167). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781803929910.00015>
- Severt, D. E., & Rompf, P. D. (2006). Consumers' perceptions of fairness and the resultant effect on customer satisfaction. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, 15(1), 101-121. https://doi.org/10.1300/J150v15n01_07
- Tronvoll, B., Edvardsson, B. (2022). Defining and Framing Service Management. In: Edvardsson, B., Tronvoll, B. (eds) *The Palgrave Handbook of Service Management*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91828-6_2

Estadística aplicada a la Ingeniería Logística Digital y Gestión de la Cadena de Suministro

Frida Karem Rivas Moreno

frida.rivas@correo.buap.mx

Al pensar en grandes compañías que entregan sus productos a domicilio es inevitable hacerse las siguientes preguntas:

¿Cómo consigue una compañía entregar millones de paquetes en pocos días? ¿Cómo sabe una tienda cuánto producto solicitar antes de que se agote? ¿Cómo plataformas como Shein, Mercado Libre o FedEx anticipan la demanda y organizan millares de rutas todos los días?

Es inevitable concluir que esto no lo hacen de forma manual, debe existir una herramienta que registre la información y la procese para que los ingenieros de datos o los directores de operaciones puedan utilizarla, y aunque muchas personas consideran que estas capacidades únicamente las poseen las nuevas tecnologías digitales, existe un elemento que pocos observan, pero que es de suma importancia en cualquier nivel: **la estadística**.

En la actualidad, la ingeniería logística digital y la gestión de la cadena de suministro elaboran inmensas cantidades de información debido al uso de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), sistemas ERP, RFID, plataformas de administración de almacenes (WMS), sistemas de transporte (TMS) y herramientas de análisis de Big Data. No obstante, tener grandes volúmenes de datos no garantiza que se van a tomar mejores decisiones. La ventaja competitiva real proviene cuando estos datos se interpretan de forma adecuada para convertirlos en conocimiento útil.

Los datos cuentan historias

La estadística ayuda a descubrir patrones de comportamiento y decisiones ocultos en la información que diariamente generan las operaciones logísticas.

A través de ella es posible responder a preguntas como:

- ¿Cuál es el tiempo promedio que se necesita para entregar un pedido?
- ¿Qué tan constantes son los tiempos que se utilizan en el transporte?
- ¿Cuáles son los productos que tienen una mayor demanda?
- ¿Cuáles son las rutas que reportan más retrasos?
- ¿Qué proveedores brindan un desempeño más confiable?

Para responder preguntas como estas se utilizan herramientas conocidas como **medidas de tendencia central**, entre ellas la media o promedio, la mediana y la moda. Estas permiten resumir miles e incluso millones de registros en indicadores fáciles de interpretar. Un ejemplo de ello es cuando una empresa tiene la información respecto al tiempo promedio que tarda en entregar un paquete o identificar cuál es el horario en donde se concentran más pedidos.

Sin embargo, saber únicamente el promedio puede resultar un dato realmente engañoso. Dos compañías pueden tener el mismo tiempo promedio de entrega, pero una puede ser más puntual que la otra. Aquí es donde las **medidas de dispersión**, como la desviación estándar y la varianza, sirven para mostrar qué tan estables o variables son los procesos. Mientras menor sea la variabilidad, mayor será la confiabilidad del servicio.

De esta forma, la estadística analiza el modo en que se distribuyen los datos. Este tipo de estudio permite revelar si existen retrasos poco frecuentes pero muy severos, comportamientos atípicos o riesgos que podrían afectar el funcionamiento de toda la cadena de suministro.

Tomar decisiones cuando el futuro es incierto

La logística enfrenta diariamente situaciones impredecibles: variaciones en la demanda, accidentes carreteros, marítimos o aéreos, retrasos aduanales, condiciones climáticas adversas o fallas en los sistemas de transporte.

En este contexto, la **probabilidad** se convierte en una herramienta necesaria para estimar la posibilidad de que ocurran ciertos eventos. Por ejemplo, una empresa puede estimar la probabilidad de que un pedido llegue a tiempo, que un producto no se agote en el inventario o que una entrega sea rechazada por algún cliente.

Además, existen modelos matemáticos que permiten actualizar continuamente estas probabilidades conforme aparece nueva información. Gracias a ello, las organizaciones pueden reaccionar rápidamente ante cambios inesperados y reducir los riesgos operativos.

No todos los datos se comportan de la misma manera

Imagina que la cadena de suministro global es un gigantesco casino. Cada vez que compras un producto por internet, se activa una ruleta con preguntas como: ¿está disponible?, ¿llegará a tiempo?

A diferencia de los juegos de azar, en la logística digital las empresas no entregan su futuro a la suerte. Utilizan “modelos matemáticos predictivos”, es decir, las distribuciones de probabilidad, que permiten adelantarse a los problemas, ahorrar millones de pesos y asegurar que el envío llegue a tu puerta.

Cuando se analizan eventos que se pueden contar solo mediante números enteros, como el número de pedidos recibidos por hora, las fallas de una máquina o los productos defectuosos en un lote, se utilizan **distribuciones discretas**.

La **distribución binomial** es la “moneda” del éxito o fracaso, cuando las cosas se reducen a dos opciones: entregado o no entregado, a tiempo o retrasado, aceptado o rechazado. Cuando un proceso solo presenta dos resultados posibles, los ingenieros de datos usan la probabilidad binomial.

Cuando un simple “sí” o “no” no es suficiente aparece la **probabilidad multinomial**. Este es el caso de una compra en un comercio electrónico, desde que das clic en “comprar” hasta que llega a tus manos, pasa por múltiples estados.

Cuando se debe evaluar la calidad de un producto alimenticio o de fármacos, no se puede

sacar del empaque y analizar uno por uno y luego regresarlos a su envoltura. Al inspeccionar un lote de mercancías, las piezas revisadas se apartan. Esto se conoce como proceso sin reemplazo. Cada pieza que se extrae cambia las reglas del juego para la siguiente. A esto se le conoce como **distribución hipergeométrica**.

El semáforo de las filas de espera es la **distribución de Poisson** la cual modela cuántas cosas ocurren en un periodo determinado, utilizando únicamente un promedio histórico.

Cuando las variables representan mediciones continuas, es decir, que se pueden contar en fracciones o decimales, como el tiempo de entrega, la distancia recorrida o el costo del transporte, se emplean **distribuciones continuas**, donde destaca la distribución normal como la más utilizada debido a que muchos procesos logísticos presentan este comportamiento.

Estos modelos permiten anticipar escenarios futuros y planificar con mayor precisión los recursos obligatorios para mantener un servicio con mayor eficiencia.

La información que arroja una muestra pequeña

Analizar cada uno de los millones de datos que genera una empresa puede resultar prácticamente imposible. Es por ello, que la estadística se apoya del **muestreo**, que implica el estudiar tan solo una parte que sea representativa, de todo el universo de información.

A partir de estas muestras es posible estimar indicadores como la demanda futura, los tiempos promedio de entrega o la calidad de los productos, con un nivel conocido de confianza.

Este enfoque permite reducir costos, ahorrar tiempo y obtener resultados suficientemente precisos para apoyar la toma de decisiones estratégicas.

¿Las mejoras funcionan en realidad?

Existen muchas organizaciones que implementan tecnologías nuevas con la esperanza de que sus resultados mejoren, pero ¿cómo se comprueba que realmente funcionaron?

Las **pruebas de significación estadística** pueden brindar la respuesta a esta incógnita. Estas pruebas

permiten distinguir entre un cambio real y uno que simplemente ocurrió por mera casualidad.

Un ejemplo de ello es cuando después de instalar un nuevo programa de computadora para optimizar las rutas de traslado de los vehículos de transporte, una empresa puede hacer comparaciones entre los tiempos de entrega antes y después de su implementación. Si las diferencias obtenidas son estadísticamente significativas, existe evidencia de que la mejora fue efectiva.

Cuando se desea comparar a varios proveedores, a distintos centros de distribución o a diferentes métodos de transporte, herramientas como el **Análisis de Varianza (ANOVA)** se utilizan para identificar cuál alternativa ofrece mejores resultados.

Los datos ayudan a predecir el futuro

Una de las herramientas más valiosas de la estadística es la elaboración de pronósticos, cuya finalidad es anticipar escenarios futuros y disminuir la incertidumbre. Los pronósticos analizan datos históricos, tendencias y lo que el consumidor prefiere entre cada estación, mediante el uso de modelos matemáticos, con la finalidad de optimizar la planificación de recursos, la gestión de los inventarios y la mejora en la toma de decisiones estratégicas.

Mediante técnicas como la **correlación**, la **regresión** y el análisis de **series de tiempo**, las empresas pueden predecir la demanda, estimar costos de transporte, identificar tendencias de consumo y preparar con anticipación sus operaciones.

La correlación sirve para medir la dirección de la relación lineal entre dos o más variables, cuantificando si al cambiar el valor de una variable, la otra presenta la misma tendencia o por el contrario disminuye de forma predecible. El análisis de regresión se utiliza para modelar la relación entre la variable que queremos medir y los factores que influyen sobre ella. Los modelos de regresión relacionan una variable de interés con factores externos o causales (como descuentos o promociones) para la estimación de diferentes escenarios. A su vez, las series de tiempo analizan el comportamiento histórico a lo largo del tiempo para predecir eventos futuros,

como las ventas semanales. Involucran componentes como la tendencia, los ciclos, las estacionalidades y las irregularidades.

Esto resulta especialmente útil durante temporadas de alta demanda, como el Buen Fin, el *Hot Sale*, Navidad o el regreso a clases, así cuando una planeación se elabora de manera adecuada puede evitar pérdidas económicas ocasionadas por el desabasto o el exceso de inventario.

Asimismo, los **números índices** permiten la comparación del comportamiento de variables como los costos logísticos, el precio de los combustibles o el volumen de inventarios a lo largo del tiempo, haciendo más fácil la evaluación del desempeño organizacional.

Algo más que sólo números

Con mucha frecuencia se cree que la estadística se utiliza únicamente para realizar cálculos complejos o para construir gráficas. No obstante, su verdadero valor radica en ayudar a comprender la realidad y respaldar decisiones con evidencia.

En un ambiente en donde la logística depende cada vez más de la digitalización, la automatización y la inteligencia artificial, la estadística funciona como el puente que conecta los datos con el conocimiento. Debido a ella, las organizaciones pueden reducir sus costos, mejorar el nivel del servicio que ofrecen, optimizar sus inventarios, anticipar los riesgos y robustecer su competitividad.

En otras palabras, detrás de cada entrega puntual, cada ruta optimizada y cada decisión logística basada en datos, existe un conjunto de herramientas estadísticas trabajando silenciosamente para hacer que la cadena de suministro funcione de manera más eficiente.

La logística del futuro no dependerá únicamente de generar más datos, sino de interpretarlos inteligentemente. Y en ese desafío, la estadística seguirá siendo una de las aliadas más poderosas de la ingeniería logística digital.

La habilidad de no asumir la “normalidad”

Ahora imaginemos que lideramos la logística de un gran almacén en línea y los vehículos repartidores se enfrentan a diferentes imprevistos todos los días, como el clima, el tránsito local o en carretera, manifestaciones o retrasos en el almacén. Al intentar obtener el promedio de los tiempos de entrega para hacer predicciones, la estimación resultaría errónea, ¿cuál es la razón? El mundo real es un caos, la información no es perfecta ni simétrica.

En este punto entra al rescate la **estadística no paramétrica**, herramienta flexible que no exige datos que sigan reglas ideales.

En la estadística tradicional, se asume que los datos se comportan de forma “normal” (haciendo referencia a la curva de Gauss, más conocida como curva normal, donde la mayoría de los eventos sucede al centro). Sin embargo, en la logística digital, si 99 llegan puntualmente pero sólo uno se pierde o retrasa, ese único dato rompe el promedio.

