



## Alimentos: de la quimiofobia a la quimiofilia

*A transit from Food Chemophobia to Food Chemophilia*

Agustín López Munguía<sup>1</sup>

### Resumen

La alimentación y la industria alimentaria no han sido ajenos a los grandes avances en el conocimiento científico y la capacidad de plasmarlo en muy diversas aplicaciones. Tales avances incluyen aspectos de la ciencia de alimentos en su relación con la nutrición, la producción y transformación de alimentos, así como su impacto en la cultura y los hábitos alimentarios. Sin embargo, diversos avances en materia de la química de alimentos, se han abordado con poco entusiasmo; peor aún, se ha encontrado en **la química** una referencia al origen de muy diversos problemas relacionados con la salud y la seguridad alimentaria, siendo los **químicos** y a la **industria de alimentos** que los promueve, los responsables de muchos males que nos aquejan. Esta postura, esencia de la **Quimiofobia**, es abordada de muchas formas y desde muy diversos espacios de comunicación, en los que prevalece la opinión de activistas, fundamentalistas e incluso promotores de modas y productos alimentarios diversos. Es necesario que los químicos, vía la comunicación racional de la química de alimentos, contribuyan a crear un espacio en el que reivindicemos la riqueza que hoy aporta el conocimiento de **la química y de la química que comemos**.

### Palabras clave

Alimentación, industria alimentaria, ciencia de alimentos, nutrición, química de alimentos.

### Abstract

Food and the food industry have not been immune to the great advances in scientific knowledge and its application in various ways. These advances encompass aspects of food science in relation to nutrition, food production and transformation, as well as their impact on culture and dietary habits. However, various advances in food chemistry have been approached with little enthusiasm, and worse still, chemistry has been identified as the source of various health and food safety problems, with chemists and the food industry being held responsible for many afflictions. This stance, which embodies Chemophobia, is addressed in various ways and through different communication channels, where the opinions of activists, fundamentalists, and even promoters of fads and various food products prevail. It is necessary for chemists, through rational communication about food chemistry, to contribute to creating a space where we can reclaim the richness that chemistry and the chemistry we consume bring today.

### Keywords

Nutrition, food industry, food science, dietetics, food chemistry.

<sup>1</sup> Instituto de Biotecnología, UNAM.

*Únicamente la dosis determina que una cosa no sea un veneno.*  
Paracelso

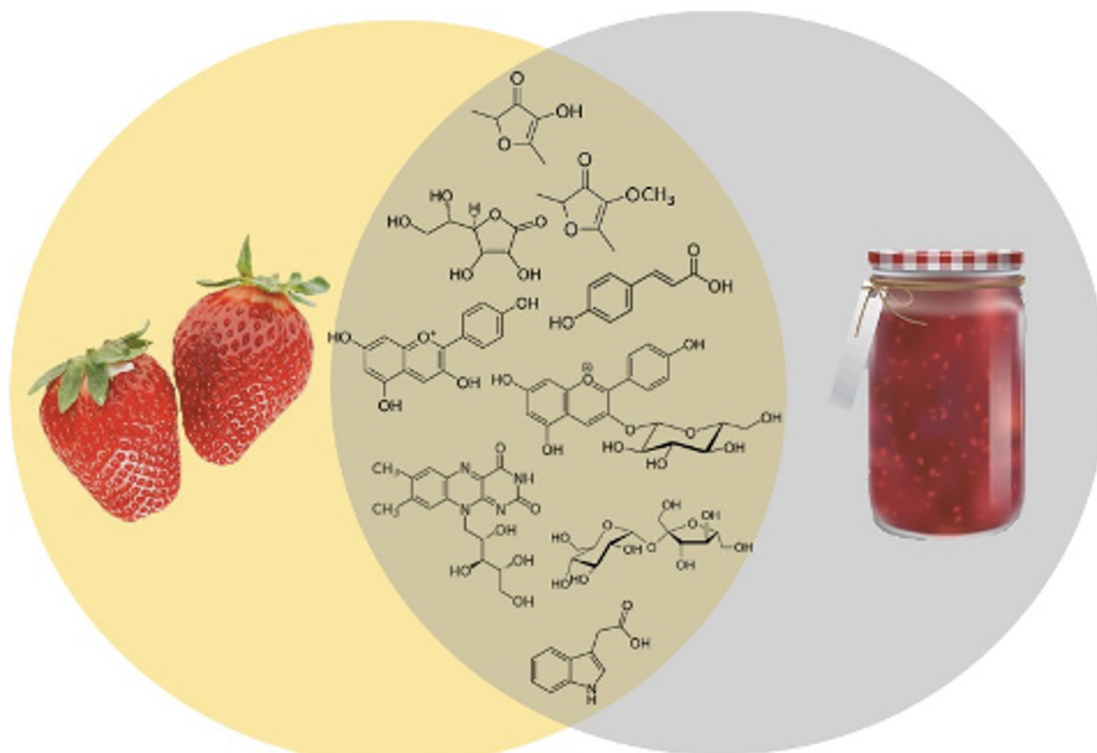
## Un poco de historia: químicos cuya ausencia nos enferma

