

# ALIMENTOS: HISTORIA, PRESENTE Y FUTURO

DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED



# ESCRITURA EN CIENCIAS

DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED  
DOCENTES APRENDIENDO EN RED



Instituto Nacional  
de Formación Docente  
**Ministerio de Educación**  
Presidencia de la Nación

**Presidenta de la Nación**  
Cristina Fernández De Kirchner

**Ministro de Educación**  
Alberto Sileoni

**Secretaria de Educación**  
Jaime Perczyk

**Secretario del Consejo Federal de Educación**  
Daniel Belinche

**Secretario de Políticas Universitarias**  
Martín Gil

**Subsecretario de Planeamiento Educativo**  
Marisa del Carmen Díaz

**Subsecretaria de Equidad y Calidad**  
Gabriel Brener

**Instituto Nacional de Formación docente**  
Verónica Piovani

**Dirección Nacional de Formación Docente e Investigación**  
Andrea Molinari

**Coordinadora de Investigación Educativa del INFD**  
Inés Cappellacci

# PRESENTACIÓN

Los libros que se presentan en esta edición completan la colección de 18 títulos que integran Escritura en Ciencias, el dispositivo de formación que desarrollamos desde 2010 en el Instituto Nacional de Formación Docente del Ministerio de Educación de la Nación. Con esta entrega culminamos un proceso de tres largos años de experiencia en llevar adelante acciones que tienen como protagonistas principales a profesores de institutos de profesorado de ciencias del país. En esta oportunidad los autores provienen de la Ciudad autónoma de Buenos Aires y de las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Río Negro, Salta, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe y Tierra del Fuego.

En esta ocasión se agregan los siguientes seis títulos:

13. Biotecnología: entre células, genes e ingenio humano
14. Convergencia: electrónica, informática y telecomunicaciones
15. Nanotecnología Hoy: el desafío de conocer y enseñar
16. Alimentos: historia, presente y futuro
17. Radiaciones: Una mirada multidimensional
18. Los movimientos en el planeta tierra

Los libros publicados anteriormente<sup>1</sup> han servido de referencia en el trabajo de ajuste y de reescritura constante del dispositivo para mantener la pertinencia de su propósito, haciendo extensiva a nuevos lectores la invitación de acompañar este proceso. Así, el tercer ciclo del proyecto, que transcurrió entre 2013 y 2014, mediante el que se escribieron los volúmenes 13 al 18, estuvo enriquecido por diferentes instancias de difusión: en algunos casos, como consecuencia de que el proceso se hizo visible en las distintas provincias a través de los profesores autores que empezaron a utilizar el material publicado en sus clases y que difundieron, en el boca en boca, el trabajo con sus propios colegas.

---

1. Los plaguicidas, aquí y ahora; 2. H2O en estado vulnerable; 3. Del gen a la proteína; 4. La multiplicidad de la vida; 5. Cerebro y memoria; 6. La evolución biológica, actualidad y debates; 7. Ecosistemas terrestres; 8. Ecosistemas acuáticos; 9. El big bang y la física del cosmos; 10. Cambio climático; 11. Energía: características y contextos; 12. Epidemias y salud pública.

Otra instancia de promoción fue el resultado de la adhesión y acompañamiento que encontramos en las asociaciones de profesores tanto de biología (ADBIA), física (APFA) y química (ADEQRA), en cuyos foros específicos en diferentes provincias pudimos compartir y comunicar este proyecto con profesores de todo el país. Nuestra preocupación fue hacer dialogar la experiencia en contextos y ámbitos especializados diversos, como una manera de tomar contacto con inquietudes e intereses genuinos que provienen de los diferentes ámbitos vinculados a la enseñanza de las ciencias en el país. En este sentido, siempre una primera carta de presentación fue posible gracias al acompañamiento constante que hemos tenido de la Revista Ciencia Hoy y de la oficina de UNESCO en Montevideo, Uruguay.

En las presentaciones de los volúmenes anteriores hemos descrito la organización y dinámica del dispositivo así como las lógicas de funcionamiento y algunas estrategias fundantes del trabajo propuesto en Escritura. Pero no quisiéramos dejar de referirnos a otros componentes fundamentales que acompañaron el transcurso de este trayecto, sin cuya presencia no tendríamos los resultados que se pueden mostrar hoy con la colección completa: los aportes de los investigadores de referencia de cada uno de los temas, visibilizados no sólo en las conferencias magistrales de inicio, que resultan un valioso recurso didáctico del proyecto, sino en el acompañamiento temático a lo largo del desarrollo de los libros. Esta tarea se pone en diálogo todo el tiempo con el trabajo de los coordinadores de escritura que sostienen a los profesores en el proceso de escribir los libros.

En este dispositivo la escritura está concebida como una mediación relevante para los procesos de conocimiento, lo cual se traduce en un trabajo intelectual que requiere de planificaciones, ensayos, intentos, revisiones, rectificaciones, lecturas activas para buscar y construir conocimiento, y es por ello, que se propone esta práctica como un aprendizaje en cada nuevo contexto que la demanda. Pero la complejidad de la tarea de escribir supone además la puesta en escena de prácticas propias de una comunidad discursiva específica. En este punto se requieren siempre orientaciones expertas como parte fundamental de condiciones necesarias para sostener un proceso completo que permita llegar a las producciones finales.

En el dispositivo de Escritura en Ciencias el trabajo colaborativo fue un tejido de difícil trama entre diferentes instancias: Equipo INFD y coordinadores, para el diseño y la puesta en práctica de secuencias de escritura que se jugaron en procesos organizados en torno de la devolución y el intercambio entre pares y entre

profesores e investigadores de referencia sobre el tema del libro<sup>2</sup>.

Este punto requiere una explicitación particular: aprender en colaboración con investigadores ha sido mucho más que un enunciado de buenas intenciones, más bien un objetivo centrado en prácticas horizontales donde se suspende por un rato la investidura jerárquica de los roles de los especialistas que acompañan y se insta a que todos asuman un proceso continuo de intercambio y discusión. Este trabajo consiste en reproducir prácticas y modos de enunciación de las comunidades científicas de referencia, en las cuales la construcción del conocimiento se realiza por argumentaciones que se van consolidando mediante el estudio y consultas de fuentes bibliográficas actualizadas, que permiten a los profesores fortalecer las propias posiciones y el vínculo con el conocimiento.

Lo que entraña de relevante esta acción de innovación radica en ayudar a vincular perfiles y trayectorias profesionales que no se vinculan con frecuencia. Los profesores participantes muchas veces conocen a los investigadores a través de la bibliografía, pero nunca han pensado en sentarse a discutir un tema con ellos. Estos intercambios producen una fuerte motivación de los grupos participantes que los lleva a comprender la relevancia de ese vínculo.

El efecto producido por esta acción se evidencia en la apropiación que los grupos hacen del proyecto, y valoran positivamente la oportunidad de formar parte de él. Se observan claros indicios de trabajo colaborativo entre pares en variados gestos de recomendaciones de bibliografía o materiales y en sugerencias sobre el escrito de los colegas emulando, a veces, prácticas que han vivido durante este proceso de parte de los investigadores.

Las prácticas mencionadas representan una puesta en diálogo de dos lógicas institucionales que no siempre conviven y tampoco producen en conjunto. Pero este es sólo un camino entre tantos otros, que muestra articulaciones posibles entre saberes de las universidades y grandes centros de investigación con el trabajo de los profesores del sistema formador argentino. Se evidencia aquí una manera en que se actualizan y se recrean aprendizajes, que no corren nunca en una sola dirección, como sostiene el Dr. Crisci, sino que en este proceso el aprendizaje se fecunda en ambos sentidos.

---

2 Los investigadores que asesoraron a los profesores durante todo el proceso de escritura de los libros son: Dr. Raúl Alzogaray, Dr. Rubén Blesa, Dr. Alberto Kornblith, Dr. Manuel Muñoz, Dr. Jorge Crisci, Dra. Noel Federman; Dr. Esteban Hasson; Dr. Rolando León; Dr. Juan López Gappa; Dr. Alejandro Gangui; Dra. Marcela González; Dr. Jorge Natera; Dr. Mario Lozano; Lic. Alberto Díaz; Ing. Carlos Palotti; Dr. Galo Soler Illia; Dra. Laura Malec; Dr. Jorge Torga; Dr. Silvio Peralta.

El otro soporte ineludible en el proceso de escritura de los libros, lo constituyen los coordinadores de escritura. Los textos de Escritura en Ciencias llevan un tiempo de gestación y reelaboración, surgidos de un boceto inicial que sigue un itinerario de constante transformación de ideas preliminares hacia el camino del texto. Este avance no podría ocurrir sin la intervención de los coordinadores como figuras que reenvían todo el tiempo a la tarea de escribir y moderan los intercambios que van dando forma de texto a los incipientes borradores. Este trabajo contempla los posibles obstáculos y dificultades que emergen: un trabajo situado y pertinente que está hecho de oficio en la lectura de borradores, en devoluciones ajustadas al proceso, pero no pocas veces implicado en gestionar las zozobras y conflictos en que ingresan los participantes para poner en molde de escritura ideas, lecturas y argumentos.

Los seis últimos libros que completan esta colección tienen la estructura experimentada en la edición anterior, cada capítulo de autoría individual, al que se suma como cierre un capítulo dedicado a la enseñanza de las ciencias. Este apartado tiene autoría compartida y sus orientaciones son diversas: contiene propuestas, reflexiones o ideas para pensar la enseñanza de cada uno de los temas. También en su conjunto refleja un ensayo que amerita seguir intentando, toda vez que se vuelve un terreno donde se hacen visibles posibilidades, tensiones, vacancias en las oportunidades que los docentes suelen tener para reflexionar sobre sus prácticas.

Por el momento en que escribimos esta presentación, el proyecto Escritura en Ciencias ha sido distinguido con el premio “Paulo Freire” a la innovación educativa en enseñanza de las ciencias (PASEM). Por este estímulo, nuestro agradecimiento se anuda al deseo de que la autoría pueda ser visibilizada como parte constitutiva de la tarea docente y permita enriquecer propuestas formativas que procuran ligar el desarrollo a los aprendizajes profesionales, modulando con otras notas las representaciones sociales en torno de este complejo trabajo. Y una vez más, nuestra intención es aportar los libros y esta colección no para ser leídos como obra cerrada y terminada, sino para inspirar reescrituras posibles en otras ideas y proyectos que impliquen fuertemente las ciencias con la lectura y la escritura en la formación docente.

Liliana Calderón

Coordinación Escritura en Ciencias (Área Investigación INFD)

## ESCRITURA EN CIENCIAS

# ALIMENTOS: HISTORIA, PRESENTE Y FUTURO

Autores:

Laura Gabriela Díaz  
Patricia Graciela Tarifa  
Susana Olivera  
Flavia Lorena Gerje  
María Belén Benítez  
Patricia Haydeé Ercoli

Orientación y asesoramiento científico: Laura Malec.

El capítulo 6 fue asesorado por Maricel Pérez

Coordinación de Escritura: Verónica Bibiana Corbacho

#### **Autores**

Laura Gabriela Díaz  
Patricia Graciela Tarifa  
Susana Olivera  
Flavia Lorena Gerje  
María Belén Benítez  
Patricia Haydeé Ercoli

#### **Equipo Escritura en Ciencias del Instituto Nacional de Formación Docente**

Liliana Calderón, Carmen E. Gómez y Antonio Gutiérrez

#### **Orientación y asesoramiento científico**

Laura Malec. El capítulo 6 fue asesorado por Maricel Pérez

#### **Coordinación de escritura**

Verónica Bibiana Corbacho

#### **Diseño editorial**

Renata Kándico, Gastón Genovese [www.estudiolate.org](http://www.estudiolate.org)

Hecho el depósito que establece la ley 11.723

“Los textos de este libro son copyleft. El autor y el editor autorizan la copia, distribución y citado de los mismos en cualquier medio y formato, siempre y cuando sea sin fines de lucro, el autor sea reconocido como tal, se cite la presente edición como fuente original, y se informe al autor. La reproducción de los textos con fines comerciales queda expresamente prohibida sin el permiso expreso del editor. Toda obra o edición que utilice estos textos, con o sin fines de lucro, deberá conceder es-tos derechos expresamente mediante la inclusión de la presente cláusula copyleft.”

Alimentos : historia, presente y futuro /  
Laura Gabriela Díaz ... [et.al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires :

Ministerio de Educación de la Nación, 2014.  
202 p. : il. ; 15x21 cm. - (Escritura en ciencias; 16)

ISBN 978-950-00-1048-1

1. Educación en Ciencias. I. Díaz, Laura Gabriela  
CDD 507.11

Fecha de catalogación: 22/09/2014

## ÍNDICE

Presentación .....	5
Introducción .....	15
<b>Capítulo 1: Una mirada social y cultural de los alimentos</b> .....	19
<b>Laura Gabriela Díaz</b>	
Nosotros, los alimentos y la comida .....	19
Identidad alimentaria, épocas, cambios y permanencias .....	22
Ritos y costumbres alimentarias .....	24
La conservación de los alimentos en el tiempo .....	26
Calidad y seguridad alimentaria: temas antiguos siempre presentes .....	30
Los componentes de la calidad en los alimentos .....	32
Dimensiones de la seguridad alimentaria .....	33
Calidad y seguridad alimentaria y su vinculación con la salud .....	34
<b>Capítulo 2: Alimentos presente y futuro</b> .....	39
<b>Patricia Graciela Tarifa</b>	
Alimentos GM, los inicios. ....	40
Ingeniería Genética, la clave para los transgénicos .....	41
Aprobación y estudio de cultivos genéticamente modificados en Argentina y en el mundo .....	42
Alimentos Funcionales .....	44
Un poco de historia de los alimentos funcionales .....	45
Algunos alimentos funcionales, parte de nuestra dieta .....	46
Alimentos Prebióticos y Probióticos .....	49
Prebióticos, fundamentales para nuestra salud .....	49
Beneficios de los alimentos probióticos .....	51
Alimentos Orgánicos, producción sin agroquímicos .....	51
Nutrigenómica y Nutrigenética, tendencias en alimentación .....	53
Genómica nutricional .....	53
Interacción Gen - Nutriente .....	55

<b>Capítulo 3: ¿Qué aporta la ciencia a la cocina? Interpretando las transformaciones de los alimentos</b> .....	59	Prevenición para el déficit de calcio .....	100
Susana Olivera		Alimentos nutricionalmente mejorados: fortificación y enriquecimiento. ....	102
¿Cuándo comenzó la ciencia a incursionar en la cocina? .....	60	El procesamiento de alimentos y la biodisponibilidad de nutrientes .....	104
Los alimentos naturales, ¿tienen “químicos”? .....	61	<b>Capítulo 5: Propiedades organolépticas de los alimentos</b> .....	107
Las proteínas, maravillosas estructuras .....	61	María Belén Benítez	
Espumas líquidas y sólidas .....	65	Los sentidos a la carta: propiedades organolépticas de los alimentos y la relación con los procesos fisiológicos neuronales .....	109
Emulsiones: cómo las proteínas estabilizan mezclas de aceite y agua .....	66	La molécula odorífera: un viaje hacia la percepción de los olores .....	112
Otras propiedades funcionales de las proteínas .....	66	¿Papila dónde estás?: análisis de los procesos sensoriales del gusto .....	115
Los hidratos de carbono. Algunos endulzan, otros forman estructuras en los alimentos .....	67	Dulce tentación .....	118
Lípidos en alimentos, ¿debemos evitarlos? .....	71	Que gusto tiene la sal .....	119
Los alimentos se transforman en la cocina: una visión científica de las transformaciones .....	73	El turno de los amargos y ácidos .....	120
Los polifacéticos huevos: espesan, espuman y gelifican .....	74	Otros gustos y sensaciones .....	121
Las transformaciones fisicoquímicas de la carne en la cocción .....	75	Crunch! El sonido y los alimentos .....	123
Las harinas, una masa .....	77	Más allá de lo que ves: cuando los alimentos ingresan por la vista .....	124
Los vegetales y los colores en la naturaleza .....	79	<b>Capítulo 6: La evolución de los homínidos y los alimentos</b> .....	129
Las grasas y los aceites: frituras sabrosas .....	81	Patricia Haydeé Ercoli	
¿Qué novedades aportan hoy las ciencias a la cocina? .....	82	Importancia de la mirada evolutiva: somos mucho más que uno .....	129
<b>Capítulo 4: Biodisponibilidad de nutrientes en los alimentos</b> .....	87	En busca de los hábitos alimentarios del pasado .....	130
Flavia Lorena Gerje		¿Somos los que comemos? o ¿Comemos según lo que somos? .....	133
Secretos ocultos de los alimentos. ¿Aprovechamos de igual manera todo lo que comemos? .....	88	Los alimentos y su relación con las características evolutivas del linaje humano .....	134
Los antinutrientes: enemigos íntimos .....	89	La sabiduría nutricional de los homínidos .....	138
Fitatos ¿Perjudican o protegen? .....	90	El menú de nuestros remotos antecesores .....	140
Métodos para reducir el contenido de fitatos .....	91	Modificaciones en los hábitos alimentarios de los “Homo” .....	142
Cereales ¿refinados o integrales? .....	92	Los humanos y el dominio del fuego .....	145
La magia de los taninos: ángeles o demonios .....	94	Migraciones y nuevos alimentos .....	147
Biodisponibilidad de Vitaminas .....	95	Los humanos y el arte de la gastronomía .....	148
Biodisponibilidad de hierro hemo y no hemo .....	96	Antes de nacer: Alimentos durante la vida prenatal. ....	149
Hierro biodisponible y su relación con la anemia .....	97	La relación entre los genes, el ambiente y la cultura y las “nuevas enfermedades” para la especie humana .....	150
Estrategias para combatir la anemia .....	98		
Calcio biodisponible y su relación con la osteoporosis .....	99		

<b>Capítulo 7: Derribando representaciones sociales y mitos sobre alimentos: una propuesta didáctica</b> .....	<b>155</b>
María Belén Benítez; Laura Díaz; Patricia Ercoli; Flavia Gerje; Susana Olivera; Patricia Tarifa	
El conocimiento didáctico del contenido sobre la historia, presente y futuro de los alimentos .....	<b>156</b>
Enseñar y aprender sobre los alimentos: un enfoque sistémico .....	<b>157</b>
Los mitos y representaciones sociales sobre los alimentos como obstáculos didácticos y epistemológicos .....	<b>158</b>
Una propuesta de alfabetización científica: aprender sobre los alimentos a partir de situaciones problemáticas en contexto .....	<b>160</b>
Diversidad de mitos y representaciones sociales sobre alimentos: propuestas didácticas .....	<b>162</b>
Alimentos Transgénicos: un tema actual y del futuro. Una propuesta didáctica para debatir e indagar .....	<b>163</b>
Los hábitos alimentarios poco saludables: una propuesta de indagación y argumentación sobre la comida chatarra .....	<b>166</b>
Los mitos como recursos didácticos en la enseñanza de las ciencias: Popeye y el mito del hierro en las espinacas .....	<b>172</b>
El hierro y las espinacas .....	<b>172</b>
¿Mito o representación social? .....	<b>174</b>
La industria cultural y su aporte a una campaña publicitaria .....	<b>175</b>
Errores popularizados en la historia de la ciencia .....	<b>175</b>
¿Qué nos puede ofrecer el comic como recurso didáctico? .....	<b>177</b>
El mapa del gusto y la pirámide alimenticia: análisis de los modelos científicos y didácticos. Las representaciones estáticas .....	<b>179</b>
Mapa del gusto y el descubrimiento del gusto umami .....	<b>180</b>
Pirámide alimenticia vs óvalo nutricional argentino .....	<b>181</b>
Los hombres de las cavernas y su relación con los alimentos: Una propuesta de análisis de imágenes .....	<b>183</b>
Reflexiones Finales .....	<b>187</b>
Bibliografía .....	<b>188</b>

# INTRODUCCIÓN

La escritura académica es una instancia de producción a la que los profesores no estamos habituados. Se trata de una alternativa de comunicación y aprendizaje que trasciende el aula. Es sumamente enriquecedora para quien la practica y en ella ocurren múltiples procesos interesantes y propios de este desafío.

Durante el transcurso de esta experiencia, las seis autoras que conformamos el equipo a cargo del libro *Alimentos: historia, presente y futuro*, aprendimos que escribir no es una tarea sencilla. Implica, entre otras acciones, reflexionar sobre el rol del lector, asumir la responsabilidad del rol de autor, explorar diversas fuentes bibliográficas, actualizar nuestros conocimientos disciplinares, producir y revisar varias veces los primeros escritos, valorar críticamente el contenido de cada capítulo a través de lecturas individuales y conjuntas, reorganizar ideas, diferenciar lo importante de aquello que no lo es, intentar incansablemente posicionarnos en el lugar del futuro lector para lograr expresar con claridad las ideas que queríamos comunicar, y mediar entre la escritura estrictamente científica y los textos de divulgación.

Desde el comienzo la tarea fue muy compleja. Generar consensos respecto de qué contenidos considerar, cómo relacionarlos, con qué enfoque presentarlos, fue sólo el inicio de un viaje en el que había etapas previstas, pero también muchas incertidumbres. Como partícipes del proyecto “Escritura en Ciencias” valoramos el marco de respeto por la mirada del otro, las distintas posturas en las rondas de intercambios, sugerencias y aportes de colegas de distintas disciplinas y especialistas en el tema.

En todo momento tuvimos presente que nuestros potenciales lectores serán estudiantes y profesores de los diferentes Institutos de Formación Docente del país y toda persona que sienta curiosidad por aprender sobre los alimentos a partir de diferentes perspectivas.

Uno de los propósitos es ofrecer una diversidad de enfoques sobre el tema alimentos que, en general en la bibliografía existente, es abordado desde una única disciplina y muchas veces expresado en un lenguaje muy técnico y específico. El enfoque integral que proponemos incluye visiones desde la Química, la Biología, y también las Ciencias Sociales. La diversidad de abordajes permite al lector acercarse a una temática que tiene en cuenta diferentes niveles de organización: el molecular, celular, organismos y grupos (poblaciones y especies), con sus propiedades emergentes y sus interacciones. El segundo propósito del libro

es acercar algunas consideraciones sobre la enseñanza y aprendizaje del tema alimentos.

En el capítulo uno se desarrolla la importancia de los alimentos a lo largo de nuestras vidas, de los vínculos que generamos a partir de ellos y de la relevancia de la identidad alimentaria de un pueblo. Se presenta además un breve recorrido histórico por los métodos de conservación de los alimentos y se desarrollan los aspectos que deben tenerse en cuenta para garantizar la calidad y seguridad alimentaria.

En el capítulo dos se abordan temas vinculados con el presente y futuro de los alimentos. Tal es el caso de los alimentos transgénicos, los denominados orgánicos, los prebióticos y probióticos dentro de los alimentos funcionales. Con los aportes de la Ingeniería Genética y la Biotecnología, la Nutrigenómica y la Nutrigenética, de ese modo el lector podrá conocer algunas tendencias sobre alimentos del futuro, y proyecciones de sus aplicaciones en la preparación de dietas personalizadas y el mejoramiento de los alimentos.

En el capítulo tres los lectores pueden conocer que la ciencia no sólo ha estudiado los componentes de los alimentos, sino también se ha dedicado a esclarecer los cambios que se producen en ellos durante los tratamientos culinarios. La producción de espumas o de emulsiones, las esferificaciones, y las transformaciones experimentadas durante la cocción, son algunas de las modificaciones que se abordan.

En el capítulo cuatro se introducen conceptos como antinutrientes y biodisponibilidad, que contribuyen a la comprensión de la importancia de combinar alimentos en forma adecuada y obtener el máximo provecho de las sustancias que los componen. Estos términos, menos difundidos, revisten importancia debido a que inciden en lo que nuestro organismo procesa a partir de lo que ingerimos.

El capítulo cinco realiza un recorrido por las propiedades organolépticas de los alimentos. Este nivel de análisis permite relacionar los estímulos con los órganos sensoriales y su transformación en procesos fisiológicos a escala neuronal. También se describen algunos fenómenos vinculados con las percepciones que definen, en gran medida, las elecciones sobre los alimentos que consumimos a diario.

El capítulo seis presenta una mirada centrada en las especies que integran el linaje humano y su relación con los alimentos. Considera la interacción entre la evolución biológica y la cultural, vinculada con los hábitos alimentarios de nuestra especie y las que nos precedieron. También describe algunos comportamientos sociales de obtención de nutrientes, y presenta un acotado análisis de algunas

enfermedades de nuestro tiempo vinculadas con la nutrición, e interpretadas a la luz de los procesos evolutivos.

En el capítulo final, ofrecemos a los docentes, y los que en un futuro lo serán, algunas alternativas para abordar en el aula distintos contenidos relacionados con la alimentación. Entre ellos encontrarán el análisis de algunos mitos y representaciones sociales sobre algunos de los contenidos desarrollados en el libro, acompañados de interrogantes y sugerencias que posibiliten el debate, la argumentación y generación de nuevas inquietudes.

Los invitamos a transitar con nosotras este apasionante recorrido.

## CAPÍTULO I

# *Una mirada social y cultural de los alimentos*

Laura Díaz

*“La comida es universal, las cocinas son diversas” (Lesser, 2004, p.63)*

### **Nosotros, los alimentos y la comida**

Como si destapáramos una olla vamos a sumergirnos en forma imaginaria en un mundo de sensaciones, aromas y degustaciones. Los alimentos están presentes en nuestras vidas y desde hace mucho tiempo, organizan los horarios y marcan los acontecimientos. Es quizá por esta presencia, que si apeláramos a nuestra imaginación y nos permitiéramos viajar en el tiempo, podríamos remontarnos a algunas especies de homínidos que nos precedieron y regresar al presente. Por ejemplo, podemos situarnos en la época de los representantes más antiguos conocidos del género *Homo*: los *Homo habilis* que habitaron el planeta hace aproximadamente 2,5 millones de años. Fue por ese entonces cuando nuestros antepasados cayeron en la cuenta de que utilizar piedras talladas resultaba útil y beneficioso para salir en búsqueda de la presa o de restos dejados por animales depredadores. Con pocas fuentes alimenticias y en un ambiente hostil, producto de cambios climáticos globales que transformaron muchos bosques húmedos en zonas áridas, había pocas posibilidades de mantenerse con vida. Abastecerse de alimentos era un reto diario y podía suceder que en un instante pasaran de cazadores a presa (Mateos y Rodríguez, 2010). Analizar los hábitos alimentarios de los primeros representantes de los homínidos permite obtener más información

sobre la relación entre la evolución biológica y cultural del linaje humano y los alimentos.

La búsqueda y selección de alimentos es una constante en la historia de la humanidad, pero no siempre se manifestó de la misma manera. En algunas sociedades actuales, es posible acceder a los alimentos con sólo estirar la mano hacia la góndola de un supermercado, en muchas otras, aún es un desafío el hecho de conseguir alimentos, pero en todas, la cultura atraviesa las acciones vinculadas a la alimentación. En este capítulo abordamos la relación del hombre con los alimentos en función de lo que es considerado comestible para una sociedad en un momento determinado, y de los procesos sociales que han operado y operan para que un producto natural o procesado, que se considera alimento, llegue a convertirse en comida. Al finalizar el capítulo desarrollamos algunos métodos de conservación, su relevancia social y analizamos la complejidad de los conceptos de calidad y seguridad alimentaria.

Las maneras sobre cómo nos alimentamos y de qué nos alimentamos, está establecida por la cultura de referencia a la que pertenecemos. Comemos lo que comen otros, comemos con otros, en una determina época y contexto. La cultura condiciona qué alimentos consumimos y cuáles descartamos. Estas características y comportamientos son el resultado de cambios evolutivos, tanto desde el punto de vista biológico como del cultural, ya que ambos interactúan.

Los diferentes vínculos que generan los hombres a partir de qué comen y los criterios con que seleccionan los alimentos son tan variados como los grupos humanos existentes. Hay múltiples aspectos (sociales, culturales, religiosos) a tener en cuenta sobre lo que puede ser considerado alimento. Esto hace difícil acordar una definición y para evitar controversias tomamos en cuenta la definición del Código Alimentario Argentino (CAA)<sup>1</sup>. Éste, expresa que se considera alimento, a toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas por el hombre aportan a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos. La designación de alimento contempla también a las sustancias o mezclas de sustancias que se ingieren por hábito, cos-

tumbres o como coadyuvantes<sup>2</sup>, tengan o no valor nutritivo. Los humanos, como especie, tenemos una serie de requerimientos nutricionales, y consumimos diversos tipos de alimentos para cubrirlas. Esos requerimientos están vinculados a aspectos biológicos, relacionados con lo que el organismo puede digerir y luego asimilar. Pero no comemos toda la gama de sustancias que nuestro sistema digestivo nos permite degradar, por ejemplo, en Argentina no comemos insectos mientras que en otras culturas sí lo hacen. Comer es algo más que ingerir alimentos, también se debe tener en cuenta qué nutrientes nos aportan. La comisión del Codex Alimentarius<sup>3</sup> en su normativa para el etiquetado de los alimentos define como nutriente a cualquier sustancia química consumida como componente de un alimento, que:

1. proporciona energía.
2. es necesaria para el crecimiento, desarrollo y el mantenimiento de la vida.
3. por su carencia produce cambios químicos o fisiológicos en el organismo.

Al mismo tiempo la alimentación como hecho biológico y cultural, no puede disociarse de los procesos que conducen a que una sustancia que potencialmente tiene las condiciones para ser llamada 'alimento' sea considerada 'comida'. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO por su sigla en inglés) se considera comida a toda sustancia elaborada, semi-elaborada o cruda destinada al consumo humano. Incluye también, bebidas, goma de mascar y cualquier sustancia que se use en su producción, preparación o tratamiento, pero no contempla productos cosméticos, tabaco ni sustancias utilizadas sólo como medicinas (FAO, 2003).

Teniendo en cuenta la complejidad del acto alimentario, resulta oportuno realizar algunas conceptualizaciones. Podemos sostener que en el acto de comer se hallan involucrados:

- Un comensal, cuyo gusto ha sido el producto de una construcción social, y de aspectos evolutivos, aspecto éste que se ampliará en el capítulo 6 del libro.

2 Es toda sustancia, excluyendo los equipamientos y los utensilios, que no se consume por sí sola como ingrediente alimenticio y que se emplea intencionalmente en la elaboración de materias primas, alimentos o sus ingredientes, para obtener una finalidad tecnológica durante el tratamiento o elaboración. Debe ser eliminado del alimento o inactivado, pudiendo admitirse la presencia de trazas de la sustancia, o sus derivados, en el producto final.

3 Es un organismo intergubernamental que coordina las normas alimentarias en el plano internacional. Las recomendaciones del Codex Alimentarius son utilizadas por los gobiernos para formular y ajustar las políticas y programas en el marco del sistema nacional de control de los alimentos. En: <http://www.codexalimentarius.org/> consultado 28/02/2014

1 Artículo 1 del Código Alimentario Argentino. En: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp) consultado 10/11/2013

- Un alimento, que aporta determinados nutrientes y que ha sido objeto de transformaciones, que varían según el sistema cultural que le ha dado significado.
- Una cultura que actúa moldeando las normas que rigen las pautas alimentarias de un grupo social.

Comensal, alimento transformado en comida y cultura están en permanente interacción. Las creencias y las prácticas alimentarias determinan que aquello que en algunos lugares es considerado comida en otros no lo sea. Por ejemplo, mientras en algunas culturas, comer asado vacuno está aceptado, en otras es tabú por considerar a ese animal como sagrado. También sucede que dentro de una misma región o país un alimento es la base de diferentes comidas.

En síntesis, para los seres humanos, comer puede adquirir más significados que aquellos que tengan que ver solo con satisfacer las demandas que exige la nutrición heterótrofa.

También le otorgamos a los alimentos usos sociales que nos permiten relacionarnos, diferenciarnos, pertenecer, e integrarnos a la sociedad en que vivimos. Con un plato de alimentos le demostramos al otro que es bienvenido, resaltamos un hecho importante en nuestras vidas y a veces, sólo saciamos el hambre. (Katz, 2013). De esta manera, podemos pensar que un hecho tan cotidiano y repetitivo como el acto de comer, deja mucho margen para su análisis, porque después de todo ¿Nos hemos detenido a pensar por qué, en ocasiones, comemos aún sin hambre?

## Identidad alimentaria, épocas, cambios y permanencias

Sábado por la noche en Argentina, Buenos Aires reunión de amigos y una pregunta surge de manera espontánea, ¿qué vamos a comer? José, de España propone como entrada una tabla de fiambres porque estuvo en su país y trajo jamones, salames y quesos. Juana, mexicana, propone preparar tacos. Francisco elaborará unas empanadas de carne cortada a cuchillo cómo lo hacen en Tucumán de donde es nativo, e Ingrid, alemana, cocinará strudel que aprendió de pequeña con su mamá. A Pedro, María y Marta esta vez no les toca cocinar, ellos se destacan con las 'comidas de olla': locros, guisos y paellas. Cada uno colaborará cocinando para la reunión, de acuerdo a lo que ha aprendido en su cultura de referencia. La Dra. en Antropología Social Elena Espeitx (2012, p.390) señala que: "Los comportamientos alimentarios constituyen hábitos muy interiorizados, adquiridos en la infancia

y reforzados a lo largo de los años y de las experiencias; convertidos en rutina, ya que forman parte del día a día, al mismo tiempo presentan un fuerte componente afectivo y relacional, ya que se construyen en el ámbito familiar y se consolidan en el marco de la comensalidad cotidiana y, muy en particular, la festiva." Al trasladarnos de un país a otro, o dentro de él, ocurre un proceso entre la adopción de la nueva cultura alimentaria, y la recepción e integración de la comida del grupo ingresante. Las personas nos sentimos emocionalmente ligadas a las costumbres alimentarias de nuestra infancia, de nuestra casa, de nuestra gente. Frases como "no hay ñoquis como los de la abuela", "sólo como los tallarines amasados que hace mi mamá" lo confirman. Son muchos los motivos por los que sentimos inclinación hacia ciertos alimentos y a determinadas comidas, muchos de ellos son de orden simbólico. Esto permite que algunos alimentos permanezcan en el tiempo. En ocasiones, evocar el recuerdo de con quién comíamos tal o cual plato, si está impregnado de situaciones afectivas nos genera confort, seguridad, placer y queremos reproducir esas sensaciones vividas donde nos encontremos.

Según sus costumbres, cada persona o grupo familiar prepara y cocina aquello que es característico de su cultura alimentaria, pero a su vez lo hace con los ingredientes que encuentra en una región diferente, que pueden no ser los mismos que en su lugar de origen. Entonces busca reemplazar sabores, y modifica la receta que le fue legada para poder realizarla. "Permanencia e identidad, diversidad y cambio, son características de todas las culturas alimentarias conocidas" MEN (2009, p.73).

Si nos detenemos en la identidad alimentaria podemos profundizar en esta idea. Los inmigrantes son quienes manifiestan fortalecida esa identidad. "La migración, sea cuales sean las causas que la originen y las condiciones en que se produzcan, supone cambios, más o menos profundos, superficiales o radicales, en los comportamientos alimentarios."(Espeitx, 2012, p. 382). Cuando un grupo de personas se traslada a otro país, o a otra provincia dentro del país, puede sucederle que no encuentre los alimentos que habitualmente utiliza para cocinar. Para que la transición sea menos violenta y mantener los sabores de sus terruños, llevan consigo el 'fondo de cocción' y el 'fondo de especias'. El primero hace referencia al conjunto de alimentos seleccionados para ser destinados a una comida y el modo particular de preparar y cocinar los alimentos en su lugar natal. Abarca desde cómo cortarlos, mezclarlos hasta el método de cocción, por ejemplo, guisado, asado, ahumado, hervido. El segundo hace referencia a los condimentos específicos y saborizantes que se utilizan para elaborar a esas comidas, la manera en cómo se combinan y el momento específico de la preparación y/ o cocción en

que se los integra a una preparación (Fischler, 1995; Goody 2000). Es así, que al cocinar como saben hacerlo y con las especias que conocen, hacen que su estadía en el nuevo destino sea más fácil de sobrellevar. Por último, también podemos analizar la permanencia y el cambio, entre otros aspectos, a través de recetas de cocina y observar que las preparaciones culinarias se resignifican. Una misma receta, puede ser reinterpretada por distintos cocineros en función de los ingredientes de que dispongan y de los métodos de cocción que conozcan. También es útil para comparar qué se comía en la época de nuestros abuelos y qué comemos ahora, las formas de cocinar y los alimentos disponibles. En nuestro país las recetas de Doña Petrona C. de Gandulfo (1896-1992), cocinera argentina pionera de la cocina en televisión en las décadas del '50 y '60, son un ejemplo de permanencia y cambio. La primera edición de su libro fue publicada en 1933, y aún convive en los estantes con recetas actuales de cocina gourmet.

Lo anterior intenta poner en evidencia que en la alimentación se reflejan diferentes aspectos de una sociedad y la cultura alimentaria, entendida como el conjunto de representaciones, tradiciones y creencias compartidas, construye la identidad alimentaria de un pueblo. Y es a partir de esta identidad que estamos en condiciones de diferenciarnos de otras culturas y sistemas alimentarios<sup>4</sup>.

## Ritos y costumbres alimentarias

En el transcurso del tiempo los hábitos alimentarios de los grupos humanos han cambiado, influenciados por la posibilidad de obtener alimentos que facilita el medio y por el desarrollo de la tecnología puesta a disposición de la cocción, preparación y conservación de los alimentos. Pero como ya hemos expresado, lo que los seres humanos consideramos 'comida' es el resultado de ritos, tradiciones, y costumbres alimentarias. Las generaciones que nos precedieron, nos han enseñado qué se puede comer y qué no; qué comer en determinados eventos considerados importantes en la vida y cómo se debe comer de acuerdo a las circunstancias. Dentro de nuestro país, por ejemplo, no comemos las mismas comidas, y algunas provincias se caracterizan por sus platos típicos. Dependiendo de las costumbres, en algunas ocasiones se disfruta el hecho de comer un choripán con la mano en una ronda de amigos y, en otras, una copa de langostinos con la

vajilla adecuada en una boda. A modo de ejemplo, en Argentina, hay un conjunto de rituales vinculados a la preparación de un asado en el contexto de una situación de festejo. Además, de la misma manera que solemos preparar un locro para una fiesta patria como el 25 de Mayo, no se nos ocurre hacer un banquete para un velorio, actividad considerada oportuna en otras culturas. Hay categorías construidas socialmente respecto de cómo y qué comemos, que son consecuencia de la interacción con otros, en una sociedad, tiempo y geografía determinados. En otras palabras nos alimentamos de acuerdo a lo que se ha transmitido a partir de las generaciones, de acuerdo a las particularidades de cada región, según la ocasión y la disponibilidad de alimentos determinada, entre otros factores, por la estación del año y el espacio geográfico. Además también lo hacemos de acuerdo a la edad, el tipo de actividades que desarrollamos, por alguna prescripción médica y según el poder adquisitivo.

Un ejemplo interesante que permite poner en contexto estas palabras lo relata Ricardo Lesser (2004) en su libro *La infancia de los próceres*. El autor describe que en la época colonial era habitual una comida llamada "el cocido", algo semejante a lo que hoy conocemos como 'puchero'. En las familias aristocráticas esta comida era presentada en una cacerola en la que se podía encontrar carne tierna de pecho (corte vacuno), con una o dos gallinas, garbanzos, zapallos, choclos, cebollas blancas, dientes de ajo, menta crespa, panceta y chorizos. Se consumía vino traído de Europa y para finalizar la comida se ofrecía una variedad de postres dulces. En las casas de las familias de menores recursos se usaban cortes como el osobuco y se agregaban a la olla una o dos mazorcas de maíz, con algún que otro trozo de panceta y alguna cebolla. Se hacía necesario hervir la carne más tiempo, ya que esos cortes requieren de un tiempo de cocción prolongado para que se tiernice; se tomaba agua y no se servía postre. Si bien la carne era el centro a partir del cual se organizaba la comida, las diferencias eran marcadas por la calidad y cantidad de ingredientes que se incorporaban a la olla, los que variaban de acuerdo a las posibilidades económicas de los comensales. A partir de esta descripción podemos preguntarnos cuántas y cuáles de esas tradiciones vemos reflejadas hoy en nuestra cocina, y tal vez no sea necesario volver a la época de la colonia. Podemos consultar con nuestros abuelos sobre la forma y condiciones para la preparación de alimentos cuando eran jóvenes, los tiempos de cocción sin gas natural, cómo variaban las técnicas y presentaciones de la comida en función de la ocasión.

Según Lesser (2004, p. 63), "Se puede establecer una analogía entre el lenguaje y la cocina. Todos los seres humanos hablan una lengua, pero existen

4 Cadena de actividades que va desde la producción hasta el consumo de los alimentos

muchos idiomas. De manera semejante todos los seres humanos consumen comidas, pero existen diversos ingredientes, formas de combinarlos y maneras de cocinarlos. La comida es universal, las cocinas son diversas". Esta diversidad se manifiesta también en la forma de conservar los alimentos, de esto nos ocuparemos en el siguiente apartado

## La conservación de alimentos en el tiempo

Al llegar al supermercado nos encontramos con una diversidad de alimentos que podemos encontrar en diferentes presentaciones (caja, botella, sachet, lata, frasco, bolsa, etc.) y conservados por distintos métodos. El Código Alimentario Argentino establece que "son alimentos conservados<sup>5</sup> o preservados aquellos que, habiendo sido sometidos a tratamientos apropiados de conservación o preservación, se mantienen en las debidas condiciones higiénico-sanitarias y de aceptabilidad para el consumo durante lapsos variables". Con estos tratamientos se busca prevenir o evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos del tipo levaduras y/o mohos), para que el alimento no se deteriore y prolongue su vida útil (VU). Se entiende por vida útil de un alimento "al período durante el cual, bajo circunstancias definidas se produce una disminución en la calidad del producto". (Singh, 2000). La calidad abarca varios aspectos del alimento, como por ejemplo sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales. Si en algún momento, algunos de estos parámetros dan cuenta de que el producto ha dejado de ser aceptable para el consumo, está indicando que ha llegado al fin de su vida útil. En otras palabras, si bien la conservación está en relación con la naturaleza del alimento, también se debe procurar obtener un producto sin alteraciones en sus características organolépticas típicas (color, sabor y textura), para que pueda ser consumido sin riesgo durante un cierto período.

Los métodos de conservación han evolucionado con el tiempo. Las sociedades han inventado distintas maneras de conservar los alimentos producidos para tenerlos disponibles más tiempo y alcanzar mayor número de individuos. Si nos remitimos a la historia, la necesidad de conservar los alimentos aumenta con el surgimiento de la agricultura (10.000 años), y el incremento en la escala de pro-

ducción trae como consecuencia la necesidad de conservarlos. Por entonces, la conservación estaba limitada al consumo familiar, su utilización estaba condicionada por el clima; los métodos utilizados se generaban por ensayo y error; y los alimentos producidos tenían características y vida útil variable. Para climas fríos se utilizaba el congelamiento, pero también se recurría al ahumado, la salazón y el encurtido. En los climas más cálidos, era aprovechada la estación invernal para el secado, salado y especialmente la fermentación. Algunos de estos métodos utilizados desde hace tiempo aún perduran, y en más de una ocasión, se utiliza una combinación de ellos. Para describir en qué consiste alguno de ellos podemos recurrir al CAA que en su capítulo III especifica:

**Ahumado:** son aquellos alimentos que han sido sometidos a la acción de humos recién formados, que proceden de la combustión incompleta y controlada de maderas duras de primer uso, mezcladas o no con plantas aromáticas cuyo uso está permitido. El salmón ahumado es un ejemplo de este grupo, pero también se pueden ahumar otras carnes como vaca y otros pescados. Este método ya era utilizado en el antiguo Egipto y los nativos de América lo usaban a la llegada de los españoles.

**Encurtido:** utilizado generalmente para vegetales. Es el método por el que se somete a los alimentos, previamente tratados con salmuera o que hubieren experimentado una fermentación láctica, a la acción del vinagre. La preparación puede realizarse con o sin la adición de cloruro de sodio (sal), edulcorantes nutritivos (azúcar blanco o común, dextrosa, azúcar invertido, jarabe de glucosa o sus mezclas), condimentos, extractos aromatizantes, aceites esenciales, colorantes naturales admitidos por el CAA.

**Salazón:** mediante éste método se somete a los alimentos a la acción de la sal comestible con o sin otros condimentos. La salazón puede ser en seco o por salmuera. Si es en seco, se somete a las superficies externas de los alimentos al contacto de la sal en condiciones ambientales adecuadas. El jamón crudo es un ejemplo de referencia y el proceso otorga el color y sabor característico al alimento. Su uso más antiguo se registra en el 1600 a.C. en la Mesopotamia, donde ya se realizaban salazones de carne.

**Escabechado:** método que consiste en someter a los alimentos crudos o cocidos, enteros o fraccionados, a la acción del vinagre con adición de condimentos y donde puede o no estar presente la sal. En este método el vinagre representa el medio ácido que dificulta la proliferación de microorganismos. Pueden conservarse carnes y vegetales.

Entre las técnicas de conservación que se ha utilizado desde hace siglos,

<sup>5</sup> Artículo 158 del código Alimentario Argentino. En: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp) consultado 10/11/2013

podemos ejemplificar las que se conocían y aplicaban en la cultura incaica, que alcanzó su esplendor en el S.XV. Este imperio diseñó un sistema alimentario organizado, que consistía en la producción, centralización, conservación y redistribución de alimentos mediante el cual era posible dar de comer a cientos de miles de personas. Los métodos de conservación más utilizados eran, por ejemplo, para carnes: el secado y salado en forma de charqui; y para conservar las papas, que junto al maíz eran la base de su alimentación, se utilizaba el congelamiento. La técnica consistía en dejar las papas a la intemperie en donde la baja temperatura y humedad, las desecaba. Así se obtenía lo que se conoce como “chuño”, y que permite disponer de dicho alimento durante más tiempo. (Brailovsky y Foguelman, 1998). Este proceso, que se conoce como liofilización<sup>6</sup> también se lo usa en la actualidad a escala industrial.

