

A FONDO

Bioquímica y cocina

Félix M. Goñi Urcelay

Unidad de Biofísica (CSIC-UPV/EHU). Departamento de Bioquímica, Universidad del País Vasco, 48940 Leioa, Bizkaia

Este artículo tiene un origen bastante personal, por lo que quizá debo pedir disculpas. Se basa en mis reflexiones como cocinero casero, en las cosas que a veces pienso cuando estoy preparando la comida o la cena en mi casa. Mis amigos no científicos, que conocen mis tareas culinarias, me preguntan a veces: “en la cocina, ¿trabajas de manera parecida a como lo harías en el laboratorio?” Y, en no pocas ocasiones, la sospecha se hace más explícita: “¿tú cocinas con química?” Por no hablar de las ocasiones en las que salen a colación los alimentos transgénicos. Como es natural, estas preguntas y otras parecidas tienen las respuestas que cualquier lector de la Revista AMBIOCIENCIAS conoce bien. Pero, en su ingenuidad (normalmente vienen de personas bienintencionadas), a veces me han hecho reflexionar sobre estos temas, y a veces las reflexiones me han llevado por caminos poco trillados, alguno de los cuales paso a esbozar aquí.

¿Cómo cocino yo?

Básicamente, como cualquier otro, faltaría más. Cocino como todo el mundo. Y, sin embargo... ¿Cómo evitar pensar en la desnaturalización térmica de una proteína cuando estoy friendo un huevo? ¿Cómo ignorar la maravilla físico-química de la formación de una fase micelar al hacer la mayonesa? ¿Cómo cerrar los ojos a la oxidación de los polifenoles que ocurrirá sin remedio si no bajo el pH (añado zumo de limón) a las alcachofas recién moldeadas? Tenemos los bioquímicos, como cualquiera, una vida detrás, corta o larga, que no nos abandona, tampoco en la cocina. Todos tenemos una colección de vivencias que nos acompaña en el cocinar, como en el vivir: éste era el plato favorito de fulanita, recuerdo la trucha que comí en tal sitio, las lentejas que se me quemaron tal día... Solo que los bioquímicos, además, tenemos los recuerdos o conocimientos propios de nuestra profesión. Otros profesionales tendrán los suyos, sin duda, pero en pocos casos se dará como en el del bioquímico en la cocina, una actividad doméstica en la que se utilicen los mismos productos que en el trabajo, a veces con operaciones muy parecidas, pero con finalidad tan distinta.

Creo que si el cocinar me resulta en parte placentero, yo pienso que es por este parecido-pero-no-tanto de la cocina con la bioquímica. En concreto, tengo la impresión de que el laboratorio es el sitio donde llevo a cabo los experimentos ajustándome escrupulosamente a un protocolo, y con gran

frecuencia no llegan a buen término. Por el contrario, en la cocina basta con respetar unos procedimientos básicos; a partir de ahí uno hace lo que quiere/puede, y el resultado es casi siempre comestible. Mi actitud, comprensiblemente, es distinta en uno y otro caso.

El vitalismo nunca muere

Creíamos que Wöhler había acabado con él, al sintetizar en 1828 un compuesto biológico, la urea, a partir de una sustancia inorgánica, el cianato amónico. Pensábamos que la síntesis in vitro de ácidos nucleicos, por Ochoa y Grunberg-Manago en 1955, lo había rematado. Estábamos, en fin, convencidos de que toda la bioquímica del siglo XX había enterrado, con escasa pompa, al vitalismo. Pero en nuestros supermercados se venden tomates de “agricultura biológica”, el personal quiere vino “sin química”, y el carnicero nos ofrece, a su precio, pollos alimentados exclusivamente de forma “natural”. Está claro, el vitalismo nunca muere. Quizá esto de seguir vivo es algo que el vitalismo “lo lleva en la sangre”.