Como parte del trabajo científico que se realizaba a principios del siglo XX, el descubrimiento de las vitaminas marca un parte-aguas en la química de alimentos al demostrar que muchos *químicos* son esenciales para la vida. De hecho, las vitaminas fueron en un principio consideradas como medicamento (el caso de la tiamina) surgiendo la idea de que las enfermedades eran consecuencia de la deficiencia o la disminución de sustancias químicas en la dieta, según postulaba *Funk* en 1912. Es interesante que una situación análoga se daba en el mundo décadas atrás, cuando en el siglo XIX derivado de los trabajos de Pasteur y Koch, se temía que toda enfermedad fuese causada por microorganismos específicos. De hecho, el término de “vitamina” se generaliza pues se creía que, como la tiamina, todos estos *químicos* tendrían un grupo amina, que en general regresaba a los humanos la “vitalidad”. La Vitaminología fue entonces una “tendencia” surgida desde la química, con los años dimensionada en su justo impacto y limitaciones en la salud por las propias ciencias químicas y bioquímicas. Así, un buen principio para la enseñanza de la química de alimentos ha sido el abordar los padecimientos como el beriberi, escorbuto, pelagra, anemia perniciosa, raquitismo, ..., que ya desde el siglo pasado, se supo asociados a los *químicos* cuya ausencia nos enferma. La lista hoy es muy extensa y es la que ha llevado a elaborar recomendaciones sobre dosis de químicos -sustancias y elementos- a ingerir diariamente para evitar problemas de salud.

### La quimiofobia

Hoy se vive un ambiente que se ha denominado *quimiofóbico* que caracteriza un sentimiento de animadversión desproporcionado, pero muy generalizado en el consumidor promedio, hacia la presencia de *químicos* en los alimentos, particularmente los ubicados dentro de la denominada alimentación moderna, occidental o industrial, en general concentrada en los “alimentos procesados”. Existen muchas explicaciones a cómo hemos llegado al estado actual de las cosas, pero independientemente de la ruta, es fundamental que los profesionales de la química y divulgadores científicos recuperemos el rol implícito que nuestra disciplina en el “*El plato del bien comer*”. Así, empezando en el salón de clase y en todo el espectro de redes de comunicación, se debe justificar, explicar, **desmentir**, aclarar, en una palabra: reivindicar el papel positivo de la química en el estado actual de salud de la sociedad y el que debe tener en el proceso de transformación que las condiciones actuales de nuestro planeta exigen a nuestro sistema alimentario. Se trata, como propone Mark Schaller de la University of British Columbia, de desarrollar un “sistema inmunológico emocional”, entendiéndose por este, un conjunto de mecanismos psicológicos diseñados para detectar “*patógenos desinformativos*” en el ambiente inmediato, para responder de tal forma que nos evite el contacto con ellos, a nosotros y a quienes se encuentran en nuestro ámbito de influencia (Schaller & Park, 2011). Se trata de un activismo que promueva un ambiente *quimiofílico* sano que influya -por no decir que rij- los cambios en materia de la alimentación que la crisis ambiental exige: qué alimentos producir, cómo producirlos, cómo transformarlos, y cómo conservarlos. De evitar que el consumidor nade (y coma) en un océano de desinformación, que confunde y dificulta la toma de decisiones con base científica.

Y es que, en efecto, el ambiente quimiofóbico se nutre de una gran diversidad de mitos, post-verdades o verdades a medias, y de mucha pseudociencia que, aprovechando los temores más esenciales de los seres humanos, - y hay que decirlo - también de errores y abusos de determinados sectores - dan lugar a un rechazo abstracto a todo lo que dentro de la alimentación se agrupa como los *químicos*. Baste para ejemplificarlo un muy popular postulado al respecto, tomado de una de las reglas que forman parte de un muy exitoso manual para la alimentación “reveladas” en el libro *Food Rules* por el destacado periodista y activista de la alimentación, Michael Pollan (2009), quién textualmente establece en la regla No7: “no comas nada que contenga algún ingrediente con un nombre que un niño de tercer año de primaria no pueda pronunciar”. Independientemente de lo destacado de mucha de la obra de este periodista (*El dilema del Omnívoro, En defensa de los alimentos*), este postulado constituye sin lugar a duda uno de los principales argumentos que “alimentan” la *quimiofobia*. No consumas nada que incluya más de 5 ingredientes (regla 6) y, por el contrario, acepta solo ingredientes que te puedas imaginar en su estado natural (regla 14): adiós a moles y salsas mexicanas. Se ignora que solo el café contiene más de 1000 compuestos *químicos* haciendo quizás de esta bebida, uno de los arsenales químicos más poderosos de nuestro sistema alimentario. Ver el caso también de los *químicos* de la fresa, presentes por obiedad en la fresa procesada (Figura 1) o consultar la lista de químicos característica del plátano en [jameskennedymonash.wordpress.com](http://jameskennedymonash.wordpress.com).