La estadística no paramétrica no se deja engañar por esos valores extremos, por lo que, en lugar de promedios, utiliza las medianas y el orden de los datos, mejor conocidos en la jerga estadística como rangos. Esto es como calificar una competencia de clavados: el puntaje exacto que proporcionan los jueces no es el importante, sino quien quedó en primero, segundo o tercer lugar.

Las compañías de logística digital usan estas pruebas matemáticas para la toma de decisiones estratégicas con base en datos reales. Por ejemplo, si se quiere evaluar qué proveedor es más rápido, pero sus tiempos de entrega varían por inclemencias del tiempo, la **prueba de Mann-Whitney U** compara el rendimiento real de los proveedores sin importar los días de tormenta extrema.

Para medir si un algoritmo nuevo reduce los tiempos de traslado, se emplea la **prueba de Wilcoxon**. Herramienta que compara el antes y el después de los mismos conductores, esta herramienta es ideal para datos con subidas y bajadas muy drásticas.

Cuando el éxito de un producto depende de variables que no son números exactos, como el nivel de satisfacción de los clientes o la intensidad de una campaña en las redes sociales, las **correlaciones de Spearman o Kendall** descubren qué estrategia mueve realmente el indicador de la demanda.

Otro caso muy común lo presentan las encuestas de satisfacción donde se evalúa un producto o servicio, con indicadores como “excelente”, “bueno”, “regular”, “malo”, que no se pueden sumar ni promediar. Para ello sale al rescate la **prueba de Friedman**, la cual ayuda a los analistas a descifrar analíticamente en qué parte de la entrega se pierde la lealtad del usuario.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2025). Estadística inferencial: Regresión y correlación. Series de tiempo–Gráficos de control. Ediciones de la U.
- Ayyub, B. M., & McCuen, R. H. (2025). Probability, statistics, and reliability for engineers and scientists. CRC press.
- Durivage, M. A. (2022). Practical engineering, process, and reliability statistics. Quality Press.
- Escudero, R. E. S. (2022). Logística estadística. Gestión e indicadores en la cadena de suministro-1ra edición: Gestión e indicadores en la cadena de suministro. Ecoe Ediciones.
- Karyshev, M. Y. (2023). To the Question of the Relevance of Statistics of Information and Communication Technologies in the Context of the Digital Transformation of the Economy. *Statistics and Economics*, 20(1), 53-63. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2023-1-53-63>
- Pham, H. (Ed.). (2023). Springer handbook of engineering statistics. Springer Nature.
- Ross, S. M. (2020). Introduction to probability and statistics for engineers and scientists. Academic press.
- Schiefer, H., & Schiefer, F. (2021). Statistics for engineers. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32397-4>.
- Siregar, T. (2025). Descriptive statistics: Concepts, data collection methods, and sampling techniques in quantitative research. *Jurnal Aplikasi Matematika Dan Statistik*.

El ingenio logístico en la solución de factores socioculturales.

Una mirada alterna al Comercio Internacional

“El año del dragón”

Ezequiel Cacique Serrano

ezequiel.cacique@correo.buap.mx

Manuel Rodríguez Morales

manuel.rodriguezmorales@correo.buap.mx

¿Alguna vez has imaginado tener un producto terminado de millones de dólares parado por la falta de demanda del mercado? En realidad, esto suena a algo complejo, pero muy cierto en cualquier sector productivo, ya que es un cálculo con base en la demanda que en muchas ocasiones falla, ya que la respuesta depende, en concreto, del factor de compra en el mercado y este es, en muchas ocasiones, demasiado variable debido a que depende de distintos factores económicos y socioculturales que no se consideran en la ecuación, por lo cual este artículo sirve para poder tener una reflexión e introspección sobre cómo los ingenieros podemos analizar el entorno desapegándonos un poco más del punto de vista productivo y teniendo una visión más holística en momentos de tomar decisiones clave, saliendo un poco de la caja de pensamiento industrial e infiltrándonos un poco más no solo en la necesidad del cliente, sino en sus gustos, deseos, cultura y tradición.

Tener una visión holística es algo complejo y difícil de lograr, pero lo que siempre nos piden los profesores en el aula es tener atención al detalle, siendo que muchas veces el “detalle” es contar con una visión general para poder dar soluciones disruptivas en la “escucha activa” de las necesidades y gustos de los clientes potenciales a comercializar un producto o servicio. Este punto se traduce desde la propia recursividad del pensamiento del ingeniero en su andamiaje por encontrar respuestas creativas

a problemas complejos; desde el punto de vista dialéctico e integrador en los conceptos anteriormente mencionados, tener atención al detalle se traduciría también en abrir nuestra mente, no solo de lo particular a lo general, sino también de lo general a lo particular; teniendo en consideración en el mercado, los gustos, la historia, las costumbres y el *modus vivendi* del cliente.

Por ello, es de suma importancia en un ingeniero no solo tener el pensamiento numérico, sino también tener un pensamiento global, holístico e integrador. Esto se traduce en que un ingeniero por obvias razones debe tener siempre en consideración factores socioculturales del mercado meta en el propio ciclo de vida del producto o servicio a comercializar, siendo esto algo complejo, mas no inalcanzable de lograr para alguien que tiene netamente un pensamiento numérico, el cual es el caso propio del ingeniero.

La definición actual del pensamiento moderno es la complejidad de los *Tiempos Hipermodernos* como lo afirma el sociólogo y filósofo francés Gilles Lipovetsky, quien en sus títulos célebres asevera que el mundo gira en un entorno de era del vacío y en un imperio de lo efímero, dando como resultado un hiperconsumismo basado en las necesidades del cliente, pero teniendo en consideración los gustos, tiempos de entrega y la socioculturalidad del cliente, entre otros aspectos importantes a tratar desde el concepto del hiperconsumismo a través de sistemas complejos.

Es importante comprender la complejidad de los sistemas con el objetivo de anexar factores que están fuera de la ecuación de la propia producción y poder escuchar más al cliente con una visión holística y sociocultural. El concepto de complejidad de acuerdo a Bohórquez, L.E. (2016), en su texto denominado *Complejidad e ingeniería en sistemas complejos*, se caracteriza por poseer altos niveles de interdependencia y de interacciones entre ellos, lo cual permite el surgimiento de nuevos estados de orden, siendo el reto principal para el ingeniero el diseño y desarrollo de propuestas que permitan resolver problemas de la sociedad y el entorno productivo, aprovechando a la propia complejidad y su entorno.

Debido a esta razón, el *ingenio* del ingeniero ante retos complejos requiere de una respuesta inmediata al trabajo en diseño y desarrollo de nuevas propuestas comerciales con base en el mercado cambiante, los gustos de la sociedad y tomar en cuenta factores socioculturales para poder introducir en el mercado nuevas propuestas de un producto en particular, considerando que los cambios en ingeniería generan un costo elevado de producción.

En diversas ocasiones ha ocurrido que haya producto detenido por millones de dólares de inversión en el mercado automotriz poblano, siendo esto un problema complejo y crítico para cualquier sector industrial, debido al volumen de inversión económico hecho por el grupo empresarial en turno, por lo cual procedo a relatar la historia ocurrida hace algunos años.

En una planta automotriz de renombre en Puebla existió una sobreproducción de un lote de autos muy conocido que se manufacturaba en la ciudad. El automóvil no había sufrido cambios drásticos de ingeniería, por lo que el modelo del automóvil había quedado “pasado de moda” y “se tenía rezagado como producto terminado en almacén”.

El mayor mercado de producto para desplazar el automóvil era el mercado chino, ya que el americano no compraba más esta unidad y la alta demanda de unidades compactas en la región de Pekín, orillaron a reorientar la venta del automóvil a tierras asiáticas. El desconocimiento de las necesidades o gustos en el mercado chino era una de las barreras principales para el desplazamiento del producto, por ello, se tuvo que hacer un estudio de mercado para poder desarrollar una reingeniería del automóvil y poderlo vender en el mercado chino. El estudio dio como resultado que en China este tipo de vehículos se percibía como obsoleto, pero el ingenio y talento mexicano, por parte del equipo de diseño, propuso una lluvia de ideas de los posibles cambios de ingeniería que se pudieran hacer sin que esto costara un excedente adicional considerable a la empresa.

Se pensaron en diversas alternativas como cromar algunas partes de la unidad, cambiar el diseño de asientos o agregar algunas luminarias extras en el panel de control, lo cual era menos costoso

en retrabajo manufacturero para la planta. Teniendo en consideración el costo-beneficio, se tomó la decisión del cambio de diseño de asientos y el cromado como la respuesta óptima para el relanzamiento del producto al mercado, a manera de edición especial.

Al momento de tener nuestra junta presencial en las oficinas en China, se presentó un plan de negocios adecuado, el equipo se percató que era el “año del dragón”, y la ciudad estaba decorada de este ser mitológico en todo el país, fue por ello que se tomó el diseño del dragón como eje fundamental de la reingeniería de los asientos con el bordado del logo del dragón, ya que este dragón representa, para la cultura china, poder, sabiduría, fortuna, prosperidad y nobleza.

Así mismo, el equipo se percató del gusto del consumidor asiático por el color dorado, muy distinto al americano que prefiere color plateado, por lo que el cromado fue en tono dorado. Estos ajustes en el producto representaron un costo bajo para la empresa; por ello, se emprendió el proyecto de manufactura y cambios de ingeniería correspondientes, se embarcó el primer lote de las unidades a China, esperando tener éxito con el nuevo producto. Al mercado chino, le encantó las pequeñas modificaciones hechas en las unidades, lo cual generó sobredemanda, ya que era el único auto con estas características en el mercado. Esto ayudó a sacar grandes lotes y compromisos que se tenían de compra de autopartes con los proveedores y finalmente elaborar las últimas unidades producidas de este auto con dirección al mercado oriental. Al final de cuentas, se produjeron, por la demanda del producto durante seis meses, más unidades con estas características en planta Puebla, generando buenos dividendos a la empresa y cumpliendo con la demanda y necesidades del cliente.

Partiendo nuevamente del concepto de complejidad, es de reconocer que la suma de partes en sistemas complejos es cambiante, adaptable y evolutiva a través de múltiples espacios de posibilidades tal como lo afirman Bohórquez & Rojas (2017) a partir de su estudio de sistemas complejos. En este caso, el rediseño del producto tuvo que sufrir modificaciones para su venta en otro mercado distinto al americano, el cual se tuvo que adaptar al mercado

asiático para tener la posibilidad de poder venderlo en el mercado, siendo esto un ejemplo de la complejidad de sistemas aplicado a un entorno productivo industrial.

Para poder lograr todo esto, siempre se trabajó bajo la metodología *Just in time* y el embarque por lotes para poder llevar el producto terminado al mercado chino, utilizando todos los medios de transporte disponibles en forma multimodal para la entrega en tiempo y forma de las unidades en las concesionarias participantes, y no tener tanto retraso en embarques internacionales; la logística comercial también fue de suma importancia en el desarrollo del proyecto y cumplimiento, en los tiempos establecidos de entrega-recepción por parte de los clientes chinos.

A manera de reflexión, muchas ocasiones en las empresas, es muy importante el volumen de venta, pero es necesario poner atención a los pequeños detalles que pueden hacer un producto “único e irrepetible”, creando con esto satisfacción total del cliente final, ya que este pequeño detalle, hizo que el cliente se enamorará del producto final, es decir; se deben considerar factores socioculturales que muchas veces a nivel productivo no se toman en cuenta, así como el estudio de mercado basado en un hiperconsumismo, haciendo énfasis en tiempos de entrega, socioculturalidad y “atención al detalle”, propuesto siempre en las aulas por los académicos de la facultad; pero visto desde un punto de vista dialéctico, atendiendo tanto factores externos como internos de la movilidad del mercado y la reintroducción de un producto “obsoleto” como un producto innovador, selectivo y de cierta manera customizado a factores socioculturales.