Es necesaria una importante labor pedagógica a este respecto. Debemos educar a nuestros conciudadanos, desde la niñez, en algunos aspectos básicos de la química biológica aplicada a la alimentación, y, sobre todos ellos el concepto, para nosotros obvio, de que no hay una barrera entre la química y la biología, entre la ciencia y la cocina; que los seres vivos están compuestos por moléculas químicas, que los seres vivos, en definitiva, somos química. Y, más allá de la teoría, debemos enseñar, y practicar, que la química nos ayuda a cocinar. Nunca hemos tenido a nuestro alcance más y mejores lácteos, vinos, panes y bollería, a precios asequibles. Todo ello, en gran parte, debido a la “química” de las levaduras. La química nos permite separar e identificar los componentes de los aromas, y así mejorar ciertos productos. E incluso operaciones absolutamente tradicionales de la cocina se basan en fenómenos químicos sencillos y perfectamente identificados, como el ya citado uso de ácidos para evitar el pardeamiento de las alcachofas, o el puñadito de sal en el agua en la que vamos a escalfar los huevos para unir el salting out a la desnaturalización térmica de la albúmina.

Aún creo que podemos dar un paso más en la batalla contra el vitalismo, que supone, en cierto modo, derrotarle con sus mismas armas. Un grave problema de Europa Occidental y América del Norte es el descenso de las vocaciones científicas. Nadie quiere ya ser químico, o físico, o geólogo. Estoy seguro de que las causas de este fenómeno son múltiples, pero estoy igualmente convencido de que una muy importante es la lamentable enseñanza de las ciencias en la escuela. Por lo que veo ahora mismo en los niños de la familia, la física sigue empezando por el movimiento uniforme, y la química por la

memorización de columnas de la tabla periódica, idealizaciones magníficas que honran a la humanidad... y espantan a los jóvenes humanos que se acercan a ellas. Es terrible pensarlo, pero para la práctica totalidad de nuestros adolescentes, la química consiste, sobre todo y ante todo en “sodio-litio-potasio... ¿cuál venía ahora?” Pues bien, la cocina y la alimentación nos ofrecen una oportunidad inmejorable de acercarse a los principios básicos de la ciencia. Empezamos las clases de química preparando una merienda con sándwiches de jamón y queso, fruta, y colacao. El sándwich nos permitirá introducir los azúcares, los lípidos y las proteínas. La diferente masa de pan y de queso nos llevará al diferente contenido energético de esos alimentos. Las modificaciones ocurridas en el tostado nos introducirán en las reacciones químicas, y el efecto de la temperatura en su cinética. Los diferentes sabores del plátano y la naranja nos llevarán a la acidez/basicidad y el uso del pH. La observación de que el sándwich se enfría más rápido que el colacao dará la oportunidad de discutir la naturaleza del calor y de la temperatura... Esta merienda nos proporciona materiales para un curso elemental de física y química, y sobre todo, nos asegura que vamos a dejar en los alumnos las dos ideas fundamentales de que: (a) la ciencia no está separada de la vida, y (b) los productos biológicos son susceptibles de análisis fisicoquímicos.

Física, química, y tecnología de los alimentos

La tecnología de los alimentos, sobre todo en lo referente a alimentos fermentados, como pan o bebidas alcohólicas, ha estado presente desde los albores de casi todas las civilizaciones. Sin embargo, esta tecnología ha tenido hasta hace poco un carácter meramente empírico, y no se ha beneficiado como debiera de los avances científicos de los últimos cien años. Solo en los últimos años la tecnología de los alimentos ha traspasado la barrera de la industria alimentaria para llegar a la restauración, y, en ciertos casos, incluso a la cocina doméstica. Hasta hace poco, cuesta creerlo, la restauración colectiva en colegios y hospitales ha estado basada en conocimientos empíricos desarrollados por rancheros de cuartel y hermanos legos de convento, con criterios en los que el equilibrio dietético y la salubridad de los ingredientes no estaban precisamente en lo alto de la lista.