Otro ejemplo tomado de la historia es el que usó el General San Martín. El General hizo uso de este método de conservación para alimentar a todo su ejército durante el cruce de los Andes en 1817. En un clima extremo como el que enfrentó durante el cruce de los Andes, la provisión de comida para 5.000 hombres resultaba un problema y el General encontró la solución en un plato popular de la zona de Cuyo llamado ‘charquizán’, realizado a base de carne secada al sol, tostada y molida. Para prepararlo se le agregaba agua caliente y maíz molido y se condimentaba con ají picante y grasa. Esta nutritiva comida fue parte de una planificada estrategia, que previó cantidad de alimentos, agua, armas y abrigo, además de la preparación militar propiamente dicha (Santiago, 2011).

Es preciso señalar que si bien estos métodos que podrían considerarse ‘tradicionales’ siguen utilizándose, la industria de los alimentos ha progresado en forma notable. Si retomamos la historia, podemos mencionar que hasta el S. XVII no hubo avances importantes en los métodos de conservación de los alimentos, pero a partir de esa fecha ocurrieron una serie de acontecimientos en el plano científico y tecnológico que significaron un avance en la tecnología de la preservación de los alimentos (Barón, 2005). Por su importancia podemos mencionar:

- En el plano científico, la observación al microscopio e identificación de microorganismos realizada por primera vez por van Leeuwenhoek a finales del S.XVII, y los avances en el conocimiento químico, como por ejemplo, el papel del oxígeno en la combustión, los aportes de Lavoisier a fines del S.XVIII con

la ley de la conservación de la materia y la energía, y los de Gay Lussac a principios del S.XX con la fermentación alcohólica.

- En el plano tecnológico, podemos mencionar, la aparición de las primeras máquinas de frío en el S.XX.

Estos acontecimientos sumados a la necesidad de contar con grandes cantidades de alimentos para abastecer en las ciudades a un número creciente de individuos, y en Europa, a las tropas de la segunda guerra mundial, permitieron el avance en nuevas técnicas de conservación de los alimentos que se desarrollaron en forma creciente a partir del S. XX (Barón, 2005). En la actualidad se cuenta con una variedad de métodos que se suma a los ‘tradicionales’ y que involucran diversas tecnologías. El CAA autoriza, como métodos de conservación, además de los antes mencionados, a los siguientes:

- La esterilización que es el proceso que a temperaturas específicas, destruye los microorganismos patógenos y no patógenos en los alimentos.
- La Radiación Ionizante o Energía Ionizante: consiste en someter a los alimentos a la acción de fuentes de energía como ejemplo rayos gamma o rayos x. El objetivo de la irradiación puede estar destinado a inhibir la brotación, retardar la maduración, reducir la carga microbiana, desinfectar de insectos y parásitos, entre otros.
- Productos de Humedad Intermedia, es un proceso que conduce a la elaboración de productos conservados por disminución de la actividad acuosa y de la humedad hasta niveles expresamente indicados en los casos particulares previstos en el CAA. Se realiza mediante la incorporación de determinados solutos, pudiéndose permitir el agregado de ácido sórbico como agente antimicrobiano. De esta manera se fabrican algunas mermeladas, dulces, jaleas, sopas y varios productos más.

Resumiendo, frente a la diversidad de métodos de conservación es importante considerar que el proceso o técnica que se utilice debe ser aplicable al alimento, que prolongue la vida útil y evite la modificación de sus características nutricionales y sensoriales originales, y que conserve el valor nutricional.

<sup>6</sup> Se entiende por Liofilización, someter los alimentos a procesos de congelación seguidos de sublimación del hielo formado para privarlos de la mayor parte del agua que contienen. Art. 169 del CAA. Una explicación más detallada se encuentra en el capítulo 3.

## Calidad y seguridad alimentarias: temas antiguos siempre presentes

En la actualidad una de las preocupaciones del ser humano respecto de la alimentación está relacionada con la necesidad de proveerse una dieta equilibrada que le proporcione los nutrientes que garanticen una alimentación, sana y segura. En una época y en sociedades en que la diversidad de mercados aumenta, la calidad de los alimentos es un factor clave en la estrategia empresarial y un elemento determinante en la elección de los consumidores. (Prieto y otros, 2008).

El concepto calidad está lejos de ser una cuestión de opinión personal ya que hay organismos que velan por su control<sup>7</sup>. De acuerdo con una publicación conjunta de la FAO-OMS (2003) el concepto de calidad abarca los atributos que influyen en el valor de un producto para el consumidor, considera como atributos negativos el estado de descomposición, contaminación por suciedad, decoloración y olores desagradables, y como atributos positivos el origen, color, aroma, textura y métodos de elaboración de los alimentos. Este concepto no debe confundirse con el concepto de inocuidad de los alimentos. La inocuidad hace referencia a la cualidad de evitar los riesgos, sean crónicos o agudos, que pueden hacer que los alimentos sean nocivos para la salud del consumidor. La inocuidad está contemplada en la calidad.

Cabe aclarar que lo que se entiende hoy por calidad, no siempre ha sido considerado de esta manera. La calidad de los alimentos surge como preocupación de los gobiernos y adquiere garantías de metodología científica a partir del S.XX. Antes de esa fecha la producción se realizaba a escala individual o en pequeñas industrias familiares y se producía lo que se podía consumir en un determinado período de tiempo, por lo tanto la calidad era una responsabilidad más bien personal y respondía a criterios diversos. A partir del 1800 se incrementan las adulteraciones<sup>8</sup> intencionales, debido a la centralización de los procesos. La adul-

teración era frecuente por esos días, y su incremento, tanto en frecuencia como en intensidad, repercutió en la calidad y obligó a los químicos a pensar en métodos eficaces que detectaran el fraude en los alimentos, y a los gobernantes a establecer leyes para evitarla.

Así como lo que se entiende por calidad de los alimentos ha ido cambiando, el concepto de seguridad alimentaria ha sufrido modificaciones en los últimos 40 años. A mediados de los '70 se comienza a hablar de seguridad en los alimentos cuando la Cumbre Mundial de la Alimentación la definió en términos de suministro de alimentos. Por entonces se buscaba asegurar la disponibilidad de alimentos a nivel mundial y mantener la estabilidad en los precios. En la década del '80 la FAO incorporó al suministro, la idea de acceso a los alimentos, lo que permitió poner el foco en una definición que contemplara el equilibrio entre la oferta y la demanda y que garantizara el acceso a los alimentos, tanto físico como económico. En los '90 se arriba al concepto actual de seguridad alimentaria, que incluye la idea de inocuidad de los alimentos y entran en escena la dimensión ética y los derechos humanos que proclaman por la alimentación como un derecho de todas las personas. (FAO, 2010).

Finalmente en 1996 la Cumbre Mundial de la Alimentación determinó que "existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana." (FAO, 2006, p.1).

En síntesis, si bien calidad y seguridad también han estado presentes en todos los contextos históricos, han variado los significados que se les otorga. En la actualidad los requerimientos de los consumidores responsables ya no pasan sólo por lo 'visible' (aspecto) de un alimento sino también por todo aquello 'invisible' que contribuye a la calidad y seguridad alimentaria. En nuestro país hay organismos como el Ministerio de Salud y Acción Social, el Servicio de Sanidad Animal (SENASA), la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca entre otros, que se ocupan del control de calidad de los alimentos. Los aspectos vinculados a la reglamentación sobre la calidad de los alimentos se encuentran en el CAA y éste último se actualiza en base a recomendaciones de la FAO, OMS y el Codex Alimentarius.

7 Actividad reguladora obligatoria de cumplimiento, realizada por las autoridades nacionales o locales para proteger al consumidor y garantizar que todos los alimentos sean inocuos, sanos y aptos para el consumo humano.

8 Según el CAA un alimento adulterado es el que ha sido privado, en forma parcial o total, de sus elementos útiles o característicos reemplazándolos o no por otros inertes o extraños; que ha sido adicionado de aditivos no autorizados o sometidos a tratamientos de cualquier naturaleza para disimular u ocultar alteraciones, deficiente en calidad de materias primas o defectos de elaboración.

## Los componentes de la calidad en los alimentos

Los criterios de calidad que consideran los consumidores están destinados a satisfacer sus necesidades y expectativas a la hora de consumir un alimento, por esto, puede haber tantos criterios como personas. Pero para quienes están abocados a la industria alimentaria esa diversidad no es tal porque existen pautas específicas respecto de la calidad de los alimentos establecidas por los organismos de control.

Según un informe de la FAO (1996) los componentes de la calidad de un alimento se pueden expresar en términos de:

- Características propias del alimento: calidad nutricional (dada por los nutrientes que es capaz de aportar), calidad higiénica<sup>9</sup> y calidad organoléptica (sabor, color, textura).
- Calidad de uso o servicio: vinculada a los distintos empleos que se puede hacer del alimento y aptitud para la conservación.
- Calidad psicológica o afectiva: satisfacción, placer, componentes simbólicos como la imagen que se tiene del producto.

Para analizar cada una de estas dimensiones, sin ingresar en la complejidad de la reglamentación y normativa al respecto, podemos tomar en cuenta los aportes de Pierre Mainguy y Pierre Creyssel (Secilio, 2005). Mainguy consideró las nociones de necesidades implícitas y explícitas de los consumidores para definir el concepto de calidad y Creyssel mejoró esta idea con el concepto de las 4S y 2R.

La propuesta de estos autores es que las necesidades implícitas de los consumidores establecen la elección de un alimento. Las primeras 2S, hacen referencia a:

- Salud: el consumidor da por descontado que ese alimento contribuirá con una alimentación equilibrada que colabore a mantener su salud. Por lo tanto debe ser una fuente que aporte una variada cantidad de nutrientes
- Seguridad: al seleccionarlo confía en que no producirá enfermedades inmediatas ni posteriormente. Un alimento seguro tampoco debe generar el riesgo de contraer intoxicaciones por la acción residual de plaguicidas u otros elementos tóxicos.

9 La Calidad Higiénica es una exigencia de seguridad que establece que el alimento no debe contener ningún elemento tóxico en dosis peligrosas para el consumidor. La causa de la toxicidad puede ser de naturaleza química (metales pesados, nitratos) o bacteriológica (toxinas). Además se debe tener en cuenta la importancia y la frecuencia de consumo de dicho alimento. La calidad higiénica está normalizada y esta reglamentación fija los límites que en ningún momento se pueden sobrepasar.

Las siguientes 2S conciernen a necesidades explícitas:

- Satisfacción: vinculada al placer que produce comer, incluso antes de incorporar comida a la boca. Previo al comienzo de los procesos mecánicos y químicos que intervienen en la digestión de los alimentos, apreciamos la comida con los ojos, nariz, imaginamos su textura. Esto se vincula con las propiedades organolépticas de los alimentos y en el capítulo 5 se profundiza la relación entre estas propiedades y los receptores sensoriales.
- Servicio: vinculado a la comodidad y practicidad que brinda al consumidor un alimento al momento de ser utilizado.

Salud, seguridad, satisfacción y servicio están atravesados por los conceptos 2R:

- Regularidad: ya que el consumidor busca calidad cada vez que realiza una compra.
- Ensueño (“*rêve*” en francés): es un concepto más complicado de definir porque está asociado al placer, al status y prestigio que se busca al consumir un alimento.

En resumen todos estos componentes se deben tener en cuenta para que los alimentos estén en condiciones de ser llevados a la mesa, por lo tanto la complejidad en el concepto de calidad obliga a la industria encargada de la producción de alimentos a tenerlos presente a todos.

## Dimensiones de la Seguridad alimentaria

Como ya mencionamos, el concepto de seguridad alimentaria, establecido por la Cumbre Mundial de la Alimentación en 1996, es multidimensional. Cada una de estas dimensiones atiende a los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de alimentos: hace alusión a que debe haber suficiente cantidad de alimentos de buena calidad aportados a partir de la producción propia o de las importaciones.
- Acceso a los alimentos: entendido como el derecho de todas las personas a adquirir alimentos adecuados, nutritivos y acorde a sus recursos económicos.
- Utilización: hace referencia al uso biológico de los alimentos que satisfaga todas las necesidades fisiológicas y que cubra demandas sanitarias, de atención médica, nutricionales, etc.
- Estabilidad: garantiza el acceso a los alimentos en todo momento, incluso ante crisis de índole económica o climática, por lo tanto, incorpora la dimensión de disponibilidad y de acceso.

Cuando alguna de estas dimensiones no está garantizada podemos decir que hay inseguridad alimentaria. En 1986 un informe del Banco Mundial hizo una diferenciación entre inseguridad alimentaria crónica e inseguridad alimentaria transitoria. La primera está vinculada a problemas estructurales, de pobreza asociada a falta de trabajo o bajos ingresos; la segunda es la que tiene en cuenta períodos de inseguridad alimentaria originados por desastres naturales como inundaciones, terremotos o por crisis económicas o guerras

Según un informe de la FAO (2013, p.13) “842 millones de personas padecen hambre en el mundo”, motivo suficiente para que los gobiernos de todos los países sigan ocupándose del derecho a una alimentación adecuada para garantizar la seguridad alimentaria de todos sus habitantes.

### Calidad y seguridad alimentaria y su vinculación con la salud

Las Ciencias de la Nutrición y la alimentación han avanzado destacando la importancia que implica llevar una alimentación adecuada como una de las mejores maneras de promover la salud y de buscar el bienestar físico y emocional de las personas. En el título N° 12 “Epidemias y Salud Pública” de la colección Escritura en Ciencias, Griselda Fabro (2013) propone discutir las controversias que se plantean alrededor del concepto de salud. En palabras de la autora, “la evolución y complejidad del concepto nos llevará a encontrar más de una respuesta”.

Los hábitos alimentarios están en relación directa con la salud, y la dieta más adecuada es aquella que nos provee de los requerimientos nutricionales acordes a nuestra edad, actividades y que tiene en cuenta que somos individuos pertenecientes a una cultura, con todo lo que eso conlleva.

Es razonable pensar que, si la población ha de acceder a una alimentación de calidad, es necesario producir cantidad suficiente de alimentos inocuos para que todos los ciudadanos tengan acceso a ellos por igual. Esta idea retoma el concepto de seguridad alimentaria. La gran mayoría de los países con importantes industrias alimentarias cuentan con sistemas confiables para garantizar los alimentos seguros, de calidad, e inocuos que consumen sus pobladores. Por otra parte, para que un sistema alimentario funcione de manera eficaz, todos los participantes del proceso deben ser educados en estos aspectos. Entonces, la educación de los consumidores es un aspecto importante a tener en cuenta.

No obstante, en algunas sociedades, nos encontramos con un importante número de consumidores que, por un lado, están preocupado por su salud, pero por otro, no aceptan resignar las características que hacen que un alimento sea

su preferido. Así las demandas son ‘que sea sabroso’ pero ‘que no tenga grasas’; ‘ique tenga sabor dulce!’, pero sin azúcar. Es la época de los alimentos ‘sin’ por ejemplo los ‘sin grasas saturadas ni colesterol’, de los alimentos fortificados ‘con’ y de los alimentos funcionales de los cuales el lector podrá informarse en el capítulo siguiente.

En el inicio del capítulo analizamos que, como especie humana, inicialmente comimos para saciar el hambre, luego para socializar y actualmente también por placer. En muchas oportunidades comemos más por placer que por hambre. Katz (2013, p.172) plantea, “comemos por razones fisiológicas, sociales, contextuales, cognitivas. Pero es el factor emocional- enojo, ansiedad, aburrimiento, tristeza- el que genera descontroles y altera la cantidad de comida que se consume”. En una sociedad en la que hay mucha información disponible sobre alimentos y la oferta es atractiva y variada, resulta difícil formar un consumidor responsable que considere las convicciones y conveniencias personales. La mayoría de las personas que inician una dieta sin supervisión especializada, en muchos casos ponen en riesgo su salud e integridad física, pues desconocen los riesgos que implica eliminar algún grupo de nutrientes, sin seguir un plan alimentario que guarde relación entre las proporciones que se deben consumir de cada uno de los grupos de alimentos.

De toda la información disponible, quizá la que esté más al alcance de los consumidores es la que contienen los envases de los alimentos. La función principal del envase es la de proteger el alimento, conservarlo, preservarlo de eventuales contaminaciones y reconocerlo en la variedad; también facilitar su traslado y manipulación. La información disponible en la etiqueta de un envase debe aportarnos toda la información sobre las características particulares de los alimentos, su forma de preparación, manipulación y conservación, sus propiedades nutricionales y su contenido. Leer las etiquetas de los alimentos que guardamos en la alacena o heladera nos permite saber de qué nos alimentamos y de algunos riesgos que podemos correr asociados a la salud.

Según el CAA en su capítulo V los rótulos de los alimentos que están a disposición del consumidor deben contener obligatoriamente la siguiente información:

- Denominación de venta del alimento es decir: el nombre que indica propiedades y características del alimento.
- Lista de ingredientes que se utilizaron para su elaboración.
- Contenido neto.
- Identificación de origen.
- Identificación de lote.
- Fecha de duración o fecha de vencimiento.

- Preparación e instrucciones de uso si corresponde.
- Nombre o razón social y dirección del importador (si son importados)
- Información nutricional, incluye:

La declaración de la cantidad de energía y nutrientes que aporta el alimento, (obligatorio).

La declaración de propiedades nutricionales, entendida como información nutricional complementaria (opcional), que vemos reflejadas bajo los títulos '0% azúcar', 'sin grasas trans', 'libre de colesterol', entre otras.

Para ejemplificar la importancia que tiene la información presente en los envases de los alimentos podemos considerar el caso de los alimentos llamados light, diet o bajos en calorías, denominaciones todas que suelen considerarse sinónimas pero que no significan lo mismo, desde el punto de vista del contenido nutricional. El CAA denomina como "alimento modificado" o "dietético" a todos los alimentos o productos alimenticios, que sufren una variación del contenido nutricional original, ya sea en más o en menos, y que se encuentran destinados a satisfacer necesidades particulares de nutrición y alimentación en determinados grupos nutricionales. Entre otras categorías que establece el código encontramos, como ejemplos: alimentos dietéticos para diabéticos, alimentos dietéticos para celíacos, alimentos fortificados, alimentos modificados para lactantes y niños de corta edad, alimentos modificados en su valor lipídico, glucídico, proteico o energético. Es decir no siempre está reducido su valor calórico, pero cuando éste es el objetivo, es habitual que se reduzca sólo uno de los ingredientes, que frecuentemente son los lípidos. Para prevenir estas confusiones que pueden atentar contra la salud de las personas y evitar la falta de información o información no verificable, desde el año 2004 el CAA autorizó y normalizó la puesta en vigencia de la INC (información nutricional complementaria) que dio vía libre al uso de la palabra "Light" (leve, ligero, bajo, pobre, bajo contenido) para nombrar a los alimentos dietéticos en algunas de sus variaciones. La palabra light es indicador de que ese alimento tiene reducido el contenido de alguno de sus nutrientes por ejemplo sodio, proteínas, etc., pero en la INC debe indicarse cuál de ellos es. Con respecto a la palabra "diet", no fue considerada dentro de los términos permitidos para la denominación de ningún alimento por el CAA ni para declarar la INC.

"Una información nutricional clara, exacta, junto con mejor educación acerca de cómo usar esta información para realizar elecciones saludables y económicas, debe ser el eje de todos los sectores involucrados. Estas acciones deben apuntar a educar a las nuevas familias y a la nutrición de los niños". (Katz, 2013:281)

A través de un marco histórico y social, hemos transitado la relación del hombre con los alimentos y la comida. Como hemos presentado, la alimentación no es un hecho aislado, forma parte de la cultura, habla de quiénes somos y de cómo hemos llegado a serlo. Las tradiciones alimentarias son conservadoras, pero no estáticas. Sin los intercambios, nuestra identidad alimentaria no existiría (Aude-ro, 2012).

Lo que queda pendiente es seguir insistiendo en la educación, saber discernir entre la información disponible y una formación de los ciudadanos acorde a los avances de la ciencia. Estas cuestiones indican un camino posible para conservar la identidad alimentaria de una sociedad.

En el capítulo siguiente, se presenta una temática en permanente desarrollo: alimentos funcionales, transgénicos, prebióticos, probióticos y orgánicos. ¿Qué particularidades, funciones y utilidades ofrecen cada uno? A través de sus páginas están invitados a conocer sobre ellos.

## CAPÍTULO II

# *Alimentos, presente y futuro*

Patricia Graciela Tarifa

*“El doctor del futuro no prescribirá medicinas, pero despertará el interés de sus pacientes en el cuidado de la forma humana, la dieta y la causa y prevención de enfermedades.”*

*Thomas Alva Edison*

Los alimentos son motivo de preocupación, no sólo porque en algunos países la escasez está siendo motivo de desnutrición y hambre, sino también porque necesitamos proveernos de ellos. Con las investigaciones relacionadas con los alimentos se pueden desarrollar distintas técnicas, de conservación y de mejoramiento, tanto a nivel productivo como nutritivo. Estas técnicas también aportan orientaciones o recomendaciones de diferentes productos naturales, y sobre el futuro en el consumo de alimentos.

Con el avance del conocimiento en el área alimentaria es posible vislumbrar el camino de los alimentos en los siguientes años. Estos cambios ocurren tanto en los espacios donde se obtiene la materia prima y también en el procesamiento de los productos alimenticios para la obtención de alimentos mejorados. Uno de los primeros términos asociados a la alimentación del futuro son los alimentos obtenidos a través de la implementación de las nuevas tecnologías. Es posible que el lector esté pensando en los alimentos transgénicos (alimentos modificados genéticamente, AGM) y está bien, pues pueden considerarse como parte de la nutrición del presente y del futuro.

Para profundizar más en las tendencias actuales sobre alimentos del presente y futuro, les proponemos hacer un recorrido por los alimentos orgánicos y por los alimentos probióticos y prebióticos. Luego veremos que éstos dos últimos, están dentro de lo que se consideran como alimentos funcionales, y conoceremos los efectos que tienen sobre el cuerpo humano. De este modo será posible realizar algunas proyecciones relacionadas al futuro que tienen estos alimentos para satisfacer las demandas de los consumidores.

Entre los alimentos del futuro se incluyen los que se conocen como alimentos funcionales que, junto a la Nutrigenómica y la Nutrigenética permiten conocer la posible influencia de los alimentos en la prevención de enfermedades. Estas dos últimas disciplinas lo hacen a través de las interacciones entre la constitución genética de los individuos y la influencia de los alimentos sobre la expresión genética. Si bien la ecuación parece complicada, trataremos de conocer las nuevas miradas y las evidencias empíricas que sustentan las nuevas tendencias en alimentos del presente y del futuro, aportadas por la ingeniería genética y la biología molecular entre otras disciplinas científicas.

## Alimentos GM, los inicios

El mejoramiento de plantas por diversos métodos data de mucho tiempo atrás, la principal característica que tenía esta práctica era el ensayo prueba - error, como es el caso de obtención de híbridos. Esta situación cambió a partir del siglo XX, cuando a fines de 1920 los investigadores llegaron a la conclusión que se podían hacer cambios en el ADN por acción de agentes mutágenos físicos (radiaciones) y químicos (por ejemplo el etilmetanosulfonato<sup>1</sup>). En el caso de los agentes físicos, las mutaciones no son controladas, y generan una variabilidad que da lugar a características que son seleccionadas por diversas razones, como por ejemplo la apariencia. Así se obtuvo el pomelo rosado, a partir del pomelo blanco mutagenizado por radiación (Ridner y otros, 2008). Actualmente la Biotecnología, definida como una actividad basada en conocimientos multidisciplinarios que utiliza agentes biológicos para obtener productos útiles o resolver problemas (Muñoz de Malajovich, 2012, p27), es la encargada de controlar los cambios que se producen en el organismo. Hace uso de técnicas que en conjunto se denominan Ingeniería

Genética, y se ocupa de alterar las estructuras genéticas de los organismos, para producir sustancias u organismos transgénicos (Wolfe, 1996). En esta mejora, producida por la modificación genética, se introducen genes<sup>2</sup> que provienen de distintas especies, por ejemplo: un gen de una bacteria puede incorporarse al genoma de la soja (Ridner y otros., 2008). En síntesis podemos definir que un organismo transgénico es aquel que tiene una modificación en su genoma producida en un laboratorio por métodos artificiales. La modificación genética en los organismos o cultivos transgénicos tiene tres objetivos principales:

- Generar alimentos más nutritivos y sanos, como por ejemplo, el maní hipoalérgico, arroz dorado (con precursores de la vitamina A) y soja con mayor proporción de ácido oleico.
- Mejorar los rasgos agronómicos, como la resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas o a condiciones ambientales adversas. Por ejemplo, los cultivos tolerantes a herbicidas disponibles en el mercado mundial son la soja, maíz, algodón, canola, remolacha azucarera y alfalfa (Argenbio, 2013).
- Emplear las plantas como medio para producir moléculas de interés industrial como medicamentos, vacunas y biopolímeros. En un futuro no muy lejano, las vacunas podrían estar contenidas en frutas u hortalizas, que al ser ingeridas, protegerían al ser humano contra determinadas enfermedades, por ejemplo en la lechuga, para combatir la hepatitis B, o en la espinaca, para prevenir la rabia (Ridner y otros, 2008).

## Ingeniería genética, la clave para los transgénicos (AGM)

Desde que los científicos revelaron la información que aportan los genes, la etapa siguiente fue analizar la posibilidad de aislarlos y manipularlos para obtener características deseadas.

El estudio de las endonucleasas de restricción y los mecanismos de acción y duplicación de plásmidos y virus han sido los primeros pasos, a partir de allí las técnicas experimentales de aislamiento y cambio de genes se han perfeccionado hasta la actualidad. Para ampliar el conocimiento en Biotecnología e Ingeniería Genética se puede consultar el libro "La Biotecnología: de la cerveza a la Ingeniería Genética" de esta colección.

1 Compuesto químico con propiedades mutagénicas.

2 Gen: unidad de información fundamental de los organismos vivos.

El proceso de obtención de un organismo o cultivo transgénico a través de Ingeniería Genética se consigue armando una construcción que contenga el gen de interés rodeado de una secuencia de ADN denominado promotor, que asegura el inicio de la expresión, y una secuencia de ADN, llamada terminador (*stop*), que garantiza la finalización del mensaje. Los promotores y terminadores son secuencias bien caracterizadas provenientes de genes vegetales o de virus y bacterias que infectan plantas. La construcción “Promotor – Gen de Interés – Terminador” se inserta en una molécula de ADN llamada vector. La introducción de la construcción se puede realizar a través de dos métodos, la transformación mediada por *Agrobacterium Tumefaciens* y el Bombardeo con Micropartículas o Biobalística. (Ridner y otros, 2008) Estos dos métodos no serán parte del estudio de nuestro capítulo, sin embargo es importante mencionar los medios por los cuales la biotecnología y la ingeniería genética permiten mejorar los cultivos.

### **Aprobación y estudio de cultivos genéticamente modificados en Argentina y en el mundo**

Para que un producto genéticamente modificado (en adelante GM) esté a disposición de la población debe cumplir con muchos requisitos que son parte de una legislación que se compromete a preservar la salud de la población.

En Argentina, la autorización de un cultivo GM para su siembra, comercialización y consumo, es a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Esta secretaría analiza informes técnicos de tres direcciones: la Dirección de Biotecnología y la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), la Dirección de Calidad Agroalimentaria del SENASA y su Comité Técnico Asesor en el uso de organismos GM, y la Dirección Nacional de Mercados Agrícolas.

La CONABIA estudia los riesgos de la implementación de cultivos transgénicos en los ecosistemas. El SENASA y su Comité Asesor evalúan los riesgos en el área de la salud humana y animal a causa del consumo de dicho cultivo o productos derivados. Finalmente la Dirección Nacional de Mercados Agrícolas examina la posible comercialización. Una vez considerados y aprobados los tres informes se autoriza su cultivo<sup>3</sup>.

3 Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, los productos transgénicos autorizados para el cultivo son Maíz y Soja, desde el siguiente enlace [http://64.76.123.202/site/agregado\\_de\\_valor/biotecnologia/55-OGM\\_COMERCIALES/index.php](http://64.76.123.202/site/agregado_de_valor/biotecnologia/55-OGM_COMERCIALES/index.php) se puede obtener mayor información sobre los eventos realizados con las respectivas resoluciones y fechas por la Secretaría y la empresa solicitante.

En Argentina, la soja tolerante a glifosato fue el primer cultivo transgénico aprobado. Desde la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, los productos GM autorizados para su cultivo son la soja y el maíz. Cabe aclarar que no toda la soja y el maíz cultivado en nuestro país son transgénicos.

Uno de los cultivos que aún está en estudio es la papa GM<sup>4</sup>. En el Instituto de Investigación en Ingeniería Genética y Biología Molecular (INGEBI, CONICET-UBA) se desarrollaron plantas de papa resistentes al “virus de la papa”. Este virus provoca deformación y decoloración de las hojas, afecta la fotosíntesis, y reduce el crecimiento y productividad de los cultivos. (Argenbio, 2013). En el caso de la papa, además, los investigadores están trabajando en la posibilidad de incrementar su contenido en proteínas. En India, la papa genéticamente modificada con alto contenido proteico está lista para iniciar los ensayos de campo. “Estas papas tienen un 35% más de proteínas que la papa común, debido a la introducción de un gen de una proteína de reserva del amaranto, que aporta una muy buena proporción de aminoácidos esenciales. Este proyecto, que los propios investigadores llamaron “protato”, allanó el camino para incrementar los niveles de proteínas también en otros cultivos, como el arroz, la batata y la mandioca”. (Ridner, 2008, p 32).

El trigo también es motivo de estudio, y Argentina, junto con otros países, participa en el estudio de su genoma, que constituye el primer paso para su mejora genética. El coordinador del INTA expresó que el genoma completo del trigo debería estar descifrado para 2015. (Argenbio, 2013). Investigadores del INTA, el CONICET y el Instituto de Agrobiotecnología de Rosario trabajan para secuenciar el cromosoma 4D del trigo.<sup>5</sup> El arroz dorado, cuyo nombre es debido a que presenta un color amarillo-naranja más pronunciado, fue desarrollado por investigadores suizos, que le agregaron los genes necesarios para producir beta caroteno, precursor de la vitamina A. Esta variedad produce unas 15 veces más beta-caroteno y aportaría el precursor de vitamina A a poblaciones que no la consumen en suficiente cantidad. Se ha demostrado que el beta caroteno en este arroz está biodisponible (en el capítulo 4 se hará referencia a la biodisponibilidad), y se ha estimado que una porción de arroz dorado sería capaz de proveer la ingesta diaria recomendada. Aunque todavía no está disponible comercialmente, se encuentra en una etapa de ensayo en el campo. (Ridner et al., 2008)

4 En <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas&note=6489>

5 En <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas&note=6293>

La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria está trabajando en la generación de lechuga GM enriquecida en ácido fólico<sup>6</sup>. (Argenbio, 2013). Además, en el Instituto Nacional de Investigación del Genoma Vegetal de Nueva Delhi se logró mejorar la tolerancia a la sequía y resistencia a hongos del tomate (Argenbio, 2013).

Un tratamiento distinto es el que se le aplica a la yuca o mandioca, que es un cultivo de gran importancia en los países tropicales americanos. Sus raíces y hojas producen laminarina, un glucósido cianógeno que en el tracto digestivo genera cianuro, altamente tóxico. Aunque la laminarina se destruye en el procesamiento y cocción de la mandioca, existe riesgo de envenenamiento en el caso de consumo de mandioca insuficientemente procesada. Los científicos lograron plantas de mandioca con menos laminarina “silenciando” genes. Otros ejemplos basados en el silenciamiento de genes son los desarrollos de maní y soja hipoalergénicos, café con menos cafeína y trigo libre de gluteninas. (Ridner y otros, 2008)

Además de los mencionados vegetales también se estudia el genoma del garbanzo. Su estudio lo hizo la Comisión Internacional para la Secuenciación del Genoma del Garbanzo (ICGSC). Otros alimentos de origen vegetal que ya tienen descifrado su genoma son: kiwi, cacao, pera común, manzana golden, cereza Stella, y dos variedades de almendra. En los últimos cuatro frutos el estudio lo realizaron los científicos de la Universidad del estado de Washington<sup>7</sup>.

## Alimentos funcionales

Una nutrición saludable incluye el funcionamiento adecuado de los órganos y sistemas de las personas, la promoción de la calidad de vida y la disminución del riesgo de padecer enfermedades. Ésta visión ha motivado el conocimiento de las propiedades de los alimentos. Más allá de conocer sus propiedades nutricionales, estos estudios contribuyen a la prevención de distintas enfermedades.

Existe evidencia científica sobre los estilos de alimentación y su influencia en la respuesta a nivel molecular, celular, fisiológico, y su incidencia en el riesgo de padecer alguna enfermedad. Se puede considerar a todos los alimentos como funcionales cuando forman parte de un estilo de alimentación apropiado para el

fondo genético y estilo de vida de la persona. Sin embargo, se reserva el término “funcional” para un grupo de alimentos que cuentan con evidencias científicamente válidas sobre sus beneficios para la salud (Carmuega, 2009).

Frente a estos antecedentes es posible definir operativamente a los alimentos funcionales como aquellos que además de sus valores nutritivos intrínsecos, demuestran tener efectos beneficiosos sobre una o más funciones selectivas del organismo, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas. No se trata de comprimidos ni cápsulas, sino de productos que forman parte de un régimen alimentario habitual. (Ashwell, 2004).

El concepto de alimento funcional (AF) podría considerarse parte del vocabulario de los profesionales de la salud y del público en general. Sin embargo, este concepto y su alcance es aún motivo de controversia en la comunidad científica y el mercado. Esto se debe a que mueve alrededor de 63.000 millones de dólares anuales aproximadamente y sigue en aumento, aunque todavía no hay regulación concreta (Carmuega, 2009).

La controversia en torno al concepto de alimento funcional se debe a varios factores, uno de ellos es la falta de consenso acerca de la información disponible, es decir si ésta cuenta con la evidencia científica suficiente. Otro de los factores es la ausencia de un marco normativo que indique los límites de la funcionalidad. Un último factor lo constituye la dificultad existente en la investigación propia de alimentos complejos que manifiestan acciones fisiológicas y, por ende, el desarrollo experimental resulta complejo. La funcionalidad no es una propiedad perceptible como el sabor y textura, y los beneficios podrían manifestarse en el tiempo. Por tanto son necesarias nuevas metodologías científicas

Entre los alimentos funcionales se destacan los que contienen minerales, vitaminas, ácidos grasos, fitoesteroles, fibra, sustancias antioxidantes, los alimentos genéticamente modificados, los enriquecidos con distintos tipo de sustancias y los alimentos probióticos, que describiremos más adelante. Cada país debe regular la información al consumidor sobre los efectos favorables de este tipo de alimentos, tanto para la nutrición como para la prevención de enfermedades.

## Un poco de historia de los alimentos funcionales

A comienzos de 1980 se iniciaron tres programas de investigación financiados por el gobierno de Japón sobre “Análisis sistemático y desarrollo de los alimentos funcionales”, “Análisis de la regulación fisiológica de la función de los alimentos” y

6 En <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas&note=6297>

7 En <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas&note=6487>

“Análisis de los alimentos funcionales y diseño molecular”. Se hizo un gran esfuerzo nacional para reducir el costo de atención de la salud, y se establece en 1991 una categoría de alimentos potencialmente beneficiosos denominados “Alimentos de uso específico para la Salud” (*Foods for Specific Health Use*, FOSHU). Así, se denominaron FOSHU a los alimentos que se espera ejerzan un efecto beneficioso sobre la salud. Estos productos FOSHU no se presentan como comprimidos o cápsulas, sino deben presentarse en forma de alimentos habituales.

El primer país en legislar sobre los alimentos funcionales fue Japón. Actualmente la legislación japonesa reconoce doce tipos de componentes favorecedores de la salud, entre los que se cuentan la fibra dietética, oligosacáridos, vitaminas, bacterias lácticas, minerales y ácidos poliinsaturados. La Unión Europea por su parte consensuó, en 1999, que los alimentos funcionales (AF) no son un grupo de productos sino que deben ser productos que satisfacen el concepto de AF. En Estados Unidos los alimentos funcionales no están legalmente definidos. La FDA (Food & Drugs Administration) aprueba los productos alimenticios en función de su uso y la información sobre salud que se encuentra en el rótulo del envase.

Para la FDA la etiqueta de los alimentos debe: a) informar sobre estructura y función, describir los efectos en el funcionamiento normal del cuerpo, y b) informar sobre la reducción en el riesgo de enfermedad que implique una relación entre los componentes de la dieta y un trastorno de salud, siempre que esté permitido por la FDA y apoyado por bastante evidencia científica. (Carmuega, 2009)

Argentina avanza en la normalización de los alimentos funcionales en el marco de la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL). El grupo de trabajo técnico para Probióticos y Prebióticos (considerados funcionales) trabaja para evaluar la definición y los parámetros para éstos productos. Participan representantes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGP y A), la Universidad de Buenos Aires, Centro de Industria Lechera y la Cámara de Fabricantes de Alimentos Dietéticos y Afines (CAFAD y A) entre otras entidades (Cormuega, 2009).

### **Algunos alimentos funcionales, parte de nuestra dieta**

Uno de los alimentos completo y recientemente explotado en forma comercial es la quinoa, que contiene fibra, vitaminas, minerales, grasas saludables, carbohidratos y proteínas. Contribuye a evitar la descalcificación y la osteoporosis por su contenido de calcio fácilmente absorbible por el organismo (FAO, 2011). Los altos contenidos de fibra reducen los niveles de colesterol en sangre, pues

aceleran el tránsito intestinal y reducen la absorción de grasas. Es una fuente óptima de energía.

También, entre los alimentos funcionales se encuentran productos enriquecidos como leches, yogures, cereales, jugos, pan, huevos, margarinas y la sal yodada. Todos estos productos se encuentran ya en los supermercados, disponibles para el consumo humano, cada uno con una función potencialmente beneficiosa para el ser humano, tal como se muestra en la siguiente tabla (Aranceta y Serra, 2003).

Tabla 2.1. Alimentos funcionales. Fuente: Aranceta y Serra (2003)

Alimento Funcional	Componente Funcional	Efectos Posibles
Leches Enriquecidas	Con Acido Fólico	Pueden disminuir malformaciones en el tubo neural y contribuyen a reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
	Con Calcio	Fortalecen el desarrollo de huesos y dientes. Interviene en la transmisión del impulso nervioso y los movimientos musculares. Pueden prevenir la osteoporosis.
	Con vitaminas A y D	Favorecen la función visual y la absorción de calcio, respectivamente.
	Con fósforo y cinc	Contribuyen al desarrollo de los huesos y mejoran el sistema inmunológico
Yogures Enriquecidos	Con Calcio	Fortalecen el desarrollo de huesos y dientes. Intervienen en la transmisión nerviosa y los movimientos musculares. Pueden prevenir la osteoporosis.
Leches Fermentadas	Con bacterias probióticas específicas	Favorecen el funcionamiento del sistema gastrointestinal y reducen la incidencia y duración de las diarreas. Mejoran la calidad de la microflora intestinal.
Jugos Enriquecidos	Con vitaminas y minerales	Vitaminas A y D: favorecen la función visual y la absorción del calcio, respectivamente. Calcio: desarrollo de huesos y dientes. Interviene en la transmisión nerviosa y los movimientos musculares. Puede prevenir la osteoporosis. Hierro: facilita el transporte de oxígeno en la sangre.
Cereales Fortificados	Con fibra y minerales	Fibra: reduce el riesgo de cáncer de colon, mejora la calidad de la microflora intestinal. Hierro: facilita el transporte de oxígeno en la sangre. Puede prevenir la aparición de anemias.
Pan Enriquecido	Con ácido fólico	Puede disminuir malformaciones en el tubo neural y reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
Sal yodada	Con yodo	El yodo facilita la producción de hormonas tiroideas, imprescindibles para un desarrollo físico y psíquico normal y evitar disfunciones tiroideas

## Alimentos probióticos y prebióticos

Otro grupo de alimentos considerados como funcionales son los denominados probióticos y prebióticos. Un alimento probiótico es un alimento que contiene microorganismos vivos, y que ingerido en cantidades suficientes produce efectos benéficos en la salud de quien lo consume, dado que actúa en forma directa e indirecta mediante interacciones con la microflora intestinal. (FAO, 2006)<sup>8</sup>.

Un prebiótico, en cambio, es un componente alimenticio no digerible que produce efectos beneficiosos al estimular selectivamente el crecimiento o modificar la actividad metabólica de una o varias especies bacterianas del colon y mejorar en consecuencia la salud del hospedador. (Ashwell, 2004)

### Prebióticos, fundamentales para nuestra salud

Algunos componentes de la fibra alimentaria, como la inulina, presentes en muchos vegetales, frutas y cereales (Madrigal y Sangronis, 2007) son denominados prebióticos. Se caracterizan por ser moléculas que no pueden ser digeridas por las enzimas digestivas del tracto gastrointestinal, pero son degradadas por la microflora bacteriana, principalmente por las bifidobacterias y lactobacilos, y generan de esta forma una biomasa bacteriana saludable y un pH óptimo (Olagnero y otros, 2007).

En síntesis, para que un ingrediente alimenticio sea considerado prebiótico debe cumplir con los siguientes criterios:

- No debe ser absorbido en la parte superior del tracto digestivo.
- Debe ser fermentado selectivamente por uno o un número limitado de bacterias potencialmente benéficas del colon, por ejemplo bifidobacterias y lactobacilos.
- Debe ser capaz de alterar la microflora colónica tornándola saludable, por ejemplo reduciendo el número de organismos putrefactivos e incrementar las especies sacarolíticas.

En la actualidad los polisacáridos más estudiados, contenidos en la fibra alimentaria, y reconocidos con actividad prebiótica son algunos polisacáridos de origen vegetal. Las fuentes más importantes en la dieta son los derivados del trigo, cebollas, ajo, bananas y puerro, entre otros.

8 En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>

Respecto del concepto de fibra, actualmente existen diversas definiciones. La National Academy of Sciences (NAS) y la Food and Nutrition Board de los Estados Unidos, en el año 2002, definieron los siguientes términos:

- Fibra Dietaria: constituida por aquellos glúcidos no digeribles como la celulosa y la lignina, presentes en las plantas.
- Fibra Funcional: constituida por carbohidratos no digeribles aislados, como el almidón resistente<sup>9</sup>, la inulina y la lactulosa, sobre los cuales hay evidencias de efectos fisiológicos benéficos en la salud de los humanos
- Fibra Total: es la suma de la fibra dietaria y la fibra funcional (Álvarez y Sánchez, 2006).

Desde el punto de vista nutricional, la fibra dietaria se puede clasificar según su comportamiento en medio acuoso en fibras insolubles y fibras solubles. Las insolubles son aquellas parcialmente fermentables en el intestino por las bacterias colónicas y no forman dispersión en agua, como la celulosa y la lignina (Álvarez y Sánchez, 2006). Las solubles son aquellas totalmente fermentables y que forman geles en contacto con el agua. Comprenden a las gomas, mucílagos, pectinas, algunas hemicelulosas, galactooligosacáridos, inulina y fructooligosacáridos. Se encuentran principalmente en los alimentos de origen vegetal como las frutas, legumbres y cereales como la cebada y la avena.

La solubilidad en agua de los diferentes tipos de fibra condiciona la formación de un gel viscoso en el intestino que favorece la absorción de agua y sodio. Fisiológicamente, las fibras solubles retrasan el vaciamiento gástrico, se les atribuye el efecto astringente, hipolipemiente (reducen el nivel de lípidos) y disminución de la respuesta glucémica; y son degradadas con rapidez por la microflora del colon. La fermentación da lugar a varios productos como ácidos grasos de cadena corta. Uno de sus efectos fisiológicos es disminuir el pH en el interior de la luz intestinal, estimular la reabsorción de agua, sodio y cationes bivalentes (Olagnier, 2007).

Las fibras insolubles, incluyen, además de la celulosa y la lignina ya nombradas, algunas hemicelulosas, gomas y el almidón resistente. Las fuentes más importantes de éste tipo de fibra son los cereales integrales. Estas moléculas son escasamente degradadas por las enzimas del tracto gastrointestinal, por lo que pueden llegar sin cambios al colon donde son fermentadas parcialmente por las bacterias colónicas anaerobias. Por esta causa y por la capacidad de retener agua, estimulan el tránsito intestinal.

<sup>9</sup> Almidón resistente, no es hidrolizado en el intestino delgado.

## Beneficios de los Alimentos Probióticos

En los últimos años, a nivel mundial se está impulsando una nueva línea de alimentos funcionales probióticos, que además del valor nutricional intrínseco con el que cuentan, contribuyen a mantener la salud del organismo a la vez que pueden otorgar beneficios terapéuticos. Los lactobacilos y las bifidobacterias combinadas con *streptococcus thermophilus* son las principales bacterias usadas como probióticos en, por ejemplo yogures y demás lácteos fermentados.

Los productos probióticos son comercializados con el eslogan: “Mejoran el balance de la flora intestinal”. Los beneficios de los alimentos probióticos para el organismo humano son la disminución de la intolerancia a la lactosa y estimulación del sistema inmunitario. Como las bacterias probióticas están de modo temporal en el tracto intestinal, éstas deben consumirse en forma regular para obtener los efectos favorables.

Las bacterias probióticas utilizadas en la elaboración de alimentos funcionales dependen del efecto de sinergia entre los cultivos y los iniciadores de la fermentación, lo que proporciona un producto fermentado con excelentes propiedades sensoriales. Uno de los requisitos de este tipo de alimentos funcionales es que los microorganismos probióticos estén viables y activos en el alimento durante el pasaje gastrointestinal y así asegurar los beneficios para el organismo.

## Alimentos orgánicos: producción sin agroquímicos

La producción orgánica de alimentos se identifica tanto a nivel nacional como internacional con tres palabras que se usan indistintamente: orgánico, ecológico o biológico. El término “orgánico” identifica al establecimiento agropecuario como una entidad en la cual todos los componentes minerales del suelo, materia orgánica, microorganismos, insectos, plantas, animales y seres humanos interactúan para crear un todo estable y coherente para la producción de alimentos (Rodríguez et al, 2002). La denominación “ecológico” hace referencia a que este enfoque de producción privilegia el ecosistema donde se lleva a cabo el cultivo, promueve su autosuficiencia y el uso de tecnologías de procesos y la minimización de insumos externos, ya sea químicos u orgánicos. Finalmente, la palabra “biológico” se refiere a que estos sistemas se basan fundamentalmente en la exaltación de los procesos biológicos. (Rodríguez y otros, 2002)

La agricultura orgánica es un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos. Según el Codex Alimentario, la agricultura orgánica es una producción que promueve la salud del agrosistema, que tiene en cuenta los ciclos biológicos (FAO, 2001)<sup>10</sup>.