## Químicos de la fresa

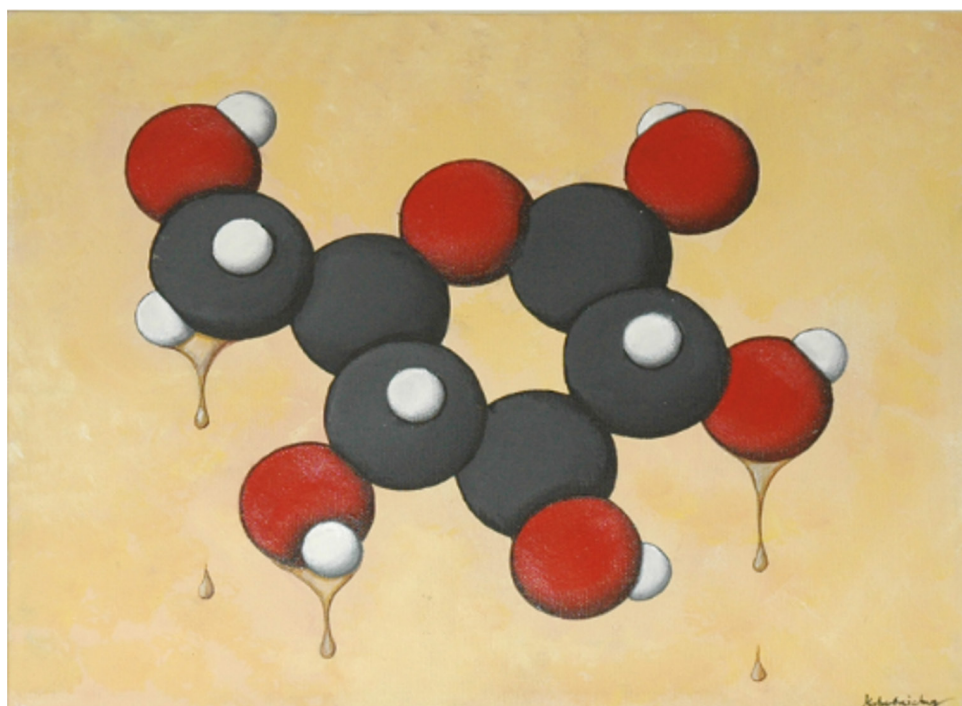
**FIGURA 1.** Aunque de nombre difícil de pronunciar, estos “*químicos*” se encuentran en la fresa, sea natural, procesada, orgánica o transgénica.

Esta regla se ve reforzada por otros mitos tales como la idea bucólica de que nuestras abuelas comían mejor, recomendando también que solo se debe comer aquello que las abuelas “reconozcan” como alimento (regla 2). Y termino esta revisión del texto de Pollan

con la regla 21 que, pensando en las hamburguesas Big Mac o los Cheetos, establece que no es un alimento aquello que se denomina igual en cualquier idioma. Pero invito al Sr Pollan a investigar como se dice “chocolate” en el idioma que guste. Si bien se entiende el origen de este texto con sus reglas probablemente de buenas intenciones, en el ambiente actual ha venido a constituir una extraordinaria herramienta para quienes promueven la “quimiofobia” en la sociedad. Me pregunto si no seríamos capaces de, con igual creatividad, generar las bases de la “quimiofilia”, empezando por el principio universal: *Somos química y nos alimentamos con miles de compuestos químicos. O sencillamente: somos polvo de estrellas.*

El objetivo de los programas de las materias de Química de Alimentos por lo general plantea que el alumno debe “profundizar en conceptos relacionados con la estructura, reactividad, interacción y funcionalidad de los principales macrocomponentes de los alimentos”. Revisando el programa en específico, pienso que una sugerencia es el profundizar en el hecho de que las modificaciones de las matrices alimentarias que se abordan desde la estructura misma de las macromoléculas -lípidos, carbohidratos, proteínas..., sean transformadas en un espacio idóneo para una visión quimiofílica. Así, en el contexto de la problemática que aquí abordamos, toca al docente de la Química de Alimentos no quedarse en la mera descripción de las moléculas y sus interacciones. Debe, como estoy seguro muchos y muchas lo hacen, analizar la relación y los beneficios de este conocimiento en particular y de la química de alimentos en general, en la salud y el bienestar de la sociedad moderna, promoviendo en el estudiante -y eventualmente en el consumidor-la quimiofilia. Esto solo podrá lograrlo a través del énfasis en la belleza y beneficio que conllevan los cambios químicos asociados con la salud, la nutrición, la conservación, la protección contra agresiones químicas naturales (eg. la oxidación) e incluso al hedonismo. De igual forma, debe integrar a este conocimiento los beneficios de todo compuesto que contribuya o complemente estas funciones, a innovar y desarrollar nuevos productos, y a tener más claro que nunca que en la