Por lo tanto, es indispensable tomar en consideración el enfoque sistémico siempre ante entornos complejos y cambios constantes en el sector productivo y en un entorno global, holístico y sociocultural integrándolo a sistemas complejos con el fin de dar respuestas innovadoras, disruptivas e “ingeniosas” a los desafíos del mercado y errores productivos, evitando con ello pérdidas o mermas en producto terminado.

Es por eso que el consejo que siempre se tiene que dar a cualquier ingeniero es pensar con un

enfoque sistémico, complejo y de satisfacción total de las necesidades del cliente, con orientación al gusto, deseo y aspiración de compra del cliente. En otras palabras, el ingeniero en la creación de un nuevo producto debe pensar en un proceso de *seducción* de mercado, en un relanzamiento de un producto ya conocido.

Literalmente, el ser humano al momento de seducir a una posible pareja, entra en una etapa de mejora continua y crecimiento personal para poder encontrar un nuevo compañero de vida en un mercado sumamente competitivo de población en búsqueda del amor; y si aplicamos este concepto a un producto antiguo, pudiera resultar éste más atractivo al mercado si se estudia al producto y se realizan ajustes con algunos cambios de ingeniería y de diseño, así como desarrollar modificaciones no tan costosas pero llamativas, disruptivas y creativas para que en el mercado se produzca la *euforia* de la adquisición del producto antiguo transformado en un nuevo producto o servicio customizado a las nuevas realidades del mercado y los gustos de la población. Por otro lado, se puede crear con ello un aspecto de exclusividad y cambio; los cuales son netamente factores de atracción y seducción que buscamos en una nueva pareja y en el caso del producto o servicio, *en el nuevo, mejorado, renovado y customizado producto o servicio*.

Para finalizar, apelamos al lector, con base en la idea de que el saber-ser del ingeniero se traduce a cómo todo profesional dedicado al área de tecnología muchas ocasiones tiene que sacar el ingenio para resolver problemas y lograr soluciones disruptivas y dinámicas a problemas complejos, pero lo que se recomienda es que todo profesional del área de las ingenierías y ciencias exactas, no solo se quede con el universo de los números, sino también en los ratos de ocio y distracción, es imprescindible el desarrollo cultural del ingeniero a través de la lectura y el arte, ya que solo a través de estos conceptos, completamente diferentes a los números, estaremos en posibilidad de expandir nuestra mente y poder dar soluciones disruptivas y creativas a problemas complejos.

REFERENCIAS

- Bohórquez, L. E. (2016). Complejidad e Ingeniería de Sistemas Complejos. *Ingeniería*, 21(3), 360–362.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.ne02>
- Bohórquez, L. E. (2016). La comprensión de las organizaciones empresariales y su ambiente como sistemas de complejidad creciente: rasgos e implicaciones. *Ingeniería*, 21(3), 363–377. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a07>
- Bohórquez, L. E., & Rojas, S. A. (2017). Paz, complejidad e ingeniería. *Ingeniería*, 22(3), 304–305.
<https://doi.org/10.14483/23448393.12445>
- Lipovetsky, G. (1986). *La era del vacío: Ensayos sobre el individualismo contemporáneo*. Anagrama.
- Lipovetsky, G. (1990). *El imperio de lo efímero: La moda y su destino en las sociedades modernas*. Anagrama.
- Lipovetsky, G., & Charles, S. (2006). *Los tiempos hipermodernos*. Anagrama.

La nueva logística: más digital, más inteligente, más sostenible

Yonatan López Santos

yonatan.lopez@correo.buap.mx

Cada día en el mundo se transportan por diferentes vías millones de productos en carreteras, puertos, aeropuertos, centros de distribución y almacenes, hasta llegar a nuestros hogares. Productos como teléfonos, comida, ropa, medicamentos o compras hechas por internet no llegan por casualidad a las tiendas u hogares; atrás existe una red compleja donde participan diferentes actores o empresas en los que fluyen materiales, dinero e información. Esta red compleja es llamada Cadena de Suministro, la cual incluso puede ser global (Ramírez, 2021).



Figura 1

Cadena de Suministro Global.

Nota. Diagrama que ilustra las conexiones y los flujos globales entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Imagen generada con la herramienta ChatGPT de OpenAI, 2026.

Durante mucho tiempo se pensó que la actividad logística era solamente mover mercancías con rapidez y con bajos costos. Sin embargo, ese tipo de pensamiento tuvo que evolucionar ya que ahora no basta solo preguntar cuánto tardará en llegar un producto, también es importante saber cómo se mueve,

cuánto combustible consume, cuántos recursos se desperdician, y cuál es la huella ambiental y social que deja un producto durante su viaje.

Es así como la logística en nuestros días ha cambiado, ya que no solo es mover un producto de un lugar a otro. Esta ha evolucionado en diversos ámbitos donde hacen sinergia la eficiencia, sostenibilidad, visibilidad en la trayectoria de los productos y la misma toma de decisiones la cual se basa cada vez más en el uso de datos (Freire & Reyes, 2024; Lu & Taghipour, 2025). Es decir, que implican estos tres ejes: se está volviendo más digital, inteligente y sostenible.

Una logística más digital

La logística digital se sostiene fundamentalmente sobre el pilar tecnológico, el cual considera herramientas de última generación para capturar información precisa sobre todo lo que pasa a lo largo de la trayectoria que recorre un producto para poder actuar de manera más oportuna ante imprevistos.

Dentro del ecosistema interconectado en el que se encuentra la logística digital se pueden contemplar sensores inteligentes en los contenedores, plataformas de gestión basadas en entornos web, automatización de procesos, rastreo por satélite y analítica de datos en tiempo real (Lu & Taghipour, 2025; Freire & Reyes, 2024; Méndez, 2024). Estas innovaciones aplicadas a la logística no buscan reemplazar el trabajo de las personas, más bien, hacen más visible y medible aquello que antes se basaba en lo intuitivo.

El tener una mayor visibilidad de la información cambia radicalmente cómo las empresas se desempeñan. Por ejemplo, cuando las empresas cuentan con herramientas digitales se puede saber en tiempo real en qué tramo exacto de las carreteras se concentran los retrasos, qué rutas más específicas generan más desvíos de combustible, qué puntos del almacén consumen más energía o dónde existen

mayores devoluciones, por lo que todo eso hace que la administración y la logística se transformen. En otras palabras, la empresa deja de trabajar a ciegas, evita reacciones tardías que llegan a afectar al cliente, gracias a la información real. Esa información se genera por la acumulación del uso de datos duros lo que hace una diferencia representativa en el mercado actual.

Además, la digitalización cambia la manera como se coordinan los flujos de información y materiales con los diversos actores a lo largo de la cadena de suministro, ya que tradicionalmente los reportes viajaban de manera lenta y fragmentada, se cometían errores operativos que se multiplicaban provocando sobrecostos y afectando la competitividad; sin embargo, cuando existe una integridad digital real, la cadena de suministro gana resiliencia, agilidad y una gran capacidad de respuesta frente a crisis externas (OECD, 2025).

De la misma manera sucede en el interior de los almacenes. En varias ocasiones se llega a pensar en ellos solamente como espacios donde se guardan productos, sin embargo, es mucho más que eso, ya que es un nodo fundamental en las cadenas de suministro. Ahí se utilizan equipos, se movilizan materiales, se consume energía, se preparan pedidos, se procesan entradas y salidas, tomándose decisiones importantes sobre ubicación, rotación y resurtido. Un almacén con mala gestión visiblemente produce desorden, que se traduce en errores, retrasos, reprocesos y pérdidas.

Cuando las actividades de un almacén se apoyan en información más precisa, el panorama cambia. Se puede tener más espacio, reducción de recorridos innecesarios, mejora de surtido, disminución de mermas; implicando menos desgaste de equipos y menor consumo de energía, lo que se refleja en una mejor organización del inventario, menor espacio físico y a su vez en una rotación más eficiente. Por lo que es conveniente señalar algo importante, la logística digital no debe confundir-

se solamente con la adopción de aparatos o sistemas “modernos”, es decir, en poseer solamente tecnología, sino en usarla de manera eficiente para tomar mejores decisiones (Lu & Taghipour, 2025). Una empresa puede invertir en tecnología costosa y seguir operando con desperdicios, si es que no se traduce esa información en acciones concretas y correctas. Por el contrario, una empresa con menos adopción tecnológica puede lograr mejoras relevantes y obtener mejores resultados en su operación, si identifica dónde están sus principales pérdidas, convirtiendo los datos disponibles incluso en inteligencia útil.

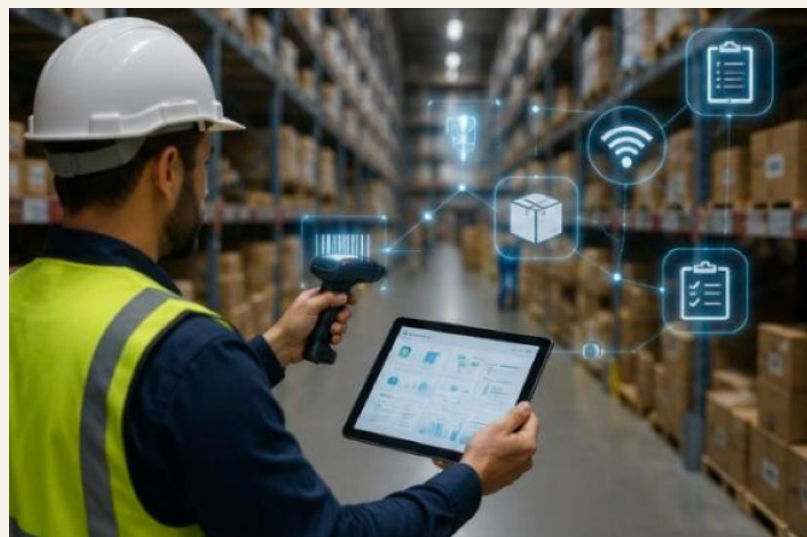


Figura 2
Almacén con soporte digital

Nota. Almacén con soporte digital. Imagen generada con la herramienta ChatGPT de OpenAI, 2026.

Una logística más inteligente

Recopilar una gran cantidad de datos por millones por medio de plataformas digitales es un paso indispensable, pero la información por sí misma no transforma una organización, el verdadero reto consiste en avanzar hacia la logística inteligente. La logística inteligente se entiende como una evolución que se ha dado en el sector logístico alineada a la in-

industria 4.0, busca transformar la gestión de la cadena de suministro tradicional hacia la digitalización, interconectividad y automatización considerando tecnologías disruptivas (Rahhal, L., & Tamouh, N. (2024). Entre las principales tecnologías disruptivas se encuentran: el Internet de las cosas (IoT); Inteligencia Artificial (IA); Aprendizaje Automático y Profundo; Big Data y minería de datos; y Sistemas Ciberfísicos (CPS) y computación en la nube (Rahhal, L., & Tamouh, N. (2024). Además, esta logística desarrolla la capacidad organizativa para interpretar los datos que se generen y almacenen, y a su vez transformarlos de inmediato en decisiones estratégicas y acciones operativas útiles en el día a día (Lu & Taghipour, 2025).

Las aplicaciones de la logística inteligente en la industria son diversas, tanto en la interacción existente entre las empresas como en los flujos de mercancías e información originado dentro de ellas. Entre las aplicaciones más destacables se pueden mencionar: el control de operaciones percibido en el seguimiento intermodal de los envíos, en la gestión de activos por medio del control avanzado de los contenedores, en la certificación y autenticidad reflejada en la validación de la procedencia de los productos, así como en la automatización logística, la cual apoya la minimización de errores y tiempos (Helo, & Thai, 2024).