Desde hace tiempo se ha manifestado un creciente interés por la producción agraria que contemple la salud de los consumidores y el ambiente. En muchos países ya existen legislaciones que promueven este tipo de producción. En 1980 se introdujeron antecedentes legales en Dinamarca, Francia y Austria, pero fueron las normas básicas de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) las que constituyeron la primera organización en este tema, y recibieron un reconocimiento internacional, siendo marco de referencia para la elaboración de normativas nacionales y de organismos tales como la FAO y la Organización Internacional del Comercio (OIC).

En Argentina existen normativas oficiales que regulan la producción y comercialización de productos orgánicos. En 1992 el Instituto Argentino para la Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) implementó las normativas que regulan la producción de productos ecológicos de origen vegetal y en 1993, el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) formalizó las normativas de la producción ecológica de origen animal.

La reglamentación argentina define como producto orgánico al que se obtiene a partir de un sistema de producción sustentable en el tiempo, donde los recursos naturales son manejados racionalmente, no se utilizan productos de síntesis química, y se favorecen la fertilidad del suelo y la diversidad biológica del ambiente. La FAO analiza la calidad e inocuidad de los alimentos orgánicos a través de cuatro aspectos: peligros químicos, peligros microbiológicos, propiedades nutricionales y organolépticas, y propiedades funcionales. En el caso de los peligros químicos, en general los productos orgánicos no tienen residuos de pesticidas. (Granvel y otros, 2010)

El éxito de estos productos está en la comunicación de los beneficios en la producción de estos alimentos y los efectos sobre la salud de las personas como del ambiente (Gentile y Rodríguez, 2002). Los alimentos considerados orgánicos suelen ser más caros debido a sus costos de producción y en algunos casos presentan dificultades en el abastecimiento de dichos productos dado que son solo algunos mercados los que brindan estos productos. Los alimentos más difundidos

en esta categoría son los huevos, frutas y verduras que poseen un sello que los identifica como tal.

## Nutrigenómica y nutrigenética, nuevas tendencias en alimentación

La Ingeniería Genética y la Biología Molecular han permitido avanzar sobre el conocimiento del ADN y los beneficios posteriores, no sólo en el área médica sino también en la nutrición. Actualmente se conocen muchos estudios sobre la influencia de determinados nutrientes específicos de algunas frutas o verduras, que pueden provocar efectos positivos o negativos en el organismo, esto nos lleva a preguntarnos ¿hasta dónde llega esa influencia? Una dieta mencionada en revistas es la “Dieta del genotipo: comer según los genes”, es evidencia de la importancia del conocimiento de los genes y específicamente del genotipo en la nutrición.

Anteriormente hablamos de los genes y mencionamos al genotipo, ahora vamos a definirlos para que nos resulte más fluida la comprensión de esta nueva tendencia en la alimentación o “nutrición personalizada”.

Un gen<sup>11</sup> es la unidad de información fundamental de los organismos vivos. (Cox y Nelson, 2006). Como los genes son parte de nuestro ADN, el conjunto de genes de un individuo constituye el genotipo y la manifestación de la expresión génica es el fenotipo. En esta nueva tendencia, la nutrición molecular (interacción genes – nutrientes) puede crecer en distintas direcciones, aunque hay dos esenciales. Por un lado está el estudio de la influencia de los nutrientes en la expresión de los genes que es la denominada Nutrigenómica y por otro lado, el conocimiento de la influencia de las variaciones genéticas en la respuesta del organismo a los nutrientes, que es la Nutrigenética. (Gómez Ayala, 2007). Ambas corrientes integran la Genómica Nutricional, y se presentan en esta sección.

### Genómica nutricional

Son muchos los genes del genoma humano que codifican las proteínas que regulan los procesos nutricionales. La Nutrigenómica pretende proporcionar un

10 En <http://www.fao.org/docrep/004/y1669s/y1669s00.htm>

11 Para ampliar sobre la temática se recomienda la lectura del libro “Del gen a la proteína” de la primera colección. En <http://cedoc.infod.edu.ar/upload/3GENETICA.pdf>

conocimiento molecular sobre los componentes de la dieta que afectan a la salud mediante la alteración de la expresión genética. El paso de un fenotipo sano a un fenotipo enfermo puede explicarse por cambios en la expresión genética de determinados genes. Los componentes de la dieta, de forma directa o indirecta, regulan la expresión de la información genética; y el estado de salud podría depender de la interacción entre la constitución genética y el medio, lo que da lugar al fenotipo. (Gómez Ayala, 2007)

Los principios de la Nutrigenómica son:

- Las acciones de los componentes de la dieta sobre el genoma humano pueden alterar la expresión o estructura de los genes.
- La dieta puede ser un factor de riesgo de una enfermedad.
- Algunos genes regulados por la dieta pueden jugar un papel en el inicio, incidencia, progresión y/o severidad de enfermedades crónicas.
- El grado de influencia de la dieta sobre el binomio salud - enfermedad puede depender de la constitución genética individual.
- La intervención dietética basada en el conocimiento de las necesidades nutricionales, el estado nutricional y el genotipo será útil para prevenir algunas enfermedades crónicas. (Martí, y otros, 2005) En el caso de las enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes o cáncer se deben a interacciones complejas entre genes y factores ambientales como la alimentación. (Gómez Ayala, 2007)

La Nutrigenómica apunta al análisis prospectivo de las diferencias entre los nutrientes con respecto a la regulación de la expresión de genes. La variabilidad genética es un aspecto crítico de los requerimientos nutricionales. El uso de distintas técnicas moleculares ha permitido identificar marcadores de, por ejemplo, el polimorfismo de un solo nucleótido que se utiliza para desarrollar un mapa cromosómico, lo que podría permitir personalizar las dietas. Ésta información aporta los requerimientos para los procesos fisiológicos y determinará qué nutriente y la cantidad que debe ingerir el individuo para favorecer la homeostasis.

La Nutrigenética, en cambio, ofrece personalizar la dieta y la nutrición según la constitución genética de los consumidores, o genotipo, conociendo las variaciones genéticas entre los individuos y su respuesta clínica a nutrientes específicos. Anteriormente se podía clasificar a las enfermedades como genéticas y no genéticas. En la actualidad, exceptuando los traumatismos, todas las enfermedades pueden considerarse con un componente genético. Incluso en el caso de las enfermedades infecciosas, no sólo es necesaria la acción de un microorganismo, sino que la susceptibilidad genética del individuo es fundamental en el desarrollo

del proceso infeccioso. Lo que varía en las enfermedades es el número de genes implicados. (Corella, 2007)

En la actualidad se tiene en cuenta la relación gen-enfermedad, pues las enfermedades son el resultado de la interacción "gen del individuo y ambiente", lo que varía es la contribución de cada uno de estos parámetros. Los factores ambientales son todos aquellos componentes no genéticos como dieta, ejercicio físico, consumo de alcohol y tabaco, estrés, contaminantes físicos y químicos, microorganismos, fármacos, intervenciones quirúrgicas, entre otros. De todos éstos, la dieta sería el contribuyente mayoritario dado que todos estamos expuestos a este factor desde el inicio de nuestra vida. Para algunas enfermedades será más importante la influencia genética mientras que en otras lo serán los factores ambientales, pero debe producirse dicha relación para llegar al resultado final, es decir la enfermedad. (Corella, 2007)

La interacción gen-nutriente es motivo de estudio. Los centros de investigación aún están conociendo esta relación teniendo en cuenta la gran cantidad de genes y los polimorfismos involucrados en las enfermedades.

## Interacción Gen - Nutriente

La nutrición es un proceso global y complejo en el que se llevan a cabo reacciones bioquímicas que permiten el funcionamiento saludable de nuestro organismo. "El estado nutricional es un fenotipo resultante de la interacción entre la información genética, medio físico, biológico, emocional y social". (Gómez Ayala, 2007, p79)

Como se mencionó anteriormente, los alimentos ingeridos tienen muchas sustancias biológicamente activas, las cuales tienen un potencial benéfico para la salud y en otros casos puede resultar nocivo o perjudicial. Los componentes de los alimentos pueden alterar la expresión genética de manera directa o indirecta. A nivel celular, los nutrientes pueden actuar como ligandos para la activación de factores de transcripción que favorezcan la síntesis de receptores y además, metabolizarse por rutas metabólicas primarias o secundarias y así alterar las concentraciones de sustratos o intermediarios. (Gómez Ayala, 2007). De esta forma, la salud o la enfermedad dependen de la interacción entre la genética y el medio, lo que da lugar al fenotipo.

En la Genómica Nutricional son conocidas algunas interacciones gen-dieta en las enfermedades congénitas del metabolismo. La más estudiada es la fenilcetonuria, enfermedad que ilustra la interacción gen - dieta con capacidad de modificar el

fenotipo del enfermo. La fenilcetonuria se produce como consecuencia de determinadas mutaciones en el gen que codifica para la enzima fenilalanina hidroxilasa que transforma la fenilalanina en tirosina (gen localizado en el cromosoma 12). Cuando esta enzima no se sintetiza la fenilalanina se acumula y produce compuestos tóxicos que afectan las neuronas y pueden ocasionar retraso mental. (Corella. 2007) El tratamiento para evitar esta toxicidad es a partir de la dieta, mediante el control del consumo de fuentes de fenilalanina. La fuente principal de fenilalanina son las proteínas de origen animal. Por ende, la detección temprana de estas alteraciones enzimáticas es fundamental para regular la alimentación de un recién nacido, para adecuar y minimizar el impacto de la mutación genética en el fenotipo final.

Para que la Genómica Nutricional se ponga en marcha, primero se debe tener una muestra biológica del individuo para extraer ADN. A partir de su análisis se puede determinar su perfil genético en los genes de interés. El paso siguiente es comparar la información con una base de datos desde donde se podrá indicar la mejor combinación de alimentos para nuestra dieta. Este tipo de estudios es el que se está realizando para prevenir enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Pero la complejidad de las enfermedades mencionadas implica iniciar el estudio en fenotipos intermedios, y a partir de ese conocimiento avanzar en grados de dificultad. Este proceso aún no es una realidad, ya que si bien se dispone de la tecnología para obtener el perfil genético, todavía no se cuenta con la base de datos para indicar la dieta personalizada. Actualmente se están abriendo centros de investigación en Genómica Nutricional, donde los estudios aún son preliminares. Sin embargo, el camino está marcado a fin de mejorar la salud de la población. Es imprescindible que distintas áreas se pongan de acuerdo, desde los profesionales relacionados con la nutrición, que deben informarse al respecto, como también la industria alimentaria para que desarrolle nuevos alimentos adaptados a las necesidades genéticas.

Muchos de los alimentos mencionados al inicio del capítulo son parte ya de nuestra dieta, lo cual nos permite decir que la sociedad necesita que se trabaje en la producción de alimentos para el futuro, y esta demanda depende no sólo de cantidad necesaria, sino de contenido nutricional, beneficios para la salud, uso de agroquímicos, impacto en el medio ambiente, entre otros.

En el caso de los alimentos transgénicos, alimentos funcionales como los probióticos y prebióticos, forman parte de la alimentación de los seres humanos, sin embargo son motivo de estudio para formar parte de los alimentos del futuro. Así también, los productos orgánicos están siendo motivo de estudio para seguir formando parte de nuestras dietas en los próximos años. Finalmente, con las ten-

dencias que se están desarrollando en el ámbito de los alimentos, la Genómica nutricional ofrece grandes aportes que pueden contribuir a optimizar nuestra alimentación.

El conocimiento y las herramientas experimentales están en pleno desarrollo para buscar la forma de mejorar los atributos que son necesarios en un alimento, y para ello necesitamos conocer a los alimentos desde su interior y más aún, los cambios que suceden cuando son combinados para lograr un producto diferente, éste será nuestro siguiente desafío. En el capítulo 3 nos encontraremos con una mirada más interna de nuestros alimentos y los cambios que ocurren en los mismos durante la cocción, de tal forma de ampliar nuestro saber en este ámbito tan importante que son los alimentos.

## CAPÍTULO III

# ¿Qué aporta la ciencia a la cocina? Interpretando las transformaciones de los alimentos

Susana Olivera

*“...A mi parecer es una triste reflexión sobre nuestra civilización, que seamos capaces de medir la temperatura de Venus, pero que no sepamos qué pasa en el interior de los soufflés...”*

*Nicholas Kurti, físico húngaro, especialista en bajas temperaturas. Conferencia: Un físico en la cocina, 1969.*

Gelatinas calientes, esferitas alimenticias o “falsos caviars”, helados salados, crujientes de yogur, snacks de frutas liofilizadas, son novedades de la cocina de vanguardia y de la tecnología alimentaria que aparecen en los menús de algunos restaurantes, en las estanterías de los supermercados, o hasta en nuestras cocinas domésticas, por qué no. La gastronomía ha recibido un gran impulso hacia la innovación en estas últimas décadas, producto de aprovechar conjuntamente los conocimientos científicos y la experiencia culinaria. Dos ambientes que permanecían aparentemente ajenos, el de los cocineros y el de los científicos, han logrado romper las barreras que los separaban e integrarse en un trabajo común que va dando sus frutos. Surgen así, desde la ciencia, una renovada aplicación, la gastronomía molecular<sup>1</sup> (Barham, 2010; Iruin, 2010; This, 2004), y desde la cocina profesional, una nueva tendencia: la cocina molecular. Y mientras los científicos saborean los productos de la aplicación de la ciencia a la cocina, los cocineros

---

<sup>1</sup> El término “gastronomía molecular” es objeto de controversias. Se han propuesto otros nombres como “cocina experimental”, “cocina tecno-emocional”, entre otros (Iruin, 2010).

de vanguardia ya no recrean viejas recetas sino que construyen nuevas. Degustemos los conocimientos científicos que las sustentan, e investiguemos algunos de los secretos culinarios que viven entre ollas y sartenes, termos de nitrógeno líquido o aparatos de vacío.

## ¿Cuándo comenzó la ciencia a incursionar formalmente en la cocina?

Aunque la historia refleja que hubo algunas intervenciones aisladas<sup>2</sup>, y a pesar del gran desarrollo que tuvieron las ciencias experimentales en los siglos XIX y XX, es muy reciente el encuentro formal entre los científicos y los cocineros (Mans y Castells, 2011). En el año 1992, en Erice, Sicilia, tiene lugar el primer Taller Internacional sobre Gastronomía Molecular y Física. Científicos como Nicholas Kurti (físico británico de origen húngaro) y Hervé This (físicoquímico francés), y el escritor especializado en gastronomía, Harold McGee, organizaron tal evento. Los dos primeros acuñaron el término “Gastronomía Molecular” para esta nueva aplicación científica que impulsa la exploración de las transformaciones que ocurren al cocinar los alimentos. En nuestro país se fundó en 2004 la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular, para fomentar el vínculo entre la ciencia y la cocina. Mariana Koppmann, bioquímica y profesional gastronómica, especialista en este tema, dice que “comprender los procesos fisicoquímicos de las recetas y de los alimentos les permitirá a los cocineros mejorar su técnica, evitar errores y probablemente encarar nuevas creaciones” (Koppmann, 2011, p. 27). Podríamos agregar que, a los docentes, nos permitirá aprovechar los conocimientos cotidianos relacionados con la cocina para facilitar los aprendizajes de nuestros alumnos en ciencias naturales.

A continuación, ofrecemos una mirada general sobre los nutrientes presentes en los alimentos desde una perspectiva funcional y estructural fundamentada en un enfoque químico. El objetivo de este capítulo es lograr la comprensión de las transformaciones físico-químicas que ocurren en los tratamientos culinarios, tanto los tradicionales como los innovadores, que han sido dilucidados satisfac-

toriamente por la investigación científica<sup>3</sup> y que revisaremos en los apartados posteriores. Finalmente, presentamos algunas de las innovaciones culinarias que aprovechan conocimientos y tecnologías aportadas por la ciencia.

## Los alimentos naturales, ¿tienen “químicos”?

En el vocabulario cotidiano suele confundirse el término “químicos” con “sustancias artificiales”. Desde el punto de vista científico, “químicos” se refiere a los profesionales de la Química, y “sustancias químicas” (o simplemente, sustancias) son los componentes, tanto naturales como artificiales, de los diversos materiales que nos rodean, y que se caracterizan por tener fórmulas y propiedades específicas que permiten su reconocimiento. Se suele asociar lo natural con lo saludable, y lo artificial o sintético con lo dañino para la salud, pero esto no siempre es así. Por ejemplo, las toxinas producidas por algunos hongos son naturales, y los medicamentos en cambio, son sintéticos en su gran mayoría. Aclarado esto, diremos que sí, los alimentos naturales tienen sustancias químicas en su composición, y que sus características y sus interacciones les otorgan las propiedades funcionales y estructurales que nos interesan en este capítulo. Teniendo en cuenta este enfoque, veamos las propiedades más importantes de algunos de los nutrientes: proteínas, hidratos de carbono y lípidos.

## Las proteínas, maravillosas estructuras

Cuando pensamos en alimentos proteicos, probablemente lo primero que nos viene a la mente es el huevo (un 50% de proteínas en el huevo deshidratado) o la carne (aproximadamente un 67% en carne deshidratada). Sin embargo, las propiedades en ambos son diferentes: tanto la yema como la clara son líquidas, mientras la carne tiene una estructura más sólida, entre otras características. Esto se debe no sólo al contenido en agua sino también a las características de las proteínas que predominan en cada caso: en el huevo, predominan las que son solubles en agua, y en la carne, las insolubles, que componen las células que forman las estructuras de los tejidos conectivo y muscular.

2 Un ejemplo lo constituye el trabajo de Louis Maillard, que en 1912 describió las transformaciones conocidas como pardeamiento de los alimentos.

3 Un ejemplo lo constituye el caso del suflé, mencionado al comienzo del capítulo, y al que Peter Barham (2003) le dedica un capítulo entero en su libro *La cocina y la ciencia*.

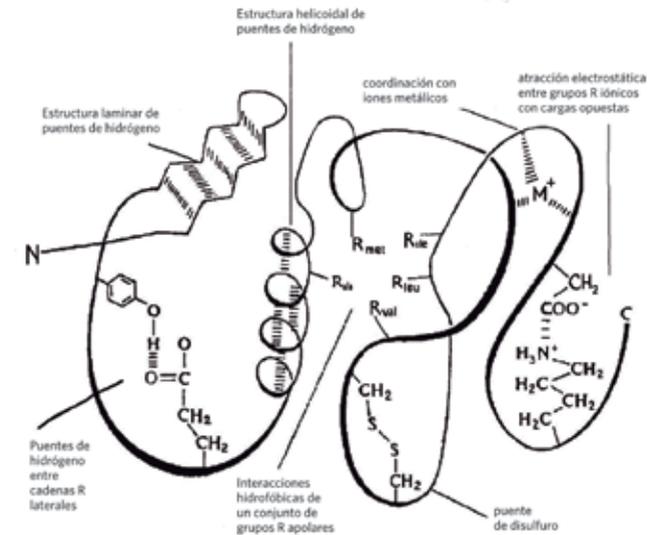
¿Cómo se puede explicar esta diferencia en la solubilidad de las proteínas? Recordemos que estas macromoléculas son polímeros de veinte aminoácidos<sup>4</sup>, y éstos últimos se diferencian en que algunos tienen grupos o residuos polares, y otros tienen grupos no polares o hidrofóbicos. Las cadenas proteicas toman formas características, estructuras tridimensionales de las cuales dependen las funciones que puede cumplir. Los factores que influyen fundamentalmente en la diferenciación entre las distintas estructuras proteicas son dos: el conjunto de las interacciones que se establecen entre los residuos de los aminoácidos y con el medio acuoso en el que están (algunas son interacciones no covalentes, pero también se forman enlaces covalentes, como los puentes disulfuro)<sup>5</sup>, y la estabilidad resultante de dichas interacciones (relacionada con la estructura de mínima energía libre). Veamos cómo se explica esto:

- Las proteínas solubles tienen una estructura, o conformación tal que pueden interactuar con el agua y formar soluciones coloidales. La estructura tridimensional que permite esta interacción es la que se denomina globular. Una proteína que se puede enrollar en forma de glóbulo, debe establecer consigo misma una gran cantidad de interacciones no-covalentes y en algunos casos, enlaces disulfuro. Esta cantidad de interacciones intramoleculares permiten el plegamiento y la conformación característica, compacta, similar a un ovillo, que le confieren una funcionalidad específica a cada proteína. Los aminoácidos que la forman orientan sus grupos según su polaridad: los no polares, hacia el interior, y los polares, hacia el disolvente acuoso. Esta disposición se corresponde con una energía libre mínima, y por lo tanto, con un estado fisicoquímico más estable en medio acuoso. Algunos ejemplos de este tipo de proteínas son: la ovoalbúmina y la conalbúmina presentes en el huevo, la mioalbúmina en la carne, la lactalbúmina en la leche, entre otras. En la figura 3-1 se puede observar una representación simplificada del plegamiento de una proteína globular y las interacciones que estabilizan su estructura.

4 Recordemos que los aminoácidos son, químicamente, ácidos carboxílicos que tienen un grupo funcional amino en el segundo carbono. El resto de la cadena carbonada es la que les da sus características de polares o no polares.

5 Estas interacciones son de naturaleza electrostática, y pueden ser de diferentes tipos: puentes de hidrógeno, atracciones entre moléculas polares, puentes salinos, interacciones hidrofóbicas, etc.

Figura 3-1. Las interacciones que estabilizan una proteína globular.



Fuente: [http://www.preparatoriaabierta.com.mx/quimica-2/images/quimica2\\_fasc2\\_img\\_704.jpg](http://www.preparatoriaabierta.com.mx/quimica-2/images/quimica2_fasc2_img_704.jpg)

- Por otra parte, la mayoría de las proteínas insolubles de la carne se caracterizan por poseer una estructura lineal y helicoidal, y tienden a juntarse formando fibras como consecuencia de los puentes de hidrógeno que se forman entre los grupos de los aminoácidos de las distintas cadenas peptídicas. Estas proteínas, denominadas fibrosas, tales como la queratina en pelo y uñas o el colágeno en tendones, sirven como materiales estructurales de los tejidos animales.

Es importante aclarar que la solubilidad de las proteínas puede modificarse si se cambian las características o las condiciones del medio en el que están, como veremos a continuación.

Desde el punto de vista culinario, las más versátiles son las proteínas globulares, ya que se pueden desestructurar fácilmente por distintos métodos y generar una gran variedad de nuevas estructuras, como las que se producen a partir de las proteínas del huevo. Como vimos anteriormente, la conformación estable de una proteína depende no sólo de las interacciones intra e intermoleculares sino también, y en gran medida, de su estabilidad en el medio que la rodea. ¿Qué ocurriría si cambiamos las condiciones en las que están? Por supuesto, pierden la estructura. Hay muchas modificaciones que pueden desestructurar una proteína:

- las modificaciones térmicas, como por ejemplo la desnaturalización del colágeno de la carne con la cocción;
- los cambios químicos, como por ejemplo los cambios de pH que afectan los puentes salinos y las interacciones con el agua; un ejemplo es la desnaturalización que produce la acidez del limón en el pescado, en un plato popular peruano denominado ceviche;
- los efectos mecánicos, como el batido o el amasado, que veremos más adelante al tratar las transformaciones de los alimentos en la cocina;
- el agregado de sustancias que modifiquen la fuerza iónica del medio como las sales, por ejemplo; etc.

Cuando alguno de estos cambios ocurre, las proteínas se desestabilizan, se despliegan, exponen al medio sus residuos hidrofóbicos, e interactúan con otras cadenas peptídicas y con el medio acuoso. Para disminuir la exposición al agua y aumentar la estabilidad, forman nuevas asociaciones entre ellas y por lo tanto, nuevas estructuras o agregados tales como los coágulos, así disminuyen la desestabilización producida. Es lo que ocurre, por ejemplo, con la caseína de la leche al acidificarse el medio por agregado de jugo de limón, técnica que se puede utilizar en la fabricación de quesos.

La pérdida de estas estructuras complejas, tanto la globular como la fibrosa, por cualquier método, se denomina desnaturalización, pero no incluye la ruptura -hidrólisis- del enlace peptídico que une los aminoácidos. Este efecto tiene consecuencias que pueden ser deseables o no; se pueden perder funciones biológicas importantes como en el caso de las enzimas, pero también se puede lograr una mayor digestibilidad, como en el caso de la desnaturalización de los inhibidores de la tripsina - una enzima proteolítica digestiva- presentes en la soja, entre otros alimentos. También se pueden mejorar las propiedades funcionales, como el aumento del espumado o de la emulsificación, que son las que nos interesan en este capítulo.

Cuando nos referimos a las propiedades funcionales, resaltamos aquellas características que intervienen directamente en su utilidad desde el punto de vista culinario. Entre otras, se pueden citar:

- viscosidad y elasticidad, como las provistas por las proteínas del gluten de trigo,
- succulencia o jugosidad, (atributo de algunos alimentos que nos hacen salivar con sólo mencionarlos), como las suministradas por las proteínas de la carne,
- espumado, emulsificado y gelificación, como las que producen las proteínas del huevo.

Algunas de estas propiedades se verifican en interfases, como el espumado y el emulsificado: interfase aire-agua en el primer caso, y agua-aceite en el segundo caso. Estos efectos son consecuencia del comportamiento de las proteínas anfipáticas<sup>6</sup> presentes que, una vez que se han desplegado, se ubican en la interfase exponiendo sus dominios o grupos hidrófobos hacia el medio no polar, por ejemplo el aire, y sus dominios hidrófilos hacia el medio acuoso, que es polar, disminuyendo de esta manera su energía libre. Como consecuencia, estabilizan dispersiones. Veremos algunos ejemplos a continuación.

### Espumas líquidas y sólidas

¿Qué tienen en común la fase blanca y burbujeante de una cerveza helada, el merengue de un postre y un esponjoso bizcochuelo? Que todas esas mezclas son espumas, es decir dispersiones, donde la fase dispersa está formada por pequeñas burbujas de aire, y la fase continua, por un líquido o un sólido. En su formación son esenciales la incorporación y retención de aire, obtenida por batido, y la estabilización de la estructura formada. En ambos procesos juegan un rol primordial las proteínas, debido a sus activas superficies que pueden adsorberse<sup>7</sup> en la interfase, desplegarse y reorientarse en ella, e interactuar con moléculas cercanas. Una de las proteínas que tiene mejores propiedades espumantes es la albúmina del huevo. Pero esta propiedad depende también de la concentración de la proteína, la presencia de otros componentes tales como sales, ácidos, lípidos, glúcidos, la forma del batido y la temperatura. Cuando la fase continua es líquida, la modificación de alguno de los factores mencionados puede desestabilizar la espuma y producir el drenado (pérdida de líquido) y el colapso (unión de burbujas) que llevan a la pérdida de aire de la dispersión. Las proteínas emulsionantes presentes en la cerveza, por ejemplo, tienen buena capacidad para incorporar gas, pero baja estabilidad (Rembado y Sceni, 2009). Los iones metálicos presentes en sus materias primas conjuntamente con los componentes de otro de los ingredientes, el lúpulo<sup>8</sup>, forman complejos estabilizantes de burbujas, que contribuyen a mejorar la formación de espuma (Romero y otros, 2014). Al servir esta bebida

6 Las moléculas anfipáticas son aquellas que poseen un extremo polar y otro no polar.

7 La adsorción es un proceso por el cual átomos, moléculas o iones son atrapados o retenidos en la superficie de un material. No confundir con la absorción, que implica el pasaje de una fase a otra del material, aumentando el volumen de la segunda fase. Cualquiera de los dos procesos puede ser físico o químico.

8 El lúpulo es el fruto de la planta del mismo nombre, que le provee no sólo amargor a la cerveza, sino también sabor y aroma.

en un vaso se genera una buena cantidad de espuma debida principalmente al dióxido de carbono que contiene la bebida, pero a causa de que la fase continua es líquida, tiene poca estabilidad, se producen el drenado y colapso simultáneo, y la espuma desaparece poco después.

### Emulsiones: cómo las proteínas estabilizan mezclas de aceite y agua

La leche, la yema de huevo y la mayonesa, son algunos de los numerosos alimentos que son emulsiones, es decir, son dispersiones coloidales entre dos líquidos no miscibles; en los alimentos, estos líquidos son el medio acuoso y el lipídico (aceite o grasa). En la industria alimentaria las dispersiones más importantes son las de aceite (fase dispersa) en agua (fase dispersante).

Cualquiera que ha agitado una mezcla de agua y aceite, se da cuenta que estas emulsiones están lejos de ser estables. Un factor estabilizador fundamental es la presencia de una sustancia en el medio que pueda interactuar con ambas fases. Las proteínas anfipáticas cumplen esa función emulsificante, o surfactante, pero sólo en emulsiones de aceite en agua, y no al revés, ya que estas proteínas no son solubles en aceite. Por ejemplo, en el caso de la mayonesa, las proteínas presentes en la yema del huevo contribuyen, junto con otros componentes, a mantener estable la emulsión. En la fabricación de este aderezo también interviene la técnica de batido, ya que debe lograrse que se forme una gran cantidad de gotitas de aceite lo más pequeñas posibles, y que se mantengan separadas entre sí. En este proceso las proteínas, desnaturalizadas y desplegadas por los movimientos mecánicos del mezclado, se desplazan hacia la interfase de cada gotita de líquido disperso formando una película cuya efectividad depende de las interacciones no covalentes que establezcan entre sí y con el medio. En medio acuoso, una mayor polarización de los residuos hidrofílicos de estas proteínas favorece la estabilización por repulsión entre cargas eléctricas del mismo signo y como consecuencia, las gotitas dispersas, rodeadas de estas moléculas eléctricamente cargadas, se repelen entre sí. La acidez también influye, ya que su aumento puede favorecer la solubilización de las proteínas y por lo tanto, la emulsión.

### Otras propiedades funcionales de las proteínas

La capacidad de gelificación es otra propiedad funcional de las proteínas. Si pensamos en un gel conocido, como la gelatina, queda claro que hay un gran contenido de agua retenida, y la estructura que permite dicha retención es una red tridimensional formada por estas macromoléculas. Las proteínas tienen la capacidad de formar este tipo de asociaciones entre ellas, una vez desplegadas,

generalmente por acción del calor. Cuando se enfrían, la disminución de la energía cinética facilita las interacciones no covalentes y la formación de una red estable. Podemos distinguir qué tipo de interacciones predominan, observando si se destruye o no el gel al calentarlo. El gel en el que predominan los puentes de hidrógeno y las fuerzas de Van der Waals como fuerzas de atracción, se desestabiliza y funde al calentarlo, lo que indica que el proceso es reversible, como en la gelatina. Si el gel resiste las elevadas temperaturas, se debe a que en él predominan las interacciones hidrofóbicas, o los enlaces disulfuro, y el proceso es irreversible como en el caso de la clara de huevo cocida.

Por otra parte, la viscosidad, propiedad que incide en productos tales como sopas o salsas, también es una manifestación de la complejidad de las interacciones entre las moléculas proteicas y el agua, y entre cadenas peptídicas entre sí. Cuando hay altas concentraciones proteicas o en geles donde las interacciones entre moléculas de proteínas son fuertes y numerosas, se observa una alta viscosidad, como por ejemplo en el caso de la clara de huevo crudo. Pero también inciden el tamaño, forma y flexibilidad molecular de las proteínas.

La elasticidad de las estructuras proteicas es otra propiedad funcional que es fundamental en la formación de masas a partir de la harina de trigo. Pero como también influye la presencia de otros componentes como los lípidos y el almidón, no es conveniente analizar esta propiedad en forma aislada, sino en forma integrada, en un apartado posterior.

En síntesis, las características de las proteínas que les permiten actuar de manera tan versátil se deben a sus propiedades hidrodinámicas (Badui, 2006), dependientes de la facilidad en cambiar la forma y el tamaño de las moléculas proteicas, como en el caso de la gelación y la viscosidad, y también a las propiedades relacionadas con los fenómenos de superficie que pueden producir, como la formación de espumas y emulsiones.

## Los hidratos de carbono. Algunos endulzan, otros forman estructuras en los alimentos

Los hidratos de carbono, o glúcidos, son los nutrientes más consumidos por los seres humanos y los más abundantes en la naturaleza. Su estructura química es muy variada, desde los más simples, denominados monosacáridos, hasta los más complejos, los polisacáridos, pasando por los oligosacáridos, que contienen entre dos y diez monosacáridos. Su composición química es sencilla, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los glúcidos que endulzan nuestros alimentos son los monosacáridos y los disacáridos, como la glucosa y la sacarosa (azúcar común), respectivamente. En estado libre en la naturaleza se los puede encontrar básicamente en las frutas, pero en su mayoría se los encuentra formando parte de polímeros. Por nuestro conocimiento cotidiano sabemos que, además de su sabor dulce, se disuelven fácilmente en agua, forman disoluciones concentradas en agua llamadas jarabes, son buenos conservantes, forman cristales pero también gomas y “vidrios” como en los caramelos de todo tipo que nos provee el mercado. ¿Cómo explica la ciencia estas propiedades?

Los monosacáridos son moléculas que tienen un grupo funcional aldehído o cetona, y grupos hidroxilos en el resto de los carbonos de la cadena. Esta estructura química les permite establecer una gran cantidad de puentes de hidrógeno a través de sus grupos hidroxilos con el agua. Así, absorben agua y se hidratan con facilidad, otorgan viscosidad<sup>9</sup> a los jarabes, inhiben el crecimiento microbiano al reducir la cantidad de agua disponible, y son muy solubles en agua. Los monosacáridos de mayor importancia en los alimentos son la glucosa, la fructosa, y entre los disacáridos la sacarosa (formada por una unidad de glucosa y una de fructosa), y la lactosa (constituida por una unidad de galactosa y otra de glucosa, es responsable del sabor dulce de la leche). Veamos algunas de sus propiedades funcionales.

Los poderes edulcorantes de los azúcares simples varían de uno a otro, pero como su determinación depende de análisis sensoriales, son subjetivos y pueden tener distintos valores según quién lo determine y en qué condiciones. Pero en general, coinciden en que la fructosa es la más dulce, unas 1,8 veces más que la que ocupa el segundo puesto, la sacarosa, y luego le siguen la glucosa y la lactosa, entre otras. Esta propiedad tiene una estrecha relación con los grupos hidroxilo y su disposición espacial, y su explicación científica ha sido tema de discusión entre varias teorías, que no serán desarrolladas en este texto<sup>10</sup>.

Podemos seleccionar tres ejemplos que nos muestren la existencia de tres estructuras sólidas distintas para los azúcares: los caramelos masticables, los de tipo “pastilla”, y la cobertura de las manzanas acarameladas. Los cristales de azúcar común y las pastillas opacas son evidencia de que estas sustancias pueden formar estructuras cristalinas ordenadas en estado sólido, y estables en el

tiempo. Pero los azúcares pueden presentar además, estructuras vítreas -duras-, o gomosas -blandas-. Estas formas no cristalinas, en las que las moléculas están desordenadas, se denominan amorfas. Son menos estables que las primeras y pueden modificar su estructura: un caramelo duro y crujiente puede volverse gomoso al absorber agua, y uno gomoso puede llegar a cristalizar con el tiempo (Rembado y Sceni, 2009).

Pero también los polisacáridos son muy importantes en la cocina. El más utilizado tradicionalmente es el almidón. Lo usamos para espesar sopas, producir flanes y postres, y elaborar salsas, por mencionar algunas utilidades. Ninguna de sus características funcionales las comparte con los glúcidos más simples. ¿Cuál es la razón de estas diferencias, si todos son hidratos de carbono?

El mencionado almidón, la pectina, la goma guar, entre otros, que se utilizan en las preparaciones culinarias, son polisacáridos, es decir, están formados por unidades de monosacáridos unidos por enlaces covalentes -denominados enlaces glicosídicos-, que forman macromoléculas compuestas por cientos o miles de monómeros. Al igual que otros polímeros, pueden tener una conformación al azar u ordenada según las interacciones que se establecen entre sus unidades componentes. Estos polisacáridos no forman soluciones acuosas sino dispersiones coloidales debido al mayor tamaño de sus moléculas, y logran modificar y controlar la movilidad de las moléculas de agua a través de las múltiples interacciones por puentes de hidrógeno. Estas interacciones son tan importantes que pueden evitar que el agua se congele en estas condiciones (Fennema, 2000, p. 213).

Las propiedades funcionales más importantes de los polisacáridos son: como agentes espesantes y como formadores de geles. Explicaremos estas funciones para el caso del almidón, un polímero de la glucosa que ha sido parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, y de amplia difusión en la naturaleza, donde se presenta en forma de partículas discretas denominadas gránulos. Pero la forma, tamaño y composición de estos gránulos difiere según su origen biológico. Por ejemplo, los gránulos de almidón en el arroz son mucho más compactos y pequeños que los de la papa, y son más irregulares que los del trigo, que son esféricos. Estas diferencias influyen por ejemplo en la facilidad de hidratación y en las temperaturas de gelatinización (este proceso se describirá más adelante). En agua fría, estos gránulos son insolubles debido a la gran cantidad de interacciones entre las moléculas del polisacárido, lo cual le confiere gran estabilidad y una estructura muy organizada.

El almidón está formado por dos polímeros de la glucosa: uno lineal, la amilosa, que constituye alrededor del 25% generalmente, y otro ramificado, la ami-

9 La viscosidad se define como la resistencia a fluir que presentan los distintos fluidos, en este caso, los almíbares.

10 Para mayor información sobre este tema, ver el capítulo 8 de Química de los alimentos, Badui (2006).

lopectina. La amilosa adquiere fácilmente una conformación helicoidal, en la que cada vuelta contiene unas seis moléculas de glucosa, que orientan sus grupos hidroxilos hacia el exterior (Carrascal Delgado, 2005). El interior, lipofílico, es el que forma un complejo con el yodo que colorea de azul violáceo las dispersiones de almidón, y que permite su reconocimiento en los alimentos. En cambio, la amilopectina adquiere una forma de árbol, cuyas ramas se presentan como racimos de doble hélices, según lo muestra la técnica de difracción de rayos X. Este empaquetamiento le permite adquirir, en pequeñas áreas, una forma cristalina, muy densa, intercalada entre zonas amorfas, de menor densidad. Forma complejos rojizos con una pequeña cantidad de yodo. Ambos polímeros, cuya proporción recíproca es variable según el origen, influyen en las características sensoriales de los alimentos, en la capacidad de hidratación y en las propiedades reológicas<sup>11</sup> tales como la gelación y la viscosidad.

Para que el almidón pueda producir espesamiento de las soluciones acuosas, los gránulos deben dispersarse bien en el agua para permitir una adecuada hidratación. Este proceso se inicia con la absorción de agua en las zonas amorfas, donde las interacciones por puentes de hidrógeno son menores o más débiles que en las cristalinas. Para que estas últimas regiones se hidraten se requiere de mayor energía, por lo que se debe calentar la mezcla. De esta manera los gránulos se van hinchando, se pierde el orden interno y comienza la liberación de amilosa que interactúa con el agua aumentando la viscosidad de la dispersión. Esta transición desde un estado ordenado a uno desordenado en el que se absorbe calor y se alcanza el grado máximo en viscosidad, se denomina gelatinización, y la temperatura a la que ocurre, entre 60° y 90° C, depende del tipo de almidón, como señalamos antes. En este punto, se transforman “los gránulos de almidón insolubles en una solución de las moléculas constituyentes en forma individual” (Badui, 2006, p. 85). A partir de este momento, a medida que el sistema se vaya enfriando, el almidón actuará como espesante o como gelificante, según su concentración, y la interacción con otros componentes del alimento. Cuando se enfría, si las moléculas dispersas logran entrecruzarse y generar zonas de unión firmes se forma un gel que puede retener hasta un 99% de líquido, como en la salsa blanca, y que se comporta como un sólido elástico al aplicarle fuerzas, pero también tiene las características de un líquido viscoso, por lo que se dice que es un semisólido viscoelástico. La gelación del almidón puede ser considerada

<sup>11</sup> La reología es la ciencia que estudia el flujo y la deformación de los materiales bajo la acción de una fuerza. Una propiedad reológica de los fluidos, por ejemplo, es la viscosidad.

como la primera etapa del proceso de cristalización, en el que sus moléculas se van haciendo menos solubles en forma progresiva. ¿Alguna vez guardaron salsa blanca en la heladera? Si lo hicieron, habrán visto que se va formando una capa de agua sobre su superficie. Parte del agua ha sido expulsada del gel debido a que los polisacáridos han continuado acercándose y, favorecidos por el descenso de temperatura, han formado mayor cantidad de puentes de hidrógeno. Este proceso, denominado retrogradación, también justifica el envejecimiento del pan: la miga pierde agua y se seca, mientras la corteza la absorbe y se ablanda.

## Lípidos en alimentos, ¿debemos evitarlos?

En la vida cotidiana el término lípido se asocia generalmente a aceites, grasas trans, y colesterol, componentes de alimentos que no gozan de muy buena fama. Pero si agregamos a la lista productos como el aceite de oliva, la lecitina, y sustancias como los ácidos grasos omega 3, 6 y 9, nuestra valoración comienza a cambiar. Y es que los lípidos están formados por un conjunto de numerosas y variadas sustancias, que sólo tienen en común su insolubilidad en agua y su solubilidad en solventes orgánicos.

Los lípidos influyen notablemente en muchas de las propiedades de los alimentos: en el color, debido a sus carotenoides, en el aroma porque vehiculizan componentes aromáticos, en el flavor<sup>12</sup> debido a la presencia de compuestos como cetonas y aldehídos (Badui, 2000, p. 246), entre otros, y en la textura, al dar consistencia y estructura. Pero además constituyen una importante fuente de nutrición debido a que vehiculizan y facilitan la adsorción de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), y proveen ácidos grasos indispensables (que nuestro organismo no puede sintetizar, como el linoleico y el linoléico). También son una importante fuente de energía, entre otras características.

Un criterio útil de clasificación<sup>13</sup> para este heterogéneo grupo de sustancias, según el enfoque de este capítulo, es el que distingue entre:

- lípidos polares, como los fosfoglicéridos (la lecitina, por ejemplo) o los glucolípidos, que se orientan espontáneamente en el agua exponiendo su grupo polar, y
- lípidos no polares, como el colesterol, o los triglicéridos que forman los aceites

<sup>12</sup> El flavor está determinado por una combinación de sensaciones del sabor y del aroma (Barham, 2003), que será detallado en el capítulo 5.

<sup>13</sup> Para informarse de otros criterios de clasificación, ver el texto de Badui, op. cit.

y las grasas, que permanecen asociados y no se orientan en contacto con la fase acuosa.

Los lípidos tienen la capacidad de formar distintos tipos de estructuras cristalinas, debido a la gran interacción entre las cadenas alifáticas (interacciones conocidas como fuerzas de London). El empaquetamiento puede ser muy compacto cuando existe el mismo tipo de moléculas lipídicas. Es el caso de la manteca de cacao, por ejemplo, que puede formar seis tipos de cristales diferentes, y sólo uno de ellos es el más estable y adecuado para darle la firmeza y suavidad que se requieren para un delicioso chocolate. El proceso para obtener dichos cristales se denomina “templado”.

Los lípidos polares pueden estabilizar emulsiones debido a su carácter anfifílico<sup>14</sup>, y de manera similar al funcionamiento de las proteínas, participan en fenómenos de superficie y son capaces de incorporar aire en las preparaciones. Un ejemplo lo constituye la lecitina que, por ser un fosfoglicérido, puede interaccionar con la fase acuosa a través de su grupo fosfato y la base nitrogenada, mientras que la cadena hidrocarbonada lo hace con la fase lipídica. Esta capacidad emulsionante de la lecitina es fundamental, por ejemplo, en la fabricación de mayonesa. Muchos productos alimentarios están constituidos por emulsiones aceite/agua, como la leche o la mencionada mayonesa, o por emulsiones agua/aceite, como la manteca.

Las grasas y aceites son los principales lípidos presentes en los alimentos, y se presentan en estado líquido o semisólido. Por convención se los diferencia como aceites, cuando tienen aspecto líquido a temperatura ambiente, y grasas, cuando tienen apariencia sólida. Químicamente, todos son ésteres de ácidos grasos y glicerol<sup>15</sup>, y se diferencian solamente en el tipo de cadenas hidrocarbonadas que forman sus moléculas. En el caso de las grasas, predominan las cadenas saturadas (enlaces covalentes simples entre sus carbonos) que permiten un buen empaquetamiento cristalino, mientras que en los aceites, predominan las cadenas insaturadas (tienen al menos un enlace covalente doble), cuyas formas no permiten un buen acercamiento entre las moléculas y por lo tanto, permanecen en estado fluido a temperatura ambiente. La proporción en que las grasas sólidas están presentes en un alimento influyen, entre otros factores, en la consistencia o “cuerpo” del mismo (Fennema, 2000, p. 303).

14 La cualidad de anfifílico se aplica a las moléculas que tienen un extremo polar, hidrofílico, (la “cabeza”), unido a una larga cadena, o “cola”, no polar o hidrofóbica.

15 De allí que también se los reconozca como acilglicéridos.

Al hidrolizarse en el sistema digestivo, las grasas y los aceites se transforman en glicerol y en los ácidos grasos constituyentes, para ser absorbidos de esta forma en el intestino. Los ácidos grasos tienen una gran importancia biológica ya que son moduladores de síntesis de moléculas, y formadores de membranas celulares, entre otras funciones. Son particularmente importantes los ácidos grasos esenciales, ya que solo pueden obtenerse a través de la dieta y son necesarios para el crecimiento y el desarrollo. Son conocidos comercialmente como los ácidos grasos omega-3 y omega-6<sup>16</sup> y poseen uno o más dobles enlaces en la cadena carbonada.

En conclusión, vemos que las propiedades funcionales de los lípidos y su aporte en ácidos grasos esenciales, son importantes y justifican su presencia en los alimentos.

## Los alimentos se transforman en la cocina: una visión científica de las transformaciones

Hasta aquí hemos presentado por separado algunas de las propiedades funcionales de cada grupo de biomoléculas presentes en los alimentos. Pero una importante consideración que hay que resaltar, es que en la cocina, a diferencia de un laboratorio, no se trabaja prácticamente con sustancias aisladas, de composición fija y conocida (salvo sal, azúcar, bicarbonato de sodio, y algunas pocas más) o con mezclas sencillas (excepto aceites, grasas, o vinagre). Los alimentos no son una sumatoria de componentes, son materiales de diversa complejidad. La mayoría de ellos corresponden a organismos enteros o a sus despieces, o a productos elaborados por la tecnología alimentaria o la cocina artesanal. Como consecuencia, “la interacción físicoquímica de sustancias y objetos culinarios entre ellos y con baños de cocción (agua, aceites o grasas a altas temperaturas) es muy compleja...” (Mans y Castells, 2011, pp. 58-59). Esto no le impide a la ciencia hacer interesantes aportes que tienen que ver con la explicación de los cambios que se producen en las texturas, los aromas y sabores, o los colores, cuando los transformamos con un simple batido o con una cocción sofisticada.