**FIGURA 2.** Molécula de glucosa en versión del artista Alexander Kobulnicky.



alimentación, son compuestos químicos y su reactividad los responsables del sabor, la textura y el color de lo que comemos; de lo que nos nutre o nos enferma. Son compuestos químicos característicos los que han permitido identificar su origen ancestral, su trazabilidad histórica. Son compuestos químicos percibidos en el ambiente y en la cocina, los que nos dan arraigo, nos ligan a recuerdos familiares, y nos causan alegría. Por lo general, siempre hay una reacción química previa a nuestra percepción. Sería interesante asociar directamente el sabor a una estructura química (ver figura 2).

## Quimiofobia y pseudo ciencia

La quimiofobia se define como un miedo y rechazo irracional a *los químicos* percibidos por lo general como “productos sintéticos”. A diferencia de otras fobias, ésta no se combate con ayuda psiquiátrica, aunque en ciertos casos, podría funcionar; más bien requiere de información, de una adecuada educación química y de promover el espíritu crítico. Aunada a una deficiente formación académica, a la quimiofobia influye también la falta de un sistema efectivo que vigile la manipulación de la información que llega al consumidor y un estado actual de la sociedad que la hace permeable a la desinformación y a la manipulación por los medios. De hecho, es clara la inclinación de algunos sectores, de “informarse” a través de las redes (i.e Instagram, TikTok, entre otras), donde “*influencers*” de diversos orígenes promueven las “dietas y la alimentación saludable” frecuentemente acompañadas de la venta de productos “milagro”, obviamente 100% naturales. De ahí el crecimiento de glutenofóbicos, aunque solo alrededor de 1% de la población sea intolerante al gluten (i.e. celiaca), de las dietas Keto, La Paleolítica u otras de igual o mayor riesgo. En esta línea, es también preocupante el crecimiento en las ventas de suplementos o bebidas poco o nada regulados, promocionando un sin número de beneficios de los cuales es poco probable que resistieran un análisis riguroso de sus bondades nutricias, casi milagrosas.

Y es que, en efecto, la percepción actual de la química de alimentos en un amplio sector de la sociedad, incluido un alto porcentaje de estudiantes que ingresan a la materia, constituye una problemática sobre la que se puede trabajar con el alumno a partir de planteamientos básicos quimiofóbicos, así como a contradicciones surgidas desde la quimiofobia, de la mano de la pseudociencia. A partir de dichos planteamientos (por ejemplo las *Food Rules* de M. Pollan antes mencionadas), es posible abordar el conocimiento a partir de sus bases y de su construcción, para así no solo legitimarlo, sino también para mejorar la comprensión de conceptos, modelos y teorías, así como para desarrollar actitudes positivas que propicien en los estudiantes un mayor interés por la química y la ciencia. Un ejemplo de moda que puede servir para ilustrar este planteamiento es la llamada “*dieta alcalina*”. Para poder abordar el debate es obvio que el estudiante (o el interlocutor) debe tener claro qué es el pH y cómo se mide, para posteriormente analizar la importancia (o no) del pH de los alimentos (naturales o procesados), el pH en la fisiología humana (digestión, sistema circulatorio, intestinos, sangre, orina, etc), las enfermedades ligadas a la acidez o alcalinidad de la sangre, el hecho contundente de que el 99% de los alimentos son neutros o ligeramente ácidos, ... , etc., hasta llegar a la absurda pero muy expandida (y productiva) idea de que “los alimentos deben ser alcalinos, como alcalina debe ser la sangre para evitar enfermedades”. La importancia del pH en la alimentación constituye un tema muy atractivo para que el contenido del plan de estudios de Química de Alimentos se conecte con propuestas pseudocientíficas. De esta manera, los estudiantes pueden innovar y desarrollar argumentos científicos que contrarresten, por ejemplo, la supuesta importancia de beber agua alcalina. Desafortunadamente, este concepto parece haber sido aceptado en un sector de la sociedad y es impulsado por una parte de la industria, motivada únicamente por intereses económicos que se alimentan de la ignorancia del consumidor.