Nos movemos, afortunadamente, hacia una sociedad más igualitaria. Nadie, en nuestro entorno, se muere de hambre. Pero ahora se trata de que todos comamos bien, y, para ello, necesitamos sistemas eficientes de producción, distribución y elaboración de alimentos. Las ciencias físicas, químicas y biológicas deben irrumpir donde ahora entran tímidamente, en la tecnología de alimentos y en las cocinas, sobre todo colectivas. No se trata ya de que unos pocos coman muy bien, ni siquiera de que todos comamos. Todos

debemos comer bien, y para eso es imprescindible la ayuda de la ciencia. Ni que decir tiene que los “temidos” organismos genéticamente modificados, han de jugar aquí un papel protagonista.

Un último comentario sobre el tema ciencia-tecnología-cocina. En los últimos diez años, gracias sobre todo, pero no solo, a Ferrán Adriá, han aparecido en muchas cocinas, incluso domésticas, artilugios que asociamos habitualmente al laboratorio: balanzas granatarias, pipetas, termómetros de todo tipo, trompas de vacío y mil cachivaches más. Quitando lo que este movimiento pueda tener de esnobismo, no cabe duda de que introduce variedad en la elaboración y presentación de los platos, y eso siempre es positivo, incluso si no supone cambios sustanciales en la nutrición. Por otra parte, cualquier cocinero curioso ha incorporado con agradecimiento a su arsenal al menos las pipetas desechables. No es ésta la revolución de la tecnología de los alimentos que algunos reclamamos, pero es una novedad agradable y bastante inocua.

La cocina como pre-digestión

Se ha dicho, con razón, que solo la especie humana cocina. No solo eso, sino que es claro que el cocinado de los alimentos ha supuesto un componente importantísimo de la evolución cultural. Nada sabemos de cómo empezó todo esto. ¿Fue el cocinado en frío, o en caliente? ¿Fue el acto consciente de un genio desconocido, o fue el hambre, gran aguzador de ingenios, que impulsó a alguien a comer carne de algún animal abrasado en un incendio? Ni lo sabemos ni lo sabremos, solo está claro que en la actualidad la especie humana, casi sin excepción, se alimenta mayoritariamente de alimentos cocinados.

¿Qué ventaja evolutiva, en el terreno, insisto, de la evolución cultural, proporciona el cocinado a la especie humana? En mi opinión hay una muy clara, a saber: la cocina efectúa una pre-digestión de los alimentos, y ayuda a su digestión posterior, de modo que podamos ingerir más alimentos con menos esfuerzo, gastar menos energía para digerirlos, y completar la digestión en menos tiempo.

La pre-digestión se aplica a los tres grupos mayoritarios de biomoléculas en la digestión. En el caso de los glúcidos, y particularmente de los polisacáridos, la cocina los hidrata (como cuando cocemos el arroz, la pasta o las legumbres), y los hidroliza ligeramente. Es lo mismo que hace la saliva y el jugo gástrico.

En el caso de los lípidos, la cocina los emulsiona, como las sales biliares en el intestino delgado. A veces los lípidos aparecen naturalmente en forma de emulsión, como en la leche y en la yema de huevo. Pero también estas emulsiones naturales ayudan en la cocina a emulsionar otras grasas. Ejemplos típicos de salsas emulsionadas con huevo son la mayonesa y la holandesa, que

utilizan las propiedades surfactantes de la fosfatidilcolina de la yema de huevo. La leche, o su derivado más tensoactivo, la nata, sirven para estabilizar numerosas salsas y cremas. Otras veces, las emulsiones se estabilizan con otros agentes. El bacalao al pilpil genera una salsa que no es sino una emulsión de aceite de oliva en agua, estabilizada por proteínas de la piel del pescado con propiedades surfactantes.