A continuación presentamos algunos de los alimentos más clásicos, en los

16 Los números 3 y 6 indican la posición del primer doble enlace en la cadena carbonada de los ácidos carbolílicos, partiendo del grupo metilo terminal. También existen los ácidos grasos omega-9.

que las propiedades de unos y otros componentes se combinan de diversas maneras y dan lugar a transformaciones importantes en los alimentos procesados.

### Los polifacéticos huevos: espesan, espuman y gelifican

En muchas de las comidas que consumimos, aparece como ingrediente el huevo. Y eso es así no solo por su aporte nutricional, sino también por su gran versatilidad a la hora de preparar cualquier alimento: cohesionan rellenos, componen una mousse, son la base de la mayonesa, sin ellos no existiría el omelette, entre otras aplicaciones. Veamos cuáles son sus componentes y cómo se integran entre sí y con otros ingredientes para cumplir tan variadas funciones en la cocina. Elegimos como ejemplo el huevo de gallina, que es el más comúnmente utilizado.

La parte comestible de un huevo pequeño de, por ejemplo, unos 50 g, está constituida por aproximadamente 30 g de clara y 15 g de yema. El resto es cáscara.

La clara es un coloide formado por un 88% de agua, un 11% de proteínas, 0,2% de lípidos, 0,2% de glúcidos y 0,3% de minerales<sup>17</sup>. Esta composición nos señala que las proteínas son las biomoléculas más importantes en esta fracción del huevo. El 54% de las proteínas presentes corresponden a la ovoalbúmina (una fosfoglicoproteína), el 13% a la ovotransferrina -o conalbúmina-, el 11% a la ovomucoide y el 3,5% a la ovomucina (todas glicoproteínas). Esta composición proteica indica que la mayoría de las proteínas presentes son globulares.

En cuanto a la yema, es una emulsión de aceite en agua, que contiene un 50% de agua, un 30,6% de lípidos, un 16% de proteínas, un 0,6% de glúcidos y un 2% de minerales. En este caso, las biomoléculas más numerosas, los lípidos, están conformadas, en su mayor parte, por triglicéridos, y también existen fosfolípidos de alto poder emulsionante, entre los cuales un ejemplo es la lecitina. Las proteínas presentes son, fundamentalmente, lipoproteínas.

Producto de las propiedades que le confiere su composición, los huevos son muy utilizados en la cocina debido, entre otras propiedades, a:

- Su poder coagulante; se produce por desnaturalización de las proteínas tanto de la clara como de la yema, debida al efecto del calor. Es la propiedad por la que más se utiliza el huevo en las preparaciones culinarias.
- Su capacidad espumante; se debe básicamente a las proteínas de la clara, que no sólo retienen aire, sino que estabilizan la espuma debido fundamen-

talmente a la presencia de la proteína ovomucina (Badui, 2006). Además, las proteínas que coagulan con el calor previenen el desmoronamiento de la espuma durante el proceso de cocción.

- Su capacidad emulsionante; se debe al contenido en proteínas anfipáticas y fosfolípidos.
- Su capacidad aglutinante; debida al poder gelificante tanto de la clara como de la yema, que son capaces de englobar otras sustancias agregadas.
- Su capacidad colorante; propia de la yema, se debe a los carotenos y vitamina A, y es aprovechada, por ejemplo, para dar color a las pastas.

Este breve resumen de las características culinarias del huevo, demuestra su gran versatilidad en diversas preparaciones. Su importancia en la alimentación humana, desde las primeras épocas, es tal que ha sido estudiado exhaustivamente. Por ejemplo, en España se ha editado “El libro del huevo”, en el que el Instituto de Estudios del Huevo (2003) ha resumido las investigaciones más recientes con carácter divulgativo.

### Las transformaciones fisicoquímicas de la carne en la cocción

Cuando se cocina una carne cambian la textura, la jugosidad, el aroma, el color, el sabor y la terneza<sup>18</sup>. Estos cambios se deben principalmente a las modificaciones que sufren las proteínas, las biomoléculas más abundantes en este alimento ya que constituyen, en promedio, un 20% del mismo (en forma de haces de fibras musculares y de tejido conectivo), y a los cambios en la proporción de agua, que originalmente varía entre un 60 y un 75%, según el corte. Además contienen grasas (en proporción inversa a la cantidad de agua, desde un 1,4% en la nalga hasta un 21% en la falda). Veamos entonces qué tipo de proteínas y de grasas están presentes en la carne, para comprender las transformaciones que produce el calor. Las proteínas presentes en este alimento se suelen clasificar en:

- Proteínas contráctiles o miofibrilares: la mayoría son fibrosas e insolubles, salvo en altas concentraciones salinas. Constituyen el 50% del total de proteínas de la carne. Son ejemplos la miosina y la actina.
- Proteínas sarcoplásmicas o solubles: son fundamentalmente globulinas y albúminas, retienen gran cantidad de agua, e influyen en la jugosidad. La mio-globina, proteína que traslada el oxígeno desde el corazón al músculo, es una

<sup>17</sup> Datos obtenidos del cuadro de la página 211 de Química de los alimentos, de Badui (2006)

<sup>18</sup> La terneza es la cualidad de la carne de dejarse cortar y masticar, con mayor o menor facilidad, antes de la deglución.

representante de este grupo. Es un pigmento que le da el color rojo a la carne cruda pero también es responsable del color de la carne cocida, cuyo cambio se debe a la coagulación de esta proteína.

- **Proteínas del estroma o insolubles:** en este grupo predominan las proteínas estructurales, fibrosas, como el colágeno, y en menor proporción, la elastina, que forman el tejido conectivo. El colágeno tiene una estructura formada por tres cadenas peptídicas enroscadas entre sí (como si fuera una cuerda) y es el factor que define la dureza de la carne debido a los enlaces cruzados covalentes entre y dentro de las microfibrillas que lo forman. La cantidad de estos enlaces aumenta con la edad del animal.

La grasa interna, o marmolado, otorga jugosidad a la carne al provocar la salivación al masticar. Esta grasa está formada principalmente por lípidos no polares, los acilglicéridos, cuyos ácidos grasos predominantes son saturados, como el palmítico, o monoinsaturados como el oleico. También contiene algunos carotenos que le dan el color amarillento característico de la grasa.

¿Qué ocurre durante la cocción de la carne? Hay diversas formas de cocinarla, pero todas ellas producen la coagulación (desnaturalización) de las proteínas contráctiles. Este cambio implica un enrollamiento que produce una cierta contracción de los músculos, lo que se traduce en un endurecimiento creciente al cocinar la carne. Por otra parte, la cocción prolongada hidroliza el colágeno, destuyendo las triples hélices y el tejido conjuntivo se ablanda. En este proceso se forma la gelatina, ya que una tercera parte del colágeno se hidroliza desenrollando la triple hélice que componen su estructura y formando un gel integrado por una mezcla de polipéptidos. Es el gel que queda en la fuente de la carne cocida, una vez fría. También el contenido de agua cambia según la temperatura de cocción, y la grasa funde y otorga el flavor característico a la carne. Esto significa que podemos obtener diversas texturas, color, sabor y jugosidad, según el tratamiento al que se someta a la carne.

Hay diferentes factores que afectan el resultado de la cocción, entre los cuales mencionaremos:

- **La temperatura final:** al aumentar la temperatura de cocción la carne retendrá menos agua y el grado de contracción del colágeno será mayor, otorgando más firmeza. Además la desnaturalización de la mioglobina producirá cambios de color en las carnes. Por ejemplo, un bife a punto debe llegar a una temperatura final interna de 55-60°C, su color será así rosa pálido, su textura será firme y perderá alrededor del 20% de agua, mientras que en un bife bien cocido la temperatura interior debe superar los 65°C, el color se volverá marrón, la tex-

tura será correosa, seca, y la pérdida de agua será como mínimo del 35%.

- **El tiempo de cocción:** afecta la terneza de la carne. La ruptura de las uniones entre las cadenas proteicas del colágeno debida a un calentamiento prolongado a temperaturas superiores a 60°C, produce su solubilización. También se reduce la cantidad de agua de la carne y ésta puede quedar reseca. Por esta razón, sólo para cortes tiernos, con poco colágeno, es aconsejable una cocción a la plancha, que es rápida, mientras para cortes con mucho tejido conjuntivo, es preferible una cocción prolongada.
- **El dorado o sellado:** a temperaturas muy altas, la superficie de la carne se deseca y se producen transformaciones químicas entre las proteínas presentes. Entre estas reacciones se encuentran las denominadas reacciones de Maillard, o glucosilación no enzimática, que originan una variedad de nuevas sustancias que otorgan sabor y aroma, y contribuyen a ese color dorado tan apetecible (Rossi, 2007; Sánchez Guadix, 2008; Del Cid, 2001; Barham, 2003). También dan sensación de jugosidad, característica que no solo depende de la cantidad de agua del alimento sino también de las sustancias que provoquen salivación. Estas transformaciones se producen, por ejemplo, en las cocciones al horno, particularmente en la zona apoyada sobre una superficie metálica, a la plancha, a la parrilla y en frituras, porque se cocina a temperaturas mayores a 100°C.

## Las harinas, una masa

¿Qué procesos ocurren en el amasado, que logran que una mezcla pegajosa de harina, levadura y agua se transforme en una masa elástica y tenaz (se resiste a la deformación) que mantiene la forma de los panes durante la cocción? Estas características, muy deseables para producir todo tipo de masas, se deben a la presencia e interacción de determinados componentes en la harina. Veamos con un poco de detalle la composición de la harina de trigo, que es la más utilizada en panificación, para comprender los procesos que se llevan a cabo al preparar y cocinar distintos tipos de masas.

La harina de trigo posee:

- entre un 70 y un 80% de glúcidos -casi exclusivamente almidón-,
- de un 10 a un 12% de proteínas, fundamentalmente gliadinas, proteínas globulares, y gluteninas, fibrosas, y también existe una pequeña cantidad de amilasas,
- un 14% de agua, y

- una pequeña cantidad de lípidos (triglicéridos con ácidos grasos de muy alto grado de insaturación, y algo de fosfolípidos y fitoesteroles) y minerales.

El proceso mecánico del amasado de harina, agua, sal y levadura, para obtener pan, por ejemplo, logra la hidratación y posterior desnaturalización y despliegue de las gliadinas y glutelinas. Esto conduce a la formación de una red tridimensional de cadenas proteicas unidas, básicamente, por enlaces disulfuro, puentes hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. Se considera que esta estructura corresponde a una asociación de proteínas, denominada gluten, cuyas características son muy diferentes a las que la originaron. Esta red proteica permite la retención del dióxido de carbono que produce la fermentación. La hidratación de la harina también activa a las amilasas que comienzan a cortar las cadenas de almidón, dando como resultado maltosa y glucosa que servirán de alimento a las levaduras. Como este último proceso es bastante lento, conviene acelerarlo, por ejemplo, por agregado de un poco de azúcar a la mezcla inicial. Durante la fermentación las levaduras no sólo producen CO<sub>2</sub> y alcohol (que se evapora en el horno) sino también otras sustancias que otorgan sabor y olor característicos.

Las grasas y aceites, dado su carácter no polar, se asocian con las fracciones lipofílicas de las proteínas que van a formar el gluten y evitan así que se forme la red. Es por ello que, si se van a agregar estos productos a la mezcla, debe hacerse casi al final del amasado.

¿Y qué ocurre en el horno? Hasta alcanzar los 40°C las levaduras siguen actuando en el interior de la masa (se destruyen a partir de esa temperatura), mientras el aire incorporado en el amasado y el CO<sub>2</sub> producido la expanden, y parte del agua y el alcohol se evaporan. Para evitar que el aumento de volumen deforme el pan, resulta conveniente hacer unos cortes profundos en la masa para facilitar la eliminación controlada de esos vapores que se forman en su interior (Koppmann, 2013). Entre los 60 y los 75°C el almidón debe haber absorbido agua y gelatinizado, para que la miga no quede cruda. Alrededor de los 70-80°C la masa no crecerá más porque las proteínas del gluten se han desnaturalizado y fijado la forma final. El toque final lo dan las reacciones de Maillard y las de caramelización, que, a temperaturas altas, vuelven dorada, aromática y crocante la costra del pan, al reaccionar, por un lado, los azúcares presentes con los aminoácidos de las proteínas (en el primer caso), y por otro, las moléculas de azúcares entre sí (en el segundo caso).

## Los vegetales y los colores en la naturaleza

La cocción de los vegetales trae aparejados dos cambios importantes: en la textura, que se vuelve blanda, y en los colores, que se modifican. ¿Cómo suceden estos cambios? Se pueden prevenir o atenuar? Conocer algunas de las características de los vegetales que hacen posibles estos cambios, nos permitirá comprender cómo ocurren y cómo se podría incidir en ellos.

Los cambios de textura durante la cocción están relacionados fundamentalmente con modificaciones de la estructura celular de los vegetales, principalmente sobre dos componentes exclusivos: la pared celular externa a la membrana, y la vacuola. La primera está compuesta, entre otras sustancias, por celulosa en forma de largas cadenas que mantienen su rigidez por estar unidas por otros polisacáridos: hemicelulosas y pectinas, que actúan como cementantes o agentes adhesivos. Por su parte, la vacuola es una organela celular central que contiene agua, pigmentos, moléculas de reserva y productos de desecho de las células, y es la que aporta turgencia.

A partir de los 60°C, la cocción produce desnaturalización de las proteínas de la membrana celular y de la vacuola, originándose pérdida de agua del interior de las células. Al alcanzar los 80-85°C, comienza a ablandarse la pared celular: el medio débilmente ácido, propio de la mayoría de los vegetales, solubiliza las pectinas pero no a las hemicelulosas (que son solubles sólo en medios alcalinos), lo cual mantiene la rigidez de los vegetales. Esto ocurre, por ejemplo, en los vegetales preparados como pickles, que se mantienen firmes y crocantes (Koppmann, 2013). Un fenómeno provechoso ocurre en la cocción en aguas duras: el calcio presente en ellas une las pectinas (forma pectinato de calcio), y aumenta la rigidez de la textura. Este recurso se aprovecha en la preparación de zapallo en almíbar, ya que el vegetal se trata con cal viva antes de proceder a cocinarlo.

Otra cuestión interesante es la que ocurre con el color en la cocción. El color en los vegetales se debe a la presencia de pigmentos, como se verá en el capítulo 5. Generalmente hay variedad de estas moléculas presentes en cada vegetal, pero hay un pigmento que predomina en cada caso. Las características químicas de estas sustancias permiten entender sus cambios, en este caso, cuando son sometidas a la cocción. Tomemos como ejemplo la más conocida, la clorofila, y veamos por qué no podemos conservar su color verde al cocinar verduras frescas... ¿o sí se puede?

Si observamos una representación de la molécula de clorofila<sup>19</sup>, veremos que tiene una estructura compleja formada por varios ciclos, un ion magnesio central, y una larga cadena hidrocarbonada. En conjunto es una molécula no polar, insoluble en agua pero, por acción del calor y de una enzima específica (clorofilasa) presente en los vegetales, pierde la cadena hidrocarbonada. El resto de la molécula, más polar, se solubiliza perdiéndose así el color en el agua de cocción.

Como la presencia de magnesio es fundamental para el color, su reemplazo también produce cambios. En medios de cocción ácidos, el ion hidrógeno desplaza al ion metálico y el vegetal se vuelve verde grisáceo (recordemos que el interior de las células, aunque débil, también es ácido). ¿Cómo minimizar estos cambios? Marina Koppmann, en su libro *Nuevo Manual de Gastronomía Molecular* (2012) propone para su cocción: agregar los vegetales en abundante agua hirviendo (para diluir el medio ácido) minimizando el tiempo de inmersión<sup>20</sup> para evitar que la clorofila termine en el medio acuoso, y enfriar rápidamente con agua helada después, para detener la acción de otros cambios químicos. Esta técnica, denominada escaldado, inactiva enzimas como la clorofilasa, que degrada la clorofila y por lo tanto, su color. Por otra parte, también se podría neutralizar el medio por agregado de bicarbonato, pero el sabor resultante no siempre es aceptado (además debe controlarse muy bien la cantidad agregada de este compuesto, ya que el medio alcalino produce un ablandamiento de las texturas vegetales).

Los compuestos que dan su color a zanahorias, zapallos y tomates (denominados carotenoides), entre otros vegetales, no son solubles en agua, y no resultan significativamente alterados por el calor. En cambio, los pigmentos del repollo colorado y de las pieles o cáscaras de uvas, ciruelas y duraznos, por ejemplo (denominados antocianinas), son altamente sensibles a los cambios de acidez (Koppmann, 2013).

En este muy breve recorrido por los cambios en los vegetales debidos a los tratamientos culinarios, queda claro que si deseamos mantener los colores originales de frutas y verduras, debemos procesarlos y cocinarlos con cuidado.

<sup>19</sup> Una representación de esta molécula se puede encontrar en: <http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/gr%C3%A1fica/imagenes-esquemas/clorofila-formula/>

<sup>20</sup> El tiempo de cocción debe ser mínimo ya que en abundante agua hirviendo también se solubilizan algunos minerales y vitaminas hidrosolubles.

## Las grasas y los aceites: frituras sabrosas

Convengamos que pocas comidas son más ricas que unas crujientes papas fritas, un sabroso huevo frito o una dorada milanesa. El efecto de ser crocantes por fuera pero tiernos por dentro se consigue con la fritura. Veamos por qué.

La cocción por fritura implica la inmersión de un alimento en un líquido de cocción que alcance entre 160°C y 180°C de temperatura, y esto normalmente se consigue utilizando aceites o grasas calientes. ¿Qué cambios se producen en el alimento en estas condiciones? En la superficie se produce la rápida evaporación del agua que contiene el alimento en esa zona con la consiguiente formación de una costra seca que se vuelve dorada, aromática y crocante producto de las reacciones que se ocurren debido a la presencia de proteínas: las reacciones de Maillard y las de caramelización. Mientras tanto, la transferencia de calor hacia el interior del alimento evapora parte del agua interna. Debido a la salida de vapor de agua y a la presencia de la costra formada, disminuye el ingreso de aceite al alimento. Por esta razón es importante el escurrimiento rápido al terminar la cocción, ya que por el descenso de temperatura el vapor de agua deja de formarse y el alimento absorbe rápidamente aceite (las papas pueden absorber hasta un 40% de aceite en este proceso).

Es importante resaltar que no sólo el alimento se transforma por esta técnica sino que también el medio de cocción puede sufrir cambios con cociones prolongadas, la mayoría indeseables. Por ejemplo, el contacto con el oxígeno del aire permite la formación de hidroperóxidos, muy reactivos, que pueden generar productos con olores típicos de rancidez. Para comprenderlos, debemos recordar algunas características químicas de las grasas y los aceites. Como vimos antes, las grasas y aceites están constituidas fundamentalmente por compuestos denominados triglicéridos. A este grupo pertenecen las sustancias que están formadas por ésteres de un alcohol específico, la glicerina, con ácidos grasos. Por su parte, recordemos que los ácidos grasos pueden ser saturados, como los que predominan en las grasas, o insaturados, como los que abundan en los aceites. Esta diferencia estructural no sólo determina sus distintos estados de agregación a temperatura ambiente, sino que también influye en sus diferentes reactividades químicas. ¿Cuáles son las reacciones químicas que se dan en las frituras y pueden afectar su calidad? Veamos una breve síntesis de este tipo de transformaciones que ocurren en los aceites (y en menor proporción en las grasas), ya que son los más usados como medio de cocción por fritura.

- Un cambio se advierte cuando se observa que disminuye la temperatura máxima a la que se puede usar el aceite, sin que se quemen sus componentes (denominado punto de humeo). Esto se debe a la formación de ácidos grasos libres que provienen de la hidrólisis de las moléculas de triglicéridos producida por la acción del calor, reacción denominada lipólisis. Estos ácidos libres pueden cambiar el sabor, formar espumas, y además son más sensibles a la oxidación. Una forma de disminuir la lipólisis es secar exteriormente los alimentos antes de introducirlos en el aceite caliente.
- Otro cambio es la aparición de sabores y olores diferentes a los originales en el aceite usado. Se origina en las reacciones entre los ácidos grasos que forman los aceites, y el oxígeno fundamentalmente, y que se ven favorecidas por varios factores: la presencia de enlaces dobles en los ácidos grasos (particularmente los poliinsaturados), la superficie de contacto con el oxígeno, la luz UV, las temperaturas de cocción altas y un mayor contenido en ácidos grasos libres. Una de las acciones que puede minimizar estos cambios es la disminución de la superficie de contacto con el aire (industrialmente se aconseja el uso de recipientes de fritura con una relación mínima superficie/volumen). También es conveniente utilizar aceites de alta estabilidad, como el aceite de oliva, que soporta bien las altas temperaturas.
- Una tercera modificación se advierte cuando aumenta la viscosidad del aceite, y aparece una capa superficial pegajosa a la hora de limpiar los utensilios y recipientes. Estos cambios son el resultado de la reacción de polimerización entre los ácidos grasos, tanto libres como esterificados, que producen macromoléculas capaces de formar películas.

Además recordemos que los aceites son buenos disolventes de compuestos no polares como los pigmentos y las vitaminas liposolubles, que son sensibles al calor y al oxígeno.

En síntesis, cuando advirtamos alguno de estos cambios en el aceite de fritura, ¡es hora de cambiarlo!

## ¿Qué novedades aportan hoy las ciencias a la cocina?

En el encuentro entre la ciencia y la cocina, se han seguido distintas vías de trabajo para la obtención de texturas novedosas en un alimento, materia de mucho interés para la gastronomía. La más destacable incluye sustancias deno-

minadas texturizantes, que modifican características tales como la viscosidad, la elasticidad, la plasticidad, o la fragilidad de un alimento, entre otras propiedades. Pero la investigación científica también ha incursionado en los métodos culinarios, proponiendo nuevas técnicas. Realizaremos una breve síntesis de algunas de estas novedades:

- Nuevas texturas y renovados aditivos. La gelatina de pescado (que en realidad no se obtiene de pescado sino de tejidos vacunos y porcinos) y las pectinas (obtenidas de frutas) son los gelificantes que clásicamente se han utilizado en la cocina occidental. Pero debido a la aparición de casos de encefalopatía espongiiforme bovina, que se produjo principalmente en Europa en el 2000, toda la gelatina pasó a ser obtenida de tejidos porcinos. Como este producto no era comercializable en los países musulmanes, comenzaron a utilizarse con ese fin un grupo de sustancias denominadas gomas, la mayoría de origen natural, que conforman un amplio grupo de polisacáridos que, además de espesar y gelificar, presentan otras propiedades funcionales interesantes como la emulsificación, la estabilización y la protección al frío, entre otras. El agar-agar, por ejemplo, es un polisacárido que se extrae de algas rojas y que permite obtener gelatinas calientes, lo cual se puede aprovechar para preparar tortillas sin huevo para aquellas personas que sufren intolerancia al huevo o son fenilcetonúricos<sup>21</sup>. Otro ejemplo interesante es la goma xantano, que puede espesar las preparaciones en frío por lo que se incluye como aditivo en salsas, aderezos y helados, entre otros alimentos. Pero la goma que ha generado productos alimenticios novedosos es el alginato, un polisacárido que se obtiene de las algas pardas. Este polisacárido permite encapsular alimentos líquidos en esferas, al gelificarse la interfase entre dos sustancias. Se forma así una vesícula líquida por dentro y gelificada por fuera. El proceso se denomina esferificación, y requiere además la intervención de soluciones de calcio, que generan el alginato de calcio que forma la membrana (Mans y Castells, 2011). El aspecto que adquieren las esferas es similar al caviar. Actualmente esta técnica se está modificando para ampliar la cantidad de productos que puedan ser sometidos a este proceso, ya que no es aplicable a todos los alimentos. Los productos lácteos, por ejemplo, al tener una elevada proporción de calcio, producen una gelificación casi instantánea que dificulta y descontrola el proceso.

21 Ver capítulo 2.

- La tecnología viaja del laboratorio a la cocina. Seguramente nos sorprendería hoy encontrar en el menú de un buen restorán platos enunciados como “osobuco tiernizado al vacío” o “yogur helado al nitrógeno”. Aunque parezca ciencia-ficción, las técnicas de cocción al vacío o en nitrógeno líquido ya están apareciendo en algunas cocinas profesionales de vanguardia. En ellas se evidencia la evolución de la interacción entre científicos y cocineros, para desarrollar nuevas texturas, imposibles de obtener por los métodos tradicionales. La llamada “cocción al vacío” o “a bajas temperaturas” de cortes de carne generalmente poco tiernos como el osobuco, pretende llegar sólo a las temperaturas de coagulación de las proteínas, es decir, a unos 60-65°C, y mantener los aromas, sabores y jugosidad a pesar de cocinarlo durante horas, hasta lograr que el colágeno gelifique y la carne se tiernice. El alimento se somete al vacío (total o parcial) en una bolsa termorresistente, y se sumerge en un baño de agua termostatizado durante horas, lo que asegura una cocción pareja. Una ventaja de este método es que se pueden estandarizar los parámetros de control, y cocinar siempre de la misma manera con los mismos resultados. Otra ventaja importante es que, por la baja temperatura de cocción, no se producen reacciones como la de Maillard, por lo que se mantiene el aroma original del alimento (de todos modos, dichas reacciones pueden ser realizadas después de finalizar el proceso al vacío, con un tratamiento tradicional, a mayor temperatura). Una gran desventaja es que requiere conocimientos sobre la inocuidad de los alimentos cocinados, ya que a las temperaturas de trabajo existe riesgo microbiológico (Koppmann, 2012).
- Cocción con nitrógeno. Si la cocción se considera un “tratamiento térmico a temperatura superior a la ambiente” (Mans y Castells, 2011), el tratamiento criogénico con nitrógeno líquido sería todo lo opuesto. Sin embargo, el congelamiento casi instantáneo de algunos alimentos a temperaturas por debajo de -196°C (punto de ebullición normal del nitrógeno) permite realizar preparaciones con una textura muy suave. Esto se debe a que, en esas condiciones, el agua del alimento se congela tan rápido que forma cristales muy pequeños, imperceptibles en la boca, y que le otorgan gran cremosidad al producto. Esta técnica, que se originó inicialmente en la industria y los laboratorios y luego se adaptó a la cocina profesional, aprovecha las características de un gas que es insoluble en agua y muy poco reactivo -por lo tanto no reacciona con los componentes de los alimentos ni los disuelve-. Además no es inflamable y es más económico que otros gases como el helio, al obtenerse a partir del aire por fraccionamiento. Este proceso, difícil de reproducir

sin riesgos en una cocina doméstica por el momento, ha sido incorporado en muchos restaurantes de vanguardia para producir nuevos y sorprendentes platos, tanto dulces como salados.

- Productos liofilizados. Debemos agregar a esta lista incompleta de nuevos procesos científicos aplicados a la gastronomía, uno que ya se utilizaba en la conservación de algunos alimentos, pero que ha empezado a emplearse en el ambiente culinario: la liofilización. Consiste en congelar el alimento y, por reducción de la presión, provocar la sublimación (pasaje directo de sólido a vapor) del agua que contienen los alimentos. Es decir, incluye dos procesos simultáneos: uno de transferencia de calor y otro de transferencia de materia. De esta manera se conservan la forma y el volumen del producto original, pero se reduce notablemente la masa. Esta técnica no es un invento moderno. Los incas, aprovechando las noches de muy bajas temperaturas y las insolaciones diurnas de las zonas andinas, la sequedad del aire y la baja presión atmosférica dada por la altura (más de 4000 m.s.n.m) liofilizaban la papa para producir chuño (León Cam, 2013), y la carne para obtener charqui (en el capítulo 1 se explica cómo se prepara). La importancia culinaria de esta técnica reside en que evita la alteración del producto y la pérdida de componentes volátiles, generadores de sabores y aromas. Es el proceso que se utiliza, por ejemplo, en Colombia, para producir café soluble. Hoy también se utiliza para obtener liofilizados de frutas en forma de barritas o en polvo, que mantienen todo el aroma y sabor, se conservan mucho tiempo y requieren poco espacio para almacenarlos. Así, se los puede agregar a distintas preparaciones para realzarlas.

Este breve recorrido por los componentes, las transformaciones y las nuevas técnicas, nos da idea de lo complejo, interesante y vasto que es el mundo de los alimentos. Esperamos que la lectura de este capítulo haya despertado interés por investigar en nuestras experiencias culinarias, y descubrir lo sabrosa que puede ser la ciencia cuando se mete entre ollas y sartenes. Pero podemos preguntarnos... ¿el criterio con que elegimos nuestros alimentos, debe ser solamente su sabor? ¿Las transformaciones a las que los sometemos, sólo deben tener como objetivo hacerlos más apetecibles? ¿Podemos estar seguros de que cualquier combinación sabrosa de alimentos nos dará los nutrientes que nuestro organismo necesita? El próximo capítulo tratará de responder cuestiones que tienen que ver con las combinaciones de alimentos que afectan la asimilación de algunos nutrientes.

## CAPÍTULO IV

# *Biodisponibilidad de nutrientes en los alimentos*

Flavia Lorena Gerje



*“Haz que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento”.*

*Hipócrates*

La preocupación por una alimentación sana es muy antigua, ya en el libro de Daniel (Antiguo Testamento), se encuentra el relato de la primera experiencia nutricional humana que ha sido registrada. El profeta Daniel (VI a.C.) pide a su rey Nabucodonosor una dieta diferente a los banquetes reales, con base en vegetales y agua, para consumir él y sus soldados. Existen dos menciones de este tipo de alimentación en el capítulo 1 y 10 del libro bíblico, allí se encuentra el concepto de “ayuno de Daniel” donde se expresa la sensación de bienestar y mejoría en la apariencia de quienes la realizaban. Por otro lado, en la cultura occidental Hipócrates (460-377 a.C.) y Galeno (129-200 d.C.) son los primeros médicos de quienes se tiene evidencia en sus escritos que demostraron interés por la nutrición. La importancia que Hipócrates le otorga a la alimentación o régimen higiénico-dietético en su filosofía de vida se refleja en sus aforismos como por ejemplo *“haz que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento*. Galeno también resalta la importancia de la dieta en: *“la salud depende principalmente de la elección de los alimentos”* (López y Suárez, 2010, pp.1- 2).

En la actualidad, somos más conscientes de la relación directa entre una alimentación adecuada y el estado de salud. Este conocimiento debería sernos útil para tomar decisiones tendientes a llevar una dieta equilibrada, combinando los alimentos y reduciendo la ingesta de aquellos que pueden ser perjudiciales.

En los capítulos anteriores se presentó un recorrido desde la perspectiva histórica y social de la relación entre el hombre y los alimentos. Se profundizó en las tendencias actuales sobre los alimentos del presente y del futuro y las transformaciones que experimentan durante su preparación. El desarrollo de este capítulo nos permite comprender la importancia de combinar los alimentos de forma adecuada y así obtener el máximo provecho de las sustancias que los componen abordando conceptos como antinutrientes y biodisponibilidad. También ofrece información para comprender algunos reajustes en ciertos hábitos que suelen ser aconsejables para llevar una dieta saludable.

## Secretos ocultos de los alimentos. ¿Aprovechamos de igual manera todo lo que comemos?

Muchas veces elegimos un alimento por los datos que brinda su envase, por ejemplo: rico en calcio, fósforo, vitamina A, D y B<sub>2</sub>, lo incluimos en la dieta, convencidos de nuestra buena elección y de la futura asimilación de esas sustancias. Sin embargo, nuestro organismo sólo es capaz de utilizar un porcentaje pequeño de estos nutrientes, y muchas veces ese porcentaje es nulo. ¿Cuánto de lo que ingerimos es aprovechado por nuestro organismo? La respuesta a esto la ofrece el concepto de nutrientes bioaccesibles, también conocido como biodisponibilidad (BD) o disponibilidad biológica. En algunos productos alimenticios, los nutrientes que están presentes en ellos, pueden no estar disponibles, o sólo parcialmente disponibles cuando son ingeridos. La BD de un compuesto que llega al organismo por vía oral puede considerarse resultado de los siguientes procesos:

- Liberación, en el tracto gastrointestinal, del compuesto desde la matriz en que se encuentra (solo se absorbe una fracción del mismo, el resto se elimina por las heces)
- Transporte a través del epitelio intestinal (transporte intestinal-absorción)
- Metabolización en la mucosa intestinal y en el hígado
- El primer requisito que debe cumplir un compuesto para ser biodisponible es que se libere de la matriz alimentaria. Para ser absorbido necesita además ser soluble en el tracto gastrointestinal. A la fracción soluble se la califica como bioaccesible.

La (BD) propiamente dicha es la fracción de nutriente ingerido que llega a la circulación sistémica y que se encuentra disponible para ejercer su acción y efec-

to en el organismo receptor. El porcentaje de absorción varía en función del propio componente nutricional, de su forma química (estado de oxidación, compuestos orgánicos o inorgánicos) y de la presencia de otros componentes en el tracto gastrointestinal que pueden afectar su solubilidad. (Torán y otros, 2012).

## Los antinutrientes: enemigos íntimos

En nuestra alimentación diaria encontramos, además de los nutrientes, otras sustancias que afectan su BD y aprovechamiento. Estas sustancias naturales o sintéticas pueden interferir en la absorción, asimilación o incluso inactivan el efecto de algún nutriente específico; por eso, reciben el apelativo de antinutrientes o sustancias antinutritivas. Omaye (2004) hace referencia a 3 tipos: antiproteínas, antiminerales y antivitaminas.

**Antiproteínas:** Interfieren con la digestión de proteínas o la absorción y utilización de aminoácidos. Son ejemplos: los inhibidores de proteasas (enzimas proteolíticas del intestino que, por lo general, se unen al sitio activo de la enzima), las lectinas (que también son consideradas antiminerales y antivitaminas), y los compuestos fenólicos.

- Los inhibidores de proteína se inactivan total o parcialmente por acción del calor. El grado de inhibición depende de la temperatura, el tiempo de tratamiento, el volumen del alimento y el contenido de agua
- Las lectinas, presentes en leguminosas, riñón, papas, plátano, mango y germen de trigo se unen a células de la mucosa intestinal e interfieren por ejemplo, con la tiroxina y la absorción de grasa, son bociogénicas.
- Los compuestos fenólicos como los flavonoides, entre los que se encuentran por ejemplo los taninos presentes en té, café y vinos, se unen a metales como hierro y zinc y reducen su absorción. Inhiben las enzimas digestivas y precipitan las proteínas.

**Antiminerales:** Interfieren en la absorción y/o utilización metabólica de minerales y elementos traza. Ej: ácido fítico, ácido oxálico y glucosinolatos.

- El ácido fítico: está presente en el salvado y germen de muchas semillas, en cereales, legumbres, frutos secos y especies. Puede comprometer la absorción de magnesio, zinc, cobre, manganeso. Más adelante se amplía al respecto.
- El ácido oxálico: puede ser muy tóxico para los seres humanos en dosis mayores a 4 ó 5 g y tener efectos antinutricionales. La cantidad contenida habitualmente en los alimentos que consumimos no es preocupante. Entre sus efectos

antinutricionales, como el ácido fítico, reduce la disponibilidad de cationes bivalentes esenciales, puede formar sales insolubles en agua, como el oxalato de calcio, en la que el calcio se une irreversiblemente al ácido oxálico. Ejemplos de alimentos que contienen este ácido: ruibarbo, espinacas, apio, cacao.

- Los glucosinolatos: Están presentes en algunas variedades de plantas. Hay 50 tipos de ellos. Son compuestos nitrógeno-azufrados que se encuentran exclusivamente en el género Brassica y especies estrechamente relacionadas con las crucíferas. Muchos son generadores de bocio (bociogénicos), que puede ser inducido, por ejemplo, por el consumo excesivo de col (repollo). Se presume que los bociogénicos de la col inhiben la absorción de yodo, por afectar la glándula tiroides. Otros alimentos que pueden contener estas sustancias son: nabos, mostaza, y también algunas leguminosas como soja y maní.

**Antivitaminas:** Inactivan o incrementan los requerimientos de vitaminas. Pueden descomponerlas, formar complejos no absorbibles o alterar su utilización fisiológica. Ej : la avidina.

La avidina es una antibiotina de naturaleza glucoproteica que se combina con dos moléculas de biotina e inhibe su absorción y actividad. Es una proteína que se encuentra en la clara de huevo e impide la absorción de vitaminas del grupo B, micronutrientes que intervienen en el funcionamiento del sistema nervioso central. Se inactiva por ebullición durante varios minutos; por eso el efecto antibiotina se produce sólo por el consumo de huevo crudo. Puede producir dermatitis, vómitos y calambres (Camean, 1995; Soriano, 2006).

De la clasificación antes mencionada en el siguiente apartado se amplía información acerca de las características de dos de estos antinutrientes: fitatos y taninos, ambos entre otras cosas con propiedades antioxidantes.

## Fitatos ¿Perjudican o protegen?

El ácido fítico, también conocido como fitatos es una de las sustancias antinutritivas que forma complejos insolubles con ciertos minerales impidiendo que sean absorbidos en el intestino. Están presentes en elevadas concentraciones en granos de cereales como: trigo, cebada, avena, centeno, arroz, maíz, sorgo y mijo, en leguminosas como las lentejas, garbanzos y porotos, y también, en menor cantidad, en tubérculos y hortalizas.

Seguramente el lector esté en conocimiento pero es conveniente aclarar que cuando nos referimos a leguminosas hablamos de los vegetales que tienen frutos en vaina y se consumen sus semillas. Algunos ejemplos son: garbanzos, lente-

jas, porotos, arvejas, soja. Las cantidades más altas de fitatos se encuentran en el germen de trigo, salvado de trigo y otros alimentos preparados con cereales, como el pan integral. Una de sus funciones es almacenar fósforo como fuente de energía, antes y durante la germinación de las semillas, como antioxidante y como precursor de los constituyentes de la pared celular. La presencia de estos factores antinutritivos en plantas, según revelan diversos estudios, parecen tener una función específica como la de perturbar procesos metabólicos de microorganismos o insectos protegiendo a la planta de un posible ataque, favoreciendo de este modo su crecimiento y desarrollo. (Acosta, 1998).

La ingesta de ácido fítico parece no tener sólo implicaciones negativas como antinutriente en la salud del ser humano. Numerosos estudios han demostrado sus propiedades antiinflamatorias y antitumorales debido a su capacidad para inhibir la proliferación celular y la angiogénesis<sup>1</sup>, inducir la apoptosis o muerte celular programada, así como regular la expresión de determinados oncogenes<sup>2</sup>. El ácido fítico ha sido también reconocido por su capacidad para estimular al sistema inmune, prevenir la formación de cálculos renales y reducir el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. Para determinar la importancia nutricional de estos compuestos es necesario conocer su concentración en los alimentos, precisar su mecanismo de acción y el posible sinergismo o antagonismo con respecto a otros componentes de la dieta. (Frontela, 2008)

### Métodos para reducir el contenido de fitatos.

La germinación, remojo y fermentación de leguminosas, practicada desde tiempos muy antiguos en países orientales, son procesos que han demostrado su capacidad de reducir los factores antinutricionales y aumentar los niveles de fitoquímicos presentes en ellas. La germinación es una forma fácil de incorporar buena cantidad de nutrientes (proteínas, carbohidratos, vitaminas y sales minerales) en pequeñas cantidades de alimentos, con la ventaja de ser de fácil digestión. Cuando germinamos semillas, facilitamos su asimilación porque liberan todos los nutrientes encapsulados y mejoran su valor nutritivo. (Dávila y otros, 2003).

En ocasiones hay personas que no pueden consumir ciertas semillas en estado natural pero sí sus brotes o las hojas licuadas y filtradas (solo el líquido).

1 Angiogénesis: es el proceso fisiológico que consiste en la formación de vasos nuevos a partir de los vasos preexistentes.

2 Oncogén: es un gen que, cuando muta o se expresa en altos niveles, ayuda a convertir una célula normal en una célula tumoral

Esto es posible porque la composición de las hojas es muy diferente a la de las semillas en una misma planta. La alfalfa es un claro ejemplo, posee propiedades nutricionales y medicinales. Su hoja se utiliza por sus cualidades nutritivas excepcionales. Tiene más proteínas que la mayoría de los vegetales. Es también rica en Vitamina A, y minerales derivados y posee cantidades poco usuales de Vitamina K (necesaria para coagular la sangre). Por otro lado, en sus brotes contiene Vitamina A, complejo B, B12, C, D, E, G, K, hierro y fósforo. Otra forma de reducir el contenido de fitatos es a partir de la activación por ejemplo de frutos secos (nueces, almendras, maní) y semillas (chía, lino) Esto consiste en ponerlos en remojo durante varias horas, de esta manera los inhibidores enzimáticos<sup>3</sup> pasan al agua, luego se los enjuaga y se los seca, así se reduce el contenido de fitatos y mejora su digestibilidad.

En el apartado anterior mencionamos que los cereales son uno de los grupos de alimentos donde se encuentra la mayor concentración de fitatos. A continuación ampliamos la información sobre los cereales.

### Cereales ¿refinados o integrales?

A menudo las personas consideran erróneamente que los cereales no son más que almidón para producir saciedad. Pero son mucho más que eso. De hecho, puede que esta afirmación sea parcialmente cierta cuando se piensa en productos comerciales como pasteles, galletas, y cereales de desayuno elaborados a partir de cereales refinados. Éstos tienen grandes cantidades de grasas, azúcares, colorantes artificiales y carecen de muchos de los nutrientes del cereal original. Sin embargo, si nos referimos a ellos en su estado natural, sin refinar, se pueden encontrar muchos nutrientes. Al igual que todas las semillas, tienen un alto valor nutricional ya que contienen todas las sustancias que el embrión necesita para comenzar a crecer. Los cereales no refinados (es decir, los integrales) son fuentes valiosas de numerosos nutrientes: proteínas, hidratos de carbono, lípidos y vitaminas de complejo B. También contienen hierro, vitamina E y trazas de minerales. Además, aportan a la dieta una buena cantidad de fibra. Aunque los integrales resultan más beneficiosos para la salud, no es recomendable consumirlos en cantidades excesivas, y menos aún sin procesar, debido entre otras cosas a que la fibra que generalmente se elimina durante la molienda, contiene “fitatos” (Arisó, 2009).

<sup>3</sup> Los inhibidores enzimáticos son moléculas que contienen las semillas para evitar que se desencadene el proceso de germinación antes de tiempo

Algunos cereales, como es el caso del trigo, la cebada, el centeno y la avena, contienen “gluten”<sup>4</sup> que como vimos en el capítulo 3 es la asociación de dos proteínas: gliadinas y glutelinas, fundamentales a la hora de hacer leudar el pan. Para graficar lo visto hasta ahora en la Figura 4.1 se puede apreciar una opción para elegir cereales y legumbres de acuerdo a la cantidad de fibra, azúcares y el tipo de hidratos de carbono que poseen. En la base de la pirámide se ubican las legumbres (lentejas, garbanzos, arvejas) que aportan más fibra y no tienen azúcar agregada. Los alimentos que se van situando en los escalones más altos son los que incluyen harinas refinadas (con menos fibra), grasas, hidratos de carbono de absorción rápida y grasas trans.

Figura 4.1: La pirámide de cereales y legumbres.



Fuente: <http://www.fundacionalco.org/site/>

### Un poco de historia

*“Los cereales han sido parte importante de la alimentación de los pueblos y, en gran medida, han contribuido a estructurar toda su forma de vida. Así, en las diversas regiones de la Tierra, el desarrollo de las civilizaciones está muy vinculado al cereal específico de cada lugar. Por ejemplo, en algunas zonas de África, dos cereales como el mijo y el sorgo constituyen la base alimenticia de la población; en el Norte de Europa la avena todavía es el cereal dominante; y fue el maíz el cereal que permitió el desarrollo de las espléndidas civilizaciones de América Central y América del Sur. En Europa, así como también en los pueblos africanos de la cuenca Mediterránea, el trigo determinó,*

<sup>4</sup> Algunas personas sufren intolerancia al gluten (un problema de salud conocido con el nombre de “enfermedad celíaca”) y deben evitar la ingesta de cualquier cereal que lo contenga

*condujo y contribuyó al desarrollo de la vida y la civilización. El primer cultivo de grano parece que tuvo lugar hace unos 10.000 años en el área mesopotámica, cuna de las primeras civilizaciones rurales, entre los ríos Tigris y Éufrates". (Arisó, 2009, p 5)*

## La magia de los taninos: ángeles o demonios

Otras sustancias antinutritivas son los taninos. Éstos están incluidos en el grupo de compuestos fenólicos. Los taninos son compuestos naturales muy abundantes en hierbas, maderas y frutas, como por ejemplo en las uvas. Debido a sus numerosos radicales hidroxilos se unen fuertemente a iones metálicos o minerales como hierro, cobre y zinc. Esta propiedad les confiere la capacidad de ser fuertes inhibidores de la absorción gastrointestinal de estos minerales. (Pizarro y otros 1994). Desde el punto de vista nutricional los taninos pueden considerarse como sustancias antinutritivas que provocan alteraciones no sólo en la absorción de minerales como se señaló con anterioridad sino también en la absorción de azúcares y en la inhibición de enzimas digestivas, debido a que forman fácilmente complejos fuertes y selectivos con las proteínas y otras macromoléculas, como los carbohidratos de la pared celular. (Scull, y Savón, 2003). Sin embargo, actualmente son objeto de estudio en numerosas investigaciones debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicancias beneficiosas en la salud humana, tales como el tratamiento y prevención del cáncer, enfermedad cardiovascular y otras patologías de carácter inflamatorio. (Martínez, Valverde y otros, 2000). -En Enología los taninos según el Codex Enológico Internacional Oeno<sup>5</sup>12/2002 se utilizan comúnmente como coadyuvantes de clarificación y afinado<sup>6</sup> de vinos y mostos, particularmente, en vinificación de tintos, buscando la estabilización de la materia colorante y la estructuración armónica de los vinos. Los coadyuvantes permiten conservar y proteger los aromas de las uvas blancas y el color de los vinos tintos, evitando la oxidación hasta la primera fase de la elaboración. La utilidad del tanino en la Enología moderna se basa esencialmente en el conocimiento, entre otros aspectos, de las reacciones de la química redox y ácido base del vino. (Álvarez, 2007).