Un ejemplo notorio se puede observar en el transporte de mercancías, siendo el espacio idóneo donde se aprecia de mejor manera la inteligencia operativa. El movimiento de carga carretero tradicional durante muchas décadas se realizó por medio de llamadas telefónicas, documentos físicos impresos y reportes tardíos que incluso se llegaban a revisar horas o días después de concluir los viajes. En la actualidad, por medio de la supervisión inteligente, se puede dar seguimiento a esa información en tiempo real; conociéndose la ubicación exacta de los vehículos, estimando en tiempos muy cortos la

llegada y detección inmediata de desvíos de rutas. Al controlar esas variables y otras más, las empresas coordinan mejor sus unidades de transporte, consolidando sus cargas en un solo viaje y evitando costosos traslados con unidades vacías; lo cual no solo mejora la puntualidad y satisfacción del cliente final, sino reduce el gasto en combustible (Rodrigue, 2018).

Es importante comprender que la adaptación tecnológica junto con la logística inteligente está transformando la toma de decisiones en todo tipo de empresas, por lo que no debe ser solo un privilegio de las grandes corporaciones transnacionales. Una pequeña o mediana empresa pueden ir adoptando los principios de la logística inteligente gradualmente, centrándose, por ejemplo, en los procesos en los que pierden más el tiempo, detectando las horas en las que suceden los cuellos de botella o en los productos de baja rotación con la finalidad de construir una inteligencia operativa sólida que podría ser la base para diseñar mejoras constantes y efectivas en beneficio del negocio (Ching Ruíz, 2026).

Una logística más sostenible

En la actualidad y en los años venideros toda la infraestructura digital e inteligente se pretende que tenga un mayor significado, ya que se orientará hacia la logística sostenible. Durante muchos años la sostenibilidad fue tratada como un discurso, un apartado estético en los reportes anuales o simplemente un símbolo complementario que estaba separado de la operación de las empresas. No obstante, eso ha cambiado, se ha comprendido que los impactos ambientales y sociales se generan directamente en decisiones pequeñas, repetitivas y rutinarias realizadas diariamente por los equipos logísticos (OECD, 2025; Ramírez, 2021).

Cuando un transporte realiza una ruta con una carga semivacía por mala planeación, cuando se cometen errores en las entregas por falta de datos o cuando el inventario está mal organizado haciendo que un montacargas realice varias vueltas, se comete un error logístico, pero también se genera un impacto ecológico negativo. Dichas ineficiencias pueden representar combustible fósil desperdiciado, emisiones de carbono, trabajo desperdiciado del personal y una explotación más pronunciada de los recursos naturales (Rodrigue, 2018). Por lo mismo la excelencia operacional en la cadena de suministro ha cambiado de entregas rápidas a una capacidad más integral que contempla a la sociedad y al medio ambiente.

Es así como la trazabilidad cada vez tiene una mayor injerencia especialmente en la sostenibilidad ambiental. En nuestros días, los mercados globales, las instituciones gubernamentales y los consumidores se informan y se concientizan más sobre los impactos ambientales, provocando que deseen saber con claridad el origen exacto de los productos, los trayectos que siguieron y bajo qué normas éticas y ambientales fueron realizados y trasladados. Poseer un sistema de trazabilidad digital proporciona una recopilación de registros verificables y transparentes; así, cuando una empresa señala que ha mejorado sus prácticas logísticas, ambientales y sociales, lo puede demostrar sin alguna duda frente a las auditorías y la sociedad (Ruíz & Ruíz, 2024).



Figura 3
Trazabilidad y visibilidad digital.

Nota. Se muestra el seguimiento continuo de los productos y la transparencia de la información. Imagen generada con la herramienta ChatGPT de OpenAI, 2026.

La logística deja de ser una actividad aislada cuando se involucra la sostenibilidad, por lo que digitalizar los procesos con un propósito ecológico se transfiere a acciones que se convierten en protección de recursos provenientes de una política operativa medible (Adhikari & Chanda, 2024).

El futuro de la cadena de suministro

El panorama mundial en la actualidad y en el futuro presenta grandes retos, como mercados inestables, explotación de recursos naturales y una sociedad que demanda cada vez más rendiciones de cuentas claras ante los impactos comerciales, por lo que la gestión de productos se enfrenta a una transformación definitiva. Las cadenas de suministro ya no pueden seguir los patrones de operación basados en viejos esquemas en los que se permite el desperdicio, la falta de visibilidad y el aislamiento de información. Es necesaria la digitalización, inteligencia y sostenibilidad como una misma estrategia de crecimiento organizacional formado por tres ejes (Adhikari & Chanda, 2024; OECD, 2025).

El presente y el futuro está en las organizaciones que equilibren los tres ejes mencionados en sus operaciones diarias. En conclusión, se puede decir, en primer término, que el eje digital aporta la visibilidad de los datos y el monitoreo en tiempo real; mientras el eje inteligente proporciona la capacidad de análisis para trasladar decisiones logísticas en oportunas y coordinadas; y, por último, el eje sostenible asegura el equilibrio entre el aspecto social, ambiental y económico que beneficie el porvenir de futuras generaciones.

Por todas las razones anteriores se debe comprender que logística no es solo hablar de camiones de car-

ga, almacenes, rutas de transporte o niveles de inventario. Significa analizar cómo la sociedad decide mover sus bienes y servicios, organizar sus recursos materiales y humanos, haciendo frente a la incertidumbre mundial y buscando el tipo de desarrollo que desea incentivar en el futuro. En un mundo in-

terconectado donde cada producto y cada recorrido deja una huella ecológica y social vale la pena seguir evolucionando hacia una “logística más digital, más inteligente y más sostenible”.

REFERENCIAS

- Adhikari, R., & Chanda, R. (2024). How digitalization can drive sustainable supply chains in the least developed countries. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/09/digitalization-sustainable-supply-chains-least-developed-countries/>
- Ching Ruíz, K. D. C. . (2026). Logística inteligente frente a los retos de la eficiencia operativa y la experiencia del cliente. *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*, 3(1), 1-14. <https://doi.org/10.63969/1vkan015>
- Freire, G. E. L. and Reyes, G. (2024). Transformación digital en la logística: un análisis bibliográfico de la influencia de las tecnologías de la información en la industria 4.0 y el desarrollo web. *Revista Imaginario Social*, 7(1). <https://doi.org/10.59155/is.v7i1.154>
- Helo, P., & Thai, V. V. (2024). Logistics 4.0—digital transformation with smart connected tracking and tracing devices. *International Journal of Production Economics*, 275, 109336.
- Lu, X., & Taghipour, A. (2025). A review of supply chain digitalization and emerging research paradigms. *Logistics*, 9(2), 47. <https://doi.org/10.3390/logistics9020047>
- Méndez, J. X. O. (2024). Efectos de la transformación digital en la eficiencia operativa de la logística internacional en empresas manufactureras. *Revista Prometeo Sociedad del Conocimiento*, 1(2). <https://doi.org/10.66628/vqnsja22>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). OECD supply chain resilience review: Navigating risks. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-supply-chain-resilience-review_94e3a8ea-en.html
- Rahhal, L., & Tamouh, N. (2024). Les fondements de la logistique 4.0: Une exploration générale. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14168699>
- Ramírez, C. (2021). Evolución de la gestión de la cadena de suministro y la logística, desde una visión tecnológica y sostenible. *Reto*, 8(1), 22–31. <https://doi.org/10.23850/reto.v8i1.2863>
- Rodrigue, J. (2018), “Efficiency and Sustainability in Multimodal Supply Chains”, *International Transport Forum Discussion Papers*, No. 2018/17, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/12f93f71-en>
- Ruíz, Y. E. C. and Ruíz, K. D. C. C. —. (2024). Revolucionando la logística. *Revista científica orbis cónica*. <https://doi.org/10.48204/j.orbis.v8n2.a5476>

Competitividad empresarial en las mipymes a través de la logística digital

Alejandra Campos Villatoro

alejandra.campos@correo.buap.mx

Juan Chávez Medina

juan.chavez@correo.buap.mx

Actualmente la viabilidad de una micro, pequeña o mediana empresa (mipymes) normalmente se decide en el terreno de lo cotidiano: esto es en la precisión al entregar un pedido, en la certeza sobre los niveles de inventario, en la capacidad de respuesta ante un cliente inconforme que se da prácticamente en la mayoría de las empresas y el control estricto de los costos operativos; la gestión de estas actividades dependía comúnmente de la experiencia acumulada, del uso de anotaciones manuales que se daban de manera cotidiana, de las llamadas telefónicas y jornadas de trabajo prolongadas. Sin embargo, los patrones de consumo en la actualidad se han transformado radicalmente. Los compradores comparan alternativas en tiempo real, exigen canales de entrega rápidos y demandan transparencia absoluta sobre el trayecto de sus productos. Dentro de este entorno dinámico actual, la gestión de los flujos de mercancías y, principalmente, de información, ha dejado de ser una labor operativa secundaria para convertirse en uno de los ejes centrales de la permanencia en el mercado e impacto en su sector.

Actualmente se tiene la creencia que la incorporación de tecnologías a los procesos logísticos se limita a la adquisición de equipos informáticos, a la habilitación de un sitio web o la apertura de canales de venta digital, por lo que es importante destacar que el núcleo de la logística digital radica en utilizar herramientas tecnológicas para unificar la visibilidad de áreas que comúnmente operan de forma aislada o disgregada, tales actividades como el abastecimiento, el almacenamiento, el transporte

y la atención al cliente, las cuales son prioritarias en cualquier organización. Disponer de datos confiables y precisos permiten a la empresa identificar con claridad qué productos tienen mayor rotación, qué proveedores presentan demoras recurrentes que originan problemas posteriores en la cadena de suministro y qué rutas de distribución elevan innecesariamente los costos de operación logísticos, teniendo en consideración que la tecnología no reemplaza el criterio del empresario; su función es proporcionar bases firmes para que la experiencia acumulada se traduzca en decisiones estratégicas y planeaciones que conlleven a la mejora en la organización.

La comprensión de este fenómeno resulta de una relevancia prioritaria en el contexto económico mexicano y vital en las micro, pequeñas y medianas empresas debido a que constituyen el motor del empleo y, por supuesto, del autoempleo. De acuerdo con datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025), en este estudio se reportó que las microempresas representaban el 95.5 % de las unidades económicas del país y absorbían al 41.5 % del personal ocupado durante el periodo censado. Sin embargo, a pesar de su relevancia social, el acceso a las tecnologías de la información muestra una gran diferencia. También se ha encontrado que mientras que el 82.1 % de las pequeñas empresas y el 90.9 % de las empresas medianas incorporaba el uso de internet en sus actividades, únicamente el 23.5 % de las microempresas disponía de esta conectividad algo que es esencial para su crecimiento. Es importante mencionar un dato alarmante, que solo el 5.5 % del total de los negocios realizaba transacciones comerciales a través de plataformas electrónicas. Esta brecha digital muestra que los sectores más cercanos a la población común enfrentan las mayores dificultades para asimilar las ventajas de la digitalización y actualización de herramientas tecnológicas.

La logística digital como motor de competitividad en las mipymes

Ante mercados que están altamente integrados, la competitividad de un pequeño negocio como las mipymes no puede sostenerse de forma exclusiva mediante una estrategia de precios bajos como lo hacen comúnmente. La capacidad de competir en su sector se vincula estrechamente con la flexibilidad operativa, la disminución de mermas o desperdicios, y la construcción de relaciones de confianza con el consumidor la cual es de vital importancia. Diferentes estudios demuestran que conectar la tecnología a la ruta que siguen los productos, esto es, desde la fábrica hasta el cliente, es como darle un “superpoder” de velocidad a las empresas. Esto les permite reaccionar prácticamente de manera inmediata cuando el mercado cambia o la demanda sube y baja de forma inesperada por alguna eventualidad (Liu *et al.*, 2022). Hacerlo realidad no es tan complejo como normalmente se cree, puede ser desde algo muy simple como escanear códigos QR en el almacén para saber qué hay en inventario sin usar papel, hasta coordinar las entregas en tiempo real usando el GPS de los teléfonos celulares para que el cliente sepa exactamente dónde viene su paquete, como lo hacen las grandes empresas.