## Las voces que hay que escuchar

Quizás la tarea para el docente y el estudiante, no se limita a la mera desmitificación de planteamientos absurdos, como el caso recién analizado sobre la influencia del pH de los alimentos en la salud o los innumerables estigmas a los aditivos alimentarios

(conservadores, antioxidantes, colorantes, edulcorantes, saborizantes, ...) asociados en automático con los padecimientos modernos (obesidad, cáncer, hipercolesterolemia, alergias, autismo, diabetes, etc.). Se debe también pugnar por regresar a un orden dentro del cual deben cumplirse y establecerse especificaciones claras con bases científicas en materia de regulación alimentaria y agroindustrial en el país. Así, por ejemplo, es claro que la quimiofobia encuentra en los agroquímicos uno de sus más feroces objetos de ataque, quizás porque el concepto mismo de quimiofobia surge a raíz de los daños causados por la aplicación excesiva e indiscriminada del DDT (dicloro-difeni-tricloroetano), dados a conocer por Rachel Carson en su libro *La Primavera Silenciosa* en 1962 (Carson R. 1962). Este hecho es un parteaguas en la agroquímica, al haber generado entre la población un miedo extremo hacia los pesticidas. Es interesante comentar que Rachel Carson no tenía una agenda contra los agroquímicos, y de acuerdo con Robert Paarlberg, Profesor adjunto de la Universidad de Harvard, consideraba que la agricultura orgánica era un exceso, bastando hacer un uso racional de los fertilizantes. Habría que analizar cómo sería (o cómo era) un mundo sin pesticidas. ¿Y usted que come Dra. Carson? Le preguntaron en una entrevista: "hidrocarburos clorados, como todo el mundo", contestó en burla (Paarlberg, 2018).

La campaña contra los agroquímicos tiene en *el glifosato* uno de los objetivos de más intenso ataque. Sin embargo, la mayoría de los plaguicidas en nuestra dieta, son los "plaguicidas naturales" con los que se defienden las plantas de hongos, insectos y otros depredadores que consumimos (Ames et al., 2000). Es también desafortunado que sea a través de campañas y activismo, que se emitan decretos sobre el uso o prohibición de este (el glifosato) o cualquier otro agroquímico o aditivo alimentario. Esto contrasta, por ejemplo, con la evolución del "proceso" en contra de las grasas *trans*. Es un caso -como hay otros- que muestra cómo el sector científico cuenta no solo con las herramientas de vigilancia relacionada con el eventual impacto negativo de sustancias químicas en la salud, sino que la sociedad puede movilizarse, apoyada en la ciencia, para detener su consumo.

### Sutilezas quimiofóbicas

La tarea contra la quimiofobia tiene muchos frentes. Se trata también de detectar *sutilezas quimiofóbicas* detrás de la manera en la que se hace comunicación relacionada con alimentación y salud. Hay muchos ejemplos de esta situación, pero quiero referirme a uno de actualidad: la campaña del gobierno de la república contra la adicción a drogas (ver sustancias químicas), concretamente contra el consumo de fentanilo, que se transmite actualmente por estaciones de radio en México. En efecto, dentro de esta campaña. Uno de los spots publicitarios inicia con la siguiente advertencia:

***Muchas drogas químicas son elaboradas con ácido muriático, sosa cáustica y raticida. Ahora el narco añade fentanilo para engancharte desde la primera vez. El fentanilo mata; es 50 veces más potente que la heroína; 200 personas mueren al día por su consumo***

La advertencia al radioescucha es explícita y contundente: las drogas son químicas. Pero ¿qué no es químico? Todas las drogas son químicas, incluida la nicotina o el etanol, esencias del tabaquismo y del alcoholismo por citar solo dos ejemplos. Otra actitud a mi juicio quimiofóbica, radica en preguntar al radioescucha si sabe ¿con qué tipo de materias primas son elaboradas las drogas? De las decenas de posibilidades, quienes diseñaron el spot seleccionaron como ingredientes además de un raticida, dos compuestos *químicos*: el

ácido muriático y la sosa cáustica. Así, el objetivo claramente es mandar un mensaje de que, en efecto, hay dos “químicos” que el consumidor debe agregar a las emociones negativas hacia las drogas. Emociones negativas que desde hace décadas se han venido cultivando en la sociedad asociando lo *químico* con lo oscuro de la modernidad, la industria; de lo que no es natural, de lo que contamina y enferma. Si bien es encomiable la tarea de luchar contra las adicciones, resulta muy preocupante que se haga fortaleciendo la *quimiofobia*.