5 La sigla hace referencia a las resoluciones basadas en prácticas enológicas. 12/2002. N° de resolución y año que se expide.

6 Etapa que condiciona la calidad organoléptica del producto final, así como su estabilidad en el tiempo

### Un dato de interés

*El término tanino nace relacionado al proceso de conversión de las pieles animales en cueros durables utilizando extractos de plantas en regiones mediterráneas data de al menos 2000 años atrás. Este proceso se conoce como curtiembre (tanning), con lo cual se popularizó y estableció el uso del término "tanino" en la literatura científica. Hace más de cien años atrás, Trimble comentó: "los taninos ocupan una parte de la línea fronteriza en ciencias entre la Botánica y la Química". Aunque la importancia de los taninos vegetales en diversas disciplinas científicas ha sido reconocida, no es fácil enunciar una definición firme". (Isaza, M. (2007) citado en *Scientia et Technica* Año XIII, N° 33).*

## Biodisponibilidad de Vitaminas

Los micronutrientes, y en particular las vitaminas, esenciales para el mantenimiento de la salud humana, se caracterizan por encontrarse en muy pequeña cantidad en los alimentos. Si bien las cantidades que necesita el organismo también son bajas, se han detectado situaciones de deficiencia con aportes dietéticos aparentemente adecuados. Resulta de interés conocer qué proporción de su contenido alimentario es biodisponible, o sea, qué fracción del nutriente ingerido es utilizada o almacenada en el organismo. (Rovira, 2002). Los factores que influyen en la BD de las vitaminas son:

- La composición de la dieta, que puede influir a su vez en el tiempo de tránsito, viscosidad y características de la emulsión intestinal, y su pH.
- La forma de la vitamina, las diversas formas pueden diferir en la velocidad o extensión de la absorción, facilidad de conversión en formas metabólicamente activas (por ej., coenzimas) o en la funcionalidad metabólica.
- La interacción entre las vitaminas y otros componentes de la dieta (por ej., proteínas, almidones, fibra dietética, lípidos) que pueden interferir en la absorción intestinal de las vitaminas. A modo de ejemplo, se puede citar al ácido ascórbico, conocido como vitamina C. Esta vitamina reduce el ion férrico a su forma ferrosa, que es mejor absorbida, forma quelatos solubles y estables con el hierro en el ambiente ácido del estómago y, por ende, mantiene su solubilidad cuando el alimento ingresa en el ambiente más alcalino del duodeno. Esto se debe a que el ácido ascórbico forma complejos solubles con el

hierro de los alimentos a pH más bajos que otros ligandos, (de la palabra latina *ligare*, que significa “unir”, son moléculas o iones que rodean el ion metálico). Esto contrarrestaría los efectos inhibitorios de los fitatos. (Badui, 2006)

## Biodisponibilidad de hierro hemo y no hemo

Los minerales y otros nutrientes, como hemos visto en apartados anteriores, se presentan en distintas formas químicas en los alimentos y esto puede influir en su BD. Un ejemplo clave es el hierro. Este elemento cumple diversas funciones biológicas en el ser humano principalmente porque forma parte de la hemoglobina y la mioglobina, proteínas que transportan y almacenan el oxígeno, además de actuar como cofactor de varias enzimas. El hierro está presente en los alimentos en dos formas: hierro hemo, que se encuentra en todas las carnes (vacuna, pollo, pescado, cerdo, cordero) y como hierro no-hemo o inorgánico presente en los granos y vegetales en general. El hierro hemo tiene una BD del 20% al 30%, mientras que en el hierro no-hemo es tan solo del 2 % al 10%. La BD además depende de la presencia de los inhibidores de la absorción (fitatos, polifenoles, calcio y fosfatos) y de los promotores de esta función (vitamina C, ácido cítrico, péptidos con cisteína, etanol y productos fermentados). (Badui, 2006). También depende de la interacción de los distintos componentes dietéticos en el momento de la absorción, así como del origen del hierro aportado con la dieta. Se estima que alrededor del 40% al 60% del hierro total de las carnes de vaca, pollo o pescado está presente como hierro hemo. La estructura del hemo protege al hierro de la interacción con otros nutrientes, por lo que su BD es elevada, y la absorción del mismo es independiente de la composición de la dieta. El hierro que aportan los suplementos dietarios utilizados en la fortificación de los alimentos en forma de sales ferrosas, es también una forma no hémica del mineral. El hierro no hemo presenta una BD muy inferior al del hemo y su máxima absorción tiene lugar en la porción superior del intestino delgado. El hierro no hémico se absorbe en su forma reducida, es decir, como hierro ferroso. Debido a que en los alimentos se encuentra como hierro férrico, es necesaria su reducción, proceso que es estimulado en el estómago por la acción del ácido clorhídrico. Varios ácidos orgánicos, como el ascórbico, cítrico, málico y tartárico, presentes en frutas y verduras, reducen al hierro por lo que estimulan su absorción. (Gómez, 2008).

Las proteínas de origen animal, en particular las que contienen cisteína, presentes en las carnes, poseen también un efecto favorecedor en la absorción del

hierro no hemo. Aunque el mecanismo responsable de este efecto favorecedor de la absorción no ha sido aún descrito con claridad, se sugiere que se relaciona con la formación, durante el proceso digestivo, de péptidos de bajo peso molecular, los que protegerían al hierro de factores inhibidores. Por otro lado numerosos componentes de la dieta poseen la capacidad de formar compuestos insolubles con el hierro no hemo, reduciendo de esta manera su absorción. Entre estos se encuentran el ácido fítico, contenido en los granos integrales y vegetales, los oxalatos, contenidos en vegetales de hojas verde oscuro, y los taninos o polifenoles del té, café y vino tinto mencionados en el apartado anterior (González Urrutia, R. 2005).

## Hierro biodisponible y su relación con la anemia

El cuerpo humano está formado por una gran cantidad de sustancias y elementos químicos. El 75% de nuestro cuerpo es agua, el 18 % carbono y el 3 % nitrógeno. Luego otros 30 elementos químicos presentes en las sustancias que componen nuestro cuerpo en menores proporciones, pero no por eso menos importantes. Dos de estos elementos tienen un papel fundamental: el calcio, que representa apenas el 1,5% del peso de nuestro cuerpo y el hierro con el 0,06%. Si bien su presencia es ínfima, su falta puede llevar a trastornos muy serios como son la osteoporosis y la anemia respectivamente.

Los vasos sanguíneos son las estructuras a través de las cuales se transportan nutrientes hacia cada una de las células del cuerpo humano. Cada una de nuestras células requiere de oxígeno, que es transportado por la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos, desde los pulmones hasta cada una de ellas. Cuando inspiramos, el oxígeno difunde a los vasos sanguíneos, que lo distribuyen a los tejidos del cuerpo. La disminución del nivel de hemoglobina en la sangre, es una de las causas de la anemia. Por eso, es importante el aporte de hierro biodisponible presente en carnes y lácteos. Un consumo diario de este elemento biodisponible es una forma de prevención en aquellas poblaciones más vulnerables, por ejemplo: niños en edad de crecimiento y mujeres en edad fértil.

Cuando nos referimos a anemia hay una consideración especial para hacer respecto del primer año de vida, porque cuando un niño nace tiene una dosis de hierro que procede de la placenta. Como el hierro cumple muchísimas funciones en el organismo, hacia el cuarto o quinto mes de vida la reserva se va agotando. Durante el sexto mes, aproximadamente, es recomendable incorporar a la alimentación del bebé pequeñas cantidades de carne procesada y cocida, acorde a

sus posibilidades digestivas Además la mayoría de los pediatras sugieren la incorporación de complementos de hierro biodisponible farmacológicamente. Uno de los problemas con la anemia es que puede pasar inadvertida incluso a lo largo de muchos años.

## Estrategias para combatir la anemia

Son tres las estrategias para combatir la anemia producida por déficit de hierro. La primera tiene que ver con modificar los hábitos alimentarios por ejemplo: elegir alimentos que contengan hierro, como las carnes, el hígado, la morcilla. Pero esto no alcanza, además hay que aprender a combinarlos, con otros alimentos de tal manera que aprovechemos al máximo su valor nutricional. La segunda es el suplemento con medicamentos, algo que sólo puede indicar el médico. La tercera, es la fortificación de alimentos. En Argentina, la ley 25630, sancionada el 31 de julio de 2002 por el Ministerio de Salud a través del Instituto Nacional de Alimentos (INAL), obliga a la industria a fortificar las harinas refinadas con hierro y ácido fólico. En otro apartado ampliaremos las características de los alimentos fortificados y enriquecidos estipulados por el Código Alimentario Argentino (CAA).

Debemos reponer el hierro que se consume en nuestro cuerpo pero ¿Cómo saber qué elegir al momento de consumir alimentos que lo contengan? Por ejemplo, si tuviéramos que optar entre carnes y /o lentejas, algunas personas probablemente optarían por estas últimas, pues consideran que son más ricas en hierro que la carne. En términos cuantitativos, es verdad, pero no está biodisponible como en la carne, ya que el hierro presente en las lentejas puede asimilarse sólo si se lo consume con vitamina C o ácido ascórbico, promotor de la asimilación del hierro.

Algunos alimentos contienen sustancias que se combinan químicamente con el hierro e interfieren de alguna manera impidiendo que éste sea absorbido correctamente en el intestino. Esto ocurre por ejemplo, si tomamos té (con taninos) inmediatamente después de haber consumido carne o si consumimos componentes del salvado de trigo (con fitatos) junto con alimentos con hierro. Aquí lo que ocurre es que se combinan, se enlazan estas sustancias antinutritivas, taninos y fitatos, y no dejan que ese hierro se absorba.

---

### Antecedentes históricos sobre el déficit de hierro

*“En el siglo XVII, se creía que la anemia por déficit de hierro, conocida como “la enfermedad verde” o clorosis, se asociaba con el estar enamorado porque eran, en especial las mujeres jóvenes quienes padecían la enfermedad. Un tratamiento común consistía en beber vino con limaduras de hierro. El método científico se aplicó por primera vez al estudio del hierro en el campo de la nutrición a comienzos del siglo XVIII, cuando se demostró que el mineral era un componente importante de la sangre. Menghini llamó la atención sobre el contenido de hierro en la sangre al levantar con un imán partículas de sangre seca y convertida en polvo. La generalización del uso terapéutico de los comprimidos de hierro se inició en 1832, con un informe de Bland sobre la eficacia del tratamiento en mujeres jóvenes, en quienes la sangre “no tenía material colorante”. Las pruebas concluyentes de que el hierro inorgánico podía utilizarse para la síntesis de hemoglobina fueron aportadas en 1932 por Castle y sus colegas, quienes encontraron que la cantidad de hierro administrada por vía parenteral a pacientes con anemia hipocrómica era directamente proporcional al incremento de la cantidad de hierro presente en la hemoglobina circulante”. (Yip y Dallman, 2003, pp 340-56).*

---

### Calcio biodisponible y su relación con la osteoporosis

Hay otro mineral ampliamente disponible, pero su consumo puede ser algo más complejo que el caso del hierro. Nos referimos al calcio. Todos tenemos alguna idea sobre este elemento, sabemos que forma parte de los huesos y de los dientes, y que está presente en los derivados de la leche.

El calcio representa el 1,5 % de nuestro cuerpo, el 95% de ese calcio está en nuestros huesos, dientes, y uñas, y el 5% restante, interviene en el control de la presión arterial, en la coagulación de la sangre y en la contracción de los músculos

En el inicio de la vida los requerimientos de calcio son importantes, como los requerimientos de proteínas y los energéticos, porque en pocos meses un bebé duplica su peso, forma hueso, crece su caja craneal, por lo tanto, la lactancia materna resulta muy importante. Cuando el bebé ya no se amamanta hay que asegurarle el aporte de calcio biodisponible, en forma de yogur, leche y quesos. También debe contener frutas y verduras que favorecen el ambiente intestinal apto para la absorción y acompañar la nutrición con la exposición prudente al sol. Asimismo debemos tener en cuenta que si consumimos el calcio recomendado y

no nos exponemos a la radiación solar se reduce la fijación de calcio porque el sol activa la vitamina D que contribuye a fijarlo.

En mujeres embarazadas y en período de lactancia se incrementa la necesidad de calcio porque hay que transferirlo al embrión y al lactante. La Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS), del año 2004/2005 mostró que casi la mitad de los chicos de entre 2 y 6 años consume una cantidad de calcio menor que el requerido para su edad y que, en el promedio nacional por ejemplo, el 95% de las mujeres consumen menor cantidad de calcio que el recomendado. Debido a esta ingesta insuficiente, es importante conocer si lo poco que se ingiere se asimila correctamente ¿Qué facilita la absorción de calcio? Lo primero que debemos saber es que es mejor consumir un yogur que leche porque la acidificación del yogur favorece que el calcio se mantenga químicamente absorbible. Por otra parte, muchas veces la combinación de calcio con alimentos que tienen oxalatos, como el cacao, o fitatos, como el salvado, “atrapan” el calcio y no lo dejan absorber

### Prevención para el déficit de calcio

En los niños, el déficit de calcio es una condición que puede llevar a deformaciones en el esqueleto durante el crecimiento. Para prevenir este problema, por lo menos hasta los 6 meses de edad, la solución incluye la leche materna hasta los 6 meses y si es posible hasta los 2 años. Pese a esta recomendación, la Encuesta de Nutrición y Salud del año 2004 reveló que uno de cada tres niños de 6 meses a los 2 años de edad padece déficit de calcio. A partir de los 2 años y hasta los cinco, la situación es más preocupante todavía. Casi la mitad de los niños argentinos ingieren menos calcio que el recomendable para cubrir las necesidades de este elemento.

Al igual que con la anemia, el déficit de calcio es silencioso y puede pasar inadvertido. Se instala durante años y no produce síntomas, ni signos específicos, hasta que en un momento se manifiesta. Un ejemplo es el que se produce a partir de los 50 años en aquellas personas que no han consumido las cantidades requeridas de calcio, estas personas, sobre todo las de sexo femenino, presentan mayores riesgos de que sus huesos estén más debilitados. Se trata de enfermedades como la osteoporosis. Según la Sociedad Argentina de Osteoporosis las fracturas más frecuentes son en caderas, muñecas y, a veces, columna vertebral. Es difícil establecer con exactitud la cantidad de personas afectadas, pero las estimaciones indican que en la Argentina una de cada tres mujeres padece esta enfermedad. También los hombres pueden padecerla. Cada año unas 34.000 personas

mayores de 50 años, sufren fracturas vinculadas al consumo deficiente de calcio recomendado ¿Cómo prevenir la osteoporosis? ¿Cómo evitar que embarazadas y niños estén expuestos a la carencia de calcio y a un futuro de huesos débiles y menos desarrollados? La mejor respuesta es consumir alimentos que todos conocemos, los lácteos. Figura 4.2. Éstos son la mejor fuente de calcio para el organismo humano y podemos consumirlos en su enorme variedad: leche, quesos, yogures, y crema. Otro nutriente importante es la vitamina D. El organismo requiere esta vitamina para fijar el calcio. Sin suficiente vitamina D, no podemos producir cantidades suficientes de la hormona calcitriol (conocida como la “vitamina D activa”), lo que causa que no se absorba suficiente calcio de los alimentos. Cuando ocurre esto, el cuerpo moviliza las reservas de calcio depositadas en el esqueleto, lo que debilita el hueso existente e impide la formación y el fortalecimiento de hueso nuevo y fuerte. Se puede obtener vitamina D a través de la piel (con exposiciones de 15 a 20 minutos), con la ingesta de ciertos alimentos, como pescados grasos (atún, salmón, caballa), que se encuentran entre las mejores fuentes de Vitamina D y con el consumo de hígado de vaca, quesos y yema de huevo que la suministran en pequeñas cantidades o por medio de suplementos.

De los casi 30 elementos químicos que componen nuestro organismo, el déficit de calcio y de hierro suele ser crítico. Deberíamos reflexionar si estamos ingiriendo las cantidades adecuadas de hierro y de calcio y tal como lo explicamos antes, considerar las condiciones para su biodisponibilidad. Existen alternativas de bajo costo que pueden satisfacer los requerimientos necesarios para cada situación en particular. A continuación mencionamos un ejemplo:

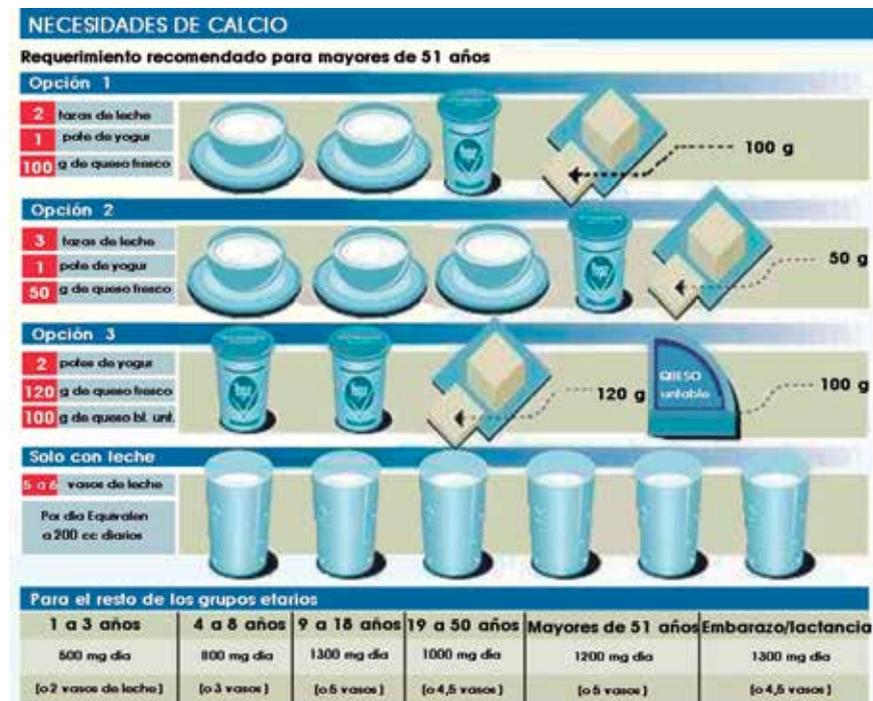
---

#### Una alternativa biodisponible

Si queremos preparar una comida, por ejemplo un almuerzo y tuviéramos que tener en cuenta el aporte de hierro y calcio biodisponible, y que no sea muy costoso podemos pensar en un producto como la harina de maíz (Vit A, calcio y potasio), la leche (Vit A, B, C y calcio), carne (hierro hemo), tomates (Vit A, C, hierro y calcio), cebolla (Vit A, B, C y fósforo) y morrón (Vit C y potasio), incorporar queso (Vit A, B, B12, B2, calcio) y obtenemos a partir de la clásica polenta una alternativa nutricional con alto porcentaje de hierro y calcio biodisponibles.

---

Figura 4.2: Necesidades de calcio. Requerimiento recomendado para mayores de 51 años.



Fuente: <http://www.salud.bioetica.org>

## Alimentos nutricionalmente mejorados: fortificación y enriquecimiento

Como hemos visto existe una gran cantidad de elementos que resultan necesarios para el funcionamiento del organismo humano en las distintas etapas de la vida. En vista de esas necesidades y teniendo en cuenta que en muchos casos estos requerimientos no se cubren, por desconocimiento o porque en los alimentos que culturalmente se ingieren no presentan las cantidades necesarias, una alternativa es la adición de nutrientes. Este proceso se efectúa por las siguientes razones:

- reconstitución, para alcanzar el contenido original del alimento antes de su procesamiento

- estandarización, para compensar la variación natural de nutrimentos; enriquecimiento, para incrementar la cantidad que normalmente está presente en un producto
- fortificación, para disponer o aportar nutrimentos que generalmente no están presentes. (Badui, 2006).

El Código Alimentario Argentino (CAA) prevé reglamentaciones para la fortificación y enriquecimiento de alimentos explicitados a continuación. La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su cobertura, BD y bajo costo. Los alimentos fortificados son aquellos alimentos en los cuales la proporción de proteínas, aminoácidos, vitaminas, sustancias minerales y ácidos grasos esenciales es superior a la del contenido natural medio del alimento corriente, por haber sido suplementado significativamente. Por ejemplo, para el caso de las vitaminas, la porción del alimento fortificado debe aportar entre un:

- 20 % y 50 % para vitaminas liposolubles y minerales
- 20 % y 100 % para vitaminas hidrosolubles

No se autoriza la fortificación de las siguientes clases de alimentos: cárneos y productos derivados, helados, alimentos azucarados, (excepto los que contengan jugo en su composición), bebidas alcohólicas, aguas, aguas carbonatadas, aguas minerales, con o sin gas.<sup>7</sup> Por otro lado están los alimentos enriquecidos que son aquellos a los que se han adicionado nutrientes esenciales (Vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos esenciales o ácidos grasos esenciales) con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación, que se traducen en fenómenos de carencia colectiva.<sup>8</sup> Un ejemplo es la harina de trigo que, según establece la Ley 25630, se destina para consumo y se comercializa en el mercado nacional, se adiciona hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina en diferentes proporciones. La autoridad sanitaria competente debe determinar las adiciones necesarias y sus concentraciones, los tipos de alimentos sobre los que se podrán efectuar, las exigencias del etiquetado y las características del gasto. Las bases de la adición de nutrientes deben respetar los siguientes aspectos:

1. no alterar las características organolépticas del alimento.

7 Para ampliar se puede consultar en: Ley 25630. Artículo 1363 - (Resolución Conjunta SPyRS N° 118/2008 y SAGPyA N° 474/2008)

8 Ampliar en: Ley 25630. Artículo 1369 (Res 1505, 10.08.88)

2. ser estable y no reaccionar con otros ingredientes.
3. el compuesto a adicionar debe ser económico.
4. el proceso tiene que ser de fácil realización y control.
5. debe llevarse a cabo en forma tal que defienda los derechos del consumidor.

Entre los alimentos empleados como vehículos, los más importantes son los cereales, las fórmulas para lactantes, los lácteos, las margarinas, la sal, el azúcar, las bebidas y el agua. La harina de trigo es el vehículo más utilizado, debido a que en muchos países y sectores poblacionales constituye casi la mitad de la ingesta calórica diaria. En su estado natural, el grano de trigo representa una buena fuente de vitamina B1 y B2, niacina, B6, E, hierro y zinc. Sin embargo, más de la mitad de estos nutrientes se pierde en el proceso de molienda. En la actualidad, muchos alimentos, incluidas las fórmulas para lactantes, que se emplean como sustitutos de la lactancia materna, se enriquecen de acuerdo a normas y principios definidos por organismos internacionales. El enriquecimiento de alimentos es una de las estrategias claves de la OMS y UNICEF que buscan erradicar la desnutrición. Los nutrientes más utilizados son el hierro, el yodo y la vitamina A, seguidos de vitaminas del complejo B, vitamina C, selenio, zinc y calcio (Martínez, 2005; Torun, 1998).

## El procesamiento de alimentos y la biodisponibilidad de nutrientes

Como hemos explicado en otros apartados, los alimentos son matrices complejas con numerosos componentes, algunos de los cuáles son sensibles a distintos factores del medio que los rodea, tales como la temperatura y el oxígeno; y cuyos contenidos pueden sufrir modificaciones durante el procesado o el almacenamiento. El procesado se realiza para mejorar el estado higiénico sanitario y la digestibilidad de los alimentos, al tiempo que aumenta la BD de algunos nutrientes y favorece el desarrollo de propiedades organolépticas de algunos de ellos. Un ejemplo son las melanoidinas presentes en alimentos cuya elaboración incluye una etapa de tostado, horneado y también en frituras, pues se forman en la última etapa de la reacción de Maillard. Las melanoidinas son responsables del color del café, la cerveza y la corteza del pan. En reacciones como las mencionadas antes también pueden formarse compuestos con efectos perjudiciales para el organismo, como por ejemplo, la acrilamida. Ésta se produce en los procesos tradiciona-

les de cocción a elevada temperatura de alimentos ricos en hidratos de carbono, por ejemplo el horneado y fritura de papas y derivados de cereales, y su presencia en los alimentos es motivo de preocupación por su potencial carácter carcinogénico y genotóxico<sup>9</sup> en seres humanos. (Rovira, 2013). Además de la formación de sustancias perjudiciales o beneficiosas, producto del procesado de alimentos, también se producen pérdidas parciales de nutrientes en la eliminación de partes de ese alimento, por ejemplo las cubiertas durante la molturación de los cereales; por solubilidad en el agua de cocción, por ejemplo las vitaminas hidrosolubles; o por degradación como consecuencia del tratamiento térmico. El tipo de procesado que se aplica influye en la magnitud de las pérdidas, de ahí la importancia de conocer los efectos de los distintos procesos de elaboración.

A través de la alimentación podemos mantener un funcionamiento armónico del organismo, mejorar la circulación, la nutrición celular, el sistema inmunológico y el funcionamiento del sistema nervioso. Así es posible contribuir al desarrollo integral del ser humano.

Las perspectivas alimentarias cambian y la sociedad se concientiza poco a poco de que existen alternativas y suficiente calidad en un amplio abanico de alimentos como para llevar una dieta sana y equilibrada.

Todavía tenemos dónde elegir. La naturaleza es pródiga en ofrecernos alimentos que combinados de manera apropiada nutren nuestro cuerpo y nos aportan la energía requerida. Elegir bien es nuestra responsabilidad. En esta elección además de la BD del nutriente existen otros criterios a tener en cuenta, por ejemplo, no es necesario gustar de un alimento para aceptarlo, sólo con emitir impresiones sensoriales que puedan percibir nuestros sentidos alcanza. ¿Será cierto? En el próximo capítulo el lector podrá dar respuesta a este interrogante e introducirse en el campo de las percepciones humanas para abordar las diferentes propiedades organolépticas de los alimentos.

<sup>9</sup> El término genotóxico hace referencia a los agentes tóxicos capaces de interactuar con el material genético de los organismos.

## CAPÍTULO V

# Propiedades organolépticas de los alimentos

María Belén Benítez

*“La fascinación por el tema de los sentidos ha reunido a biólogos, ingenieros y lingüistas en el mismo laboratorio, y a filósofos y fisiólogos en la misma cátedra”*

*(Guirao, Miguelina, 1980)*

En el capítulo anterior la exploración sobre la biodisponibilidad de los nutrientes en los alimentos y las modificaciones que experimentan para su mejor aprovechamiento dan cuenta de cómo la industria no sólo se ha ocupado de las propiedades perceptibles de los alimentos en relación a su aspecto, sino a la calidad nutricional que proveen. Además del análisis bioquímico, resulta interesante conocer la relación entre las sustancias que incorporamos con los alimentos y nuestras células sensoriales.

Podemos elaborar numerosas definiciones sobre los alimentos, en relación a la mirada social o natural que nos resulte más atractiva. Por ejemplo, un alimento puede entenderse como una mezcla de sustancias que pueden ser ingeridas, en este caso por el ser humano, o bien como se indicó en el capítulo 1, son sustancias o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas por el hombre aportan los materiales y la energía, necesarios para el desarrollo de procesos biológicos. Además son inexorables para la supervivencia y participan de diversos tipos de rituales y costumbres. Otra característica es que se han modificado a lo largo de la historia, producto del desarrollo científico y tecnológico, y responden a demandas de los consumidores, como la calidad y la cantidad; particularidades

que se han profundizado en otros capítulos de este libro. Sin embargo hay algo innegable dentro de todas estas miradas sobre alimentos, que juegan un papel primordial en el momento de ser producidos, transformados, comercializados y consumidos. Me refiero a los aspectos perceptibles de los alimentos, en otras palabras, al conjunto de propiedades que hacen que se sientan verdaderamente apetecibles, si tenemos en cuenta algunos de nuestros sentidos o el conjunto de todos ellos.

El estudio sensorial es objeto de las Neurociencias, conjunto de disciplinas científicas que aplican metodologías para recolectar y analizar datos obtenidos de las percepciones que provocan las diferentes propiedades, en este caso de los alimentos, y cómo éstas son procesadas por los centros cerebrales. Las Neurociencias permiten comprender que los procesos sensoriales van más allá de la captación de un estímulo en los órganos sensoriales, se debe incluir la trama de células nerviosas y el proceso de análisis cerebral, que completan un todo, muchas veces difícil de integrar. En los diversos niveles de formación escolar, nos enfrentamos a la tarea de aprender contenidos relacionados con los alimentos, la nutrición humana, y las propiedades perceptibles de las sustancias que los componen, aunque no todas las sustancias manifiesten propiedades organolépticas, en otras palabras, sus características físicas no son captadas por los órganos sensoriales. Además aprendemos sobre algunos de los procesos físicos y químicos que transforman las sustancias presentes en los alimentos; los sistemas sensoriales que intervienen en su percepción y el sistema nervioso encargado de procesar e integrar toda la información. Algunos temas han sido desarrollados con más entusiasmo que otros, para que negarlo. ¿Quién no recuerda la experiencia en la escuela primaria de reconocer sabores con los ojos vendados?, si hallaron un recuerdo similar en torno a este tema, es señal que estamos frente a la punta de una madeja bastante enredada, que sueña con ser ovillo, y nos permite inmiscuirnos en un proceso complejo, necesario y a la vez placentero: explicar de qué manera operan nuestros sistemas sensoriales y nervioso cuando escuchamos la frase: ¡Buen provecho!, o cuando vemos una apetitosa comida en el escaparate de un restaurante.

## Los sentidos a la carta: propiedades organolépticas de los alimentos y la relación con los procesos fisiológicos neuronales

Los alimentos forman parte de nuestra realidad, propiedades como el gusto, olor o aroma, textura, color y sonido son percibidas por nuestros receptores sensoriales. Ellos convierten determinados estímulos y los transducen en cambios en el potencial de membranas neuronales, (Moyes y Schulte 2007). La información sensorial, conducida por nervios sensitivos, llega a los centros nerviosos, ubicados en el sistema nervioso central. Allí es procesada y se elaboran respuestas motoras, que se manifiestan en diversidad de comportamientos.

Difícilmente pensemos en este procesamiento de la información tan complejo cuando estamos frente a un buen corte de asado. Aunque resulte extraño, con sólo leer el nombre del plato instantáneamente nuestra memoria visual construirá una imagen y es probable que percibamos una abundante secreción salival, que justifica la popular frase “*se me hace agua la boca*”, este fenómeno señala que el proceso ya ha detonado una respuesta. Éstas se desencadenan, cuando millones de moléculas se acoplan a los quimiorreceptores que forman parte de nuestros órganos olfativos y gustativos. Además intervienen otros receptores sensoriales. Por ejemplo, los fotorreceptores captan el color de la carne a punto y los mecanorreceptores, el sonido que provoca la carne sobre la parrilla caliente. Sin contar que los termorreceptores nos obligan a soplar un poco el bocado, que con gusto llevaríamos a la boca.

Las Neurociencias hallan en nuestros comportamientos alimentarios un campo de análisis interesante. Permiten explorar nuestras conductas frente a la alimentación y a la elección de los alimentos que consumimos a diario. Nos conducen a interrogantes acerca de los sentidos y de cómo las propiedades organolépticas o atributos perceptibles presentes en ellos, provocan procesos de orden neuronal tan fascinantes como importantes para nuestra supervivencia individual y nuestra vida social (Carpenter, 2002).

Los órganos de los sentidos son los responsables de la detección de diversas propiedades organolépticas. En este punto es necesario aclarar el significado de un término utilizado con frecuencia: el *sabor*. El término se refiere a una percepción

1 Proceso de transformación nerviosa, de un tipo de señal a otra. <http://lema.rae.es/drae/val=tranducción>

global, que es integrada por las sensaciones resultantes de captar propiedades a través del gusto y el olor de los alimentos. Estas sensaciones son captadas por las papilas gustativas, y por los receptores olfatorios localizados en su mayoría en la región retronasal. Los nervios trigeminales; inervan la cavidad nasal y oral, y su función es conducir impulsos originados por sensaciones táctiles y térmicas. Generalmente asociamos el término sabor únicamente al gusto de los alimentos, cuando en realidad es un conjunto de percepciones que también se conocen con el término en inglés “*flavour*” o simplemente *flavor*.

Podríamos decir que alimentarse es un acto vinculado a nuestra existencia. Como se señaló en el capítulo 1, lo comestible está condicionado por la cultura en un momento histórico determinado y es nuestra manera de percibir el mundo (Koppmann, 2012). Y si el mundo cambia, nuestra percepción sensorial indefectiblemente tiene que evolucionar, como otras funciones biológicas. Los nuevos estímulos, procedentes de nuevos alimentos son captados e interpretados por un cerebro que evolutivamente dispone de la capacidad para hacerlo. Pero comer no es un acto sencillo y nuestro cerebro no sólo toma en cuenta datos del mundo sensorial, sino también aquellos aportados por las emociones, los recuerdos, las costumbres, el conocimiento que tenemos del origen de los alimentos, el tiempo y el espacio físico. Percibimos los alimentos por medio del gusto, el olfato, el tacto, la visión y hasta la audición. Percibir es una capacidad de la mente que otorga atributos a los objetos externos (Carpenter, 2002).

Si las percepciones sensoriales son complejas, imagínense añadir al proceso estas otras variables, las del mundo emocional y contextual. Podemos entender este fenómeno como si se tratara de una ensalada con sal y aceite, a la que agregamos los innumerables aderezos que hoy existen en el mercado, la muestra se tornaría difícil de degustar. Por tal motivo sólo vamos a explorar las variables relacionadas a las propiedades organolépticas, que, sin que suene disparatado, ya son un universo de información que harán que nuestros cerebros planteen numerosos interrogantes.

Los alimentos y la inmensa variedad de combinaciones bien logradas por expertos gastronómicos y simples mortales como yo, que rogamos que Doña Petrona, quien ya fue nombrada en el capítulo 1, reencarne en nuestros cuerpos, podrían ser llamados de manera un tanto técnica: complejas estructuras moleculares. Referirse a una vinculación entre los receptores sensoriales y las estructuras moleculares de los alimentos no resulta sencillo. Lo cierto es que son numerosas las moléculas responsables del *flavor*. La intensidad de las propiedades también es variable. Como si todo esto fuera poco, la sensibilidad está determinada ade-

más, por el sexo, el estado fisiológico como, por ejemplo, la saciedad, el hambre o estados de salud o enfermedad. La preferencia por ciertos gustos y aromas varían con la edad, y hasta con una predisposición genética para captar determinadas sustancias.

Para clarificar la vinculación entre las moléculas y las células sensoriales, podemos comenzar interpretando un ejemplo: el gusto dulce de numerosas frutas, es el resultado de la mezcla de varias moléculas de hidratos de carbono como la fructosa, la sacarosa y la glucosa, y de todas ellas, la fructosa es la del gusto dulce más marcado. Según el glúcido (glucosa, sacarosa, fructosa, lactosa etc.) y la variabilidad en la concentración de los mismos en un alimento, permiten que el dulzor sea más pronunciado o no.

La particularidad del *flavor* de cada fruta está determinada por las moléculas hidrosolubles, que son percibidas por el gusto, y por las moléculas volátiles presentes, que permiten olerla. En este caso tampoco podemos hablar de una sola sustancia. Los responsables del aroma, son grupos de compuestos susceptibles de volatilizar a temperatura ambiente, como alcoholes, ácidos, ésteres, aldehídos y cetonas entre otros (Coultate, 1984).

Este análisis nos permite comprender que son varias las moléculas que participan como estímulos del gusto y olor, y sin bien son conocidas sus estructuras moleculares, ya que sus representaciones estructurales están detalladas en numerosos textos de bioquímica o química de los alimentos<sup>2</sup>, no debemos olvidar que su percepción es resultado de complejas funciones biológicas.

Para aliviar la ansiedad innecesaria de quienes temen enfrentarse a explicaciones complejas en torno a la recepción sensorial, estructuras celulares y transducción nerviosa, es importante que entiendan que aunque sean variados los tipos de estímulos y de receptores sensoriales, todos ellos operan con mecanismos similares. Comprendiendo un modelo será posible transferirlo a los demás.

Toda neurona tiene un potencial de membrana determinado llamado potencial en reposo. Esto quiere decir que el balance de electrolitos (cargas eléctricas en forma de iones) es distinto, pero relativamente estable, dentro y fuera de la célula. La conducción nerviosa, entendida como conducción de señales eléctricas es posible, porque los balances eléctricos a ambos lados de la membrana plasmática no permanecen inmodificables; células excitables como las neuronas, tienen la capacidad de alterar sus estados de potencial de membrana. Varían en tres estados:

2 Química de los alimentos. Estructuras de aldehídos responsables de olor y sabor de manzanas podridas, grasa de pollo, tomate, melón y otros. Badui Dergal, S. 2006.

despolarización (cargas positivas entran a la célula y cargas negativas salen de ella), hiperpolarización (el movimiento de iones da como resultado un interior celular más electronegativo) y repolarización (el gradiente de electrones vuelve al estado de inicio, polarización). Ahora bien, ¿qué sucede cuando un estímulo entra en contacto con un receptor sensorial? las proteínas de membrana de la célula sensorial envían señales a otra proteína ubicada en la misma membrana (proteína G), encargada de estimular una transformación energética (ATP en AMP) necesaria para la apertura de los canales iónicos.

Los iones movilizados son los de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>, los cuales atraviesan canales iónicos (proteicos) que se abren y cierran dependiendo de la configuración espacial de sus respectivas proteínas, que como toda estructura dinámica, puede cambiar de forma. Podrían compararse con nanocompuertas que se abren y cierran según la intensidad y el tiempo de recepción de los estímulos.

Los cambios de potencial provocan señales eléctricas, que se desplazan dentro del cuerpo celular y se proyectan a lo largo de los axones (extensas prolongaciones que forman parte de las células nerviosas), como una corriente eléctrica a lo largo de un cable. La velocidad de alta conducción de este tipo de energía es muy grande, alcanza aproximadamente los 100 m/s y es una propiedad exclusiva en los animales (Moyes y Schulte 2007). Hasta aquí, hemos descrito la recepción de un estímulo tipo y su traducción neuronal, proceso que continúa con el procesamiento de la información en los centros cerebrales.

## La molécula odorífera: un viaje hacia la percepción de los olores

El sentido de la olfacción, más conocido como olfato, es uno de los sentidos protagonistas a la hora de analizar sensorialmente los alimentos. Muchas veces quizás es subestimado, pues se entiende que este sistema sensorial, es más bien vestigial y rudimentario en los seres humanos, en comparación con otros mamíferos (Bonadeo, 2005). Aun así, es innegable que gracias a nuestro sistema olfativo, rudimentario o no, nos abrimos paso a la identificación de un universo aromático desde el primer día de nuestra existencia. La Etología o Ecología del comportamiento animal sienta bases científicas acerca de las percepciones sensoriales y su relación con los comportamientos alimentarios, en este caso (Moyes

y Schulte, 2007). Estudios sobre el odotipo<sup>3</sup>, afirman que es conocida la capacidad de los bebés de reconocer a sus madres por el olor, y prefieren los olores de su madre a los de una madre extraña. El ejemplo supera la postura anecdótica, si pensamos que el primer alimento que olfativamente buscamos y reconocemos proviene del seno materno (Bonadeo, 2005)

El olfato, desde tiempos remotos, ha tenido importancia en la búsqueda de alimento, y no es casualidad que esta herramienta sensitiva sea especialista en imprimir recuerdos a largo plazo y generar una memoria episódica que permita trasladarnos en el tiempo (Bonadeo, 2005).

Existen algunos alimentos que podrán cambiar su estado físico, su aspecto, su presentación, pero no podrán camuflar su identidad odorífera. Podré estar frente a un helado, una mousse o un licuado de maracuyá, pero ni bien aproxime mis cavidades nasales y mi epitelio olfativo tome protagonismo, el aroma será inconfundible.

Y si de especificación sensitiva hablamos, el ser humano puede captar con su olfato aproximadamente 10.000 compuestos y con umbrales de percepción propios de cada sustancia (Badui, 2006).

En muchos casos, un olor es el resultado de la mezcla de varios grupos químicos, pero todos ellos formados por moléculas odoríferas, volátiles, de muy bajo peso molecular, que se acoplan de manera específica, a los aproximadamente 20 millones de receptores olfatorios situados en la cavidad nasal, formando parte del epitelio.

Analizar tanta variabilidad aromática resultaría engorroso. Para superar tales dificultades, tradicionalmente se clasificaron los olores en los siguientes grupos primarios: alcanforado, almizclado, floral, mentolado, etéreo, picante y pútrido (Solomon, 2008). Actualmente gran variedad de alimentos, entre ellos el vino, el chocolate y el aceite de oliva, gracias a técnicas de cromatografía de gases con detección olfatómetrica, presentan su diversidad odorífera de manera más compleja y atractiva, en las llamadas ruedas de aromas (Muñoz, 2011). En ellas podemos localizar variedad aromática como aromas frutales (cítricos, frutas tropicales), vegetales (frescos y conservados), olores químicos (sulfuros), picantes (frescos y cálidos), oxidados (óxidos metálicos), microbiológicos (fermentos lácticos), aromas caramelizados, entre otros.

3 Odotipo se refiere a las particularidades aromáticas de un alimento o cualquier otro producto como indumentaria o productos de belleza etc. que permitan su aceptación. Actualmente utilizado como estrategia de mercado Bonadeo, 2005

Toda molécula odorífera debe ser volátil, estado que le permitirá acceder al epitelio olfativo. Éste está formado por células ciliadas bipolares, un extremo proyecta sus prolongaciones ciliares hacia el exterior, protegidas por mucosidad, y el otro extremo hace sinapsis directamente con neuronas aferentes del bulbo olfatorio, en este caso el primer centro de integración sensitiva nerviosa.

“Abrí la heladera, tomé la manzana, tenía aroma a lavanda, intenté comerme un yogurt pero emanaba un olor a carne pútrida, fue imposible, entonces sólo me serví un vaso de agua que olía a nada”. Los distintos tipos de aromas tienen un papel determinante en la elección y aceptación de los alimentos. Los términos olor y aroma suelen utilizarse como sinónimos, aunque existan distinciones, que especifican su empleo. Todos los olores son el resultado de la percepción de sustancias volátiles. Aquellas que son agradables a la sensibilidad humana son denominadas aromas. Los aromas y los olores forman parte del flavor. También los alimentos en mal estado, por ejemplo, presentan un flavor desagradable, *off flavor* en inglés. Como mencionamos anteriormente, muchos alimentos no permiten que el comensal distinga de manera individual las numerosas sensaciones que provocan, aroma, gusto, textura y otras sensaciones, pues se mezclan de tal manera, que la distinción no es del todo clara y sencilla (Coulter, 1998).

Los aromas de los alimentos se perciben inhalando el aire próximo a ellos o bien masticándolos, pues las moléculas odorantes, una vez que ingresan a la cavidad bucal, fácilmente se trasladan a la región retronasal. Este proceso muchas veces se ve interferido por la obstrucción mucosa temporal. Carpenter (2002) afirma que estados fisiológicos como la anosmia (incapacidad de percibir los olores), modifican de manera parcial el flavor de los alimentos. Otros factores como el hambre, el humor, el ciclo menstrual y el embarazo, afectan la sensibilidad olfativa. Cuando tenemos mucha hambre, el estómago sintetiza y secreta un péptido llamado grelina (Solomon, 2008), que estimula el apetito y agudiza la detección de alimentos ricos en carbohidratos en nuestro entorno a través del olfato.

La información sensorial olfativa viaja desde los receptores hacia el sistema nervioso central por el nervio olfatorio. En el cerebro, pasa por el bulbo olfatorio y el núcleo amigdalino, que son centros nerviosos vinculados con el procesamiento de la información emocional, a nivel inconsciente. Entender que el bulbo olfativo está conectado con el núcleo amigdalino, centro encargado de respuestas emocionales, nos permite fundamentar, por qué los olores se registran en la memoria y están estrechamente vinculados con las emociones y los recuerdos a largo plazo. Por último, interviene la corteza cerebral olfatoria que interpreta e integra la información sensorial.

## ¿Papila dónde estás?: análisis de los procesos sensoriales del gusto

Para muchos de nosotros, el sentido del gusto quizás sea el sentido protagónico a la hora de deleitar nuestro paladar. Forma parte del conjunto de percepciones apreciables que denominamos flavor, y puede ir acompañado de estímulos visuales, táctiles, térmicos y hasta sonoros. Este sentido puede codificar los distintos gustos, que como sucede con los olores, también se clasifican en una variedad, denominados primarios.

Los primeros cuatro gustos primarios son: dulce, salado, ácido y amargo. Se ha incorporado un último gusto primario llamado umami, término que deriva de dos vocablos en japonés, *umai* (delicioso) y *mi* (esencia), y quizás sea un poco más novedoso para el lector. Fue descubierto en 1908 por el doctor japonés Kikunae Ikeda y es un gusto poco reconocido, pues fue presentado por los fisiólogos recién en el año 2000. (Solomon, 2008)

El órgano receptor de los gustos por excelencia es la lengua, aunque también se perciben estímulos gustativos en el paladar blando, la faringe y el esófago. En la cavidad bucal, no sólo se recoge información acerca de los gustos, sino de otras cualidades de los alimentos, como su forma, tamaño, textura y temperatura.

Los datos sensoriales son captados por estructuras especializadas llamadas botones gustativos, que se organizan formando unidades complejas de hasta 100 células receptoras del gusto. Estas células se distribuyen físicamente, junto a otras células de sostén, formando un bulbo, que incluye estratos celulares, a modo de catáfilos en una cebolla. Cada botón proyecta hacia la superficie microvellosidades que cierran un poro, por el cual ingresan las moléculas químicas denominadas gustantes. (Moyes y Schulte 2007).

A nivel fisiológico, la diferenciación de los gustos desde la captación de las moléculas gustantes, hasta la liberación de neurotransmisores ocurre de manera similar, aunque cada uno de ellos tiene especificaciones que se detallarán más adelante.

