

Del laboratorio al plato: la inteligencia sensorial detrás de una formulación

Tradicionalmente, el sabor ha sido considerado una experiencia dependiente de la percepción humana, a través de la respuesta sensorial y las pruebas que nos permiten describirlo, muchas veces en la cocina como laboratorio cercano. Sin embargo, los avances en inteligencia artificial están permitiendo traducir esa experiencia humana en información valiosa en términos de datos cuantitativos.

Las herramientas de IA están constantemente entrenándose para aprender a reconocer patrones que correlacionan variables fisicoquímicas con respuestas sensoriales. Mediante sensores electrónicos —como narices y lenguas artificiales— generan grandes volúmenes de datos sobre compuestos volátiles, parámetros de textura, características de sabor como índice de dulzor o acidez, así como datos de composición química mediante toda la rama científica de *chemometrics*.

Acoplando esta información con los algoritmos de aprendizaje automático, procesan estas señales para construir modelos predictivos, capaces de anticipar atributos como dulzor, aroma, intensidad o aceptación. En esencia, el sabor se convierte en un mapa de datos multidimensional donde cada alimento posee una “huella sensorial” que puede analizarse, compararse, dando identidad analítica a perfiles sensoriales de cierta formulación o prototipo.

En la actualidad, la inteligencia sensorial en la detección y caracterización de alimentos sigue dependiendo en gran medida de los métodos analíticos fisicoquímicos. Con el avance de la química analítica y la biología molecular, en esta rama de *Chemometrics*, esta tecnología emergente ha logrado avances sustanciales, robustecida por técnicas cromatográficas, espectrometría de masas y los inmunoensayos.

La tecnología central en la detección de alimentos es el sistema de percepción impulsado por la IA, es decir, esta inteligencia sensorial. En este sistema, diversas tecnologías analíticas se encargan de adquirir datos mediante detección desde diversas fuentes como imágenes, curvas y espectros (Wei et al., 2026).

La visión artificial es una tecnología muy utilizada; consta de dos componentes principales: la adquisición de imágenes y el procesamiento de imágenes. El primero captura en tiempo real imágenes de alimentos mediante diversos dispositivos visuales, como cámaras de alta definición, imágenes de rayos X y sistemas de teledetección. Por otra parte, el procesamiento de imágenes implica trabajo sistemático para analizar y evaluar cuantitativamente la información almacenada, lo que permite caracterizar de forma objetiva las propiedades ópticas de los alimentos.

En segundo lugar, la nariz electrónica es un dispositivo analítico biomimético que detecta y evalúa compuestos volátiles simulando el sistema olfativo humano, suele constar de una matriz de sensores de gas, un módulo de procesamiento de señales y un algoritmo de reconocimiento de patrones, generando una «huella olfativa» única para cada muestra. Los sensores empleados suelen incluir semiconductores de óxido metálico (MOS), polímeros conductores (CP) y sensores de ondas acústicas de superficie (SAW) y de microbalanza de cristal de cuarzo (QCM). Los algoritmos de reconocimiento de patrones emplean análisis multivariable y modelos de clasificación para analizar estas señales complejas, lo que permite una clasificación e interpretación de las características del olor de cada alimento.

El último equipo de alto interés, la lengua electrónica, está diseñada para imitar el sistema gustativo humano, desde analizar los componentes de los alimentos en estado líquido; consta de dos componentes: una matriz de sensores y una unidad de procesamiento de datos; la primera está compuesta por sensores electroquímicos multicanal, siendo estos: tipo potenciométrico, voltamétrico o impedimétrico, los cuales interactúan con las sales, los azúcares, los ácidos y los compuestos amargos de la solución-muestra, generando señales eléctricas medibles (Latha y Lakshmi, 2012).

La unidad de procesamiento de datos procesa las respuestas y extrae tanto las características estables como las dinámicas. Posteriormente, se emplean métodos de análisis multivariable y reconocimiento de patrones para clasificar, identificar e interpretar características relacionadas con el sabor. Este flujo permite a la lengua electrónica transformar respuestas químicas complejas en «huellas dactilares del sabor» cuantificables. (Cheng et al., 2025; Gabrieli et al., 2022).

En los sistemas de detección de alimentos impulsados por la IA, la relación entre las tecnologías de percepción y los algoritmos interpretativos no es unidireccional, sino más bien un mecanismo acoplado y sinérgico. El aumento de la cantidad de datos, la rápida generación de datos y la diversidad de datos, así como los métodos computacionales avanzados para el análisis de datos, son las desventajas que deben abordarse (Nunes et al., 2023).