En la literatura especializada se advierte que la verdadera transformación digital no debe confundirse con la automatización de tareas mecánicas o rutinarias, debido a que una empresa puede contar con computadoras, conectividad a internet y sistemas de facturación digital sin haber reestructurado la forma en que genera valor o interactúa con su entorno en que se desenvuelve la empresa. La transición ocurre cuando las herramientas tecnológicas modifican estructuralmente la organización de los procesos y el análisis del entorno de negocios (Kahveci, 2025; Martínez-Peláez *et al.*, 2024). Por este motivo, la adopción tecnológica en las empresas de menor escala como las mipymes debe gestionarse como

un proceso paulatino o gradual, orientado a resolver problemáticas específicas y no como la adopción acrítica de tendencias del mercado de software que cada vez más nos da más alternativas.



Figura 1.

Uso de tecnologías móviles en el control de inventarios.

Nota. El escaneo de códigos QR permite a las microempresas una transición ágil hacia la logística digital sin requerir infraestructuras complejas, por Banco de Imágenes Gratuito, 2026 Web (<https://url-de-la-fuente.com>). CC BY 4.0.

En este sentido, también se debe mencionar que el concepto de “Logística 4.0” suena a ciencia ficción para los que no están tan empapados con el tema, pero en realidad representa algo muy sencillo como usar herramientas actuales utilizando sensores inteligentes, la nube, las predicciones con datos y las aplicaciones de mensajería entre otros, para que los productos se muevan de forma rápida y sin contratiempos (Winkelhaus & Grosse, 2020). Para un pequeño negocio, esto no significa gastar una fortuna, sino buscar soluciones sencillas. Por ejemplo, el famoso “Internet de las Cosas” esto se vuelve realidad y útil cuando un negocio de comida usa un sensor práctico y económico para cuidar que los refrigeradores no pierdan temperatura de sus productos, o cuando se imprime un código QR para que el cliente conozca el origen de lo que compra y darle seguimiento. Tampoco se necesitan supercomputadoras o algo que realmente este sobrado en equipo para analizar datos; basta con revisar los números de las ventas diarias para descubrir en qué mes o

meses se vende más un producto además de planear las compras a tiempo y no quedarse con mercancía guardada, que se empolva o se vuelva obsoleta además de otras actividades que se realizan de manera empírica en las pequeñas organizaciones.

Por su parte, trabajar en “la nube” es la mejor medicina para evitar que la información se quede atrapada en una sola computadora y no haya pérdida de información importante. Al guardar los datos en internet de forma segura, el empleado del almacén, el cajero y el repartidor ven exactamente lo mismo al mismo tiempo y esto propicia una sinergia colaborativa derivada de la información disponible. Esta coordinación evita esos errores humanos que tanto molestan a los clientes y dañan la fama del negocio, como vender un producto que ya no hay en existencia o registrar dos veces el mismo pedido entre otras cosas. De hecho, estudios de organismos globales confirman que, cuando la información fluye sin trabas, los retrasos desaparecen, el negocio se vuelve más confiable, y es mucho más fácil conectar con clientes y proveedores más grandes, incrementando su eficiencia en este tipo de actividades (World Bank, 2023).

Para los pequeños negocios como las mipymes, el verdadero premio de subirse al mundo digital es la capacidad de “aguantar los golpes”; es decir, saber cómo reaccionar cuando las cosas no salen como se planeaban. La pasada crisis de salud mundial nos dejó una lección muy clara: los negocios que ya usaban herramientas digitales se adaptaron rapidísimo para seguir surtiendo y entregando sus productos como las “memelas de doña Lupita” que optaron por digitalizar sus pedidos e ingresar a Uber eats, mientras que los que seguían anotando todo con lápiz y papel la pasaron muy mal. La realidad nos demuestra que la tecnología dejó de ser un lujo para verse bien; hoy es, literalmente, la única forma de mantener el negocio vivo en crecimiento y ser competitivo (Melo et al., 2023; Rupeika-Apoga et al., 2022).

Sin embargo, sabemos que dar este paso no es fácil para una pequeña empresa, los problemas comunes siempre saltan a la vista: la falta de dinero, el no saber qué aplicaciones existen por ausencia de capacitación, la falta de manos expertas y la falsa idea de que todo es complicado, y el miedo a que los sistemas sean demasiado difíciles de usar. De hecho, muchos intentos de digitalización fracasan porque se intenta imitar lo que hacen las grandes empresas, lo que termina en dinero tirado a la basura o en programas caros que nadie usa (Mick et al., 2024). Para que el cambio funcione, hay que seguir una receta muy lógica: primero, entender cómo está el negocio y sus necesidades de hoy; segundo, ordenar la casa es decir “los procesos actuales”; tercero, entrenar al equipo o capacitarlo, es muy importante para su crecimiento; y, finalmente, comprar la tecnología exacta que se necesita, ni más, ni menos. En este contexto, las personas son tan importantes como las computadoras, y una aplicación o una base de datos no sirven de nada si el equipo de trabajo no entiende cómo usarla por falta de capacitación o no le ve el beneficio. Por eso, capacitar al personal no es un gasto, sino la mejor inversión para perderle el miedo al cambio y aprovechar la experiencia de quienes están en el día a día del negocio. Al final, transformar la mentalidad de la empresa consiste en crear el hábito de registrarlo todo, dejando de lado las decisiones tomadas “al ojo de buen cubero” o por pura intuición, para empezar a dirigir el barco con datos reales y comprobables.

Hoy en día, hay un tema que está ganando muchísima fuerza en el mundo de los negocios: la unión entre la tecnología y el cuidado del medio ambiente, que muchas empresas consideran un punto irrelevante, sin embargo, cuando la logística de una empresa es un “caos”, los vehículos de reparto terminan dando vueltas de más y eso se traduce en falta de eficiencia operativa, se gasta muchísima gasolina, los productos se quedan atrapados en el almacén hasta que caducan y se generan toneladas de basura.

En cambio, cuando se usan aplicaciones inteligentes para planear las rutas de entrega, se predice con éxito qué es lo que realmente va a comprar la gente y se mantiene una comunicación digital directa con los proveedores, ocurre una magia doble que reduce drásticamente la contaminación y se evita el desperdicio de recursos. Diseñar una forma inteligente de mover tus productos ya no es solo para que el negocio gane más dinero si no también es una manera directa de interactuar con responsabilidad ante la sociedad y proteger nuestro planeta (Martínez-Peláez et al., 2024; Mick et al., 2024).

¿Por qué importa hablar de logística digital?

Estudiar la logística digital va mucho más allá de los números y la tecnología como se cree comúnmente, el hecho es que tiene un impacto real en la vida de las personas; en el plano social, cuando ayudamos a que los pequeños negocios de la localidad y las mipymes sean más competitivos, en realidad estamos protegiendo el empleo de nuestros vecinos y asegurando el bienestar de los barrios o localidades donde operan. No olvidemos que la gran mayoría de estos negocios son empresas familiares con raíces muy profundas en sus comunidades por el lado de las instituciones; la enorme variedad de estos comercios, desde una tiendita hasta un taller local, hace imposible usar la misma receta para todos. De hecho, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) insiste en que los apoyos para la digitalización deben hacerse a la medida de cada quien, esto en referencia al tamaño de la empresa, tomando en cuenta qué tanta tecnología ya usa, a qué se dedican y en qué parte del país se encuentra (Dini et al., 2021).

Por otro lado, la educación y capacitación juega un papel importante de soporte fundamental en todo esto, subirse a la ola digital exige que las personas sigan aprendiendo a usar tecnologías y a analizar información durante toda su vida laboral,

una idea que defienden con fuerza los organismos internacionales dedicados al aprendizaje técnico (UNESCO, 2025). En este panorama, las universidades y centros de educación superior no pueden quedarse encerrados en sus aulas; están llamados a salir al mundo real y apoyar directamente a los negocios mediante asesorías y proyectos prácticos atendiendo la responsabilidad social que les toca. Además de preparar a los futuros profesionales de la administración, la ingeniería y la logística, requiere un cambio de chip; enseñarles con problemas de “empresas de carne y hueso”, dándoles herramientas para entender qué le duele a un negocio y cómo proponer mejoras que realmente se puedan aplicar.

Competir mejor no siempre significa vender más

El éxito y la fuerza de los negocios en el futuro no dependerá de quién venda más, sino de quién sepa manejar su información de forma rápida, clara y pensando siempre en el cliente, lo más bonito de la logística digital es que equilibra la balanza, pone al alcance de una pequeña empresa las mismas ventajas y herramientas que antes eran exclusivas de los grandes monstruos corporativos. Cuando diriges tu negocio basándote en números reales y no en adivinanzas, logras desaparecer esos gastos hormiga que se comen tus ganancias, aprovechas al máximo lo que ya tienes y mejoras la comunicación con tus clientes y proveedores. Al final del día, el éxito de este cambio no depende de comprar el programa de computadora más caro o complejo, sino de tener la visión de usar la tecnología como un puente que conecte toda tu experiencia de años con lo que el mercado está pidiendo hoy en día.

REFERENCIAS

- Bianchini, M., & Lasheras Sancho, M. (2025). SME digitalisation for competitiveness: The 2025 OECD D4SME Survey (OECD SME and Entrepreneurship Papers No. 68). OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/197e3077-en>
- Dini, M., Gligo, N., & Patiño, A. (2021). Transformación digital de las mipymes: Elementos para el diseño de políticas (Documentos de Proyectos LC/TS.2021/99). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://hdl.handle.net/11362/47183>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025, 25 de junio). Estadísticas a propósito del Día de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (mipymes) (Comunicado de prensa 71/25).
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2025/EAP_MIPYMES_25.pdf
- Kahveci, E. (2025). Digital transformation in SMEs: Enablers, interconnections, and a framework for sustainable competitive advantage. *Administrative Sciences*, 15(3), Artículo 107. <https://doi.org/10.3390/admsci15030107>
- Liu, K. P., Chiu, W., Chu, J., & Zheng, L. J. (2022). The impact of digitalization on supply chain integration and performance: A comparison between large enterprises and SMEs. *Journal of Global Information Management*, 30(1), 1–20.
<https://doi.org/10.4018/JGIM.311450>
- Martínez-Peláez, R., Escobar, M. A., Félix, V. G., Ostos, R., Parra-Michel, J., García, V., Ochoa-Brust, A., Velarde-Alvarado, P., Félix, R. A., Olivares-Bautista, S., Flores, V., & Mena, L. J. (2024). Sustainable digital transformation for SMEs: A comprehensive framework for informed decision-making. *Sustainability*, 16(11), Artículo 4447.
<https://doi.org/10.3390/su16114447>
- Melo, I. C., Queiroz, G. A., Alves, P. N., Sousa, T. B., Yushimito, W. F., & Pereira, J. (2023). Sustainable digital transformation in small and medium enterprises (SMEs): A review on performance. *Heliyon*, 9(2), Artículo e13908.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13908>
- Mick, M. M. A. P., Kovaleski, J. L., & Chiroli, D. M. de G. (2024). Sustainable digital transformation roadmaps for SMEs: A systematic literature review. *Sustainability*, 16(19), Artículo 8551. <https://doi.org/10.3390/su16198551>
- Pexels. (2026). Trabajador escaneando código QR en un paquete [Fotografía]. Pexels.
<https://www.pexels.com/es-es/foto/ejemplo-exacto>
- Rupeika-Apoga, R., Petrovska, K., & Bule, L. (2022). The effect of digital orientation and digital capability on digital transformation of SMEs during the COVID-19 pandemic. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(2), 669–685. <https://doi.org/10.3390/jtaer17020035>
- UNESCO. (2025, 7 de abril). Digital learning and transformation of education.
<https://www.unesco.org/en/articles/digital-learning-and-transformation-education>
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: A systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- World Bank. (2023, 21 de abril). World Bank releases Logistics Performance Index 2023.
<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/04/21/world-bank-releases-logistics-performance-in-dex-2023>
- World Bank. (2024, 16 de agosto). IFC and small and medium enterprises.
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099924208162450064>

Estrategias logísticas y herramientas digitales para revertir el estancamiento de las microempresas en México

Alejandra González Pérez

alexia.gonzalez@correo.buap.mx

Imagina que tienes una pequeña tienda de abarrotes en tu colonia y llevas años trabajando duro, abriendo temprano y cerrando tarde, pero al final de la quincena sientes que el dinero “se va solo” y no te alcanza para hacer crecer el negocio, y a veces ni siquiera para llegar a final de mes. ¿Te suena familiar? Si es así, no eres el único, una de las razones más concretas que explica este problema es la forma en que se manejan las operaciones diarias de un negocio, es decir, su logística.