No hay dudas de que la percepción del gusto es sumamente necesaria, y que los gustos primarios, contienen gran información sobre lo que vamos a consumir. Así, los gustos dulces indican que el alimento, si es de origen natural, por ejemplo la miel y los jugos de frutas, y extractos de plantas como la hierba dulce (*Stevia rebaudiana bertonii*) contienen glúcidos y glucósidos (moléculas formadas por un glúcido unido a una molécula de otra naturaleza química que se almacena

en órganos vegetales). Existen además, sustancias sintéticas, como la sacarina, ciclamato, aspartamo, que también son conocidas por su sabor dulce. Los gustos salados en cambio, determinan el contenido de algunas sales minerales, principalmente el cloruro de sodio; los gustos ácidos se deben a la presencia de ácidos comestibles como por ejemplo el ácido cítrico y el acético. Los amargos generalmente son producidos por sustancias que contienen nitrógeno como por ejemplo los alcaloides. Existen otros compuestos amargos que carecen de nitrógeno, como por ejemplo las humulonas (ácidos producidos en las flores del lúpulo) responsables del gusto de la cerveza. El gusto umami sabe delicioso gracias a la presencia de aminoácidos como el glutamato monosódico. La valoración que se haga de la presencia de estas sustancias dependerá, entre otros factores, de cuestiones vinculadas a estados fisiológicos como hambre o saciedad y otros factores socio-culturales. Por ejemplo el estado nutricional puede modificar la valoración que se haga de las sustancias, el sabor dulce, para una persona con hambre, significará gran aporte de energía fácilmente metabolizable; sin embargo, el sabor dulce para una persona con saciedad, implicaría un aporte nutritivo innecesario, vinculado muchas veces a la contribución de calorías innecesarias y el desarrollo de placa bacteriana.

Del mismo modo podemos mencionar ejemplos relacionados con el sabor ácido y amargo. Antes, los gustos marcadamente ácidos y amargos transmitían la idea de presencia de sustancias tóxicas, aunque con el tiempo han sido valorados por diversos perfiles gustativos, y hoy son muy apreciadas en alimentos como los quesos y algunas bebidas, por ejemplo el vino y el agua tónica.

Son variadas las sensaciones gustativas, todas ellas captadas por un tipo de célula gustativa en particular. Las moléculas sápidas (moléculas con grupos sapóforos, responsables de la propiedad del gusto) deben ser hidrosolubles para ser percibidas por los receptores y, como bien lo explica Carpenter (2002), los estímulos en general deberán alcanzar o superar lo que se conoce como umbral de sensibilidad, para que las neuronas se exciten y se inicie la conducción del impulso nervioso (umbrales de detección, reconocimiento y diferenciación).

Para percibir el gusto de una sustancia, ésta primero deberá disolverse en la solución salival, proceso que permite su ingreso por el poro gustativo, una vez atravesado se acoplará a una proteína receptora de la membrana de las neuronas sensoriales gustativas que actúa de intermediario con la proteína G. Este proceso ocurre de esta forma para los sabores dulce, amargo y umami; en cambio para los sabores salado y ácido, el proceso es diferente, no existen acoples de sustancias a través de proteínas transmembrana, el pasaje sólo se realiza vía canales iónicos,

esto se debe a la naturaleza electrolítica de las sustancias saladas y ácidas.

Una vez que la proteína receptora activa momentáneamente a la proteína G, separando las unidades alfa (gusductina), beta y gamma; la unidad alfa se desprende de las demás y se acopla a los canales de calcio, este proceso requiere energía, que proviene del ATP, que se transforma en AMP, el resultado es la apertura de los canales iónicos. Este cambio del gradiente iónico, despolariza la membrana y permite la transducción nerviosa.

Es curioso, pero durante años, el modelo de regionalización de los gustos en la lengua humana ha aparecido en libros de textos, y con ellos, la interpretación acerca de las regiones específicas que captan los gustos. Los investigadores norteamericanos David Smith y Roberto Margolskee, en el año 2001<sup>4</sup>, publicaron aportes interesantes, acerca de la falta de veracidad de los mapas del gusto. Las moléculas sápidas, pueden detectarse en cualquier punto de la lengua, son los receptores de membrana los que seleccionan las moléculas sápidas, de acuerdo a la modalidad de sus estructuras y a la intensidad del gusto, los cuales deben superar el umbral de sensibilidad.

La lengua, según el neurofisiólogo Jean Didier Vincent, es un órgano capaz de arrastrar, triturar, apretar, deshacer, vibrar, darse vuelta, estirarse y extenderse y, como si esto fuera poco, contiene numerosos tipos de prominencias denominadas papilas, que concentran los botones gustativos. La morfología y distribución de las papilas se detallan a continuación. Existen cuatro tipos de papilas, tres de las cuales reciben estímulos químicos y, una de ellas, estímulos físicos. Las papilas fungiformes (fungi/hongo) deben su nombre a la presencia de una prominencia abultada como los hongos de sombrero, están ubicadas en la parte anterior de la lengua (contienen uno o varios botones gustativos). Las papilas caliciformes (calci / cáliz) deben su nombre a la forma de conos invertidos a modo de cáliz, son de mayor tamaño y se presentan regularmente en número de doce, forman una "V" invertida en la parte posterior de la lengua. Las papilas foliadas (folio/ hoja) se ubican en los laterales posteriores formando surcos. Por último, las filiformes (fili / filamento) son mucho más numerosas que las anteriores, están ubicadas en toda la superficie de la lengua, carecen de botones gustativos, y reciben estímulos relacionados a la textura y las propiedades térmicas de los alimentos. Las papilas tienen una vida media de diez días, se renuevan periódicamente, proceso que se conoce como muda. Los investigadores David Smith y Robert Margolskee, han

4 El sentido del gusto. Las interpretaciones de la ciencia de los diferentes gustos. David Smith y Roberto Margolskee <http://issuu.com/argos/docs/el-sentido-del-gusto>

demostrado que la morfología de la lengua, permite entender que la captación de los diferentes gustos se da en cada una de las papilas gustativas, y no necesariamente en regiones específicas de la lengua. A continuación especificaremos la captación de los gustos primarios.

## Dulce tentación

Detrás de algunos alimentos, existen historias sumamente enigmáticas; la historia del azúcar es una de ellas. Sancho Valls (1999) describe, a modo de reseña histórica, que los alimentos dulces ya aparecen en las pinturas rupestres del neolítico, donde se observan hombres extrayendo miel de colmenas 50.000 a. C y recolectando dátiles. La sacarosa, como se desarrolló en el capítulo tres, es un hidrato de carbono presente en el extracto de numerosas plantas y en mayor proporción en las de caña de azúcar, se extrae de las regiones tropicales de países latinoamericanos. Durante el transcurso de los años, pasó de ser un raro lujo de gente pudiente a un alimento popular (Mintz, 1996) que ha conquistado los paladares del mundo. Prácticamente no existen culturas que no la consuman; ¿Cuál es la razón de su éxito? Simple: el dulzor. La victoria gastronómica no es casual, se podría afirmar que el ser humano tiene una necesidad innata de consumir alimentos de gusto dulce.

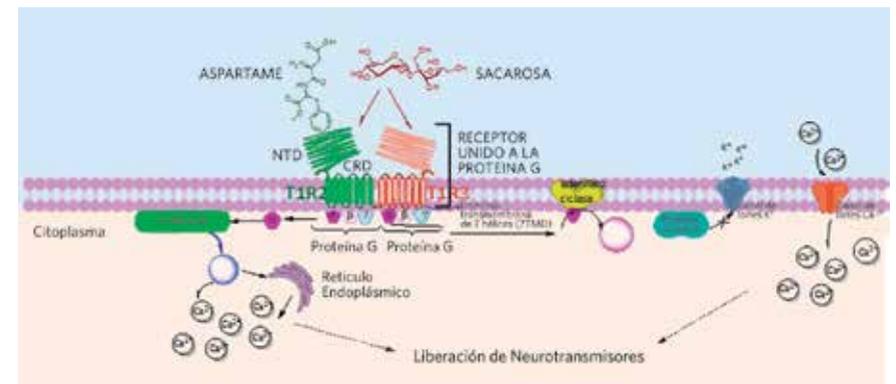
Postres, helados, golosinas, productos de repostería son el manjar preciado para la mayoría de las personas sin importar, su edad, sexo, o estrato social. Bastan unos cuantos cristales de azúcar al día, en la modalidad que se prefiera, para que la vida tenga otro sabor.

Sustancias dulces naturales como la sacarosa, glucosa, fructosa, lactosa, polialcoholes como el sorbitol entre otras; sustancias dulces artificiales como la sacarina, aspartamo, y el ciclamato sódico, son sustancias que se unen a los receptores del gusto, e interactúan con las proteínas de la membrana, (receptor acoplado), que su vez se une a la proteína G, ocasionando que se escinda. Este proceso permite estimular un segundo mensajero encargado de cerrar los canales de  $K^+$  y abrir los canales de  $Na^+$  y  $Ca^{++}$ , que ingresan a la célula, provocando la despolarización. Finalizado este proceso las vesículas celulares son estimuladas a liberar los neurotransmisores, que intervienen en la conducción de los impulsos nerviosos hacia la corteza cerebral, donde se procesa la información sensorial y se elaboran las respuestas.

Si analizamos el óvalo alimentario, los alimentos dulces están dentro de las opciones más restringidas. Poseen una gran carga calórica, su consumo excesivo

no es recomendable, en especial si nos referimos a azúcares refinados.

Figura 5.1: Liberación de Neurotransmisores.



Fuente: <http://issuu.com/argos/docs/el-sentido-del-gusto>

## Qué gusto tiene la sal

La sal participa de miles de preparaciones, inclusive aquellas de flavor dulce. Para nuestra cultura alimentaria ha sido vital. Numerosos alimentos de origen cárnico se conservan gracias a la sal, y si no, dé un paseo por el sector de quesos y embutidos.

La sal común puede extraerse del mar o de los depósitos terrestres, de allí nace, muchas veces la especificación de sal marina, dependiendo de su origen, por más que del agua de mar pueda extraerse básicamente cloruro sódico, igual que en los depósitos terrestres, la sal marina es más valorada para el consumo, al estar mezclada con otras sales, cloruro de magnesio, potasio, yodo y manganeso (Pérez Menéndez, 2008).

¿Cómo percibimos fisiológicamente el gusto salado? La estructura química de la sal de cocina (denominada también sal común), es un compuesto iónico, el NaCl. Estos iones disociados ingresan directamente por los canales iónicos de las membranas plasmáticas de los receptores sensoriales

Como se explicó antes, la percepción del gusto está ligada al contacto de las sustancias con los receptores de membrana de las células gustativas. En el proceso de transducción de la señal nerviosa provocada por el gusto salado, no intervienen proteínas transmembrana ni receptores acoplados. Es decir no interviene la proteína G. Cuando el cloruro de sodio se disuelve en agua, los iones  $Cl^-$  y  $Na^+$

quedan libres, los cationes ingresan directamente a la célula por canales iónicos. Las células van cargándose de iones  $\text{Na}^+$ , lo que provoca la apertura de canales para el  $\text{Ca}^{++}$  la presencia de este catión, estimula la liberación de neurotransmisores. Toda esta movilización iónica es atrapante, como lo sería en este momento una buena picada.

## El turno de los amargos y ácidos

Las preferencias gustativas innatas, nos han alejado de las sustancias tóxicas o venenosas (Mas Soriano, 2007) ¿Cómo las reconocemos? Generalmente presentan gusto amargo.

Estudios realizados por Coultate (1998), han sugerido que el criterio estructural que distingue el gusto salado del amargo, es simplemente el tamaño de las moléculas. Es así, que el radio iónico molecular define en gran medida la presencia del gusto amargo.

Evolutivamente los sabores amargos nos han prevenido de intoxicarnos por la ingesta desmedida de numerosos compuestos, como los alcaloides, presentes en gran variedad de vegetales.

Un alcaloide popularmente conocido, es el que actualmente es conocido por dar gusto a las refrescantes pero amargas aguas tónicas: la quinina. Las funciones tónicas de algunas sustancias están relacionadas con la propiedad de vigorizar la actividad digestiva, muchas sustancias amargas consiguen esto.

El proceso neurofisiológico, de transducción del estímulo amargo ocurre de manera muy similar a los demás gustos básicos o primarios. Cuando la sustancia amarga se une al receptor de membrana, el cambio de conformación del receptor permite que se active la proteína G, esto provoca la activación de la fosfolipasa C. Este proceso activa dos tipos de mensajeros, que provocan la liberación del  $\text{Ca}^{++}$ , situado en depósitos intracelulares. Es el cambio en el gradiente de este catión el que ocasiona la liberación del neurotransmisor, que permite la conducción del impulso nervioso sensorial gustativo, relacionado con el amargor de algunas sustancias. (Moyes y Schulte, 2007).

Existen paladares que privilegian estos sabores, por tal razón existen fans club del café, la cerveza, y el chocolate amargo. ¡Marche una grande de rúcula y jamón crudo!

El gusto ácido o agrio en cambio, es producto de sustancias con pH bajo, lo que se traduce en la presencia de iones  $\text{H}^+$ . El sentido del gusto capta las formas no disociadas de los ácidos presentes en los alimentos. Es común reconocer este

sabor en los extractos de frutas, especialmente las cítricas, donde el ácido cítrico engalana los placeres de numerosas degustaciones. Otro ácido comestible es el etanoico o acético presente el vinagre. Los cationes  $\text{H}^+$  de los ácidos una vez disociados, bloquean los canales de  $\text{K}^+$ , y provocan la despolarización y la consecuente apertura de los canales de  $\text{Ca}^+$ . Cuando este catión ingresa estimula la liberación del neurotransmisor de las neuronas sensoriales.

## Otros gustos y sensaciones

El ácido glutámico fue descubierto por primera vez por Karl Ritthausen, en sus investigaciones sobre proteínas del trigo. (Cubero, 2002). Años después, el Dr. Ikeda, aislando sustancias de una sopa de algas, identificó el glutamato como responsable del flavor delicioso del caldo, y de numerosos alimentos como la carne vacuna y de pescado, tomates, hongos, como los champiñones y la salsa de soja (soya).

Si bien su mecanismo neurofisiológico aun es desconocido, este gusto se describe gracias a la sensación de placer bucal que provoca.

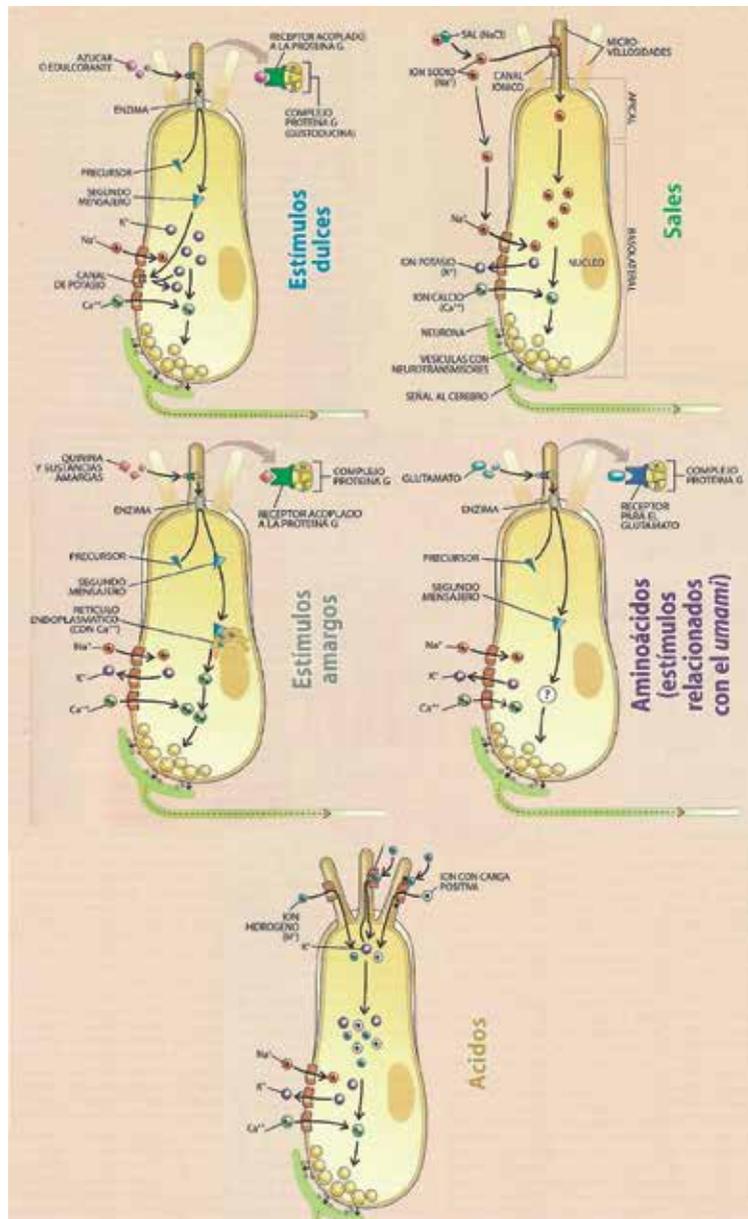
Existen sensaciones que muchas veces son confundidas con gustos, es el caso de las sensaciones ardiente o picante, astringente, refrescante y metálica, (Sancho Valls, 1999). Éstas son percibidas por el epitelio que reviste la cavidad bucal, y en conjunto son llamadas impresiones somatosensoriales.

La sensación de pungencia o ardor, muy cercana al dolor, la provocan sustancias de la familia de amidas ácidas y disulfuros, y están presentes en el "pimiento de la mala palabra" y numerosos chiles y pimientos de todos los colores. La astringencia es provocada por polifenoles denominados taninos, que ya fueron descritos en el capítulo 4. Estos compuestos permiten que las proteínas precipiten rápidamente en la cavidad bucal, y generan de inmediato la sensación tan particular que posee un sorbo de té.

El efecto refrescante y placentero que provoca comerse un caramelo mentolado, lo produce un compuesto llamado mentol, propios de numerosas plantas de la familia *Lamiaceae*.

La textura es otra sensación percibida en la cavidad bucal. La actividad mecánica de mover los alimentos dentro de la boca, nos permite percibir si son blandos, duros, pegajosos, untuosos, viscosos, lisos, rugosos, fibrosos, secos, jugosos, espumosos, sólidos, semisólidos o líquidos. Como ven, degustar un alimento es percibir sensaciones placenteras o no. Después de todo, sobre gustos y sensaciones no hay nada escrito.

Figura 5.2: Modelos explicativos de las células gustativas. Vías de transducción sensorial.



Fuente: <http://issuu.com/argos/docs/el-sentido-del-gusto>

## Crunch! El sonido y los alimentos

Gusto y aroma, han sido descritos, y es conocido el efecto que causan las moléculas en las células sensoriales. Biomoléculas como los lípidos, glúcidos y proteínas cumplen papeles primordiales en la percepción del sabor. Los primeros modifican la estabilidad del sabor porque su presencia impide la volatilización de gran cantidad de compuestos, además los lípidos incluidos en los alimentos permiten que los compuestos hidrofóbicos estén expuestos a los receptores sensoriales por más tiempo, generando como resultado una mejor apreciación del sabor. Muchos carbohidratos son directamente agentes de sabor posterior a su degradación. Por último la intervención de las proteínas y variables como el pH y la temperatura, permite que los compuestos del aroma y gusto queden insertos en las complejas estructuras proteicas (Badui, 2006). No hay duda que el gusto y el olfato son sentidos privilegiados en el desarrollo de este tema. Pero no es mi intención dejar de lado alguna propiedad sensorial, razón que nos permitirá adentrarnos en percepciones señoriales que pocas veces vinculamos con la alimentación, me refiero a los sonidos. Los sonidos son percepciones complementarias de la textura, a la cual si debemos considerar una verdadera percepción sensorial de los alimentos.

Muchos alimentos son calificados como "buenos" y apetecibles dependiendo del sonido que emitan al fraccionarlos. Imagínense si la lista de alimentos que enuncio a continuación, no emitieran un sonido que podría calificarlos como crujientes: el pan fresco, el pan tostado, los grisines, galletitas saladas, las papas fritas, los snacks, las galletas de arroz, frutos secos como el maní, las almendras y las nueces, los copos de maíz, el chipá y tantos otros. Todos estos alimentos, y otros que seguramente se le ocurrirán al lector, mientras leen este apartado, perderían absolutamente su encanto si no emitieran algún sonido. Las ondas sonoras, provocan la vibración del tímpano, que transmite el estímulo al nervio auditivo. Éste emite la señal eléctrica hacia la corteza cerebral, que procesa la sensación.

Alberto Rodríguez (2008), en el capítulo "*Los alimentos hablan: sonidos, sensaciones y texturas*", realiza una breve pero nutrida explicación acerca de la importancia del sonido y el comportamiento fuerza / desplazamiento de la energía cuando se muerde una galleta. La sensación crujiente, es el resultado de ondas acústicas. Las ondas se propagan en diversos medios, que cumplen una función muy importante en la percepción de la onda. Los alimentos compactos con diferentes tipos de sustancias presentes (grasa por ejemplo), permiten valorar de

modo diferente la calidad del alimento, según los sonidos que emitan fuera, pero también dentro de la cavidad bucal, cuando los masticamos.

Diffícilmente se pueda hallar una definición precisa sobre la textura en los alimentos, pero indudablemente es una sensación desencadenada por estímulos provenientes de propiedades mecánicas como la dureza, la cohesión, la viscosidad, elasticidad, adhesión y de otras particularidades en el comportamiento de los alimentos como es el desmigado, la gomosidad, la blandura, etc. Estas sensaciones pueden ser captadas por el tacto con los dedos, o dentro de la cavidad bucal por la lengua, paladar o dientes.

La evaluación de la textura, se logra a partir de las propiedades reológicas del alimento, es decir, la reología, es la ciencia que estudia el comportamiento de los alimentos cuando son sometidos a distintos tipos de fuerzas (Vaclavik, 1998) Estas propiedades se clasifican de modo general en tres clases: elasticidad, viscosidad y plástica. En la primera se analiza cómo los alimentos sólidos tienen capacidad de estiramiento, aquí podríamos situar a todos los productos de panadería. La viscosidad permite analizar cómo se comportan los alimentos líquidos al fluir, los más viscosos como la miel, yogurt líquido o aceite, fluyen más lentamente que otros, como el vinagre. La última propiedad, implica el comportamiento de los alimentos a ser moldeados, el chocolate, el mazapán, el caramelo, son ejemplos de mayor plasticidad. Todas estas sensaciones son tan importantes como el gusto, el aroma y el sonido provocado por las diversas texturas. Podríamos afirmar, que no hay nada menos estimulante que una tostada sin su peculiar crunch!

## Más allá de lo que ves: cuando los alimentos ingresan por la vista

Que todo *“entra por los ojos”*, no es una frase nueva. En el mundo de los alimentos, la percepción del color, forma y aspecto, sumado a la presentación en el plato o en su respectivo envoltorio, juegan un papel crucial a la hora de aceptar o descartar un alimento. Si analizamos la imagen del óvalo alimentario, éste nos ofrece una paleta de colores tan rica como variada: partimos del color blanco de la leche y las claras a punto nieve, el vigoroso amarillo de unas buenas yemas de huevos de campo, el alegre naranja de unas zanahorias, el verde intenso de hojas de lechugas y acelgas, el rojo profundo de unas frutillas, el rosa de una feta de jamón cocido, el púrpura oscuro intimidante de la tinta de calamar. Hacia donde po-

semos la mirada en la cocina encontraremos un color interesante por reconocer.

La gran variedad de colores se deben a numerosos compuestos químicos denominados pigmentos, que contienen grupos cromóforos, capaces de captar energía en diversas longitudes de onda y emitir otras. El código de color, al que se ha adaptado la especie humana le ha permitido, además de apreciar los colores, determinar de manera rápida el aspecto confiable de un alimento. (Artigas, 2002). Y si no, analice qué le provoca observar un trozo de pan recubierto de una delicada pelusa verdosa en contraposición a una porción de queso azul.

La cualidad del color, hoy se ve influenciada por la gran cantidad de aditivos, que logran modificar los colores reales de los alimentos, y transformarlos en otros cuya aceptación cultural se encuentra aprobada. Usar colorantes amarillos en los productos de repostería, garantiza una interpretación vinculada con la presencia de huevos en cantidad, dentro de las masas, lo que podría asociarse con la idea de buen sabor y textura. Si bien los pigmentos son numerosos, una forma sintética de presentarlos, es como lo explica Gutiérrez (2000), los pigmentos naturales pueden clasificarse en cinco grupos:

- Estructuras químicas derivada de núcleos tetrapirrólicos que observamos en las carnes rojas y en los vegetales verdes (hemoglobina que otorga color a la sangre, mioglobina del tejido muscular y clorofila de los vegetales)
- Estructuras químicas derivadas del isopreno o terpenoides que hallamos en los tomates y morrones rojos y amarillos (carotenos y xantofilas)
- Estructuras derivadas del benzopirano, incoloras o amarillas que se encuentran en muchas flores (antocianinas y flavonoides)
- Estructuras químicas betalainas (responsables del color rojo de la remolacha, la betacianina y la betaxantina)
- Las estructuras poliméricas como la melanoidinas y el colorante caramelo.

Comencemos por la clorofila, responsable del color verde de los alimentos que consumimos. Presente en casi todos los órganos vegetales aéreos, la clorofila es abundante en hortalizas foliáceas (espinaca, acelga, lechuga, achicoria, rúcula, entre otras). Es un pigmento que interviene en el proceso de la fotosíntesis. Cuando el metabolismo activo del vegetal comienza a frenarse, en la mayoría de los casos, después de la cosecha, la estabilidad de la clorofila comienza a perderse. Por esta razón, las hojas y tallos verdes, comienzan a verse amarillentos, debido a la presencia de carotenoides, que se hacen visibles y son metabólicamente más estables. Muchos vegetales comestibles de este color, pierden su calidad, cuando no presentan el color verde vigoroso.

Los carotenoides, son los pigmentos responsables del color rojo, naranja y amarillo de numerosas frutas y verduras. Su distribución es variable, por ejemplo en una naranja, el color del tejido del endocarpio o pulpa, es responsable una mezcla de criptoxantina y luteína, en un tomate maduro, el color se debe a la presencia de licopeno. La luteína y la zeaxantina, son las responsables del color amarillo de una yema de huevo.

Las antocianinas son las sustancias que dan color rojo, morado, rosa, violeta y azul a flores, frutas y hortalizas. Las betalainas son responsables del color de la remolacha. Las melanoidinas, son pigmentos que por su color pardo, o amarronado, son responsables de un proceso llamado pardeamiento, fenómeno muy conocido, cuando frutas, como las manzanas, peras o berenjenas, son cortadas y expuestas al aire.

Sin embargo, hay alimentos que son globalmente aceptados por su color oscuro o pardo, y si no, piensen en la bebida cola más consumida en el mundo, en la costra dorada de algún producto panificado. El pardeamiento de los pigmentos puede presentarse, como lo explica Sara Valdez Martínez (Dergal, 2006), en dos tipos de reacciones, las enzimáticas (cuando la enzima polifenoloxidasas interviene en la oxidación de sustancias fenólicas, presentes en numerosos tejidos vegetales) y aunque observemos colores pardos en algunos casos un tanto desagradables, en otros no, como por ejemplo en el té y el chocolate, el aroma y gusto no se modifican inmediatamente, es el caso de algunas frutas como bananas, manzanas entre otras. El otro grupo de reacciones que modifican el color son las llamadas reacciones no enzimáticas, como la caramelización y la reacción de Maillard. En este capítulo no se desarrollarán ambos procesos porque se detallaron con mayor profundidad en el capítulo 3. Pero para poder identificarlos fácilmente, el primero ocurre cuando azúcares son expuestos a elevadas temperaturas (que modifican su color original y además afectan su flavor, imaginemos una suculenta cucharada de dulce de leche) y la segunda, implica la transformación de azúcares y proteínas. Esta última es la razón del color tan tentador de los alimentos fritos y horneados.

¿Cómo percibimos la variedad de colores, tonos e intensidades de la paleta gastronómica? Las ondas electromagnéticas del espectro visible actúan como estímulos de células sensoriales llamadas conos y bastones, ubicados en la retina de nuestros ojos. El color es el resultado de la interacción de la luz en la retina y de los procesos biológicos desarrollados en la corteza cerebral encargada de procesar los estímulos vinculados al color, tono e intensidad.

Podemos considerar que los alimentos son percibidos inicialmente por el sentido de la vista, aunque sólo sea por unos segundos de anticipación, con respecto

a los demás sentidos, y si bien ya analizamos la propiedad del color, y como ésta define nuestras elecciones, existen otros estímulos observables que en la actualidad, tienen peso a la hora de elegir un alimento. Embalado o no, las percepciones sensoriales captadas por la vista, juegan un papel decisivo a diario. La elección de los alimentos también está determinada por el envase, por su capacidad para conservar el alimento, capacidad en peso o volumen, y hasta por su diseño, todas características perceptibles también visualmente. Los cambios en los niveles de producción y el destino final de los alimentos obligo a la tecnología a explorar nuevos materiales para envolver los alimentos

La revolución industrial, trajo consigo un significativo cambio en el volumen productivo y traslado de los alimentos. Existen anécdotas familiares que me conectan con otras épocas, cuando la carne se trasladaba en bolsas de avena reutilizables, los quesos y fiambres se envolvían en papel madera, el vino se conservaba en botellones de vidrio, que se cargaban directamente del barril, en los almacenes. La modernidad trajo consigo, el reemplazo del papel madera por papeles modernos, vistosos o atractivos, que garantizan la conservación de la calidad de los alimentos. El vidrio se reemplazó por el PET y el aluminio, el papel, por el polietileno. Y sólo por mencionar al envase, las etiquetas también participan en la tarea de seducir al consumidor.

Existen datos sobre etiquetas colocadas en vasijas hace 3.000 años, realizadas a mano por egipcios, y otras que datan de hace 2.000 años atrás, realizadas por chinos. (Somoza, 2006). En el mundo de la competencia, la producción y el consumo, inducir la elección del consumidor es una batalla que se gana generando estímulos de color, formas, texturas, diseños, selección de materiales cada vez más adecuados para que los alimentos no pierdan sus atributos sensoriales, a causa de cambios de temperatura, presión, fuerza mecánica, tiempo, humedad, por nombrar algunas variables.

Hasta aquí, hemos recorrido un sensorial y por qué no placentero camino sobre alimentos y sentidos, y hemos conocido cómo los estímulos se transducen a impulsos nerviosos. Analizamos algunas de las propiedades sensoriales relevantes de determinados alimentos, los hemos invitado a explorar algunos hechos históricos, a explicar algunos procesos fisiológicos y a describir numerosos fenómenos ligados a los alimentos y su percepción sensorial. Quizás después de la lectura, alimentarse adquiera otro sentido. Y de las células podemos dar un salto a otro nivel, el de la especie y los procesos evolutivos vinculados con la búsqueda, elección, obtención y significados de los alimentos. Estos aspectos se desarrollan en el próximo capítulo.

## CAPÍTULO VI

# *La evolución de los homínidos y los alimentos*

Patricia Ercoli

*“Homo sapiens es un pequeñísimo brote que apenas le nació ayer a un enorme árbol de la vida. Si el árbol se plantara de nuevo, jamás volvería a producir las mismas ramas”*

*(Gould, 2011, p. 29)*

### **Importancia de la mirada evolutiva: somos mucho más que uno**

El abordaje de cuestiones vinculadas con lo que comen las personas requiere de múltiples miradas o perspectivas. Estos enfoques exigen saberes, tales como los que aportan la Nutrición, la Psicología, la Economía, la Ecología, la Química, la Biología general, la Antropología, la Arqueología y, también, la Biología evolutiva. Es precisamente este último el que se prioriza en este capítulo. Vale la pena aclarar que darle prioridad a una dimensión de análisis no implica descuidar el resto, ya que se caería en una mirada reduccionista que limita la comprensión de los temas desarrollados.

Si nos referimos al enfoque evolutivo de la alimentación, éste permite superar el nivel del organismo (mesocosmos) y las células (microcosmos) y posicionarse en un contexto que integra a las especies, en el conjunto de la diversidad biológica (macrocosmos). En el caso particular de la evolución humana, vale la

pena destacar que el tema de los alimentos involucra dos aspectos. Uno de ellos es el biológico, que compartimos con otros representantes de la biodiversidad y el otro es el cultural, inseparable del anterior. La perspectiva socio-cultural proporciona una impronta que le atribuye a los alimentos características especiales: su elección, modos de conseguirlo, y significados sociales, entre otros.

Este punto de vista integrador y sistémico considera que los alimentos no son sólo sustancias que aportan nutrientes, sino que adquieren otros significados que complejizan su análisis. Para comprender mejor el tema, les proponemos participar de un viaje en el tiempo y hacer una visita imaginaria a algunos de nuestros antepasados.

### En busca de los hábitos alimentarios del pasado

Transitar un recorrido por la alimentación en el transcurso de nuestra historia evolutiva nos permite conocer mejor la evolución de nuestra especie y sus antepasados. Este camino nos conduce a un viaje hacia el pasado, lleno de obstáculos, de callejones sin salida y de atajos que parecen llevarnos a ninguna parte, porque la evolución es así, no hay una dirección. Puede representarse como un árbol con múltiples bifurcaciones. Sin embargo contamos con evidencias que nos aproximan a los tiempos más remotos de la humanidad. Este apartado nos invita a sentarnos a la mesa de nuestros antepasados.

Las preferencias por unos u otros alimentos en los seres humanos actuales y de quienes nos precedieron, obedece a condicionantes cualitativos y cuantitativos. Entre los primeros, figura la calidad, entendida como diversidad de fuentes alimentarias; su composición química; y también los requerimientos nutricionales de cada especie. Entre los segundos, un aspecto cuantitativo es la capacidad de 'saciarse' luego de un período de ayuno. Entendemos por saciedad a la capacidad homeostática que tiene el cuerpo de percibir que ya no requiere ingesta de alimentos.

Algunos otros condicionantes biológicos que intervienen en la alimentación son la dentadura, la anatomía y fisiología del sistema digestivo, la fisiología de los sentidos del gusto y olfato, los requerimientos de materia y energía, la capacidad de adaptarse a diversidad de condiciones, entre otros. Todas estas variables se manifestaron, y lo siguen haciendo, de manera diversa en distintas condiciones de tiempo y espacio e interactúan con los significados culturales que se le han atribuido a los alimentos y al acto de comer (Contreras y Arnáiz, 2005).

¿Cómo es posible reconstruir estilos de vida y conocer hábitos alimentarios

de especies extinguidas? Sin duda es un trabajo digno de avezados detectives, que en este caso sería el rol que desempeñan los científicos. Ellos se ocupan de la búsqueda minuciosa y la interpretación de las evidencias halladas, que explicamos a continuación.

El conocimiento de los hábitos alimentarios de las especies que habitaron en tiempos pasados es producto de la aplicación de distintos métodos de investigación. Entre ellos se pueden mencionar los que ofrecen evidencias aportadas por disciplinas, tales como la Arqueología, Paleontología, Tafonomía, Paleocología, Zooarqueología, y Genética. (Mateos y Rodríguez, 2010).

Si imaginamos una visita a un museo de Ciencias Naturales y recorreremos las salas asignadas a estas disciplinas, al llegar a la de Paleocología, podríamos encontrar información que nos permita reconstruir entornos e interacciones entre las poblaciones y su ambiente. El conocimiento de los posibles alimentos consumidos por homínidos extintos puede obtenerse de la interpretación de fósiles de animales, granos de polen, fibras vegetales en materia fecal fosilizada, hallados cerca de fósiles humanos. Estas evidencias nos permiten inferir cuál era la dieta de una especie y qué relaciones se habrían establecido entre sí y con las otras especies. Por ejemplo, posibles interacciones de competencia con sus congéneres y con otros mamíferos, estrategias de depredación y carroñeo y búsqueda de otras fuentes de nutrientes.

Como no disponemos de registros escritos que nos permitan saber qué comían nuestros antepasados homínidos más remotos, los investigadores pueden interpretar las técnicas de captura de presas y obtención de otros alimentos. Una de las disciplinas que se ocupa de estas cuestiones es la Arqueología que aporta evidencias de estos hábitos alimentarios y también proporciona datos sobre comportamientos sociales de los grupos humanos. Por ejemplo la interpretación del arte rupestre es una de las formas de acceder a esta información.

La Zooarqueología nos brinda información acerca de las especies explotadas en el pasado y también de los instrumentos utilizados para obtener alimentos. Por ejemplos podemos citar: huesos, espinas y las marcas halladas en restos de huesos carroñeados. Otros métodos se aplican sobre fósiles de especies que se asume pertenecieron al linaje humano. Algunos de ellos son las características anatómicas y biomecánicas de las mandíbulas y dientes. Esta información se obtiene, por ejemplo, de marcas halladas en dentaduras fosilizadas, dejadas por algunos de los alimentos consumidos, que poseían diferentes grados de dureza y, por lo tanto, sus marcas en ellas también son distintas.

El lector quizá querría saber cómo se calcula la dureza de los alimentos. Si quisiéramos obtener esa información podríamos recurrir al estudio del microdesgaste dental, que es el conjunto de rasgos microscópicos presentes en las superficies dentarias, producidos como consecuencia de la interacción entre partículas abrasivas de la comida y el esmalte dental. Si las partículas abrasivas del alimento tienen un grado de dureza mayor que el propio esmalte pueden producir estrías, agujeros, surcos. El análisis de estas marcas aporta diversidad de datos. Por ejemplo, a partir de la identificación de fitolitos, que son compuestos de origen vegetal formados por sílice cristalizado, podemos conocer su fuente. El agregado de polvo, cenizas o tierra, informa sobre su preparación. (Estebarez Sánchez y otros, 2011). También se consideran las superficies de inserción de los músculos que intervienen en la masticación y las fuerzas de compresión ejercidas durante la mordida. Estas pruebas permiten estimar no sólo la diversidad de fuentes alimentarias, sino también la fuerza ejercida durante su incorporación.

Los estudios isotópicos del esqueleto de homínidos constituyen otros métodos de investigación que aportan evidencias. Se trata de una técnica que consiste en identificar en la composición de alguna sustancia, tejido u órgano la presencia de algún isótopo. Es decir se buscan átomos con idéntico número de protones (número atómico) y cantidad diferente de neutrones. Podemos citar el estudio de isótopos estables del carbono, nitrógeno, calcio, oxígeno, entre otros. Estas pruebas contribuyen al análisis de dietas vegetarianas, carnívoras u omnívoras. Por ejemplo resultan muy valiosos los estudios del  $N^{14}$  y el  $N^{15}$ . Este último es indicador de una alimentación basada en el consumo de carne, porque es frecuente hallarlo en la composición de proteínas de origen animal. (Mateos y Rodríguez, 2010)

Entre las recientes áreas de investigación, podemos mencionar los aportes de la genética al estudio de la nutrición. Sus contribuciones probablemente esclarezcan algunos de los muchos interrogantes vinculados con la presunción que proponen Mateos y Rodríguez, (2010) de que el futuro de nuestras dietas estaría “escrito” en nuestros genes.

A partir de lo expuesto, cabe preguntarse ¿En qué medida la evolución biológica influye en las características de la dieta de nuestra especie? ¿Caemos en un determinismo genético si asumimos que nuestros genes condicionan nuestra alimentación? ¿Qué impacto tiene la evolución cultural en la elección de las dietas humanas? El debate está instalado.

## ¿Somos los que comemos? o ¿Comemos según lo que somos?

La afirmación “somos lo que comemos” se atribuye al filósofo y antropólogo alemán Ludwig Feuerbach, y puede analizarse a la luz de la evolución biológica y cultural humanas. Tal como Gould (2011) refiere en la frase citada al comienzo del capítulo, nuestra especie es una más en el contexto de la diversidad biológica. Estamos emparentados con otras y compartimos características con muchas de ellas. Resulta interesante aclarar que las especies cambian con el trascurso del tiempo según las variaciones, o diferencias individuales, de las que disponen. Se trata de la evolución biológica, que incluye mecanismos macro y microevolutivos. En primer lugar nos referimos a la macroevolución, que son los cambios que dan lugar al origen y extinción de la biodiversidad, por ejemplo familias, géneros y las especies que integran el linaje humano, del cual nos ocuparemos en este capítulo.

La microevolución tiene en cuenta cómo opera la selección natural sobre las variaciones (diferencias individuales). Este mecanismo de cambio da lugar a las características adaptativas, a partir de la conservación de las características favorablemente seleccionadas. En este sentido, sería más apropiado considerar que, como especie, “comemos según lo que somos”, para evitar caer en el error de suponer que podemos adoptar o elegir soluciones a medida frente a la diversidad de problemas vinculados con la disponibilidad de alimentos, los gustos personales, su digestibilidad, entre otras características. En este caso cometeríamos el error de atribuir cierta intencionalidad en los cambios evolutivos.

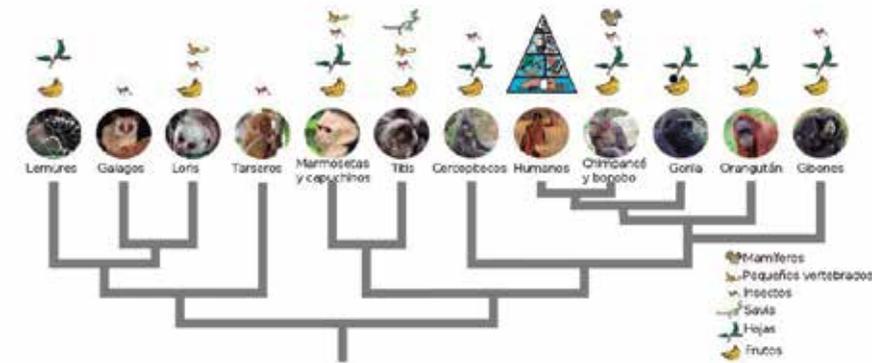
En el siguiente apartado ofrecemos más herramientas teóricas que nos permitan arribar a una respuesta más completa al interrogante: ¿Somos lo que comemos o comemos según lo que somos? Presentamos y ampliamos aspectos que se vinculan con los alimentos, su diversidad, las formas de conseguirlo y la intervención de una característica que es privativa de seres humanos: la evolución cultural. Ésta última incluye un complejo sistema de costumbres, valores, creencias, tradiciones, técnicas, que son producto de las intervenciones humanas y de su organización social.

## Los alimentos y su relación con las características evolutivas del linaje humano

Como sabemos, taxonómicamente los seres humanos pertenecemos al reino animal. Este reino se caracteriza por el desarrollo de comportamientos, en ocasiones muy complejos, vinculados con la localización, obtención, preparación, consumo y digestión de los alimentos. Desde el punto de vista evolutivo estos mecanismos están asociados a características adaptativas relacionadas con la alimentación. Algunas de ellas se relacionan con la competencia con otros animales y las estrategias que permitan la máxima eficacia en términos de supervivencia. Estas características se asocian a cambios con valor evolutivo, tanto en las estructuras y funciones digestivas; como también en otros sistemas de órganos y en diversidad de comportamientos. En el caso de la evolución de los homínidos es imprescindible ponderar la relevancia de los comportamientos sociales y la intervención de la evolución cultural en el estudio de los alimentos y las formas de obtención y aprovechamiento. (Maier, 2001).

Somos primates. Integramos, en la actualidad un grupo de aproximadamente 240 especies y la mayoría de ellas habitan bosques y selvas tropicales o subtropicales. Esta diversidad específica incluye adaptaciones a la vida arborícola y a la obtención de diferentes tipos de alimentos. Algunas de las características adaptativas son la presencia de dientes bajos, anchos y tuberculados, que les confieren ciertas ventajas. En términos de supervivencia, los beneficios están relacionados con hábitos alimentarios herbívoros: frugívoros (frutos), folívoros (hojas y brotes); presentes casi en la mitad de las especies. El resto son omnívoros e incluyen además, el consumo de invertebrados, (Mateos y Rodríguez, 2010). El omnivorismo, por ejemplo, es posible si se cuenta, entre otras propiedades, con dientes que cortan, desgarran y trituran diversidad de alimentos. Esta característica se conoce con el nombre de heterodoncia y permitió a los humanos, entre otros factores, el enriquecimiento de la dieta y el aprovechamiento de nuevos alimentos.

Figura 6.1 Representación de la filogenia de primates y sus hábitos alimentarios. En Mateos y Rodríguez, 2010, pp 18-19)



La capacidad de identificar nuevas y diferentes fuentes de nutrientes está vinculada a otras características biológicas. Una de ellas es la capacidad de reconocer si un potencial alimento puede ser consumido y podemos hacerlo a través del gusto y el olfato<sup>1</sup> (Maier, 2001). Estas percepciones podemos considerarlas como una estrategia más que hace posible la supervivencia. A continuación presentamos algunos ejemplos del valor adaptativo de la degustación de los potenciales alimentos.

Los sabores dulces son generalmente aceptados, aún en etapas muy tempranas de la vida. Los seres humanos no necesitamos aprender a degustar con agrado algo dulce, por ejemplo, de una fruta madura y la miel. Este sabor está relacionado con aquellos alimentos que nos proveen energía de rápida obtención: los carbohidratos mono y disacáridos. La percepción de lo salado está asociada a la búsqueda e identificación de fuentes de minerales que se requieren para mantener el equilibrio hídrico y otros procesos homeostáticos. La degustación de alguna sustancia amarga o ácida, biológicamente es identificada por nuestro cerebro como tóxica, venenosa o en estado de descomposición. Por ejemplo la acidez y el amargor de muchos frutos inmaduros, o el sabor de las almendras amargas, que contienen una sustancia llamada amígdalina, potencialmente tóxica. A esta

1 El lector puede acceder a información más específica y detallada sobre la percepción de sabores y olores en el capítulo 5 de este libro.

característica se suma la capacidad de identificar, por ejemplo, el olor fétido de la carne en descomposición, indicadora de potencial fuente de nutrientes entre los carroñeros. Inicialmente, tendemos a evitar estos sabores. Su aceptación, en el transcurso de la vida de las personas, es resultado de un aprendizaje que incluye aspectos socio-culturales. A modo de ejemplo, podemos citar la degustación de infusiones como el café y el mate, que se caracterizan por su sabor amargo (Maier, 2001).

La visión es otra función sensorial que, integrada al bipedismo, permitieron a los representantes de nuestro linaje la búsqueda y obtención de alimentos en diversidad de hábitats. Nuestros ojos están ubicados frontalmente. La visión estereoscópica o binocular permite captar dos imágenes con una mínima diferencia entre ellas. Nuestro cerebro procesa esta información e interpreta distancias, profundidad y volúmenes. A esta característica se suma la capacidad de elevarnos del piso, producto del bipedismo. Ambas propiedades nos permiten distinguir a la distancia los potenciales alimentos y también los posibles peligros.