### Maíz Químicamente Modificado (MQM)

El plan de estudios de la materia de Química de Alimentos, en la sección de Carbohidratos incluye desde luego temas estructurales -mutarrotación y enolización- y cambios que sufren los azúcares como consecuencia de reacciones de oxidación y reducción; oscurecimiento enzimático y no enzimático, reacciones de Maillard, etc. En el ambiente que se plantea el artículo, una pregunta interesante para el estudiante en este curso, sería sobre la química de la nixtamalización y el efecto de la cal en los azúcares. Mucho se ha hablado y escrito dentro de otra campaña, esta de los movimientos ambientalistas en México y destinada a impedir la siembra de plantas que se modifiquen genéticamente (OGMs = Organismos Genéticamente Modificados) e incluso, más recientemente, que se importen. El lema de dicha campaña es “*sin maíz no hay país*”, y aunque la *OGMfobia* tiene vínculos con la *Quimiofobia*, el énfasis se centra en los supuestos daños tanto a la salud del consumidor como a la riqueza de nuestras plantas ancestrales. En este otro ámbito de fobias hasta la fecha no se ha logrado señalar a ningún “químico” o algún cambio químico, asociado a los supuestos daños a la salud. Estrategias como la Metabolómica, muestran la espectacular capacidad actual de analizar sustancia por sustancia, los *químicos* presentes en maíces silvestres y modificados, para poder concluir que son sustancialmente equivalentes.

Paralela a esta batalla, han surgido dos monumentales paradigmas para la química: los alimentos orgánicos y los productos 100% naturales. No es este el lugar para analizar al detalle los mitos y elementos emocionales que nutren buena parte de este gran negocio, pero sí es importante señalar que ha abierto las puertas a grandes mercados promovidos por el temor y la animadversión no solo a los alimentos provenientes de plantas modificadas genéticamente, sino a los derivados de la agricultura convencional. Así, se ha generalizado entre la sociedad la idea de que los *químicos* y los *transgénicos* son dañinos para la salud, y que para contra restarlos la sociedad cuenta afortunadamente con los *alimentos orgánicos* y los *alimentos naturales*. Un capítulo dentro de la enseñanza en química de alimentos debe dedicarse a demostrar como los conceptos “natural” y “orgánico” son constructos comerciales, que desde el punto de vista de la química no tienen ningún sentido; dicho de otra forma, que desde el punto de vista de la química, no existe diferencia significativa en la composición de un alimento orgánico y otro convencional o incluso transgénico. Para ir al detalle, es posible asegurar que en alimentos 100% naturales y orgánicos existen también *químicos* cancerígenos como el 5,8 metoxipsoraleno en el perejil y el ajo, la sinigrina en la col, acelgas, coliflor, mostaza o el rábano, el safrol en la nuez moscada y la pimienta negra, y así podríamos seguir advirtiéndolo al consumidor a lo largo de todo el anaquel de frutas y verduras del mercado orgánico. Podemos asegurar también que existen compuestos tóxicos inherentes a las plantas como la vicina y convicina en las habas, las saponinas en la soya, espinacas y espárragos, la caramboxina del carambolo, la actinidina del kiwi o las fitoalexinas en el camote, el apio o las habas, de nuevo, para citar solo unos ejemplos, por no detallar el arsenal de antimetabolitos y toxinas en nuestros sagrados frijoles.

## Sin cal no hay país

Se atribuye a José Vasconcelos una frase que recoge de manera elocuente la esencia alimentaria de las grandes civilizaciones: *"una sociedad que se alimenta con trigo da lugar a poetas como Horacio, de arroz, poetas como Confucio, de maíz, poetas como Nezahualcoyotl"*. Vasconcelos se refería a las bases de la nutrición que sostienen que los humanos, donde quiera que se establecieron para dar lugar a una civilización, fueron exitosos gracias a la integración en su dieta de una fuente de energía (léase también de carbono) proveniente de un cereal. Pero a diferencia de otros grupos étnicos cuya base alimentaria es el maíz, en el caso de las culturas mesoamericanas, éste quedó profundamente ligado a la química vía su tratamiento con cal. La educación química de todo mexicano debería iniciarse temprano en la escuela mediante una visita, real o virtual a un molino de nixtamal y de una tortillería. Un promocional en favor de la química de alimentos, podría iniciarse preguntando al radioescucha: ¿sabías que para elaborar tortillas, sopes, tlacoyos, gorditas, ..., se agrega al maíz un potente químico como la cal? Así, después de una rápida encuesta sobre lo que los estudiantes perciben como *"químicos"* en la alimentación y su percepción de los riesgos/beneficios que la química en nuestra dieta sería interesante analizar el hecho de que la mayor parte del maíz que se consume en México podría catalogarse como químicamente modificado (MQM). Un maíz radicalmente *modificado* por un tratamiento con hidróxido de calcio, el mismo químico con el que se aplanan muros en las casas, el que se agrega para desintegrar restos de animales o de seres vivos para su rápida descomposición, o con el que se marcan los límites de un terreno de fútbol; y que seguramente interviene también en la elaboración de alguna droga química. En efecto, se trata del mismo químico que al actuar sobre el maíz, permite ablandar el grano, gelatinizar el almidón, desnaturalizar y solubilizar las proteínas, liberar la niacina (vitamina B3) evitando la pelagra, aumentar la disponibilidad de compuestos fenólicos antioxidantes provenientes de lignina, así como de calcio y hierro. Por otro lado, contribuye a eliminar por oxidación a las aflatoxinas, los cancerígenos 100% naturales más potentes conocidos, producidos por hongos que contaminan al maíz durante el almacenamiento. Aunque no debemos excluir que puede generar racemización de aminoácidos y formación de nuevos residuos peptídicos como la lisino-alanina que no son del todo inocuos. Así, nuestra inmersión en la química de alimentos (o vacunación contra la quimiofobia) debería iniciarse temprano en nuestra educación mediante un viaje por la transformación química del maíz ocasionada por este químico.