Entre los modelos matemáticos más utilizados en esta categoría alimentaria, se encuentran los modelos de aprendizaje autónomo (*machine learning*), que a su vez se subcategorizan de acuerdo con la Figura 1.

Figura 1. Análisis comparativo de las tecnologías básicas de IA

Clasificación	Subclasificación	Características	Algoritmos
Aprendizaje autónomo (ML, machine learning)	Aprendizaje supervisado	Clasificación de datos y modelos de regresión	Regresión lineal o logística, árbol de decisiones, algoritmo Random Forest, entre otros.
	Aprendizaje no supervisado	Reducción de dimensionalidad y clustering de datos	Clustering jerárquico, análisis de componentes principales
	Aprendizaje de refuerzo	Toma de decisiones secuenciales, multiinteracción de datos y control de procesos dinámicos.	Aprendizaje por preguntas, gradiente de políticas, red profunda (DQN)
Aprendizaje profundo (DL, deep learning)		Tareas con estructuras complejas, alta dimensionalidad y características difíciles de extraer de manera lineal	Red neuronal convolucional (CNN), red neuronal recurrente (RNN), memoria a corto y largo plazo (LSTM), red generativa adversaria (GAN), Red residual (ResNet)

Adaptada de (Wei et al., 2026)

Hoy en día, el papel de la inteligencia artificial no solo optimiza procesos y manufactura; también abre una nueva etapa a los algoritmos predictivos que pueden sugerir formulaciones o variantes existentes adaptadas a necesidades de acuerdo con sectores específicos de la población. La disponibilidad de los datos obtenidos y el objetivo final (Arteaga-Cabrera et al., 2025) en gran medida es el parámetro limitante en esta ciencia predictiva sensorial, acercando el diseño de alimentos a una ciencia predictiva sensorial (Agrawal et al., 2025). Más allá de la eficiencia operativa, estas herramientas facilitan decisiones estratégicas hacia sistemas alimentarios más resilientes. La sostenibilidad deja de ser solo un objetivo ético o regulatorio y se convierte en una variable cuantificable y optimizable, integrada desde el diseño mismo del alimento plasmado en datos hacia el plato final.

Referencias

- Agrawal, K., Goktas, P., Kumar, N., & Leung, M.-F. (2025). Artificial intelligence in personalized nutrition and food manufacturing: A comprehensive review of methods, applications, and future directions. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1636980>
- Arteaga-Cabrera, E., Ramírez-Márquez, C., Sánchez-Ramírez, E., Segovia-Hernández, J. G., Osorio-Mora, O., & Gómez-Salazar, J. A. (2025). Advancing Optimization Strategies in the Food Industry: From Traditional Approaches to Multi-Objective and Technology-Integrated Solutions. *Applied Sciences*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/app15073846>
- Nunes, C. A., Ribeiro, M. N., de Carvalho, T. C., Ferreira, D. D., de Oliveira, L. L., & Pinheiro, A. C. (2023). Artificial intelligence in sensory and consumer studies of food products. *Current Opinion in Food Science*, 50, 101002. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101002>
- Wei, C., Zhou, L., Liang, B., Chen, J., Wang, G., & Li, X. (2026). Artificial intelligence revolutionize food detection? Vision, olfaction and taste integrated with machine learning/deep learning in food detection. *Food Chemistry*, 499, 147377. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.147377>

Sobre las autoras

Ing. Regina Navarrete González

Licenciada en Ingeniería de Alimentos por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 2018. Especialidad en diseño de nuevos productos alimentarios por la Universidad Nacional Autónoma de México en 2019. Actualmente es candidata a doctora en Ciencia de Alimentos en la Universidad de las Américas Puebla.

Contacto: regina.navarretegz@udlap.mx

Dra. Nelly Ramírez Corona

Doctora en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Celaya y profesora titular del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP desde 2007. Ha publicado más de 60 artículos científicos en el área de ingeniería química y de alimentos. Es investigadora nacional (SNII) nivel 1 y miembro del Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química.

Contacto: nelly.ramirez@udlap.mx

Dr. Enrique Palou

Doctor en Ciencias de la Ingeniería por la Universidad Estatal de Washington en Estados Unidos y catedrático del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP desde 1992. Es investigador nacional nivel 3, Fellow del Institute of Food Technologists y miembro de la Academia de Ingeniería de México y de la Academia Mexicana de Ciencias.

Contacto: enrique.palou@udlap.mx