Las proteínas sufren, durante el cocinado, esencialmente un proceso de desnaturalización, lo que las hace más accesibles a las proteasas digestivas. Esta desnaturalización ocurre por lo demás en el estómago, ayudada por el ácido clorhídrico. Al pensar en la cocina, nos hacemos normalmente la idea de tratamientos térmicos, y, en el caso que nos ocupa, de la desnaturalización térmica de las proteínas. Esto es así casi siempre, pero no siempre. Si pensamos en el cebiche peruano, o en nuestros boquerones en vinagre, encontraremos ejemplos de proteínas alimenticias desnaturalizadas por ácido, como desde siempre venía haciendo el estómago.

En general, los métodos en caliente aplicados a carnes y pescados tienen la ventaja de activar, durante el calentamiento y antes de causar su desnaturalización térmica, a las hidrolasas lisosómicas, que por lo tanto causan ya una primera hidrólisis parcial de glúcidos, lípidos y proteínas. Otras veces la cocina introduce, por supuesto de manera empírica, sustancias químicas o bioquímicas que ayudan a la digestión. Es el caso de los platos tropicales tradicionales que combinan carne y piña, o papaya, ambas ricas en la proteasa papaína que no se inactiva ni siquiera con el pH ácido del estómago. Otras veces se añade bicarbonato sódico (“levadura química”) para producir en los postres o en los fritos una suspensión de aire en sólido, que apreciamos grandemente en unos buñuelos, o simplemente en el pan. El pan es un extraordinario objeto físico-químico, una suspensión de aire en sólido, estabilizada por una proteína, el gluten del trigo, que adquiere sus propiedades mecánicas elásticas durante la cocción. Los que han intentado preparar pan sin gluten para celíacos saben del papel casi insustituible de esta proteína para obtener un pan comestible. Como en otros procesos de cocinado de féculas, en la preparación del pan interviene la hidratación y la hidrólisis parcial durante el cocido. Pero es la generación de CO₂ por las levaduras lo que hace al pan un alimento ligero, fácilmente palatable, masticable y deglutible. Solo en casos de mucha penitencia se puede comer el pan ázimo (sin levadura).

La formalización físico-química de la cocina

Hace ya más de treinta años que tuve la oportunidad de conocer en su casa y compartir mesa y conversación con José María Busca Isusi (Zumárraga 1916-1986). Busca Isusi era un vasco ilustrado que en vez de hacerse ingeniero o

cura, como todos los de su generación, tuvo la extraña idea de estudiar la licenciatura de Ciencias Naturales (que luego se escindiría en Biológicas y Geológicas) en la entonces Universidad Central, en Madrid. Busca Isusi fue un renombrado escritor y conferenciante en los años sesenta y setenta del siglo pasado, especializado en temas gastronómicos. En la radio y en el periódico hizo el papel de los telecocineros de nuestros días. En concreto, fue el gran divulgador de las pastas italianas y de los alimentos congelados, ambos tipos de comidas poco utilizados y hasta despreciados por entonces. La cultura gastronómica de Busca Isusi no conocía límites y su conversación nos fascinó.

Uno de los temas, que a mí me sorprendió por completo surgió cuando alguien mencionó la habilidad de tal o cual cocinero para dar el punto a sus guisados. Busca Isusi sentenció: “el punto no existe”. Y ante nuestro asombro continuó: “llegará el día en que se definan para los alimentos parámetros físico-químicos, de manera que la aplicación exacta de tiempos, temperaturas y métodos de cocción conduzca infaliblemente al pretendido punto, que dejará de ser algo mágico”. Ha llovido mucho desde entonces, pero el tiempo ha dado la razón al gran gastrónomo guipuzcoano. Los buenos cocineros modernos te cuentan con absoluta naturalidad que han cocido un huevo a 62°C durante 40 minutos, y te muestran lo que a nuestros ojos son incubadores metabólicos o estufas de precisión que utilizan en sus preparaciones o, más todavía, te relatan el número de horas que pasan adiestrando a sus proveedores para poder disponer de una verdura, de una carne o de un pescado con lo que nosotros llamaríamos “propiedades reproducibles” de madurez, tersura o aroma. Si Busca Isusi levantara la cabeza... no saldría de los fogones de Josean Aluja, o de Andoni Luis Adúriz, por decir algún nombre.