## La triple hélice: gobierno, academia e industria

No será posible transitar de la quimiofobia a la quimiofilia, sin una acción concertada del sistema educativo, de políticas de divulgación científica de diversas instancias educativas y de gobierno, y desde luego de un sector productivo comprometido con la ciencia y la salud. Llamados simples a consumir *"alimentos naturales"* y abandonar los *"alimentos chatarra"* han mostrado por décadas su ineficiencia en la mejora del estado de salud de la población, y acaban contribuyendo a la quimiofobia (eg: *"los alimentos chatarra están llenos de químicos"*); por otro lado, tampoco parece efectivo promover el consumo de determinado alimento, haciendo la simple lectura de una lista de compuestos y su respectivo beneficio fisiológico o de las enfermedades que evita. Es fundamental una estrategia concertada de tránsito a la quimiofilia, estrategia que haga consciente al consumidor de que son *químicos* concretos los responsables de las características por las cuales se promueve su consumo. Que los *químicos* son la base de todas las propiedades benéficas antes señaladas, y que se



pueden obtener a través de muchos y muy diversos alimentos, incluida la síntesis química: caso de las vitaminas. En países como Francia u Holanda, el sistema educativo formal y el del hogar, funcionan en armonía para adquirir hábitos sobre el buen comer, de forma estrechamente ligada a la cultura. No hay necesidad de campañas promocionales para consumir más de esto y menos de aquello. En nuestro caso, parte del esfuerzo a realizar debe consistir en advertir sobre los *químicos* benéficos, y no solo en el contenido de azúcar, grasa y sodio. Y en este mismo contexto, se deben revisar y analizar las políticas públicas hacia la desinformación. Las falsas reivindicaciones no deben tolerarse: en Europa, por ejemplo, la publicidad sobre el impacto de los compuestos prebióticos (y los probióticos también) en el sistema inmune tiene una regulación compleja, dada la enorme dificultad para aportar evidencias científicas contundentes. Hace algunos años la compañía Danone fue multada en Francia por asegurar en la publicidad que estaba clínica y científicamente demostrado, que sus productos (Activia y DanActive) regulaban y la digestión y estimulaban el sistema inmune (Mcmullen, 2010). El estado debe evitar que nademos en un océano de mentiras o que tengamos que elegir qué comer en un menú de desinformación. Baste señalar en este sentido la absurda manera en que han proliferado en las etiquetas la ausencia de *químicos* como elemento de promoción.

### **Es la dosis de alimento lo que nos cura o nos enferma**

En este proceso de comunicación de la ciencia, el balance entre riesgos y beneficios tiene que ser cuidadoso y bien informado, y es que en el otro extremo de la quimiofobia ha aparecido otro fenómeno, el de la *Ortorexia*, término acuñado para definir la obsesión patológica e irracional por comer sano. Hay aquí buena parte de responsabilidad de quienes en defensa de los *químicos* a través de sus funciones y con intereses puramente mercantiles, llevan a la población a la conclusión de que “*si algo es bueno, más es mejor*”. Un antecedente en este sentido lo constituyen Linus Pauling y Elia Metchnikov, quienes al final de su vida consumían diariamente hasta 20g de vitamina C el primero, y varios litros de yogurt el segundo, convencidos de los alcances del poder antioxidante de la Vitamina C o del impacto en la salud intestinal de las bacterias lácticas del yogurt, respectivamente. Ambos distinguidos con el Premio Nobel, Pauling en dos ocasiones, son muestra de la importancia de que no solo el conocimiento, sino la inteligencia emocional debe privar también en la definición de la dieta. En este sentido, los anaqueles de las tiendas naturistas están abarrotados de *químicos* que experimentalmente se ha demostrado tienen algún efecto benéfico en la salud o en la prevención del cáncer *in vitro*, inhibiendo, por ejemplo, la proliferación de células cancerosas en cultivos celulares. La lista aquí sería interminable, pero destacan las antocianinas de las uvas, las isoflavonas de la soya, la cafeína del café, los ácidos grasos omega 3 de la chía o la linaza, la citrulina de la sandía, la teobromina del chocolate, la capsaicina de los chiles, o incluso azúcares como la trehalosa o la isomaltulosa... seguido de un infinito etcétera. En general, se trata de decenas de compuestos *químicos* que incluimos dentro del concepto de *nutracéuticos*, una de las áreas modernas de la química de alimentos de un alto impacto en la salud (Wildman & Bruno, 2020). En un extremo de esta situación, se ha llegado a asociar la buena salud cardiovascular de los franceses (la paradoja francesa) con el resveratrol, consumido a través del vino tinto. Sin embargo, las cantidades de vino con un máximo de 15 mg/L que habría que ingerir para igualar las dosis a las que se observan efectos en células y animales de laboratorio (equivalentes a 300 mg/L) son inalcanzables, aun estando permanentemente alcoholizado. Así, con el