Cuando escuchamos la palabra “logística” pensamos inmediatamente en empresas gigantes de transporte, bodegas enormes o las rutas de reparto de las grandes refresqueras. Sin embargo, la logística está presente en todas partes, en la tiendita de la esquina, en el puesto de tamales que se quedó sin masa un miércoles de quincena, en la papelería que compró demasiados cuadernos en agosto y los termina rematando o regalando en diciembre o en la cocina económica que pagó por un servicio express carísimo porque se le olvidó pedir el aceite a tiempo.

Este es el verdadero impacto financiero de la logística en las microempresas de México, el problema es que estos mismos errores con el dinero pasan a diario en la mayoría de los negocios, donde cada moneda cuenta y cada moneda que se pierde duele en el bolsillo. La logística no es solo el traslado de mercancías, también abarca la compra de insumos, el control de almacenes, la gestión de inventarios, la distribución y optimización de recursos disponibles (Smit et al., 2016.). En pocas palabras, es todo lo que tiene que pasar para que el producto llegue al cliente correcto, en el momento correcto y al menor costo posible.

Una canasta desequilibrada: el problema financiero de las microempresas

Para darnos una idea, las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) representan el 99.8% de los negocios en México, son el motor de nuestra economía (INEGI, 2020). Pero si investigamos más a fondo en los datos proporcionados por el INEGI en 2021, se encienden las alarmas ya que, los negocios más chiquitos del país, esos que tienen que gastar en diez empleados, representan el 94.9% de todos los comercios de la región y dan trabajo a casi 4 de cada 10 mexicanos. La gran paradoja es que, a pesar de que estos negocios mantienen a flote a la nación, solo se quedan con una rebanada microscópica de las ganancias totales.

¿A dónde va a parar todo ese dinero? Directo a las medianas y grandes empresas, mientras el señor de la tienda trabaja de lunes a domingo con mucho esfuerzo y sin parar, las grandes cadenas con sus departamentos especializados, tecnología de punta y un colchón financiero enorme capaz de aguantar cualquier crisis se quedan con la tajada más grande del pastel (Rey et al., 2022). El pequeño comerciante da empleo, mantiene a su familia y le da vida a la economía de su colonia, pero se enfrenta a un sistema que no le deja traducir su esfuerzo a ganancias reales ni en un valor agregado para su negocio.

Una parte importante de este estancamiento financiero viene precisamente de los errores en el manejo diario del negocio. Administrar a “ojo de buen cubero” genera gastos ocultos que casi nadie ve, pero que cuentan mucho, si compras de más, el dinero se queda parado en mercancía que se empolva en un estante, y si compras de menos, dejas ir clientes y pierdes ventas, peor aún, el producto puede llegar a caducar o se termina rematando para intentar no perder todo, estos pequeños descuidos sumados mes a mes, son los que sin darte cuenta pueden llevar a un negocio a la quiebra (Buer et al., 2021).

La transición hacia una tecnología con rostro humano al alcance de la pequeña empresa mexicana

Aquí es donde la innovación entra en juego y la buena noticia es que no se necesita ser una multinacional para sacarle provecho. A veces al escuchar hablar de la “Industria 4.0”, la famosa cuarta revolución industrial, asusta a los pequeños negocios, porque se cree que se trata de comprar equipos carísimos o sistemas tan complejos y costosos que solo los empresarios ricos pueden pagar. Para una mipyme, innovar suele ser algo práctico y cercano, se trata de tener la posibilidad de usar una aplicación sencilla en el celular para controlar el inventario, hacer más fácil la gestión de facturas y así no pasar horas frente a la computadora. El dueño solo quiere ver que su esfuerzo rinde frutos al final del día y pasar más tiempo con su familia.

También implica poder apoyarse en herramientas básicas de inteligencia artificial que permiten calcular, prever y saber cuánta mercancía se va a necesitar, lo que ayuda a tomar decisiones oportunas para evitar pérdidas y seguir con el trabajo de forma más ordenada. Innovar no es pensar en cambios enormes, es hacer cosas simples que den resultados de verdad, así el negocio puede trabajar mejor la semana que viene y el dueño vive su día a día con mayor tranquilidad. De esta manera el negocio puede llegar a ser más eficiente, conocer mejor sus necesidades, pensar en nuevas estrategias, llevar un mejor control, ocupar menos tiempo en tareas repetitivas y volver más competitiva a su operación (Antony et al., 2022; Chiarini et al., 2022). Cuando el agua llega al cuello por la mala administración, estas soluciones abren una ventana para poder respirar, saber qué se vende más y qué se queda en el estante permite planear las compras de la quincena sin andar adivinando ni tirando el dinero que tanto cuesta ganar.

Los beneficios de dar ese salto digital no solo son teoría; estudios como el de Rojko (2017) demuestran que usar soluciones digitales puede recortar costos logísticos entre un 10% y un 30%, además de reducir pérdidas y hacer que los clientes se vayan más contentos con el servicio. Mientras los pequeños negocios locales empiezan a conocer

estas herramientas, en otros países ya viene el siguiente paso: La industria 5.0. Este modelo pone a las personas en el centro y usa la tecnología para apoyar a la creatividad del dueño, no para reemplazarlo ni quitarle su lugar (Comisión Europea, 2021; Liu et al., 2023). Así la inteligencia artificial es solo un apoyo para tomar mejores decisiones, pero nunca puede cambiar el toque humano ni el alma del negocio.

Acompañar a estos pequeños negocios hacia este camino, no solo ayuda a mejorar ganancias, también los deja listos para el mercado de hoy en día, donde la gente ya no busca solo un buen precio, también ve y valora el cuidado del medio ambiente y el apoyo a la comunidad, un negocio que cuida de sus recursos y no genera desperdicios se gana el respeto de sus vecinos y les motiva a hacer lo mismo. Y si a todo esto le sumamos el uso correcto de la tecnología, le ayudará al comerciante a gastar menos luz, a no tirar y desperdiciar mercancía caducada y también a dar opciones de empleo digno a las personas cercanas a donde vives, de esta manera el negocio local sigue siendo el corazón de la comunidad.

Del crédito pasajero al acompañamiento real: fortalecer al comercio local

Después de todo esto, ¿qué detiene a los dueños de estos negocios en México a dar el paso? Suceden varias cuestiones: falta saber usar la tecnología, la mentalidad de creer que cambiar cuesta mucho dinero, no tener capital y sentir miedo de dejar lo que por años ha dado resultados. Por eso, el gobierno debe hacer planes reales que unan la escuela técnica con el uso de herramientas digitales y el cuidado del medio ambiente (Salimova et al., 2020). Cuando una persona quiere hacer crecer su negocio, se encuentra con un camino lleno de dudas, es normal tener temor a lo desconocido, sobre todo si cada peso cuenta para llevar comida a la casa. El comerciante prefiere seguir con lo “seguro” ya que le parece que arriesgar lo poco que tiene es ir directo a perderlo todo.

Cuando el gobierno ha intentado colgarse la medalla de apoyar a estos negocios, casi siempre lo ha hecho de la misma forma, entregando un crédito

y ya. El problema de esto es que soltar dinero sin dar asesoría ni un seguimiento real no sirve de mucho, al contrario, la tecnología se vuelve un dolor de cabeza confuso para el comerciante y termina agravando el problema en lugar de resolverlo (Rüßmann *et al.*, 2015). Esta manera de actuar deja en claro una falta de empatía muy grande por parte de las autoridades, ellos creen que dar un cheque es hacer su trabajo, pero la realidad es otra; el dinero se va rápido en pagar deudas viejas y el negocio se queda exactamente igual, en la misma situación y con los mismos problemas de siempre; no se trata solo de tener recursos, sino de saber qué hacer con ellos para que puedan dar frutos verdaderos a largo plazo. Hoy en día no urge dar préstamos que terminan en deudas, sino programas públicos de mentoría, consultoría y acompañamiento de verdad; es decir, que alguien capacitado llegue al local, entienda cómo funciona el negocio desde adentro y acompañe al dueño paso a paso en su transferencia al mundo digital. Solo de esta manera, con un apoyo paulatino, responsable y adaptado a la realidad de cada localidad, podremos lograr un cambio verdadero (Breque *et al.*, 2021). Ver las cosas desde esta perspectiva nos permite entender que el factor humano es lo más importante en cualquier transformación, si se logra dar este acompañamiento, los dueños de negocio podrán ver a la tecnología como una aliada para dar un mejor servicio y no como una amenaza que los viene a desplazar. Al final del día, el objetivo es que el comercio local siga vivo, fuerte y listo para enfrentar cualquier batalla.

El corazón de la economía merece un futuro inteligente

La finalidad de la logística no es solo un asunto de grandes bodegas y camiones gigantes, es lo que cuida las ganancias y dice cuánto tiempo puede seguir abierto un pequeño negocio, hay una gran diferencia en nuestro país ya que estas pequeñas empresas dan

mucho trabajo a la gente, pero se quedan con muy poco dinero. Esto pasa por fallas en el día a día que se deben atender, dejar el miedo a lo digital y usar la inteligencia artificial debe ser algo cotidiano, es la forma para que las tiendas que dan vida a nuestras comunidades logren sobrevivir en el mercado de hoy. Cuando pasamos por la calle y vemos estos locales abiertos, estamos viendo el sustento de muchas familias que quieren salir adelante, si ellos cierran, todos perdemos algo valioso, por eso, saber administrar cada recurso se vuelve clave para mantener el negocio con vida y seguir dando un servicio con alma humana a los ciudadanos.

Pero para que el dueño de la tienda pueda superar la falta de conocimiento y de dinero, el gobierno debe ayudar de verdad, necesita dar apoyos con un plan claro y debe tener un compromiso real. Las autoridades deben entender que las cosas no van a cambiar por sí solas si se sigue haciendo lo mismo de siempre. Esto no es cualquier cosa, ni se trata de dar una ayuda social, si no de poner recursos reales en estos pequeños negocios convencidos de que es una inversión que urge para levantar el comercio desde abajo y hacer un México más fuerte, justo y seguro para todos. Cuando el Estado decide dar un paso al frente y poner su parte, toda la comunidad se beneficia, el dinero invertido en capacitar a un comerciante jamás será desperdiciado, este regresará al mercado en forma de mejores empleos, precios justos y estabilidad para las familias mexicanas. Queremos dejar atrás los tiempos donde el microempresario se quedaba solo frente a las crisis, el futuro de la economía mexicana debe ser inteligente, pero, sobre todo, debe seguir siendo humano y accesible para todos.

Un México con empresas más fuertes y justas no se hace desde las grandes corporaciones: nace desde el corazón de los entornos locales que no quieren apagar su luz.