Cuando las especies habitan ambientes en los que el alimento es abundante y fácil de obtener, los animales invierten menos tiempo y energía en conseguirlo. En estos casos el estado de hambruna sólo se presentaría en forma excepcional. Por el contrario, la menor disponibilidad de alimentos, la especificidad respecto de las preferencias alimentarias, el impacto de las fluctuaciones ambientales en la distribución y consiguiente localización de los mismos, implica comportamientos tróficos que requieren mayor inversión de tiempo y energía.

¿Cómo sobrevivir a tantas adversidades? Se requiere de diversas estrategias de búsqueda, selección y obtención de nutrientes. Algunas de ellas son la exploración y explotación de un área, la búsqueda de nuevas parcelas, los comportamientos de defensa ante el riesgo de ser depredados por otros animales, el uso de instrumentos de captura de alimentos, la plasticidad ecológica y la 'sabiduría nutricional'.

¿Sabios y plásticos? Sí, la sabiduría nutricional es la tendencia de una especie a elegir distintos tipos de alimentos disponibles y la plasticidad ecológica es una propiedad que tiene que ver con la capacidad de una población de recordar, por ejemplo, la ubicación de los árboles que producen frutos comestibles y la estimación de las épocas del año en que éstos maduran, entre otras características que permiten la búsqueda y obtención de alimentos (Maier, 2001).

Las evidencias empíricas demuestran, hasta ahora, que los ancestros de los primeros homínidos eran frugívoros. La evolución humana incluye cambios en las

preferencias alimentarias de las especies que se originaron a partir de estos antepasados. Los representantes que precedieron al género Homo se supone que eran generalistas tróficos, es decir, podían obtener nutrientes de una amplia gama de fuentes alimentarias. Esta característica está asociada a una marcada neofilia, que es una propiedad de las especies que se manifiesta como la curiosidad por probar alimentos nuevos. El concepto incluye también la capacidad de poner en práctica otras estrategias que posibiliten la búsqueda, localización y obtención de mayor diversidad alimentaria. Aquí, nuevamente, intervienen la sabiduría nutricional y la plasticidad ecológica. Es importante aclarar que la variabilidad preexistente posibilitó los cambios evolutivos en la alimentación (Contreras Hernandez y Arnaiz, 2005). Como consecuencia de la bipedestación, nuestras manos quedaron libres para sujetar, manipular y transportar objetos. A esta propiedad se suma la motricidad fina. Se trata de una función neurológica motora que hace posible la ejecución coordinada y detallada de movimientos muy precisos con nuestras manos. La construcción de herramientas es consecuencia de esta habilidad, que los humanos aprovechamos para obtener y preparar alimentos.

Las especies que precedieron al género Homo tenían un cerebro poco desarrollado, probablemente con menos capacidades cognitivas que las que presentan las especies de homínidos más recientes. Podemos suponer que una fuerte presión selectiva favoreció la conservación de ciertas variaciones que hicieron posible el rápido crecimiento del cerebro y el desarrollo de nuevas funciones cognitivas, recién en los últimos cientos de miles de años. Este cambio pudo dar lugar a la capacidad de disponer de tecnologías más sofisticadas, desarrollar la cultura y la vida en sociedad.

Los especialistas consideran que la intervención de comportamientos sociales vinculados con estas formas de alimentarse se asocia con la vida en pequeños grupos; y con el uso de instrumentos y la fabricación de herramientas, que favorecieron la obtención de alimentos. Se trata de una secuencia de desarrollos tecnológicos que incluye las primitivas lascas y piedras talladas encontradas en lo que podrían haber sido campamentos temporarios, hace aproximadamente 1 millón de años. También se hallaron restos de hogueras más recientes en el tiempo que evidencian el uso y control del fuego, evento que, por su relevancia en la evolución cultural, se presenta en el capítulo 1 de este libro. Este avance tecnológico y de comportamiento está asociado con la defensa contra potenciales enemigos naturales, cambios en la preparación de alimentos y como fuente de calor, entre otras funciones biológicas y socio-culturales (Mateos y Rodríguez, 2010).

## La sabiduría nutricional de los homínidos

La tendencia de los humanos a proveerse de una “dieta equilibrada” parece haberse manifestado en las especies que nos precedieron mucho más que en la actualidad. Esta capacidad nos remite, nuevamente, a la sabiduría nutricional y la neofilia. Los animales que cazaban los primeros homínidos probablemente tendrían menos grasas; los frutos ricos en azúcares eran escasos, y, por lo tanto, menos consumidos. El resto de los alimentos probablemente aportaría importante cantidad de fibras.

¿Es posible saber cómo estaba constituida la dieta de nuestros antepasados? Eaton y Konner (1985) reconstruyeron la “dieta paleolítica” de los primeros *H. sapiens*, que vivieron hace 40.000 años. Consideran que la energía obtenida de los nutrientes derivaría, aproximadamente, un 37 % de las proteínas, 41 % de los hidratos de carbono, 22% de los lípidos. Nuestros antepasados habrían consumido mayor proporción de ácidos grasos saludables y menos colesterol. Respecto del consumo de carne y vegetales, la proporción habría sido 35 - 65% respectivamente. Investigaciones más recientes, aportan datos sobre las dietas de los primeros *H. sapiens*, basados en estudio de isótopos estables de carbono, nitrógeno y otros elementos químicos presentes en restos arqueológicos (Mateos y Rodríguez, 2010).

Las fuentes de nutrientes de origen animal probablemente fueron herbívoros ungulados, de hábitos gregarios, por ejemplo, ciervos. También habrían consumido bisontes, mamuts y caballos. Tal como se presenta en el capítulo 4, la carne contiene, entre otros nutrientes, más hierro hemínico que los alimentos de origen vegetal, los animales salvajes aportan menos calorías y más proteínas por unidad de peso, que las que proveen los animales domesticados. Estos últimos acumulan más grasas. La domesticación condujo a los animales a llevar una vida más sedentaria que si vivieran en estado libre y por lo tanto a acumular más reservas, esto provocó que su consumo resultara menos saludable para los humanos, comparado con el valor nutricional de la carne obtenida de la caza de animales salvajes. Pero también facilitó su obtención, que estaba al alcance de todo el grupo.

La sabiduría nutricional también involucra cuestiones fisiológicas que tienen bases genéticas, tales como la regulación de los procesos de hambre y saciedad. Esta capacidad se manifiesta como un ejemplo más de ritmos circadianos. Se denomina así a aquellos ciclos que se repiten cada 24 horas y son parte de los relojes biológicos que regulan muchas funciones de los seres vivos. Entre ellos la alternancia en los procesos de apetito y saciedad han influido en la capacidad de

los homínidos de superar períodos de hambruna.

¿Qué ha quedado de nuestra sabiduría nutricional? En la actualidad, la dieta occidental está integrada por cuatro grupos de alimentos: carnes rojas y blancas (por ejemplo, pescados), vegetales y frutas, leche y productos derivados y el grupo de las harinas y cereales. En términos generales, y como parte de una dieta balanceada, los especialistas en nutrición aconsejan el consumo de varias porciones diarias de cada uno, en cantidades variables para cada grupo de alimentos. Sin embargo, hace decenas de miles de años, nuestros antepasados, anteriores al desarrollo de la agricultura y ganadería, habrían obtenido nutrientes sólo de los dos primeros grupos de alimentos.

Mucho más cerca en el tiempo, si consideramos a partir de lo que conocemos como tiempo histórico (hace aproximadamente 5.000 años), algunos de los cambios en la dieta humana se vinculan con las nuevas tecnologías y el desarrollo de la agricultura intensiva, que aumentaron marcadamente la disponibilidad de alimentos, por ejemplo, los azúcares refinados y los aceites vegetales.

En síntesis, podemos enumerar los siguientes cambios en nuestros hábitos alimentarios, en el transcurso de los últimos 10.000 años: aumento de la cantidad de energía contenida en los nutrientes y menos gasto energético, aumento en el consumo de grasas saturadas, ácidos grasos omega-6 y ácidos grasos trans, disminución en la ingesta de ácidos grasos omega-3, y de fibras. (Eaton y Konner, 1985; Simopoulos, 2006).

¿Qué fue, entonces, de aquellas capacidades biológicas que permitieron la supervivencia de los primeros homínidos? En la actualidad la influencia de la evolución cultural ha solapado algunas de estas capacidades. Por ejemplo, en algunas sociedades actuales abundan alimentos ricos en grasas y azúcares, que se consumen casi indiscriminadamente. En otras, la disponibilidad y acceso a los nutrientes no es tan accesible, ni están distribuidos de manera equitativa. Otros factores intervinientes en la alimentación actual son las situaciones de estrés y las conductas alimentarias inapropiadas relacionadas con los acelerados ritmos de vida de las sociedades industrializadas. (Maier, 2001; Mateos y Rodríguez, 2010).

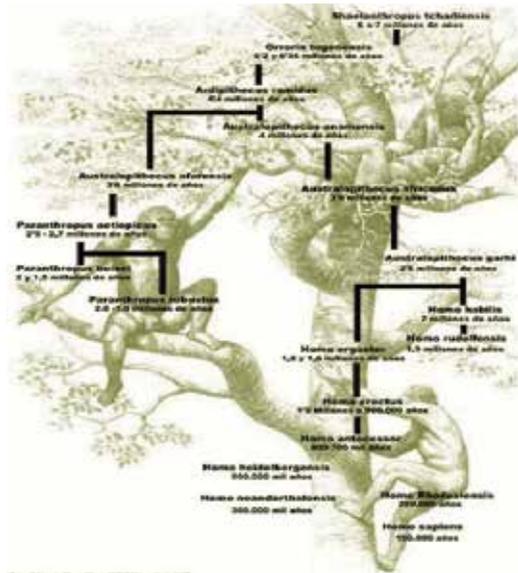
A modo de síntesis de este apartado, si retomamos el interrogante ¿somos lo que comemos o comemos según lo que somos?, podemos concluir que, si consideramos aspectos de la evolución biológica en interacción con la evolución cultural, comemos según lo que somos como especie y como poblaciones definidas por la cultura.

## El menú de nuestros remotos antecesores

Los humanos somos parte de la biodiversidad producto de mecanismos macroevolutivos que nos emparentan con otras especies de seres vivos. Cabe aclarar que sería un error considerar a nuestra especie y sus parientes cercanos como la cima de la historia evolutiva de la vida en nuestro planeta. Sólo somos algunos de los representantes que se han originado más recientemente en el tiempo: un pequeñísimo brote en el árbol de la vida (Gould, 2011).

El linaje humano está integrado por diversidad de familias, géneros y especies, originadas a partir de antecesores comunes. Con excepción de nuestra especie, el resto se extinguió. Cada una de ellas presentaba características estructurales, funcionales y de comportamiento que le eran propias y otras compartidas con otras especies cercanas. Las que interesan en este apartado son aquellas que nos permiten conocer e interpretar de qué y cómo se alimentaban nuestros antepasados. Los invitamos a seguir recorriendo este apasionante camino a través del tiempo. La figura 6.2 representa posibles relaciones evolutivas entre muchas de estas especies y su ubicación cronológica.

Figura 6.2. Géneros y especies representativas del linaje humano y sus posibles relaciones filogenéticas. (joaquindeleon4057.blogspot.com)



Los paleoantropólogos, en las últimas décadas, han hallado fósiles de nuevas especies de primates evolutivamente relacionadas con la nuestra. Se trata de algunas bastante más antiguas que las que fueron consideradas durante el siglo XX como nuestros antepasados más remotos: los *Australopithecus*. Algunas son *Sahelanthropus sp.*, *Ardipithecus sp.*, *Ororín sp.*, datados en casi 6 a 7 millones de años atrás. Todas ellas eran bípedas. Las que precedieron a los australopitecinos, probablemente compartieron sus preferencias alimentarias con otros primates con los que convivieron. Los alimentos que consumían probablemente fueron, en su mayoría, de origen vegetal: hojas tiernas, frutos maduros, brotes y, eventualmente algún invertebrado pequeño. Muchos primates actuales, con quienes compartimos ancestros en común, aún mantienen estos hábitos alimentarios.

Las bases biológicas del comportamiento asociado a las conductas tróficas son comunes en nuestros predecesores y en el resto de los animales. Están vinculadas con la capacidad de desarrollar acciones que optimicen el consumo de alimentos y minimicen el tiempo y la energía invertidos en su obtención (Maier, 2001). ¿Cómo lo logran? Incluyen estrategias que permitan encontrar el lugar donde alimentarse, abandonar los territorios que ya no proveen fuentes de nutrientes, protegerse del riesgo de la depredación, sobrevivir a la competencia intra e interespecífica, hallar y capturar a la presa, utilizar trampas y señuelos.

Continuamos nuestro viaje imaginario en el tiempo. Las evidencias fósiles sugieren que hace aproximadamente 3.8 millones de años se originaron los australopitecinos. Éstos constituyen una familia que integra el linaje humano y habitaron el este y sur de África. Los paleoantropólogos sostienen que vivieron en bosques de ribera y áreas más abiertas y esta diversidad de hábitats supone diversidad de fuentes de alimentos. Probablemente consumían tubérculos, raíces, hojas, frutos jugosos y algunos animales pequeños. Algunas pruebas que avalan estas afirmaciones son las marcas de desgaste en los dientes, su forma y tamaño. Se trata de piezas bajas, anchas, con cuatro prominencias, que permiten la trituración y procesamiento de los alimentos (Mateos y Rodríguez, 2010).

Otras pruebas científicas son los estudios biomecánicos, que dan cuenta del funcionamiento de la mandíbula, el hallazgo de marcas en restos de huesos de herbívoros y las técnicas que rastrean isótopos del carbono obtenidos de restos óseos. Recordemos la importancia que tienen estas evidencias, obtenidas de diferentes métodos de investigación, en la reconstrucción de los hábitos alimentarios de una especie.

Los representantes del género *Parantropos* también integran el linaje humano y los científicos consideran que aparecieron en África hace aproximadamente 2.6

millones de años, cuando el clima terrestre era frío y árido. Estas variaciones climáticas provocaron que las sabanas se extendieran en el continente y reemplazaran muchos bosques. En consecuencia, los recursos alimentarios también cambiaron.

¿Quiénes sobrevivieron en los nuevos ambientes? Podemos suponer que lo lograron aquellas especies que disponían de mandíbulas robustas, dientes fuertes capaces de triturar y poderosos músculos masticatorios. Estas características resultaron favorecidas por la selección natural, frente a las nuevas presiones selectivas que estaban representadas por nuevas fuentes de alimentos, tales como hojas coriáceas, semillas, tallos con espinas, frutos secos o con una cubierta de ceras difíciles de digerir, tubérculos y rizomas. Por su capacidad para consumir estos alimentos, los *Parantropos* se ganaron el nombre de ‘cascanueces’ y se convirtieron en superespecialistas a la hora de elegirlos y consumirlos. (Mateos y Rodríguez, 2010).

En este viaje imaginario en el tiempo, nos acercamos a nuestros antepasados más cercanos. Hace aproximadamente 2 millones de años, los caminos de la evolución dieron lugar al origen de los primeros representantes del género *Homo*. Sus hábitos alimentarios se presentan en el siguiente apartado.

### Modificaciones en los hábitos alimentarios de los “Homo”

El origen del género *Homo* ocurrió hace, aproximadamente 2 a 2.5 millones de años. El origen de estos nuevos representantes del linaje humano implicó cambios evolutivos que marcaron diferencias con sus ancestros desde el punto de vista de la alimentación. Las especies que integran el género *Homo* se caracterizaron por ser verdaderos oportunistas cuando de alimentos se trata. Esta capacidad posibilitó el aprovechamiento de toda una diversidad de recursos disponibles en el ambiente y obtener de ellos los nutrientes necesarios para la supervivencia. ¿Cualquier especie dispone de esta capacidad? La respuesta es no. Las prácticas que permitieron la incorporación de mayor variedad de alimentos requirieron de comportamientos versátiles y capacidad de improvisación. Estas habilidades exigían una mayor inteligencia, que, en el género *Homo*, se podría vincular con el desarrollo de la corteza cerebral, el neocórtex, (Campillo Álvarez, 2007). Un cerebro con nuevas capacidades probablemente consumiría más energía y, por lo tanto, se requeriría un esfuerzo extra por conseguirla. En estado de reposo, el cerebro humano actual consume hasta el 25% de la energía total obtenida de los alimentos. Los chimpancés, casi el 10%. Y no se trata sólo de consumo de energía. La calidad de alimentos es de suma importancia para poner en funciona-

miento un cerebro como el nuestro. Por ejemplo, es imprescindible la provisión de lípidos. ¿Cómo conseguir estos recursos alimentarios? Las estrategias de captura de animales como fuentes alimentarias, por ejemplo, otros mamíferos, son más complejas que la obtención de hierbas y frutos. Poseer un cerebro grande y desarrollado fue una ventaja evolutiva que posibilitó la supervivencia de los *Homo*. Las nuevas habilidades intelectuales de quienes nos precedieron se manifestaron en la aplicación de tecnologías que posibilitaron la obtención de nutrientes. Algunas de ellas habrían sido muy rudimentarias y otras más complejas y sofisticadas (Campillo Álvarez, 2007; Estebarez, 2011).

Desde el punto de vista evolutivo es importante considerar al organismo como un todo desde una perspectiva sistémica. No correspondería centrar la atención únicamente en las características estructurales y funcionales de cada órgano. Podríamos pensar que solamente un cerebro desarrollado no garantiza la supervivencia de una especie. Esta novedad evolutiva estuvo acompañada por otros cambios que hicieron posible los nuevos comportamientos.

Algunas de las modificaciones que ocurrieron en los primeros *Homo*, comparadas con las especies herbívoras, fueron la presencia de un sistema digestivo más corto, procesos más rápidos de degradación química de los alimentos, un tamaño corporal menor, mayor rapidez y agilidad aplicadas a la búsqueda y obtención de comida. Además, los representantes de este género disponían de la capacidad de segregar jugos digestivos con enzimas específicas que pueden degradar grasas y proteínas de origen animal. Estas características hicieron posible que su dieta fuera básicamente carnívora. También influyó en este cambio alimentario la capacidad de hallar y obtener nutrientes de origen animal. Recordemos que los últimos australopitecinos y los homínidos eran omnívoros-carnívoros.

Otras características posibilitaron la incorporación de nuevos menús. Los homínidos pudieron construir herramientas, planificar, llevar a la práctica acciones con diferentes grados de complejidad y organizarse en grupos. Los primeros *Homo*, por ejemplo *H. habilis* y *H. ergaster*, en ocasiones aprovecharon trampas naturales para capturar animales, que luego consumían. La aplicación de tecnologías más sofisticadas mejoró la obtención de recursos alimentarios. Aprendieron a fabricar las trampas, construyeron lanzas que les permitían cazar a distancia, se organizaron en grupos, planificaron acciones, pudieron controlar el territorio y, eventualmente, conseguir alimentos de origen animal. (Mateos y Rodríguez, 2010).

La vida en sociedad de los homínidos tuvo también su impacto en la evolución de la alimentación.

Habitualmente, la bibliografía refiere que el género *Homo* ha sido principalmente cazador-recolector. Vale la pena aclarar que se trataría de un mito, teñido de ciertos prejuicios que tienden a atribuir a los hombres la capacidad de proveer los recursos a su familia, producto del uso de su fortaleza física. Es posible que se hayan comportado como 'vagabundos carroñeros' (Valenzuela, 2007) y, con frecuencia, habrían regresado al clan con las manos vacías. En estas circunstancias, se habrían alimentado de semillas, frutos, tallos, probablemente recolectados por las mujeres del grupo (Campillo Álvarez, 2007).

El carroñeo representó una valiosa fuente de alimentos, sobre todo, durante la estación seca. Esta actividad requiere menos consumo energético que la caza y también menos riesgos para el carroñero. Nuestros ancestros aprendieron a identificar señales que indicaban la presencia de animales muertos o moribundos. Por ejemplo, el vuelo bajo de los buitres, el sonido de las hienas merodeando el lugar, o los gemidos de la presa herida, pronta a morir.

Otros aspectos que tuvieron implicancias en la incorporación de nuevos alimentos lo constituyen la tecnología y las migraciones. La primera hizo posible la obtención de médula ósea de manera más eficiente. ¿Cómo accedieron los *Homo* al interior de los huesos? Disponían de herramientas que, aunque rudimentarias, facilitaban el acceso al preciado alimento. Respecto de las migraciones, los viajes al interior del continente africano y las travesías transcontinentales hicieron posible la incorporación de nuevas fuentes de alimentos. Nuevos paisajes, nuevos menús. Éstos podían obtenerse de sabanas, llanuras, desiertos, montañas y fuentes de agua, por ejemplo, ríos, lagos y costas marinas. El inicio de la vida nómada en los homínidos, llenó sus vidas de nuevos peligros y de nuevos hábitos alimentarios (Campillo Álvarez, 2007).

Es posible suponer que los homínidos habrían practicado el canibalismo. Se trata de un comportamiento que caracteriza a muchas especies animales. Los homínidos no son la excepción. Hay evidencias del consumo de carne humana en *Homo antecesor* (hace aproximadamente 800.000 años), *H. neanderthalensis* (300.000 años) y en *H.sapiens*. Probablemente fue practicado en casos de extrema necesidad. Los especialistas consideran que, de ser una práctica habitual, los grupos se habrían extinguido. ¿Matar congéneres sólo para comer? Se sabe que hay prácticas caníbales con fines rituales, como estrategia de eliminación de competencia intraespecífica; como parte de comportamientos vinculados a la reproducción, por ejemplo la placentofagia; y también para hacer frente a períodos de hambruna extrema.

## Los humanos y el dominio del fuego

Los neandertales, que pertenecen a la especie *Homo neanderthalensis*, merecen una consideración especial. Hace aproximadamente 300.000 años habitaron zonas de climas fríos y, por lo tanto requirieron la provisión de alimentos ricos en calorías. Se estima que podrían requerir 5.000 calorías diarias, aproximadamente. Consumían grandes herbívoros que ellos mismos cazaban. Estudios basados en isótopos de nitrógeno demuestran que su huella isotópica es similar a la de los grandes depredadores carnívoros. También es muy posible que consumieran alimentos de origen marino y que continuaran complementando su dieta con recursos de origen vegetal.

El lector podría preguntarse qué comportamiento alimentario les ha dado a los neandertales el lugar de privilegio que ocupan en nuestro linaje. Una respuesta posible sería el dominio del fuego. Si bien algunas evidencias aportan datos sobre el conocimiento del fuego por parte de *Homo ergaster* y alguna otra especie anterior o coexistente con ellos, inicialmente los humanos pueden haber usado el fuego, pero no necesariamente sabían cómo producirlo y conservarlo. Entre los neanderthales, el control de tan valiosa fuente de calor se hizo cotidiano. Respecto de las prácticas culinarias, probablemente habrían comenzado a asar trozos de carne y también algunas semillas, que se volvían comestibles por efecto de la cocción.

Hay evidencias científicas que muestran marcas dejadas por el fuego en huesos y restos de lo que podrían haber sido hogueras. Éstas serían una prueba de que además de usarlo, podían controlarlo. El fuego no sólo transformó la comida, también transformó la sociedad ¡Vaya impacto de unas pocas brasas ardientes! Las hogueras y fogones se convirtieron en lugares de comunión entre las personas, que se congregaban a su alrededor. Algunos investigadores consideran que la cultura comenzó cuando 'lo crudo' se hizo 'cocido' (Mateos y Rodríguez, 2010, Arzuaga, 2003). Levi-Strauss (1972 p 23) considera que "la cocina es una actividad técnica que establece el puente entre la naturaleza y la cultura". Lo crudo, para este autor, estaría vinculado con aquello que la naturaleza procura al ser humano como 'ya preparado'. En este contexto, la cocción representaría un recorrido desde lo natural hacia lo cultural.

Mateos y Rodríguez (2010, p. 45) proponen el siguiente menú a la carta de un imaginario 'restó' del pasado, al que pudieran concurrir los neanderthales:

Menú de hace 300.000 años:

- Compota de moras
- Crudité de hongos con aire de romero
- Bocadito de sesos de cervatillo
- Flancitos de grasa de bisonte
- Costilla de potro
- Solomillo de bisonte fileteado
- Espuma de castañas con flores silvestres
- Más cerca en el tiempo, los *Homo sapiens* probablemente habrían degustado las siguientes preparaciones (Mateos y Rodríguez, 2010 p 53):
- Menú de hace 40.000 años:
- Mejillones y tortuga a la plancha
- Consomé de huesos de yegua
- Ahumado de bisonte al brezo
- Entrecot de rinoceronte lanudo
- Ensalada templada de brotes verdes con nueces y arándanos
- Helado de reno al aroma de líquenes
- Sorpresa de fresas

La cocina, que significa mucho más que la cocción de los alimentos: representa una compleja organización social. En muchas culturas se recurre a ella como una metáfora de las transformaciones en la vida de los seres humanos. Hay rituales que incluyen el uso del fuego, el humo, hornos construidos con rocas calientes, considerados agentes de cambio que representan algunas etapas de la vida. Ejemplo de ello son algunos rituales de iniciación, que definen el paso de la niñez a la vida adulta.

Continuando con nuestro recorrido en el tiempo nos aproximamos a unas decenas de miles de años atrás. Los *Homo sapiens* (hace 150.000 años) desarrollaron sofisticadas estrategias vinculadas a la obtención de nutrientes. Se estima que conocían las rutas migratorias de los animales que cazaban, los vigilaban y planificaban tácticas que aseguraban su captura. Construyeron proyectiles que los ayudaron en la caza a distancia y lograr una muerte más rápida de la presa. También aprendieron a construir anzuelos y arpones. Los primeros *Homo sapiens* adoptaron técnicas que son propias de auténticos preparativos culinarios. Algunas de ellas son los despieces de los animales capturados y las técnicas de conservación. Estas últimas aseguraban una reserva de alimentos para los períodos de hambruna. A modo de ejemplo, podemos citar la desecación, el ahumado, la

congelación y la fermentación, que no se aplicaban solamente a la carne.<sup>2</sup> Recordemos que la dieta de estos humanos incluía frutos, semillas, tubérculos, entre otros productos de origen vegetal, disponibles sólo en algunas estaciones del año (Contreras Hernández y García Anáiz, 2005 y Mateos y Rodríguez, 2010).

## Migraciones y nuevos alimentos

Los conocimientos actuales indican que hace aproximadamente 70.000 años nuestra especie migró desde África al resto de los continentes. Sus extensos viajes requirieron de todas las capacidades mencionadas antes para la obtención y conservación de los alimentos. También fueron capaces de incorporar los recursos alimentarios disponibles en los nuevos territorios. Las migraciones hicieron posible que los grupos humanos abandonaran sus territorios de origen y tuvieran acceso a las costas marinas y a nuevos recursos alimenticios, tales como peces y mariscos, ricos en los lípidos que se requieren durante el desarrollo neurológico. (Valenzuela, 2007; Campillo Álvarez, 2007).

Otra revolución alimentaria fue la cría y domesticación de animales y la agricultura. Con ellas, la selección artificial se instaló entre las prácticas humanas. En el transcurso de los últimos 10.000 años, las poblaciones que vivieron en el Cercano Oriente seleccionaron y almacenaron cebada y trigo silvestres. En África, mijo y sorgo. En América, maíz, calabaza, tomate, pimientos, papas y porotos. En Asia oriental, mijo y arroz.

Con la vida sedentaria, en grupos más o menos estables, se instalaron las prácticas agrícolas de crianza y domesticación de animales tales como: cerdos, caballos, llamas y ovejas, entre otros. Aparecieron nuevas formas de consumo de alimentos, producto de la transformación de materias primas. Ejemplos de ello son el pan, la cerveza, el queso. También se aplicaron nuevas técnicas culinarias, tales como el remojo, la molienda, el prensado de semillas, el agregado de condimentos y el diseño y construcción de vajilla necesaria para estas prácticas.

El nuevo estilo de vida de las poblaciones humanas tuvo impacto en múltiples aspectos de la cultura. Los grupos se instalaron en aquellos lugares que ofrecían condiciones aptas para supervivencia. Con ello sobrevinieron las disputas por el territorio, la organización jerárquica de las sociedades y el control de los recursos. También aparecieron algunas enfermedades carenciales, como las avitaminosis, y nuevamente, los períodos de hambruna (Contreras Hernández y García Araniz, 2005).

<sup>2</sup> El lector puede ampliar esta información en el capítulo 1

## Los humanos y el arte de la gastronomía

Por último, destacamos que las prácticas vinculadas a la obtención, conservación y consumo de alimentos transformaron una necesidad biológica en “*el arte de la gastronomía*” (Mateos y Rodríguez, 2010). Los alimentos no sólo nos proveen de nutrientes y energía, también están ligados a cuestiones culturales. Algunas de ellas son los tabúes en torno al consumo de algunos alimentos en diferentes culturas y en determinadas épocas del año. Por ejemplo, no comer carne durante la cuaresma entre los cristianos; la prohibición del consumo de cerdo entre los judíos y musulmanes y el tabú vinculado al canibalismo en la mayoría de los grupos humanos. Otras cuestiones culturales están vinculadas con el control de la producción de alimentos y las modificaciones en su composición, tales como la aplicación de la biotecnología.

La comida también está asociada a las demostraciones de afecto y las celebraciones. Pensemos en las fiestas de fin de año, cumpleaños y agasajos a nuestros seres queridos; o las que forman parte de rituales religiosos, como el pan y el vino en la liturgia cristiana. Entre otras funciones, algunos alimentos tienen usos medicinales. Se los consume preparados como infusiones, o ingeridos directamente con fines terapéuticos y/o cosméticos, por ejemplo, tomates, miel, yogur.

A modo de síntesis, Fernández Armesto (2002) integra los eventos destacados en la evolución cultural humana en una serie de revoluciones vinculadas con hitos relevantes en la alimentación. Éstas son:

- El uso del fuego con significados sociales, vinculados a la competencia entre las personas y ejercicio del poder de unas sobre otras.
- El descubrimiento de que la comida es más que aquello que aporta sustento. Se asocia con prácticas rituales.
- La selección y domesticación de animales.
- La agricultura.
- La invención de la cocina. Episodio que nos diferencia del resto de las especies e inaugura eventos de índole social.
- La comercialización, intercambios y transformaciones culturales en los que interviene la comida.

En la especie humana, el consumo de alimentos es producto de un complejo conjunto de interacciones entre los aspectos biológicos y los culturales, impregnados de múltiples significados y de la integración entre las personas y los pueblos (Contreras y Arnáiz, 2005)

## Antes de nacer: Alimentos durante la vida prenatal

Nuestro viaje en el tiempo también incluye un breve recorrido por el interior del útero materno. Como antes comentamos que somos animales, ahora podemos aclarar que, dentro del reino animal, pertenecemos al grupo de los mamíferos y una de las características es que recibimos los nutrientes por vía placentaria. La dieta del feto está constituida por una proporción balanceada de glucosa, aminoácidos, lípidos y minerales, que provee la madre durante la gestación. La ausencia o carencia de algunos de ellos produciría consecuencias irreparables en el feto y luego del nacimiento. Los científicos estiman que el costo energético del embarazo es de 250 calorías por día, y esa sería una cantidad suplementaria de energía que debería consumir una mujer gestante.

¿Cuánto han intervenido la evolución biológica y la cultural en los procesos implicados durante la alimentación fetal? Los especialistas consideran que las hembras de las especies que precedieron a los homínidos actuales probablemente comieran poco (Campillo, Álvarez, 2007). Esta característica está directamente relacionada con las dificultades para conseguir alimentos. Con posterioridad al nacimiento, el impacto de la cantidad y diversidad de nutrientes consumidos por la madre, afecta la calidad de leche que ella produce. En consecuencia, también afecta la nutrición del recién nacido.

La vida durante el Neolítico, hace algo más de 10.000 años, parecería haber sido bastante dura, tanto para las mujeres en edad fértil, como para sus hijos, antes y después del nacimiento. La revolución agrícola y/o ganadera produjo, al menos en los comienzos de este período, una importante restricción en la diversidad de alimentos, comparada con la disponibilidad de los mismos durante el Paleolítico. Por ejemplo, una dieta pobre en ácidos grasos poli-insaturados durante la vida fetal puede producir consecuencias irreparables. Estos lípidos se obtienen de alimentos de origen marino, como peces y algas. El aporte equilibrado de ácidos grasos poli-insaturados omega 3 y 6 durante la vida intrauterina es fundamental para el crecimiento y desarrollo fetal. (Campillo Álvarez, 2007)

El feto también requiere de calcio, fósforo, hierro, yodo, imprescindibles durante el desarrollo del esqueleto, músculos, células sanguíneas, síntesis de hormonas tiroideas y sistema nervioso. Las hembras de homínidos que habitaron zonas cercanas a mares, probablemente cubrían las necesidades de yodo para ellas y sus hijos. Otras poblaciones, instaladas en ambientes más hostiles, deben haber tenido deficiencias nutricionales y sus descendientes probablemente manifestaron las consecuencias de estas carencias.

## La relación entre los genes, el ambiente, la cultura y las nuevas enfermedades para la especie humana

La diversidad de sustancias químicas que componen nuestro organismo se encuentra en estrecha relación con la composición de nuestra dieta y la información contenida en nuestros genes. Los especialistas consideran que nuestro pool génico se habría modificado poco en los últimos 100.000 años, pero nuestra dieta sí lo ha hecho. Estudios antropológicos, nutricionales y genéticos comprueban que los cambios más significativos en la dieta de los seres humanos ocurrieron hace aproximadamente 10.000 años. Estos cambios se vinculan con la revolución neolítica, asociada a los inicios de la agricultura y ganadería y las nuevas tecnologías líticas, que se caracterizaron por la construcción de utensilios y herramientas de piedra pulida. (Campillo, 2007; Valenzuela, 2007).

Desde el punto de vista socio-cultural, la incorporación de estas estrategias representó un hito importante en la alimentación humana. Estos cambios ocurrieron rápidamente, en cortos períodos de tiempo, y representaron una novedad en la evolución humana, especialmente desde el punto de vista cultural y habrían influido en los procesos de salud y enfermedad de las poblaciones, entre otras consecuencias. (Simopoulos, 2006). Cabe preguntarnos ¿Cuál es el impacto evolutivo de esta cuestión?

La mayoría de las personas nos mostramos interesadas por nuestra salud. Algunas enfermedades, como la obesidad y la diabetes, cada vez más frecuentes, nos preocupan en especial. ¿Podemos conocer algunos de los factores evolutivos que influyen en la tendencia actual a desarrollar estas afecciones? El análisis es complejo y está atravesado por aspectos biológicos, psicológicos y culturales, que han intervenido y lo siguen haciendo, en el desarrollo de estas enfermedades.

Para buscar algunas respuestas retomamos nuestro viaje en el tiempo. Hace aproximadamente unos 5 millones de años, los *Ardipithecus* habrían llevado una vida relativamente tranquila, en las selvas exuberantes de África, con abundancia de alimentos ricos en carbohidratos. Las evidencias paleoantropológicas aportan pruebas que permiten suponer que no deben haber atravesado períodos de hambruna, sus cuerpos acumularían pocas grasas y, por lo tanto, habría poco desarrollo del tejido adiposo, por lo que se presume, no han de haber sido obesos (Valenzuela, 2007).

En contraposición con la abundancia que rodeaba a los *Ardipithecus*, para los australopitecinos, hace 3,8 millones de años, la vida se tornó más dura y difícil. "Lucy", fósil identificado como *Australopithecus afarensis*, y sus contemporáneos, probablemente recorrían largas distancias para conseguir alimentos, con pocas garantías de saciar el hambre y con un importante gasto energético. Su dieta seguía siendo esencialmente vegetariana. Por esta época, nuestros ancestros enfrentaban períodos de hambruna, alternados con otros de hiperfagia, en los que consumían alimentos en exceso. Se iniciaba el camino hacia la obesidad.

Muchos grupos de homínidos, hace milenios, abandonaron la costumbre de caminar extensas distancias para conseguir comida y se volvieron sedentarios. El consumo de alimentos disponibles y su posterior almacenamiento en tejido adiposo fueron determinantes en el desarrollo de algunos trastornos metabólicos, como la diabetes y la obesidad. También han intervenido cambios bioquímicos en la regulación del metabolismo de los azúcares y los lípidos. En algún momento en la información genética de las poblaciones humanas, se produjeron cambios de los que resultaron características favorablemente seleccionadas que promovieron el aprovechamiento diferencial de la glucosa en diferentes órganos del cuerpo. El aumento de la sensibilidad a la insulina en el tejido adiposo produjo un ahorro de glucosa, que quedó disponible para ser aprovechada por el sistema nervioso central. Se trata de una propiedad denominada insulino-resistencia. Esta sensibilidad diferencial a la insulina en diferentes tejidos corporales se debe a lo que denominamos como "gen ahorrador" (Campillo Álvarez, 2004, Ordovas Muñoz, 2011). Se presume que el gen ahorrador se consolidó con *Homo ergaster*, hace aproximadamente 1 millón de años.

Otro proceso bioquímico, asociado a la obesidad y la diabetes, es la leptino-resistencia. Cabe aclarar que la leptina es un mensajero químico secretado por el tejido adiposo, cuya función es inhibir el centro hipotalámico del hambre, produciendo sensación de saciedad. La resistencia a esta sustancia bloquea la sensación de saciedad en el cerebro... ¡y comemos mucho más sin registrar que ya no tenemos hambre! (Campillo Álvarez, 2007; Valenzuela, 2007).

En la actualidad, la preocupación de las personas por el exceso de peso incluye la acumulación de grasas y su distribución en el cuerpo. Parece que el dimorfismo sexual intervino en este aspecto. Las hembras tienden a almacenar lípidos en la zona glúteofemoral y los machos en la cintura y abdomen, dando lugar al origen de la obesidad ginoide y androide respectivamente. Campillo (2007) hace referencia a estas características y bautizó a nuestra especie como "mono obeso".

En síntesis, las dietas que exceden los requerimientos de hidratos de carbono recomendables (entre el 45 y el 65% del aporte calórico total) (FAO, consultado 23-2-14), la resistencia a la insulina y a la leptina, y la acumulación de tejido adiposo, como consecuencia de los excesos en la alimentación, son algunas de las características de estas enfermedades de nuestro tiempo.

En las últimas décadas, las modificaciones en las dietas humanas han sido vertiginosas. Los cambios evolutivos vinculados a la alimentación, ocurridos en el transcurso de las últimas decenas de miles de años, no. Alteramos nuestros hábitos alimentarios, incorporamos nuevas costumbres y las transmitimos culturalmente. ¿Cuáles serían las consecuencias de estos cambios? Las investigaciones realizadas parecen demostrar que habría un desfase entre nuestras capacidades biológicas y las socio-culturales. (Valenzuela, 2007). Esta disparidad entre la dieta actual y nuestro pool génico<sup>3</sup> se conoce como 'discordancia evolutiva de la dieta' y debe considerarse a la hora de comprender las enfermedades de nuestro tiempo (Simopoulos, 2006; Valenzuela, 2007; Campion Zabalza y otros, 2011).

Tal como comentamos al comienzo de este apartado, no correspondería simplificar el análisis de enfermedades tan complejas como la obesidad y la diabetes. Es importante considerar las cuestiones evolutivas e integrarlas a la comprensión de factores genéticos, psicológicos ambientales y socio-culturales.

En síntesis, la nutrición es un proceso que involucra aspectos fisiológicos y de la salud, pero el acto de comer es un fenómeno social y cultural. Paradójicamente, estos aspectos están interrelacionados y disociados al mismo tiempo. Los humanos aprendemos a elegir alimentos y no lo hacemos en forma individual, sino como parte de un bagaje de saberes colectivos, producto de tradiciones culturales diversas, lejos de condicionamientos exclusivamente biológicos. Contreras Hernández y García Arnaiz (2005) concluyen que más allá de la necesidad biológica de obtener alimentos que hagan posible nuestra supervivencia, el comer e incluso el rechazo a la comida, representan fuentes de placer y displacer. Los humanos tenemos los hábitos alimentarios de múltiples significados que manifiestan algunas de las muchas relaciones entre las personas y las culturas. Estas conclusiones refuerzan la importancia que tiene un abordaje sistémico e integral de cuestiones tan complejas como las desarrolladas, evitando caer en miradas reduccionistas y deterministas que nos impidan ver el todo de la cuestión.

Resulta inevitable que, como seres humanos, nos preguntemos qué será del

futuro de nuestra alimentación ¿Hasta dónde intervendrán los factores biológicos y los socio-culturales en la elección de nuestras dietas? Es importante considerar que, desde la perspectiva evolutiva no podemos hacer futurología. La evolución biológica es azarosa e impredecible. Sin embargo, la cultura transita otros caminos, que admiten la planificación y la anticipación. Esta dualidad hace fascinante nuestras vidas y es fuente de nuevos e interminables interrogantes. Nuestra curiosidad no tiene límites y es el motor de las ciencias, entre ellas, las que se ocupan de la nutrición y los alimentos. Apenas comenzamos a recorrer el camino que puede darnos respuesta a nuestras interminables preguntas.

---

<sup>3</sup> Se denomina pool génico al conjunto de rasgos genéticos de una población.

## CAPÍTULO VII

## *Derribando representaciones sociales y mitos sobre alimentos: una propuesta didáctica*

María Belén Benítez; Laura Díaz; Patricia Ercoli; Flavia Gerje;  
Susana Olivera; Patricia Tarifa

*“Aquellos que pueden, hacen. Aquellos que entienden, enseñan”  
(Shulman, en Garritz, 2004, p 2)*

Como profesores y futuros profesores es casi inevitable que todos los contenidos que llegan a nuestras manos hoy, tanto en soporte papel como digital, reciban de nosotros una mirada que nos aproxime a la posibilidad de trabajarlo en nuestras clases. El contenido de este libro no es la excepción. Es más, fue concebido y pensado especialmente con este propósito. El apasionante trabajo de enseñar y aprender Ciencias Naturales, nos ofrece múltiples oportunidades de abordar con los estudiantes diversos aspectos de la realidad y construir, a partir de sus conocimientos, otros nuevos inspirándonos en la idea de que la reelaboración de ese contenido sea trabajada desde un análisis crítico. Se trata de promover en los futuros profesores, y en los que ya cuentan con experiencia profesional, la posibilidad de tomar decisiones respecto de la enseñanza de un contenido integrador, como es, en este caso, el de los ‘alimentos’. Esta consideración se fundamenta en el hecho de que los profesores no somos técnicos que aplicamos recetas sobre cómo enseñar, sino que contamos con la capacidad y las potencialidades para arbitrar los medios para facilitar aprendizajes, tomar decisiones, diseñar actividades y llevarlas a la práctica (Mellado, 2011).

En este capítulo, en primer lugar, explicitaremos algunos aspectos didácticos que elegimos como prioritarios para fundamentar nuestra visión de ciencia y de su enseñanza. En segundo lugar, presentaremos algunas propuestas concretas

para abordar los contenidos de este libro en las clases de ciencias, desde el análisis de algunos de los mitos y representaciones sociales que existen en torno a los alimentos, los hábitos alimentarios y la nutrición, tratados desde el punto de vista químico, biológico, evolutivo y socio-cultural.

## El conocimiento didáctico del contenido sobre la historia, presente y futuro de los alimentos

Enseñar no sólo implica contar con el dominio de los conocimientos disciplinares sino que incluye también el conocimiento curricular y, muy especialmente para el desarrollo de este capítulo, el conocimiento didáctico del contenido con que cuenta el profesor. Este concepto fue propuesto por Shulman, a fines del siglo XX, y contempla “el conocimiento que va más allá del tema de la materia *per se* y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza” (Garritz, 2004, p 2). Se trata de un conjunto de saberes que integran y relacionan entre sí los conocimientos académicos que se pretenden enseñar y los fundamentos didácticos que lo hacen posible (Acevedo Díaz, 2009). Está vinculado con la consideración de la enseñanza como profesión y nos permite, a quienes la ejercemos, transformar los contenidos en representaciones comprensibles para los estudiantes. En la construcción personal de este conocimiento intervienen las siguientes variables: los antecedentes escolares, la experiencia profesional, el conocimiento del contexto y la formación inicial del profesorado (Mellado, 2011).

En este capítulo, tenemos en cuenta muy especialmente las dos últimas variables mencionadas arriba. Por un lado, el conocimiento del contexto nos permite abordar temáticas sobre alimentos que se ponen de manifiesto en muchos aspectos de la vida de las personas: nuestras preferencias, los comportamientos a la hora de comer, las tradiciones, la identidad alimentaria vinculada al lugar de origen, los cambios en los hábitos alimentarios en el transcurso de la evolución y también los mitos y representaciones sociales que las sociedades construyen en torno a ellos. En síntesis, el tema ‘alimentos’ es una alternativa que puede resultar muy interesante al lector para reflexionar, valorar críticamente, promover el debate, y acercar la ciencia a cuestiones de la vida cotidiana, en contextos reales.

Por otra parte, la formación inicial del profesorado pretende ofrecer a los futuros profesores herramientas teóricas y prácticas para diseñar secuencias didácticas y aplicar estrategias que hagan posible un aprendizaje significativo del tema.

En este caso en particular, desde un enfoque CTS, una alternativa es partir del tratamiento de situaciones problemáticas relacionadas con los alimentos en contextos reales, para promover el análisis crítico, el debate y la argumentación, entre otras competencias (Chamizo e Izquierdo, 2007, de Pro Bueno, 2007, Membiela, 2011). Entendemos que las competencias constituyen “un sistema más o menos especializado de mejorar la calidad de vida (de las personas), tomar decisiones debidamente informados y continuar aprendiendo”. (de Pro Bueno, 2007, pp 12-13). Las competencias de pensamiento científico, que incluyen los conocimientos de ciencia y sobre ciencia, sólo cobran significado si consideramos a las ciencias como una actividad humana que se vive, se produce y está en permanente revisión y transformación. “Una competencia apela al saber, a saber hacer, a ser, a vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar” (Chamizo e Izquierdo, 2007, p 13)

Un aprendizaje basado en competencias nos acerca al actual concepto de alfabetización científica, que también considera la enseñanza y aprendizaje de la lectura y de la escritura, aspecto relevante en el contexto en el que se desarrolla el proyecto Escritura en Ciencias. Estas competencias pueden proponerse para el tratamiento didáctico de los mitos y representaciones sociales sobre alimentos y para las instancias de comunicación de investigaciones escolares u otras estrategias didácticas en las que se los puede considerar. (Hernandez Millan, 2011; Membiela, 2011).