Para terminar estos comentarios un tanto inconexos, voy a reproducir uno de los mejores ejemplos que conozco de formalización físico-química aplicada a la cocina. Me refiero al diagrama de fases triangular aplicado a la repostería, invención de Ernest Lester Smith, que dirigió durante muchos años los laboratorios de investigación de Glaxo en Hastings (Inglaterra). La repostería es sin duda la parte más cuantitativa de la cocina. Se puede preparar una comida entera añadiendo los ingredientes “a ojo”, pero no se puede hacer una tarta sin una balanza o un medidor de volúmenes. Según Smith, cualquier receta de panadería o repostería contiene dos o más de los siguientes ingredientes: harina, grasa, huevo, líquido (leche o agua) y azúcar. Pues bien, las proporciones de los tres primeros se pueden representar como un punto único en un diagrama triangular. Esto se basa en que para cualquier punto dentro de un triángulo equilátero, la suma de las distancias perpendiculares de este punto a los tres lados es constante.

Los tres vértices del triángulo (**Fig. 1**) representan respectivamente

100% de harina, 100% de huevo y 100% de grasa. Conforme avanzamos a lo largo de los lados, la proporción de ese componente disminuye como se indica en la escala, y aumenta la proporción del componente situado en el otro vértice.

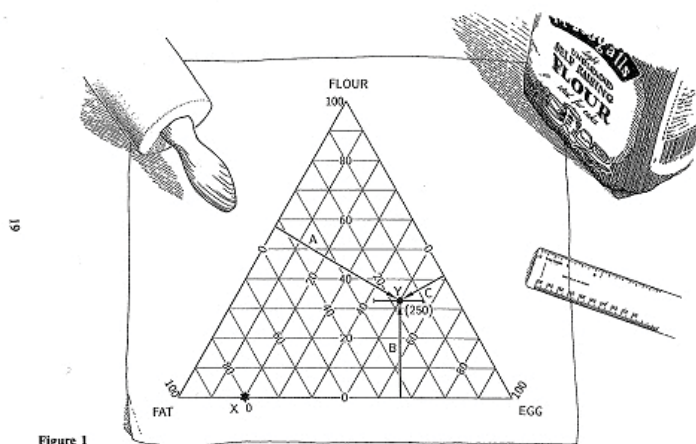
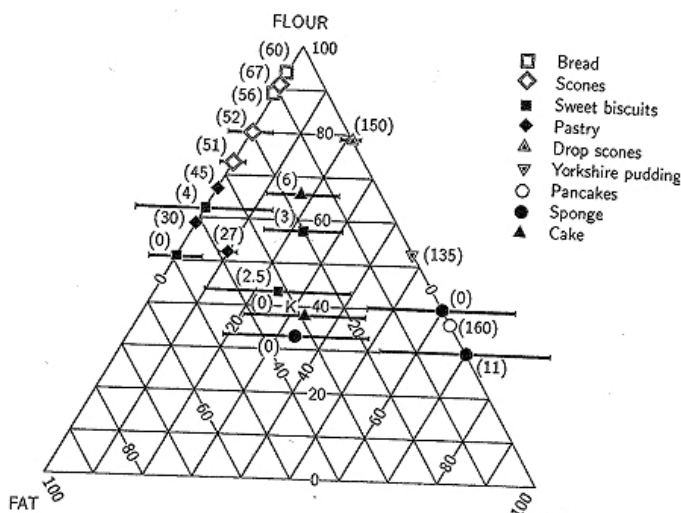


Figura 1. El diagrama de fases triangular de la repostería. Tomado de Kurti y Kurti (1988), p. 19.