REFERENCIAS

- Antony, J., McDermott, O., & Sony, M. (2022). Quality 4.0 conceptualization and theoretical understanding: a global exploratory qualitative study. *The TQM Journal*, 34(5), 1169–1188. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2021-0215>
- Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Dirección General de Investigación e Innovación, Comisión Europea. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>
- Buer, S.-V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F. (2021). El efecto complementario de la manufactura esbelta y la digitalización en el rendimiento operativo. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976–1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1715505>
- Chiarini, A., & Kumar, M. (2022). What is quality 4.0? An exploratory sequential mixed methods study of Italian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 60(16), 4890–4910. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1942285>
- Comisión Europea. (2021). Industria 5.0: Una industria europea sostenible, centrada en el ser humano y resiliente. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/info/news/industry-50-towards-more-sustainable-resilient-and-human-centric-industry-2021-jan-07_en
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censos Económicos 2019: Micro, pequeña, mediana y gran empresa en México. INEGI. <https://www.inegi.org/programas/ce/2019/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Estudio sobre la Demografía de los Negocios (EDN) 2021. INEGI. <https://www.inegi.org/programas/edn/2021/>
- Liu, H. C., Liu, R., Gu, X., & Yang, M. (2023). From total management to quality 4.0: a systematic literature review and future research agenda. *Frontiers of Engineering Management*, 10(2), 191–205. <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0243-7>
- Rey, S. P., Garivay, F., Jacha, J. P., & Malpartida, J. N. (2022). Industria 4.0 y gestión de calidad empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(97), 289–298. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.97.19>
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: Background and overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(5), 77–91. <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2015/engineered-products-infrastructure-industry-4-future-productivity-growth-manufacturing-industries>
- Salimova, T., Vatulkina, N., Makolov, V., & Anikina, N. (2020). The perspective of quality management system development in the era of Industry 4.0. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 8(4), 483–495. <https://doi.org/10.18510/hssr.2020.8443>
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). Industry 4.0. Departamento de Políticas de Logros Económicos y Científicos, Parlamento Europeo. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU\(2016\)570007](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/IPOL_STU(2016)570007)

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.

Del campo al refrigerador. Cómo la cadena de suministro decide la calidad y conservación de los alimentos

Norma Angélica Santiesteban López

norma.santiesteban@correo.buap.mx

Es bien sabido que los alimentos no llegan a nuestro paladar tan frescos como quisiéramos, por eso es importante determinar o calcular la vida útil. Para ello, debemos conocer que la vida útil se pierde en cada minuto de espera, o por cada grado de temperatura que se eleva, así como cada cambio de transporte y, por ende, por el registro de trazabilidad. La cadena de frío es importante para la conservación de los alimentos y debe entenderse como una condición importante a considerar para cuidar la calidad, inocuidad y reducción de pérdidas alimentarias (mermas) (Mercier *et al.*, 2017; Ndraha *et al.*, 2018; UNEP & FAO, 2022). Ahora bien, si imaginamos una caja de fresas recién cosechadas, un filete de pollo o un litro de leche tetrapack pasteurizada, en todos estos ejemplos, el consumidor suele preguntarse ¿El producto está fresco? ¿Ya caducó?, la respuesta depende de la trazabilidad que hayan tenido dichos alimentos, es decir, desde la obtención de la materia prima, hasta la elaboración y entrega del producto final, es importante que durante todo este proceso no se haya perdido la cadena de frío.

Para ello, se debería consultar el tiempo de demora para el enfriamiento, la temperatura que alcanzó durante el transporte, si este último tenía condiciones adecuadas (refrigeradores, congeladores) para el trayecto, retrasos en el transporte, registro del lote, y si el producto se exhibe en los establecimientos en condiciones adecuadas. En frutas altamente perecederas, como la fresa, la temperatura de almacenamiento influye directamente en firmeza, respiración, pérdida de peso, crecimiento microbiano y vida útil (Wang *et al.*, 2018; Błaszczuk *et al.*, 2022). La presencia de una amplia literatura científica coincide en que la cadena de suministro alimentaria no se limita a la compra, transporte o venta del alimento. Es bien sabido que, los alimentos perecederos requieren de un minucioso registro

de temperatura, tiempo, tipo de envase o empaque, información, entre otros factores. para evitar el deterioro de los alimentos para que de esta manera se puedan reducir pérdidas económicas, sanitarias y ambientales, así como reducir el desperdicio y mantener el valor nutricional. (Aung & Chang, 2014a; Shashi *et al.*, 2021; UNEP & FAO, 2022).

Cadena de suministro como sistema de conservación

Para la tecnología de alimentos, la calidad de los mismos es fundamental, esto debido a que los alimentos no permanecen estáticos después de su producción, va cambiando conforme avanza el tiempo. Para el caso de las frutas y verduras los procesos bioquímicos como la respiración y la pérdida de agua aceleran reacciones enzimáticas, oxidación y crecimiento de bacterias, mohos y levaduras. Por otra parte, en productos lácteos y alimentos listos para ser consumidos pequeñas desviaciones de temperatura pueden modificar características sensoriales y químicas como color, textura, aroma, acidez o estabilidad microbiológica. Un ejemplo muy peculiar son las fresas ya que, con el aumento de la temperatura, se acelera la pérdida de firmeza, azúcares, ácidos orgánicos, así como la proliferación microbiana, lo que deriva en una disminución de la vida útil (Wang *et al.*, 2018; Błaszczuk *et al.*, 2022). Por eso, hablar de cadena de suministro en alimentos no significa hablar solo de camiones y almacenes: también implica recurrir a otras áreas afines como biología, termodinámica, microbiología, empaque, información y toma de decisiones. Debido a lo anterior, la cadena de suministro puede explicarse como una carrera contra tres relojes:

1. Como primera instancia se tiene el reloj biológico, los alimentos perecederos se transforman sin que se toquen.
2. El segundo es el reloj logístico, cuando se espera en la recepción para el ingreso de la materia prima, transporte; cada retraso o transbordo suma minutos de exposición.
3. El tercero es el reloj informacional. Cuando no se conoce el número de lote, temperatura acumulada o el tiempo que estuvo fuera de rango.

La conservación de los alimentos ocurre cuando esos tres relojes se coordinan.

Algunos investigadores como Aung y Chang (2014a) enfatizan que el control de la temperatura debe considerar la diversidad de productos que se encuentran en almacenamiento y listos para su distribución. Es importante mencionar que no todos los alimentos tienen la misma sensibilidad, ya que algunos toleran temperaturas cercanas a los 0°C. Sin embargo, también hay alimentos sensibles al frío como el plátano, otros requieren de temperaturas de congelación, algunos alimentos procesados requieren controlar a la par temperatura y humedad. Para ello, la logística debe adaptarse para cada tipo de alimento, así como el tipo de empaque, vida útil esperada y el riesgo de producir Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA's) o potencialmente peligrosos. (Ver Figura 1)

tarse desviaciones. Uno de los grandes problemas es la acumulación de diferentes causas que fomentan el deterioro de los alimentos o productos. (Badia-Melis et al., 2018; Shashi et al., 2021).

Tiempo y temperatura: el reloj invisible de la vida útil

Se dice que la temperatura es la variable silenciosa debido a que casi nunca se observa, sin embargo, suele modificar y acelerar todos los procesos deteriorativos, es decir, cuando el alimento o producto se mantiene dentro del rango de temperatura recomendado, los procesos bioquímicos como la respiración y el desarrollo de los microorganismos disminuyen. Al elevarse la temperatura, aunque sea por periodos cortos, se acelera el envejecimiento de los alimentos o productos. La industria alimentaria coloca una etiqueta de la fecha de caducidad estimada del alimento o producto, sin embargo, si se rompe la trazabilidad del proceso de almacenamiento o manipulación, se afecta el historial del alimento y esa fecha de caducidad deja de presentar de manera precisa la frescura real (Wang et al., 2018; Błaszczuk et al., 2022). Por otro lado, Mercier et al. (2017) documentaron estudios de campo y demostraron que las desviaciones ocurridas durante la trazabilidad del alimento pueden generar puntos críticos durante el preenfriamiento, en operaciones de carga y descarga, en transporte, en vitrinas de venta o en refrigeradores domésticos.

En una cadena ideal, el producto se enfría pronto, viaja en unidades estabilizadas, se almacena sin sobrecarga y se exhibe sin bloquear el flujo de aire. En la cadena real, los alimentos pasan por puertas que se abren, andenes sin control térmico, rutas con tráfico, equipos que no han sido calibrados y hogares donde el refrigerador se usa como almacén general. Investigadores como Ndraha et al. (2018) mencionan que abusar del tiempo-temperatura es uno de los puntos más críticos de la cadena fría debido a que no siempre se observan señales visibles de manera inmediata. Por ejemplo: el pescado puede oler de manera aceptable al momento de la recepción, pero pudo haber perdido horas de vida útil; una ensalada lista para consumo puede conservar apariencia fresca, pero acumular condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos; un lácteo puede llegar sin cambios externos, pero



Figura 1. Ejemplos de alimentos o productos que han roto la cadena de frío

Por otra parte, la cadena de frío no debe interpretarse como una línea perfecta, se debe considerar como un conjunto de puntos vulnerables. Mercier et al. (2017) identificaron diferentes etapas como el preenfriamiento, transporte, almacenamiento, exhibición minorista, así como en la refrigeración doméstica dónde hay zonas en las que suelen presen-

con estabilidad reducida. El deterioro no siempre se anuncia en voz alta: a veces queda escondido en la historia térmica del producto.

En el caso de frutas sensibles como las fresas, el deterioro por calor puede observarse en factores sensoriales como pérdida de firmeza, zonas acuosas u oscurecidas, arrugamiento superficial y mayor susceptibilidad a pudriciones. No obstante, estos signos visibles indican que el producto ya acumuló un deterioro térmico desfavorable; por ello, la observación física debe complementarse con registros de tiempo y temperatura (Wang et al., 2018; Błaszczuk et al., 2022).

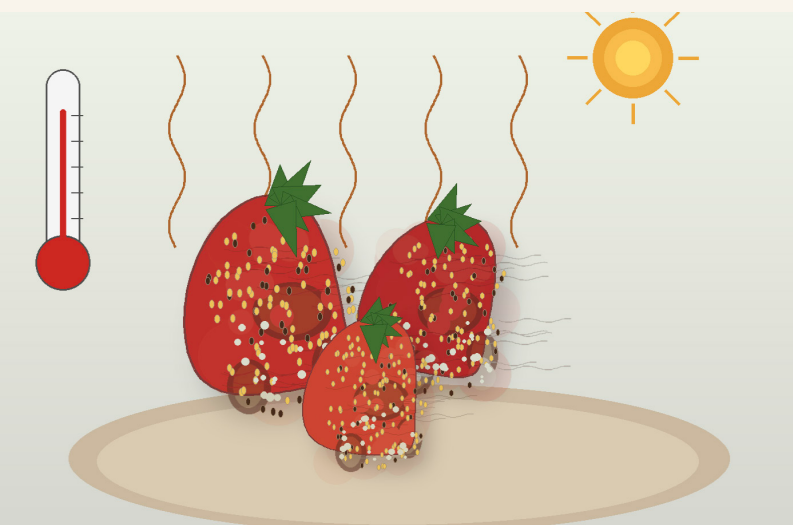


Figura 2. Ejemplo ilustrativo de deterioro visible en fresas asociado a abuso térmico: pérdida de firmeza, zonas oscurecidas y mayor susceptibilidad a daño poscosecha. Imagen ilustrativa de elaboración propia con base en Wang et al. (2018) y Błaszczuk et al. (2022).