advenimiento de los nutracéuticos, si bien se ha demostrado la relevancia de toda una gama de compuestos *químicos* en la salud, se ha caído también en un potencial riesgo de daños por exceso en su consumo. Además de la ignorancia, es también la desinformación y el miedo, lo que lleva al consumo en exceso de sustancias químicas en "complementos nutrimentales" al asignarles propiedad de balas mágicas, capaces de resolver cualquier problema de salud o incluso de retrasar el envejecimiento. Otra curiosidad química es el caso de la ecdisterona, una hormona "natural" presente en las espinacas que se promueve como el principio que mejora la masa muscular (Isenmann y col., 2019). Uno de los *químicos* de mayor popularidad en el mercado de los complementos nutrimentales, es la curcumina que no solo se plantea útil en el tratamiento de afecciones gastrointestinales, sino para mejorar también el humor y la calidad de vida (Lopresti et al, 2021).

Tanto para combatir la quimiofobia como la Ortorexia, no hay que olvidar lo que sabemos desde tiempos de Paracelso, es decir que *la dosis hace al veneno*. Este conocido postulado parece ser la versión compacta y contundente, de lo que, de acuerdo con Chamizo (2022), Paracelso realmente afirmó y que deberíamos tener siempre presente al hablar de beneficios y riesgos de los *químicos*:

*¿Qué hay que no sea veneno? todas las cosas son veneno y nada (es) sin veneno. Únicamente la dosis determina que una cosa no es un veneno.*

## Referencias

- Ames, B. N., & Gold, L. S. (2000). Paracelsus to Parascience: The Environmental Cancer Distraction. *Mutation Research: Fundamental And Molecular Mechanisms Of Mutagenesis*, 447(1), 3-13. [https://doi.org/10.1016/s0027-5107\(99\)00194-3](https://doi.org/10.1016/s0027-5107(99)00194-3)
- Presidencia de la República. (2022). *Versión estenográfica. Conferencia de prensa del presidente André...* <https://tinyurl.com/ykn7nrn7>
- Carson Rachel (1962). *Silent Spring*. The Riverside Press Cambridge.
- Chamizo J.A. (2022) "La dosis es el veneno", septiembre. *Educación Química*. Volumen 33. Número especial. Páginas 70-84.
- Mcmullen, T. (2010, 26 de febrero). Dannon to pay \$45M to settle Yogurt lawsuit. *ABC News*. <https://abcnews.go.com/Business/dannon-settles-lawsuit/story?id=9950269>
- Isenmann E, Ambrosio G, Joseph JF, Mazzarino M, de la Torre X, Zimmer P, Kazlauskas R, Goebel C, Botrè F, Diel P, Parr MK (2019). Ecdysteroids as non-conventional anabolic agent: performance enhancement by ecdysterone supplementation in humans. *Arch Toxicol*. Jul;93(7):1807-1816.
- Lopresti, A. L., Smith, S. J., Rea, A., & Michel, S. (2021). Efficacy of a curcumin extract (Curcugen™) on gastrointestinal symptoms and intestinal microbiota in adults with self-reported digestive complaints: a randomised, double-blind, placebo-controlled study. *BMC complementary medicine and therapies*, 21(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03220-6>

Paarlberg Robert (2018). Would Rachel Carson Eat Organic? 24<sup>th</sup>May, The Conversation.

Pollan Michael (2009). Food Rules: An Eaters Manual. Penguin Books.

Schaller, M., y Park, J. H. (2011). The Behavioral Immune System (and Why It Matters). *Current Directions in Psychological Science*, 20(2), 99–103. <https://doi.org/10.1177/0963721411402596>

Wildman E.C. Robert E.C. & Bruno Richard S. (2020). Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. 3<sup>rd</sup> Edition. CRC Press. Taylor and Frances Group.