Por ejemplo el punto X de la Fig. 1 corresponde a un 80% de grasa y un 20% de huevo, todos los porcentajes en peso, lo que sería una receta razonable para una salsa holandesa. El punto Y corresponde a un viejo postre inglés, el “baked batter pudding”, que contiene 33% de harina, 17% de grasa (mantequilla o margarina) y 50% de huevo. A esto hay que añadir, como es natural, las cantidades necesarias de azúcar y líquido.

La belleza del sistema es que se puede utilizar para comparar grupos de recetas y transformar unas en otras. Ninguna receta contiene menos del 30% de harina, ni más del 50% de grasa, ni más del 70% de huevo (**Fig. 2**). En la zona cercana al 100% de harina, con un poco de grasa, tenemos las recetas caseras de pan. Si aumentamos la proporción de grasa hasta un 40-50% tenemos la pasta brisa o la pasta de hojaldre. En el lado derecho, cantidades aproximadamente



iguales de harina y huevo nos dan el popular Yorkshire pudding que acompaña al roast beef, y aumentando la proporción de huevo obtenemos... los crêpes y bizcochos.

Figura 2. Diagrama de fases triangular que incluye ejemplos de diversas preparaciones de repostería. Tomado de Kurti y Kurti (1988), p. 20.

El centro del triángulo corresponde a una vieja receta victoriana de bizcocho, que incluía harina, grasa y huevo a partes iguales (más otra parte de azúcar, sin líquido). A partir de este punto central, hacia la derecha, vamos incluyendo menos grasa y la receta se convierte, como hemos visto, en una mezcla para crêpes, o para bizcocho. Si, por el contrario, nos movemos hacia la izquierda (menos huevo) llegamos a la zona de las galletas y pastas de té. Finalmente, moviéndose del centro hacia arriba (más harina) obtenemos los tradicionales cakes de frutas.

Hay algo negativo en esta representación, y es que nos muestra a las claras que el número de recetas posibles es finito, y que, de hecho, no hay zona del diagrama accesible en la práctica, que no haya sido ya utilizada. Lo mismo ocurre a la Madre Naturaleza, a pesar de sus 4000 millones de años de experiencia, cuando quiere jugar a cocinitas con la esfingomiolina, la fosfatidilcolina y el colesterol (**Fig. 3**). Se pueden mezclar en muchas proporciones, pero no en todas, y no siempre vamos a obtener la bicapa fluida que les apetece a nuestros enzimas.

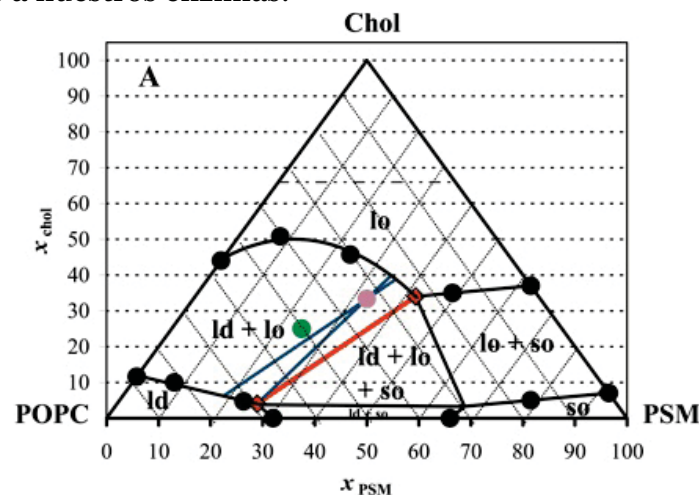


Figura 3. Diagrama de fases triangular para la mezcla esfingomiolina-fosfatidilcolina-colesterol con exceso de agua. Tomado de Goñi et al. (2008).