Debido a lo anterior, la vida útil debería entenderse como una variable dinámica. Normalmente en un establecimiento de alimentos y bebidas se emplea el sistema PEPS “primeras entradas, primeras salidas”, no siempre basta. En productos altamente perecederos, puede ser más útil emplear el sistema FEFO: first expired, first out (por sus siglas en inglés), o “primero en caducar, primero en salir”. Aún mejor es, calcular con datos reales parámetros como tiempo y temperatura. (Badia-Melis et al., 2015; Badia-Melis et al., 2018).

La memoria científica del alimento: Trazabilidad

Se dice que la temperatura es el reloj y la trazabilidad es la memoria. Un alimento sin trazabilidad es como un paciente sin expediente clínico: se observa el estado actual, pero se desconoce su historia. Aung y Chang (2014b) explican que la trazabilidad permite rastrear el alimento y registrar información relevante para mantener la calidad e inocuidad. De igual manera, Bosona y Gebresenbet (2013) la describen como una parte integral de la gestión logística, porque captura, almacena y comunica información suficiente para rastrear y verificar un producto a lo largo de la cadena.

En términos concretos, significa saber de dónde proviene, a qué lote pertenece, cuál es el proceso por el que ha pasado, cuánto tiempo estuvo en cada etapa, quién lo manipuló y bajo qué condiciones se almacenó o transportó. Por lo tanto, la memoria del alimento o producto es súper importante en este proceso, debido a que, si un lote presenta contaminación, pérdida de calidad o sospecha de ruptura de la cadena de frío, la trazabilidad permite delimitar el problema. Sin ella, la empresa puede verse obligada a retirar más producto del necesario, perder confianza o no identificar la causa raíz. Con trazabilidad sólida, en cambio, es posible reconstruir rutas, ubicar puntos críticos y corregir procesos. La trazabilidad no evita por sí misma el deterioro, pero permite aprender de él y contenerlo.

Conservar sin desperdiciar recursos: Sensores, datos y sostenibilidad

Hoy en día, la conservación moderna exige observar lo que antes era invisible. Chen et al. (2022) describen la logística de cadena fría como un proceso sistemático que utiliza cuartos de baja temperatura para mantener la calidad e inocuidad, reducir pérdidas y, al mismo tiempo, enfrentar el costo ambiental de la refrigeración. Con esta afirmación, se corrobora que el enfriamiento de los alimentos es importante para su mantenimiento, y se deben respetar los rangos de temperatura para la conservación. Por otra parte, es importante el monitoreo microambiental ya que permite medir la temperatura real cerca del alimento, no solo la temperatura promedio del cuarto o del camión.

Para entender mejor supongamos el siguiente ejemplo: si se tienen dos cajas de producto o alimentos dentro del mismo transporte pueden vivir historias térmicas diferentes según la posición, ventilación, carga térmica o exposición durante apertura de puertas, por lo que la variabilidad que sufren las dos cajas explica por qué un producto puede deteriorarse antes que otro, aunque ambos tengan la misma fecha de caducidad. La calidad se decide en el microambiente inmediato del alimento, por lo que el uso combinado de redes inalámbricas de sensores y registradores de datos, la introducción de termopares al azar en un lote de alimentos o productos mejora la visibilidad de las desviaciones de temperatura que puedan sufrir, exponiéndolas para llevar un registro detallado, a diferencia de que anteriormente permanecían ocultas dichas variaciones de temperatura (Badia-Melis et al., 2015; Badia-Melis et al., 2018; Chen et al., 2022).

Las tecnologías digitales pueden apoyar esta transición. Sensores de temperatura y humedad, registradores de datos, códigos QR, RFID, Internet de las Cosas, inteligencia artificial y sistemas de alerta temprana permiten detectar desviaciones, priorizar lotes, ajustar rutas y reducir desperdicio. (Badia-Melis et al., 2018; Chen et al., 2022; UNEP & FAO, 2022).

Con base en la problemática expuesta en este apartado con respecto a una gestión deficiente de la cadena de suministro en la calidad y conservación de los alimentos, se plantea la siguiente pregunta: ¿qué se debe cambiar en la práctica?

La respuesta a la pregunta sería: para el caso de productores, procesadores y distribuidores, la primera recomendación es medir y registrar los datos, respetando la trazabilidad de los alimentos o productos. “No se puede mejorar una cadena que no registra sus condiciones críticas”. Por otra parte, medir la temperatura del producto, temperatura ambiental, tiempo de espera, ubicación del lote, apertura de puertas y calibración de equipos deberían formar parte de un sistema mínimo de control. La segunda recomendación es actuar sobre los puntos críticos como: la recepción, carga, descarga, andenes, exhibición y entrega final debido a que muchos deterioros no nacen en el almacén principal, sino en minutos aparentemente menores. Desde una perspectiva de gestión, estos registros permiten pasar de una logística reactiva a una logística predictiva, ca-

paz de anticipar pérdida de vida útil y reducir el desperdicio (Bosona & Gebresenbet, 2013; Badia-Melis et al., 2018; Shashi et al., 2021).

Asimismo, para minoristas y servicios de alimentos, la clave es combinar la rotación, capacitación y monitoreo, es decir, si un refrigerador se encuentra sobrecargado puede bloquear el flujo de aire; o una vitrina abierta puede crear zonas de temperatura no homogénea; una mala práctica del sistema PEPS puede mezclar productos con historias térmicas diferentes. La inocuidad y la calidad no dependen sólo de normas escritas, sino de rutinas operativas sostenidas. Sin embargo, para los consumidores la cadena no termina en la compra, se debe tomar en cuenta situaciones que pueden ocurrir durante el transporte de alimentos perecederos durante mucho tiempo sin protección térmica, abrir repetidamente el refrigerador, colocar productos calientes junto a alimentos fríos o ignorar instrucciones de almacenamiento también reduce la vida útil, lo cual se califica como una mala práctica en el manejo de los alimentos. Por ello, una decisión que se toma en casa que pudiera ser aparentemente sencilla, como es retrasar el enfriamiento de fresas o lácteos, puede acelerar cambios sensoriales de los alimentos, entre ellos textura, acidez, crecimiento microbiano o pérdida de frescura percibida (Wang et al., 2018; UNEP & FAO, 2022).

Debido a lo anteriormente mencionado, la conclusión científica de este estudio permite afirmar que la cadena de suministro influye en la calidad de los alimentos porque controla las condiciones que gobiernan su deterioro. La inclusión social es todavía más amplia: una cadena bien gestionada conserva nutrientes, sabor, textura, inocuidad, dinero y recursos naturales. En un mundo que necesita reducir pérdidas alimentarias y asegurar alimentos seguros, la logística ya no puede verse como una actividad secundaria. Es una forma aplicada de ciencia de los alimentos, gestión de datos y sostenibilidad operativa (Shashi et al., 2021; UNEP & FAO, 2022).

La frescura no aparece sola: se cuida paso a paso. En la cadena de frío, cada grado, cada hora y cada revisión hacen la diferencia.

REFERENCIAS

- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014a). Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. *Food Control*, 40, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.016>
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014b). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- Badia-Melis, R., Ruiz-Garcia, L., Garcia-Hierro, J., & Villalba, J. I. R. (2015). Refrigerated fruit storage monitoring combining two different wireless sensing technologies: RFID and WSN. *Sensors*, 15(3), 4781–4795. <https://doi.org/10.3390/s150304781>
- Badia-Melis, R., Mc Carthy, U., Ruiz-Garcia, L., Garcia-Hierro, J., & Robla Villalba, J. I. (2018). New trends in cold chain monitoring applications: A review. *Food Control*, 86, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.022>
- Błaszczuk, J., Bieniasz, M., Nawrocki, J., Kopeć, M., Mierzwa-Hersztek, M., Gondek, K., Zaleski, T., Knaga, J., & Bogdał, S. (2022). The effect of harvest date and storage conditions on the quality of remontant strawberry cultivars grown in a gutter system under covers. *Agriculture*, 12(8), 1193. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081193>
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*, 33(1), 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004>
- Chen, Q., Qian, J., Yang, H., & Wu, W. (2022). Sustainable food cold chain logistics: From microenvironmental monitoring to global impact. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(5), 4189–4209. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13014>
- Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time-temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), 647–667. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269>
- Ndraha, N., Hsiao, H. I., Vljajic, J. V., Yang, M. F., & Lin, H. T. V. (2018). Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. *Food Control*, 89, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.01.027>
- Shashi, S., Centobelli, P., Cerchione, R., & Ertz, M. (2021). Food cold chain management: What we know and what we deserve. *Supply Chain Management: An International Journal*, 26(1), 102–135. <https://doi.org/10.1108/SCM-12-2019-0452>
- United Nations Environment Programme, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Sustainable food cold chains: Opportunities, challenges and the way forward. UNEP and FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0923en>
- Wang, W., Hu, W., Ding, T., Ye, X., & Liu, D. (2018). Shelf-life prediction of strawberry at different temperatures during storage using kinetic analysis and model development. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(8), e13693. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13693>

Acerca de las autoras y los autores

Julia Isabel Rodríguez Morales

Cuenta con más de 25 años de experiencia en la Industria y en la docencia. Investigadora SNII Nivel 1, en temas de: Desarrollo Industrial sostenible e inclusivo, Planeación Estratégica y TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación). Coordinadora del “Grupo de Investigación Interdisciplinaria y Cuerpo Académico: Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable”.

Frida Karem Rivas Moreno

Doctora en Ingeniería Química con especialidad en fotocatalisis heterogénea. Obtuvo la Maestría en Ingeniería Ambiental con especialidad en plantas de tratamiento de aguas residuales y Licenciatura en Ingeniería Química en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. Es Docente y Coordinadora de Tutoría y Mentoría de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Ezequiel Cacique Serrano

Estudió la Enseñanza del Inglés (BUAP), Ingeniería Industrial (ITP), la maestría en Ciencias de la Educación y el doctorado en Pedagogía. Actualmente es profesor de la facultad de Lenguas y de la Facultad de Ingeniería de la BUAP.

Manuel Rodríguez Morales

Cuenta con 20 años de experiencia en Logística y Docencia: Gerente de Compras y Administrador del Mantenimiento RESA, Control Maestro de Materiales UNICAR PLASTICS, Analista de logística y Materiales LEAR CORPORATION, Supervisor de Grupo TRANSPORTES TRESGUERRAS

Yonatan López Santos

Profesor-Investigador con Doctorado en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro. Sus líneas de investigación incluyen logística, cadenas de suministro sostenibles y circulares, competitividad, simulación, optimización y análisis de datos.

Alejandra Campos Villatoro

Es administradora de empresas egresada de la BUAP, cuenta con la Maestría en Ciencias de la Educación; forma parte del equipo del Colegio de Ingeniería en Logística y Cadena de Suministros.

Juan Chávez Medina

Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, miembro del Sistema Nacional de Investigadores y profesor-investigador de la Facultad de Ingeniería de la BUAP, cuenta con 16 años de trayectoria industrial nacional e internacional en gestión de la productividad, calidad y mejora de procesos, así como con más de 25 años de experiencia docente.

Alejandra González Pérez

Maestra en Contribuciones, profesora-investigadora en la Facultad de Ingeniería de la BUAP, cuenta con perfil PRODEP, miembro del “Grupo de Investigación Interdisciplinaria y Cuerpo Académico: Innovación hacia la Transformación Digital y el Desarrollo Sustentable”.

Karina del Carmen Chávez Gómez

Es miembro del sistema nacional de investigadores y parte de la red de almacenamiento de energía en México. Actualmente es profesora de la facultad de ingeniería en la BUAP.

Norma Angélica Santiesteban López

Estudió Doctorado y Maestría en Ciencias de los Alimentos por la Universidad de las Américas Puebla, Actualmente, se desempeña como profesora investigadora adscrita a la BUAP y es integrante del Sistema Nacional de Investigadores (SNI); cuenta con perfil PRODEP y experiencia de 25 años en la docencia e investigación.