Bibliografía

- Adriá, F. 1997. Los secretos de El Bulli. Altaya, Barcelona. *(Incluso si este libro no incluye las últimas genialidades del gran maestro, sí muestra muchos ejemplos de aplicación de instrumentos y técnicas químicas a la cocina).*
- Busca Isusi, J.M. 1976. Cocinar a presión. 258 recetas. Magefesa, Bilbao. *(Como parte de su testamento gastronómico, Busca Isusi nos legó este magnífico libro de recetas, utilizables con o sin olla a presión, que muestra sin lugar a dudas su erudición tanto como su pasión por la gastronomía).*
- Cobb, V. 1972. Experimentos científicos que se pueden comer. Adara, La Coruña. *(Es una pena que este libro, dirigido a niños y jóvenes, esté descatalogado. Sería*

mi texto preferido para un curso de física y química a nivel escolar).

- Goñi, F.M., Alonso, A., Bagatolli, L.A., Brown, R.E., Marsh, D., Prieto, M., Thewalt, J.L. 1988. Phase diagrams of lipid mixtures relevant to the study of membrane rafts. *Biochim. Biophys. Acta* 1781, 665-684.
- Kurti, N. y Kurti, G. (eds.). 1988. But the crackling is superb. Adam Hilger, Bristol. (*Se trata de un libro basado en contribuciones de Fellows of the Royal Society de lectura amenísima. Hay muchos comentarios de ciencia aplicada a la cocina. En este libro se encuentra, en pp. 18-22, la contribución de E. Lester Smith sobre los diagramas de fases*).
- Kurti, N. y This-Benkhardt, H. 1994. Química y física de la cocina. Investigación y ciencia, junio:40-45. Apéndice en pp. 83-85. (*Una breve e interesante introducción al tema, con un apéndice experimental*).
- Ugalde, U., Lasa, D. y Adúriz, A.L. 2009. Las primeras palabras de la cocina. IXO editorial, San Sebastián. (*Esta obra de nuestro consocio Unai Ugalde incluye numerosos ejemplos de cómo la ciencia y la tecnología de laboratorio encuentran una admirable aplicación en la cocina*).



Félix M. Goñi Urcelay es catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea y Director de la Unidad de Biofísica, centro mixto CSIC-UPV/EHU.

Nacido en Donostia-San Sebastián en 1951. Es Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Navarra (1975). Realizó estudios postdoctorales en la Universidad de Londres (Royal Free Hospital, Prof. D. Chapman). En 1978, se incorporó a la Facultad de Ciencias de Leioa, Bizkaia, como profesor adjunto de Bioquímica, y comenzó a desarrollar lo que luego sería el Grupo de Biomembranas, y, a partir de 1999, la Unidad de Biofísica. Su grupo es uno de los grupos de alto rendimiento del Gobierno Vasco y de la UPV/EHU. Su trabajo de investigación se centra en las interacciones moleculares en las membranas celulares. Ha publicado 6 libros y 302 artículos e impartido numerosas conferencias invitadas y plenarias en todo el mundo. Es coautor de 5 patentes y ha dirigido 16 tesis doctorales. Es miembro de los Consejos Editoriales de *Journal of Liposome Research*, *Biochimica et Biophysica Acta*, *Chemistry and Physics of Lipids* y *Chemical Biology*. También es miembro del Comité de Redacción de *Revista de Derecho y Genoma Humano* y ha formado parte del comité científico de un buen número de congresos internacionales. En 2002 fue Experto de la Comisión del Programa de Biología Fundamental del Ministerio de Educación y Ciencia. Fue Presidente del Comité del Programa del 51st Annual Meeting of the Biophysical Society (2006), Baltimore, Maryland, USA.

En cuanto a cargos de gestión ha sido Director de Política Científica, Departamento de Educación, Universidades e Investigación, Gobierno Vasco y desde 2006 es Presidente del Comité de Publicaciones de FEBS (Federation of European Biochemical Societies) y también Fundador y Presidente de la Fundación Biofísica Bizkaia/Biofísica Bizkaia Fundazioa. Es premio Euskadi de Investigación otorgado por el Gobierno Vasco en 2002 y Amigo de Número de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País (2003) y Profesor Honorario de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (2005).