## Enseñar y aprender sobre los alimentos: un enfoque sistémico

La enseñanza y aprendizaje de algunos temas de Ciencias Naturales, que incluso exceden este contexto disciplinar e incluyen contenidos de las Ciencias Sociales, requiere una mirada integral, sistémica, por parte de los profesores. Un sistema es considerado como un todo organizado; está constituido por un conjunto de factores interrelacionados entre sí y que resultan interdependientes. Para su estudio se pueden abordar distintos niveles de organización, jerarquizados según una diversidad de criterios. Cada uno presenta ciertas propiedades, algunas son compartidas por más de un nivel, otras son consideradas emergentes, por ser específicas de uno en particular, y por lo tanto, no pueden aplicarse al resto. (Cañal, 2008; Gutiérrez, 2011).

Si tenemos en cuenta estas consideraciones generales, es recomendable abordar la enseñanza y aprendizaje de cualquier tema que involucre a los seres vivos desde este enfoque. El aprendizaje del contenido alimentos es un ejemplo

de ello. Nos permite a estudiantes y profesores, posicionarnos en el mundo microscópico de las moléculas y las células con el propósito de conocer y comprender su naturaleza química, las transformaciones a las que son sometidos durante su preparación y conservación y los procesos metabólicos en los que participan, entre otras cuestiones. El nivel organismo resulta apropiado para incluir en las secuencias didácticas aspectos vinculados con las técnicas de obtención de los alimentos, las preferencias y gustos personales, los procesos de captación y degustación, las transformaciones que ocurren durante su digestión y la capacidad de nuestro cuerpo de aprovecharlos. El nivel grupo, incluye el estudio de los alimentos centrado en las poblaciones humanas y en las especies, géneros y familias que integran el linaje humano. Se pueden abordar cuestiones vinculadas con la evolución biológica, en interacción con la evolución cultural, y superar la mirada centrada en el organismo (Cañal, 2008). Este nivel, representado por las especies biológicas incluye el aprendizaje previo de contenidos relacionados con la evolución biológica, trascender en el tiempo y construir, por ejemplo, la noción de tiempo geológico. Los sistemas biológicos son complejos y están en constante cambio, se interrelacionan, interactúan entre sí. No es conveniente pretender su comprensión a partir de explicaciones de causa y efecto lineales, simplificadas y superficiales, pues sólo nos llevarían a profundizar en las ideas previas y otros obstáculos epistemológicos vinculados con su aprendizaje (Gutiérrez, 2011).

### Los mitos y representaciones sociales sobre los alimentos como obstáculos didácticos y epistemológicos

Las representaciones sociales pueden constituir auténticos obstáculos epistemológicos a la hora de conocer y aprender tanto en la vida cotidiana como también, y muy especialmente, en el contexto de la enseñanza y aprendizaje en la escuela. ¿Qué consideramos como representaciones sociales? El psicólogo social Serge Moscovici las define como “la manera como grupos sociales (o en una escala más amplia, sociedades o culturas) conceptualizan un objeto material o simbólico” Las caracteriza como “sistemas holísticos, integrados de ideas, creencias y actitudes en torno a un objeto social” (Rodríguez Salazar, 2009, p 15)

Rodríguez Salazar (2009) enumera algunas de sus características, tales como:

- La complejidad del pensamiento de sentido común vinculado a su construcción y permanencia en diferentes culturas.
- Sus contenidos evolucionan en el tiempo y el espacio.

- Su organización jerárquica, que, en ocasiones, la asemejan a cuerpos teóricos organizados.
- Admiten la coexistencia de conceptos divergentes, malentendidos, contradicciones, fragmentaciones.
- Constituyen una unidad funcional, fuertemente organizada.
- Los procesos sociales de comunicación de las mismas son fundamentales para su permanencia y cambio en los grupos sociales.
- Su persistencia en el tiempo está relacionada con las tradiciones y sus formas de transmisión.

Como señalamos anteriormente, las representaciones sociales pueden funcionar como obstáculos a la hora de aprender un contenido. El epistemólogo francés Gastón Bachelard expresa: “Se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal hechos, superando lo que en la mente hace de obstáculos” (Astolfi, 2003, p 33). Etimológicamente la palabra “obstáculo” tiene su origen en el término en latín “*obstare*”, que significa “lo que se tiene adelante”.

Desde el paradigma constructivista, los obstáculos no sólo no deberían evadirse ni sancionarse, en tanto se los considere erróneos, sino que, por el contrario, representan el punto de partida para la construcción de nuevos aprendizajes. Desde este punto de vista, los obstáculos no representan una dificultad. Especialistas en Didáctica de las Ciencias Naturales recomiendan, en primer lugar, diseñar e implementar actividades que pongan de manifiesto, a profesores y estudiantes, la identificación de los obstáculos didácticos. En una segunda instancia, proponer actividades que presenten cuestiones, a modo de situaciones problemáticas, que entren en conflicto con estas ideas de sentido común y tiendan a la confrontación entre lo que ya se conoce y las nuevas situaciones de aprendizaje. Por último, diseñar actividades superadoras de los obstáculos, en la que los estudiantes puedan aplicar los nuevos aprendizajes a nuevos contextos, transferir estos saberes, recontextualizarlos y fijarlos como competencias que les permitan desenvolverse como ciudadanos críticos (Astolfi, 1994 y 1999).

Vale la pena aclarar que la secuencia propuesta antes no representa en modo alguno, una receta “lista para usar”. Se trata de un proceso que incluye acciones de planificación por parte del profesor, el diseño de actividades cuidadosamente organizadas y con el suficiente margen de apertura para hacer frente a las múltiples situaciones imprevistas que caracterizan una clase, en la que intervienen diversos factores y actores. También interviene la idoneidad del profesor, y todas aquellas instancias de evaluación que, en forma permanente guían la aplicación de las estrategias didácticas elegidas para tratar esos obstáculos. (Chamizo e Izquierdo, 2007)

## Una propuesta de alfabetización científica: aprender sobre los alimentos a partir de situaciones problemáticas en contexto

Cuando presentamos las características del conocimiento didáctico del contenido, lo contextualizamos en el marco de la alfabetización científica y aproximamos a los lectores a su conceptualización. En este apartado les proponemos conocer y analizar algunas consideraciones propuestas por especialistas en Didáctica de las Ciencias Naturales sobre posibles aplicaciones del enfoque CTS en la enseñanza y aprendizaje de temas vinculados con los alimentos.

El enfoque CTS surge en los Estados Unidos en la década del '60 y propone algunas finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias en la escuela, que se relacionan con algunas características de la ciencia escolar, tales como (Membiela, 2011):

- Ciencia para las necesidades personales.
- Ciencia para resolver problemas sociales habituales.
- Función propedéutica de la enseñanza de las ciencias, vinculada con la preparación de los estudiantes para futuras carreras científicas.
- Respecto de las dos primeras características citadas, Hodson enumera algunos aspectos vinculados a la enseñanza desde este enfoque (Membiela, 2011):
- Orientar la enseñanza de las ciencias hacia situaciones de la vida diaria y hacia las personas.
- Relacionar la ciencia con la sociedad y la tecnología.
- Promover la ciencia como fenómeno cultural.
- Considerar los conocimientos y experiencias previas de los estudiantes.
- Promover la creatividad, la autoestima de los estudiantes y la toma de decisiones en actividades basadas en la resolución de problemas.
- Estas características están orientadas a priorizar las relaciones entre el conocimiento científico y las experiencias de los estudiantes y acceder a su aplicación en contextos reales. Desde esta perspectiva, la ciencia adquiere relevancia social y personal y su enseñanza en la escuela, propone formar ciudadanos informados, responsables, capaces de argumentar sus opiniones e intervenciones en cuestiones sociales y de su vida personal. El trabajo en las clases de ciencias incluye la aplicación de diversas metodologías, ya que no hay una estrategia específica para abordar el enfoque CTS. Algunas opciones son (Membiela, 2001):
- El aprendizaje cooperativo y colaborativo en pequeños grupos de trabajo.

- Las discusiones y debates entre los estudiantes, basadas en la argumentación.
- La toma de decisiones en la resolución de problemas en contexto.
- Respecto de este último punto, cabe señalar lo que representa un problema en el marco de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Perales Palacios (1998, p 120) lo define como “una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución de problemas) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre”. Los problemas cotidianos son diferentes de los problemas académicos. Estos últimos son de nuestro interés y se caracterizan y diferencian de los anteriores porque no surgen espontáneamente, son intencionales, es conocida al menos parte de la solución, los datos son explícitos. Además no representan una limitación, sino una alternativa que da lugar a nuevos aprendizajes y a la aplicación de otros ya construidos.

El mismo autor propone una clasificación de los problemas, basada en diferentes criterios:

- Según el campo de conocimiento implicado: Biología, Química, Física, Ciencias Sociales. En el caso de nuestra propuesta, para abordar problemas vinculados con los alimentos, consideramos un enfoque que integre más de una disciplina.
- Según el tipo de solución: cerrados o abiertos. Dadas las características de problemas que sugerimos, proponemos el tratamiento de aquellos cuyas soluciones son abiertas.
- Si tenemos en cuenta las tareas requeridas, podemos clasificarlos en cualitativos, cuantitativos, experimentales y creativos. Para abordar situaciones problemáticas sobre alimentos pueden aplicarse todas estas opciones, según las características del problema planteado.
- Por último, según los procedimientos realizados, pueden ser ejercicios algorítmicos o heurísticos. Son estos últimos los que consideramos más apropiados, ya que contemplan una mayor diversidad de soluciones posibles.

Son muchos y variados los contenidos que pueden enseñarse desde el enfoque CTS. De hecho hay investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales que indagan sobre las preferencias de profesores y estudiantes para trabajar en alfabetización científica. Uno de los temas elegidos es precisamente el de los alimentos, la nutrición y sus relaciones con la salud de las personas. Estos temas incluyen el tratamiento de algunas problemáticas sociales, tales

como el acceso equitativo a los recursos alimentarios, el hambre en el mundo, la aplicación de tecnologías a la producción y conservación de los mismos y su impacto en la vida de las personas. (Membiela, 2011). Les proponemos incluir en esta lista de sugerencias, las tradiciones propias de diferentes grupos culturales relacionadas con los alimentos, el impacto social de la interculturalidad, producto de las migraciones, que posibilita la inclusión de nuevos alimentos en una sociedad, y los mitos y representaciones sociales asociadas al consumo de alimentos y a los hábitos alimentarios de la población.

## Diversidad de mitos y representaciones sociales sobre alimentos: propuestas didácticas

*“Se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal hechos, superando lo que en la mente hace de obstáculo” (Bachelard, en Astolfi, 2003)*

En esta segunda parte consideramos específicamente algunas de las representaciones y mitos vinculados con los alimentos y el análisis de algunas estrategias didácticas que permitan abordarlas en las clases de ciencias. En la presentación de cada situación consideramos alternativas de problemas contextualizados y priorizamos en cada uno de ellos, algunas de las competencias que hacen posible la alfabetización científica de los estudiantes, por ejemplo:

- El planteo de problemas socialmente significativos,
- La argumentación,
- La interpretación de imágenes
- La producción escrita
- El análisis e interpretación de modelos
- La comprensión del enfoque sistémico como estrategia para abordar situaciones problemáticas.

## Alimentos Transgénicos: un tema actual y del futuro. Una propuesta didáctica para debatir e indagar

La biotecnología, y en conjunto, todo lo que se denomina fruto de la biotecnología, es motivo de opiniones favorables o desfavorables por parte de las personas, ya sean profesionales o no. Cada sector de la sociedad influye en la opinión pública, lo cual provoca en algunos casos ideas erróneas sobre la biotecnología, sus efectos y sus aplicaciones actuales y futuras.

Ejemplo de estas controversias son los cultivos transgénicos, que son cuestionados sin evidencia científica que promueva la reflexión. La pregunta es: ¿cómo abordar la temática alimentos transgénicos si está atravesado por muchas apreciaciones?

Estas diversas apreciaciones ya están instauradas en la sociedad como mitos, algunos son (Agrobio, 2004)

- La aplicación de la biotecnología en la producción de alimentos modificados genéticamente es diferente a los sistemas convencionales de producción de cultivos.
- Los alimentos producidos con biotecnología no han sido declarados seguros y no están regulados de manera adecuada.
- Los alimentos transgénicos crean resistencia a los antibióticos, causan alergias y no se conocen los efectos a largo plazo.
- La producción de cultivos transgénicos genera nuevas plagas resistentes a los métodos de control de plagas y malezas.
- Los alimentos modificados genéticamente afectan la vida.

Como se observa, son muchos los mitos que giran alrededor de los transgénicos, su uso y consumo.

En la enseñanza de las ciencias naturales por parte de los docentes de los distintos niveles escolares, la gran mayoría opta por usar un ejemplo que los alumnos conozcan y seguidamente desarrollar el contenido conceptual deseado. Ahora, en la formación docente podríamos preguntarnos ¿Qué es lo que se debe dar a conocer y saber para que el futuro profesor pueda impartir conocimientos actualizados de la ciencia?

Una propuesta didáctica para abordar estos temas, motivo de debate, es a través del enfoque del conocimiento didáctico del contenido propuesto por Shulman (Acevedo, 2009), en el conocimiento que tiene el profesor de los estudiantes y de la enseñanza del contenido es fundamental. El primero, el conocimiento

de los estudiantes, sus ideas previas sobre la temática, las dificultades que surgen y pueden surgir en la construcción del contenido y su aprendizaje, permiten al docente interpretar cual será la mejor forma de organizar la enseñanza, lo cual provoca decisiones acertadas de las estrategias didácticas a utilizar. Así también, en segundo lugar, el conocimiento del contenido y más precisamente de su enseñanza es desde donde se prevé abarcar la dimensión didáctica. (Acevedo Díaz, 2009).

El uso de actividades significativas de aprendizaje para ampliar la comprensión del contenido depende tanto del contenido como del dominio del profesor sobre éste y los conocimientos previos de los alumnos. De esta forma los alumnos pueden relacionar sus ideas previas con la nueva información y desarrollar conceptos más claros y adecuados.

La naturaleza de la ciencia engloba una diversidad de aspectos sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, como constituye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar el conocimiento, la comunidad científica, los vínculos con la tecnología y los aportes al progreso de la sociedad. (Vázquez Alonso, Manassero Mas, Acevedo Díaz y Acevedo Romero, 2007). Una enseñanza eficaz sobre la naturaleza de la ciencia requiere que los profesores se sientan cómodos, tengan fluidez del contenido para poder planificar actividades de indagación científica y así contribuir en la comprensión de las principales características de la ciencia, dirigir debates sobre cuestiones que involucren diversos rasgos relevantes de la naturaleza de la ciencia. En consecuencia, el docente debe ser capaz de:

- Orientar actividades de indagación incluso investigaciones científicas auténticas.
- Plantear asuntos tecnocientíficos controvertidos de interés social. (Acevedo Díaz, 2009)

Como hicimos referencia anteriormente, hablar sobre los mitos que rodean a los alimentos transgénicos y su consumo puede ser motivo de debate y/o investigación para que finalmente el alumno pueda ampliar sus conocimientos teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia y el contenido involucrado.

Por ejemplo, analizar investigaciones que indican cómo la sociedad observa a la biotecnología, donde algunos tópicos a discutir pueden ser:

- La evidencia científica indica que los cultivos transgénicos autorizados son seguros para el ambiente y producen alimentos seguros para el consumo.
- Cientos de estudios científicos y expertos ratifican que los productos de la bio-

tecnología agrícola son tan seguros como sus contrapartes convencionales.

- A lo largo de más de 17 años de cultivos transgénicos en el mundo no se ha reportado ningún caso de daño debido a la tecnología. (Argenbio, 2013)<sup>1</sup>

Estos tópicos propuestos pueden ser utilizados juntos o separados dependiendo de que se haga una mirada integral del tema o no.

Para ejecutar un debate por ejemplo del primer tópico mencionado anteriormente, se puede realizar de la siguiente manera:

- Relevamiento de ideas previas con el grupo clase.
- Indagación teórica
- Posicionamiento de las diversas organizaciones que promueven la imagen pública de los cultivos transgénicos: comunidad científica, grupos activistas (ONG), sector agrícola y medios de comunicación.
- Argumentación dialéctica, en base a lo analizado, se puede consensuar la posición de la escuela frente a esta temática.

Recordemos que la argumentación dialéctica promueve la evaluación de los puntos de vista opuestos y la explicación consensuada a través del debate, donde el docente, en ésta actividad, sería el moderador.

También, otras actividades que pueden llevarse a cabo son el análisis y/o investigación sobre algunos de los beneficios o aplicaciones de los transgénicos para la sociedad:

#### Ejemplos

El primer alimento transgénico que obtuvo el permiso de comercialización en todo el mundo fue un tomate que tiene limitada la capacidad de producir poligalacturonasa, una enzima que degrada...

Otro desarrollo son las lla-madas vacunas orales. Son alimentos que nos vacunan al comerlos. Por ejemplo la papa transgénica.

El vegetal transgénico más conocido es el arroz dorado...

Fuente: Ramón, D y otros. (2004) Biotecnología en el Sector Alimentario

<sup>1</sup> Disponible en [http://www.argenbio.org/adf/uploads/pdf/Percepcion\\_publica\\_de\\_la\\_biotecnologia.pdf](http://www.argenbio.org/adf/uploads/pdf/Percepcion_publica_de_la_biotecnologia.pdf)

La secuencia propuesta para la temática planteada, tanto para el abordaje de mitos como para la indagación de aplicaciones de los Transgénicos es la siguiente:

1. Selección del mito a trabajar o aplicaciones motivo de indagación
2. Relevamiento de ideas previas
3. Análisis de posturas encontradas
4. Análisis científico de la temática
5. Elaboración de conclusión

### Los hábitos alimentarios poco saludables: una propuesta de indagación y argumentación sobre la comida chatarra

Nos interesa en esta propuesta analizar el caso de las representaciones sociales respecto de lo que se conoce como 'comida chatarra' y se constituye en un ejemplo de costumbres alimentarias poco saludables, instaladas no sólo en niños y adolescentes sino también en muchos docentes que no tienen tiempo para comer adecuadamente entre escuela y escuela. En el caso de los adolescentes, es notable que desconocen los hábitos alimentarios adecuados a sus requerimientos energéticos (Bizzio y otros, 2009). Para darnos una idea de la situación, pensemos en los productos alimenticios que se ofrecen en cualquier buffet escolar: las estanterías están llenas de snacks, alfajores, bizcochitos, galletitas, caramelos y chupetines, y las heladeras contienen una gran variedad de gaseosas para todos los gustos, y a veces agua mineral. Fuera de la escuela, los puestos en la calle y en las plazas nos atraen a todos con los aromas característicos de las hamburguesas, las papas fritas y los panchos.

¿Qué es lo que convierte a esta gran variedad de alimentos en comida chatarra? ¿Qué significado le damos a ese término? La experiencia docente nos señala que las respuestas más comunes de los estudiantes se refieren a su falta de nutrientes, total o parcial. Cuando se repregunta sobre cuál es entonces el contenido de esos alimentos, surgen respuestas diversas, confusas, que deben ser cuestionadas para poner en evidencia la necesidad de contar con conocimientos claros y fundamentados. Por ejemplo, suelen contestar que contienen grasas y aditivos, como si éstos no constituyeran componentes comunes en los alimentos. Consideramos que estas ideas, creencias y actitudes respecto a lo que consideramos como comida chatarra constituyen una representación social (Rodríguez Salazar, 2009) bastante arraigada en algunos grupos sociales, de los cuales los estudiantes de profesorado son ejemplo. Además, existe disparidad de criterios y hasta controversias entre expertos respecto a cómo definir "comida chatarra".

Algunos la denominan también "comida basura" o "comida rápida", y la caracterizan como aquella que aporta un exceso de grasas (debido generalmente a las frituras), proteínas y sodio, y un escaso valor en minerales, vitaminas y fibras, mientras que el aporte energético suele ser elevado (Torresani y otros, 2007). Los autores antes mencionados señalan que existen evidencias científicas que relacionan su consumo con varias enfermedades nutricionales como la obesidad y la diabetes tipo 2, entre otras. Pero otros expertos, como el Dr. Vincent Marks catedrático de Bioquímica Clínica en el Reino Unido, en su libro "Nación en pánico: desvelando los mitos sobre comida y salud" sugiere que el término "comida basura" no es una categoría estrictamente científica, sino una forma de juicio moral sobre ciertos estilos de vida (Feldman y Marks, 2006). Según él, la comida basura no existe, lo que existe en realidad es la "dieta basura", es decir, una mala combinación de comidas. Argumenta que en momentos de hambruna o para gente de bajos recursos, la comida hipercalórica es mejor ya que permite la supervivencia. Y subraya que si tenemos en cuenta el contenido calórico, muchos platos de la comida internacional, como el *foi gras* (80% de grasa) serían considerados comida basura. Consideramos importante promover la reflexión y la argumentación sobre este tipo de controversias.

¿Por qué elegimos enfocar esta propuesta desde la indagación y la argumentación? Por un lado porque la indagación nos provee una metodología consistente con el constructivismo, con la manera en que se aprende y se hace ciencia (Reyes Cárdenas y Padilla, 2012). En este sentido el término indagación puede ser analizado desde diferentes miradas: la indagación como actividad de la comunidad científica y entendida como el conjunto de pasos y procedimientos que llevan al desarrollo del conocimiento científico y la indagación como estrategia de enseñanza y aprendizaje, que es la que queremos acercar, que toma en cuenta el saber, el saber hacer y los aprendizajes de docentes y alumnos. Garritz (2012). Si bien la enseñanza por indagación está presente hace tiempo en las aulas, es importante destacar que para llevarla a cabo con 'éxito' de la misma manera que se planifican las actividades de los alumnos deben estar planificadas las intervenciones docentes, de esta manera se evita que la clase se aleje de los propósitos establecidos, y el contexto en el cual se van a enseñar y se va a aprender sea el previsto. (Acevedo Díaz; 2009). Por otra parte la argumentación "permite involucrar a los estudiantes en estrategias heurísticas para aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, como externalización del razonamiento, permiten la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos" (Henao y Stipcich, 2008, p 49).

Garritz (2012) señala que existe una gran diversidad de estrategias en la enseñanza por indagación, pero destaca que la estrategia central consiste en partir de preguntas auténticas relacionadas con la experiencia de los estudiantes. Este autor propone siete actividades para desarrollar la indagación:

- Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante indagación.
- Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.
- Reunir información bibliográfica que sirva de prueba.
- Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas.
- Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
- Diseñar y conducir el trabajo de investigación a través de diversas acciones.
- Compartir con otros mediante la argumentación lo que ha sido aprendido a través de la indagación." (Garritz, 2012, p 461).

Retomemos la pregunta sobre el significado que los estudiantes otorgan a los términos "comida chatarra". Consideramos que esta pregunta nos plantea un problema relacionado con la experiencia de los estudiantes y puede ser respondida por indagación. ¿Podemos probar si la respuesta (hipótesis) de que la calidad de la comida chatarra se debe a la falta de nutrientes, es correcta o no? ¿Cómo lo hacemos? Hay dos posibilidades no excluyentes: la primera es buscar información recurriendo a las etiquetas u otras fuentes de información, para conocer los componentes nutricionales de algunos de estos alimentos seleccionados. Es interesante observar que muchos estudiantes no interpretan claramente la información que provee el etiquetado, o las tablas o gráficos que informan sobre la composición nutricional de los alimentos. Tampoco debemos olvidar que desde el 2004 algunos de esos alimentos pueden presentar en sus envases la información nutricional complementaria (INC) que suma variables a tener en cuenta para la interpretación de la información. Pero si una vez superada la etapa de la comprensión de la información que ofrece las etiquetas de los alimentos queremos agregar un nivel de complejidad, podríamos ofrecer la lectura de algunos de los artículos del Código Alimentario Argentino que permita realizar un análisis de cuanto de lo indicado en esos envases está acorde a la legislación vigente y cuanto no.

La segunda, y muy aconsejable para la formación de profesores, es la deter-

minación experimental de algunos nutrientes presentes.<sup>2</sup> Los resultados deben confirmar su presencia.

En base a los datos recolectados, ya sea en la lectura de etiquetas o de bibliografía, o en las prácticas de laboratorio, se espera que los estudiantes lleguen a la conclusión de que deben modificar sus ideas anteriores respecto de lo que consideran comida chatarra. Entonces, la pregunta que surge inmediatamente es ¿qué es lo que la convierte en poco saludable? ¿Por qué la misma comida realizada en el hogar no tiene igual connotación? Aquí aparece un gran abanico de respuestas, entre las cuales hay que seleccionar aquellas que, siendo investigables, ofrecen mayor aprovechamiento didáctico. Proponemos trabajar, por ejemplo, en base a la suposición que sugiere excesiva cantidad de calorías como causa de la baja calidad nutricional, lo cual puede conducir a plantearse nuevas preguntas: ¿Qué son las calorías? ¿Todos los nutrientes las proveen? ¿Qué cantidad se considera excesiva? ¿Esa cantidad es la misma para todos? ¿Cómo se calcula? ¿Con qué podemos compararla para determinar su exceso? Las respuestas implican la comprensión de los conceptos de valor calórico de los alimentos, nutrientes energéticos y requerimiento energético, entre otros. La aplicación de estos conceptos requiere recurrir, a su vez, al aprendizaje y aplicación de competencias muy variadas, como la lectura e interpretación de información en forma de tablas o gráficos, el uso de cálculos matemáticos, la integración de conceptos de otras disciplinas, entre otras.

Llegado a este punto, recomendamos solicitar a los estudiantes que argumenten la respuesta sobre las razones por las que este tipo de comidas es poco saludable. Cuando hablamos de argumentación en clases de ciencias, nos referimos a una competencia que debe ser enseñada explícitamente, ya que "las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas, y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución" (Sardá y Sanmartí, 2000, p 405). Estas autoras elaboran un esquema de argumentación adaptado para el aula, que puede servir de orientación para la redacción de textos argumentativos.

2 Sería deseable que los alumnos seleccionen qué reactivos pueden usar para cada nutriente, a partir de la lectura de manuales de preparación de reactivos que incluyen los usos. Por ejemplo, como el que se encuentra en <http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCKQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww1.udes.edu.co%2FPortals%2FO%2FDocumentos%2FAcademia%2Fciencias%2520basicas%2FManual%2520de%2520Preparaci%25C3%25B3n%2520de%2520Reactivos-06.pdf&ei=j5CgUufTHrDNsQTxgoCoCw&usg=AFQjCNHfefuUKu3XCvYBiVvYvNT-CqtPA&bvm=bv.57155469,d.cWc>

Figura 7.1. Esquema del texto argumentativo.<sup>3</sup>

En el esquema se consignan los siguientes componentes:

- Datos: son hechos y fenómenos que constituyen la afirmación que requiere ser argumentada. En este caso, la afirmación sobre la cual hay que construir el texto argumentativo es que la comida chatarra es hipercalórica.
- Justificación: se refiere al campo de conocimientos específico que permite pasar de los datos a la conclusión. ¿Por qué se considera excesiva la cantidad de calorías?
- Fundamentación: es el conocimiento básico, de carácter teórico, perteneciente también a un campo específico del saber, que permite aceptar la autoridad de la justificación dada. ¿Qué son y cómo se calculan el valor calórico de un alimento y el requerimiento energético adecuado?
- Argumentación: hay tres tipos de argumentos o razones que dan más fuerza y criterios de validación de la justificación: la ventaja, el inconveniente y la comparación. La ventaja debe destacar los elementos positivos, por ejemplo, la facilidad con que se consiguen y se consumen estos alimentos, los sabores y aromas que poseen, su costo, etc., o la importancia de dietas hipercalóricas en ciertas actividades deportivas. También pueden reforzar la justificación, la comparación con una alimentación más equilibrada, o la descripción de algunos inconvenientes que producen estos alimentos, como el sobrepeso, por ejemplo.
- Conclusión: es la valoración final que se le otorga a la tesis inicial, apoyada en

los componentes argumentativos anteriores.

- Ejemplificación: permite relacionar estos conocimientos científicos con la vida cotidiana.

Para analizar los textos argumentativos creados por los alumnos, Sardá y Sanmartí (2000) siguen la propuesta de Toulmin de analogar un texto de este tipo con un organismo, y en ese marco consideran dos aspectos que facilitan el análisis:

1. La “anatomía” del texto, basada en tres ítems relevantes: la validez formal, la secuencia y los conectores. Diversos estudios demuestran que el uso de los conectores adecuados y en el lugar indicado del texto es una de las mayores dificultades que presentan los alumnos a la hora de escribir un texto argumentativo. Éste, que resulta un desafío a la hora de enseñar para los profesores de ciencia es coherente con la idea de que los textos de este tipo deben relacionar hechos y entidades de diferente tipo y niveles de complejidad, por lo tanto se hace imprescindible el uso correcto de conectores que los vinculen para su adecuada comprensión. (Sanmartí y otros, 1999)
2. La “fisiología” del texto, analizada a partir de seis ítems: coherencia entre los hechos y la conclusión, aceptabilidad de la justificación más importante, relevancia de cada uno de los tres tipos de argumentos, y los ejemplos propuestos.<sup>4</sup>

Varela e Ivanchuk (2010) implementan actualmente una propuesta didáctica basada en la enseñanza de la argumentación, según el modelo propuesto por Sardá y Sanmartí (2000), como parte de un estudio de tipo exploratorio cuyo objetivo es analizar la incidencia de este tipo de enseñanza en los procesos de construcción de conocimientos en ciencias por parte de los estudiantes de educación media. En el libro “Enseñar y aprender estratégicamente en las clases de ciencias” describen las actividades que llevan a cabo en el marco de esa investigación, y que pueden servir para que el lector profundice en este tipo de propuestas.

Pero no sólo debe prestarse atención a los textos argumentativos escritos. Jimenez Aleixandre (2010) propone atender al discurso del aula, a las conversaciones de alumnos entre sí y con profesores, pues permiten analizar cómo llegan a conclusiones y cómo las justifican. Resalta el hecho de que, cuando los estudian-

<sup>3</sup> Tomado de Sardá y Sanmartí, op. cit.

<sup>4</sup> Se sugiere al lector interesado en profundizar el tema, la lectura completa del trabajo de las autoras, disponible en internet según se indica en la bibliografía.

tes hablan de cuestiones de ciencias, “no siempre están transfiriendo información, explicándole algo a otra persona, sino que muchas veces están explicándose a sí mismos, tratando de comprenderlo mejor” (Jimenez Aleixandre, 2010: 70).

En síntesis, esta propuesta sugiere generar las condiciones didácticas para que los estudiantes desarrollen dos competencias científicas importantes: la indagación, como estrategia de aprendizaje, y la argumentación, como destreza de comunicación y de razonamiento argumentativo.

### Los mitos como recursos didácticos en la enseñanza de las ciencias: Popeye y el mito del hierro en las espinacas

A la hora de plantear estrategias en las aulas iniciamos la búsqueda de recursos que supongan un aprendizaje significativo. Por este motivo, intentamos recuperar la trascendencia del tratamiento didáctico de los mitos a partir de propuestas que los utilicen como recursos en las aulas. Consideramos que son una herramienta didáctica de gran valor para los alumnos y permiten a los docentes reactivar la capacidad creativa y construir entornos de conocimiento que incluyan aspectos imaginativos. (Egan, 1994).

En ocasiones se tienen creencias acerca de la alimentación o de los patrones o hábitos alimentarios que se alejan de la realidad. Al referirnos a hábitos alimentarios hablamos del producto de la interacción entre la cultura y el ambiente que se van transmitiendo de una generación a otra. En esta oportunidad planteamos una propuesta didáctica que parte del análisis y reflexión de un mito relacionado con la alimentación: **“Las espinacas te hacen fuerte porque son muy ricas en hierro”**. Es inevitable asociar este mito con las espinacas que popularizaron a “Popeye”. Es probable que exista una brecha generacional y muchos de nuestros estudiantes no conozcan a este personaje por no ser actual, sin embargo reaparece en comerciales asociados a otros alimentos, por eso lo consideramos un disparador para el abordaje de contenidos escolares.

#### El hierro y las espinacas

En esta oportunidad planteamos una alternativa para abordar temas del capítulo 4 de este libro relacionado a la biodisponibilidad de nutrientes en los alimentos, específicamente sobre el contenido de hierro no hémico presente en vegetales como la espinaca. Las espinacas contienen sustancias que inhiben la absorción de hierro, debido a los altos niveles de oxalato, antinutrientes que reducen su biodisponibilidad. No obstante, sigue siendo un alimento con interesantes

características como la vitamina A, C y E, un 93% de agua, aportan una gran cantidad de nutrientes y tienen muy pocas calorías. En realidad, no contiene estrictamente vitamina A, pero sí grandes cantidades de betacaroteno, también llamado provitamina A que el cuerpo transforma en vitamina A. Junto con las zanahorias y el perejil, son una de las mayores fuentes vegetales de betacaroteno. A partir de esta información se propone que los alumnos investiguen cómo se determina el hierro en distintos alimentos como por ejemplo, (espinaca, brócoli y morcilla) y procedan a identificar el hierro presente en los mismos realizando la experiencia que se describe en <http://scq.iec.cat/scq/index.html><sup>5</sup>. Las hipótesis que suelen expresar los alumnos giran alrededor de qué alimentos tienen más hierro; por ejemplo esperan que sea la espinaca. La experiencia es cualitativa y contribuye a confirmar o rechazar las hipótesis planteadas.

Luego se puede pedir a los alumnos que presenten los resultados y abordar temas como los mecanismos de absorción del hierro, la reglamentación de la adición de hierro en alimentos, las consecuencias del déficit de hierro en nuestro organismo y elaborar una lista con alimentos que podrían haber sido una alternativa en la alimentación de Popeye. (Millán, 2012). En definitiva, lo cierto es que la espinaca contiene bastante hierro. Por ejemplo, más que la mayoría de las frutas y que la carne de cerdo o vaca. Pero hay otros alimentos, y comparados con ellos las espinacas tienen menos hierro. Es lo que ocurre con muchas otras legumbres y vegetales, como las lentejas y el repollo o también con el hígado. Esto no significa que debemos dejar de comer espinacas sino que no puede ser nuestra única fuente de hierro.

---

Para concluir, datos del departamento de Agricultura de los Estados Unidos informa que 180 gramos de espinaca hervida contienen 4,42 mg de hierro, aunque el organismo puede aprovechar sólo un 50% por la acción del ácido oxálico que contiene. Describe a esta verdura como “llena de nutrientes, beta caroteno, hierro y vitamina K. Como otras hojas verdes, aporta fibra, magnesio y calcio,” El requisito diario de hierro para adultos de entre 19 a 50 años es de 8 mg para los hombres y 18 mg para las mujeres

---

5 La experiencia se encuentra en : Educación Química EduQ.Nº9.(2011).p.4-12

Teniendo en cuenta el potencial didáctico de este mito en particular, se propone analizar, para continuar si el mito de las espinacas de Popeye puede considerarse una representación social. Sumado a esto hacer un recorrido para dilucidar el origen del mito y la influencia de la publicidad en su popularidad. Se presenta un extracto que da cuenta del error científico que forma parte de la historia de la ciencia y permite dar lugar a un debate en torno a otros acontecimientos que tuvieron una génesis similar. Para terminar apelamos a otra posibilidad que se desprende del mito como lo es la expresión artística denominada cómic o historieta propuesta como un recurso didáctico para el abordaje del conocimiento escolar.

### ¿Mito o representación social?

Wagner, (2005) y Elejabarrieta, (1994) utilizan el caso de las espinacas como un ejemplo interesante para contrastar el tipo de conocimiento que implica las representaciones sociales (RS), ya tratadas en apartados anteriores de este capítulo didáctico. Estos autores se preguntan si existe una representación social sobre las espinacas, considerando que las personas tienen actitudes hacia ellas (a algunos les gustan y a otros no), producen prácticas (algunos las pedirán en los restaurantes y otros no), asocian conocimientos (las espinacas tienen vitaminas, son nutritivas), y han sido símbolo mediático en la caricatura "Popeye". Sin embargo, su conclusión es que a pesar de que las espinacas son un objeto de conocimiento cotidiano (generan actitudes, conocimientos, prácticas y símbolos), no pueden considerarse objeto de RS porque no emergen de una experiencia grupal o social relevante, esto es, porque ningún grupo social se puede asociar a partir de compartir conocimientos cotidianos sobre las espinacas y porque el conocimiento de éstas no está revestido de transformaciones simbólicas para hacerlas comprensibles en la vida cotidiana. (Rodríguez Salazar, 2009). Por otro lado, el mito refiere siempre a acontecimientos pasados, pertenece al grupo social que lo relata, no se sujeta a ninguna transcripción y su esencia es la transformación. Desde el instante en que son percibidos como mitos, sea cual haya sido su origen real, no existen más que encarnados en una tradición oral colectiva. Se consideran símbolos en tanto que dicen «algo más», van más allá de la realización de su narración; rigen los hábitos alimenticios y enriquecen el caudal de creencia. En consecuencia, el mito refleja los diversos ámbitos de la realidad del mundo, pero al mismo tiempo son especulativos sobre algún problema; es decir, los mitos sirven para pensar. De ahí la necesidad de estudiar tanto los explícitos como los implícitos del mensaje contenidos en los mitos. (Lévi-Strauss, 1987; Olavarría

1990). En definitiva que "las espinacas de Popeye te hacen fuerte porque tienen mucho hierro" es un mito que sigue vigente en la actualidad.

### La industria cultural y su aporte a una campaña publicitaria

Otra alternativa para el trabajo didáctico sobre estas cuestiones, es abordar el mito de Popeye, u otro a partir de la industria cultural y su aporte en campañas de publicidad. En términos publicitarios, este recurso se denomina "*advertainment*" y consiste, básicamente, en "la generación de contenidos para las marcas, desde un programa de televisión o de radio, una película o -últimos gritos de la moda publicitaria- celulares, videojuegos y caricaturas." (Vaccarini, 2006, p. 15). El *advertainment* logra que el mensaje comercial esté dentro del entretenimiento, emocionando a las personas. Uno de los ejemplos tal vez el primero y el más antiguo sea el personaje animado de Popeye, creado para activar la industria de las espinacas, estaba dirigido al público en general pero específicamente al infantil. Fue todo un éxito la idea publicitaria de que para tener fuerza y conquistar a "la chica", había que comer espinacas. El objetivo publicitario se cumplió a expensas de la información errónea generada. Lo cierto es que lo antiguo sigue vigente y en 2012 salió a la luz un spot de una marca reconocida de pastas cuyo personaje principal era Popeye. Seguramente varios espectadores no sabrán quién era y habrán investigado al respecto o preguntado en sus hogares. Lo que se conoce de este marinero es que, cada vez que se veía envuelto en problemas comía espinacas, verdura que le otorgaba mucha fuerza. Sin embargo, en este nuevo comercial, no se menciona a la espinaca, sino a las vitaminas. ¿Qué raro, no? Aunque no menciona las verduras, todo aquel que conozca a Popeye va a relacionar su imagen con las espinacas, la fuerza y la vitalidad. Es una muy buena estrategia, utilizar a este personaje de la industria cultural para hablar sobre las características del producto antes mencionado, ya que rompe con la clásica manera de presentar los beneficios que aporta su consumo y además de alguna manera reivindican al personaje apartándolo del engaño otorgado en su época.

### Errores popularizados en la historia de la ciencia

Con frecuencia aparecen artículos periodísticos que recomiendan tal o cual alimento (un día los frutos secos, otro las espinacas o cualquier otra sustancia comestible) para prevenir dolencias cardiovasculares o el cáncer. Muchas personas los siguen con devoción religiosa e incluyen o quitan de su dieta el alimento

de turno. La atribución de propiedades especiales a las espinacas, y la fuerza que le confieren al personaje de Popeye, nacen del mito que sostiene o afirma que estas verduras son el producto alimentario con mayor contenido en hierro. Con respecto a esta afirmación en el apartado anterior con una simple experiencia de laboratorio podemos refutar o verificar esta hipótesis. Posteriormente podemos incursionar en cuál fue el origen de esta idea. Todo comienza con un error aritmético: quien hizo el cálculo se equivocó al colocar la coma en un cociente, de modo que “interpretó” que las espinacas contenían diez veces más hierro que el que en realidad poseían (Skrabanek, 1992).

Cuenta la leyenda que en 1870, un científico alemán llamado Von Wolff (1818-1896) transformó por error los 3 miligramos de hierro por cada 100 gramos que en realidad contiene la hoja de espinaca, en 30 miligramos, convirtiéndola en una extraordinaria fuente del mineral. Según se dice, estos datos no fueron corregidos hasta 1930, pero para ese momento la fama del alto contenido de hierro en la espinaca había circulado. En esta época las anemias por carencia de hierro en EEUU eran muy comunes y los dibujos de Popeye fueron utilizados por las para popularizar el consumo de espinacas. Es así que esta ficticia fuente de hierro representó una opción útil para las propagandas durante la Segunda Guerra Mundial, donde el consumo de carne era escaso. Una estatua de Popeye en *Crystal City, Texas*, conmemora el hecho de que este personaje caricaturesco aumentó un 33% el consumo de espinaca entre la población, convirtiendo a esta ciudad en “la capital mundial de la espinaca (Hamblin, 1981).

Esta información también forma parte del mito; en realidad es una broma publicada en el *British Medical Journal* con motivo de una celebración especial y que, justamente por no ser un trabajo real, no contiene citas (de hecho el trabajo se llama “Fake”, del inglés, falso o falsificación. Una meticulosa investigación comprobó que no existió tal error de transcripción sino que es producto de la imaginación de un hematólogo, T.Hamblin, que inventó el supuesto error del científico alemán.

Conviene distinguir entre la mentira y el error. Errores cometen todos los hombres y mujeres de la ciencia, *humanum sum*<sup>6</sup>. Los investigadores tienen conciencia de que el conocimiento generado por su trabajo es probabilístico e incompleto, pero cuando lo proponen están convencidos de que, por el momento, es lo mejor que existe. La mentira es otra cosa: es una afirmación cuya falsedad le consta a quien la formula, sea porque la inventó o porque tiene pruebas de que no

es cierta. El mentiroso sabe perfectamente bien que lo que dice no es cierto, pero de todos modos lo dice, seguro de que los demás le van a creer. Y por lo menos por un tiempo, que va de algunos días a milenios, se le cree. El quehacer científico es arduo pero altamente gratificante y sólo debe ejercerlo quien encuentra ahí su verdadera vocación y sus razones para vivir. Ser investigador no consiste en una elegante investidura para deslumbrar a la sociedad; es por el contrario, una actitud interna de creatividad, honestidad y humildad. Es, parafraseando a Sócrates, saber que poco o nada se sabe. “Se considera fraude la fabricación, falsificación y el plagio en la propuesta, ejecución o comunicación de los experimentos. Se excluyen los errores de juicio, los errores de registro, selección o análisis de datos, las divergencias de opiniones que afectan a la interpretación de los resultados, y las negligencias no relacionadas con el proceso de investigación.” (Schulz, 2003)

Samuel Arbesman, (2012) plantea qué errores científicos impulsaron mitos como el del poder nutritivo de la espinaca. Este autor utiliza la historia de Popeye en su libro para ilustrar cómo los seres humanos tienen una tendencia a ignorar la evidencia de hechos mal calculados y admitir equivocaciones. Estas ideas y errores son las que crean los mitos ayudados por el hecho de que es más fácil difundir una idea o hecho que parece correcto a investigar la verdad detrás de esa idea o hecho. Un error, mejor dicho, una cadena de errores propician retrasos del conocimiento cierto. Solo para ejemplificar, conseguir una fuente de hierro como la descrita en el mito llevaría a Popeye a tener que consumir un buen plato de lentejas o en su defecto la lata que contenía a las espinacas. Ahora bien no todo es tan malo: investigadores del Instituto Karolinska de Suecia encontraron que en los nitratos y no en el hierro es donde reside el secreto de las propiedades de la verdura para mejorar la eficiencia muscular porque mejoran el funcionamiento de las mitocondrias, encargadas de darle energía a las células. (Gellon, 2010)

### ¿Qué nos puede ofrecer el comic como recurso didáctico?

Las manifestaciones literarias se arrinconan en espacios cada vez más reducidos cuando debería ser todo lo contrario. Y el papel que puede y debe desempeñar el cómic en nuestra cultura, que es fundamentalmente “cultura de la imagen”, a la hora de fomentar y desarrollar el gusto por la lectura, es trascendental, siendo su trabajo en la escuela un mecanismo para colocar unos buenos cimientos al edificio del proceso y desarrollo cognitivo. Por tanto resulta vital adquirir conciencia del hecho apremiante de enseñar a los alumnos y alumnas de hoy a comprender e interpretar imágenes como soportes de textos de diferentes tipos, y como base para la interpretación y comprensión adecuada de la información que van

6 Humanos somos

a encontrar en diferentes textos, lo que les permitirá disfrutar con la lectura y convertirse así en lectores y lectoras asiduos. A modo de ejemplo proponemos las siguientes actividades que pueden ser aplicadas a algún fragmento de la tira cómica de Popeye.

- Distinguir y analizar en el cómic las viñetas
- Diferenciar las características, cualidades y rasgos del o los personajes de la historieta.
- Realizar un análisis crítico de los estereotipos y actitudes que aparecen en los personajes del cómic.
- Propiciar debates acerca de la veracidad de los mensajes que transmiten
- Dramatizar los estereotipos y comportamientos de los personajes de la historieta analizando críticamente cada uno de ellos.(Barrero,2009)

Es necesario aclarar que utilizar al cómic como recurso didáctico difiere del tratamiento del cine, la literatura o la pintura, porque no sólo hay que estimular la lectura comprensiva, sino otros aspectos como son los componentes icono-literarios, el proceso de creación<sup>7</sup> o las circunstancias del autor, el ambiente en que vivió y las razones por las que lo hizo. Esto es interesante para ampliar en el análisis del mito de las espinacas de Popeye, ya que se cree que el creador del famoso marinero, Elsie Crisler Segar, tuvo un objetivo claro en su creación quiso colaborar con un programa de nutrición de la época para promover el consumo de espinaca como una buena opción para los niños, en un momento en que la desnutrición infantil era bastante problemática. (Grandinetti, 2004) El poder sugestivo de la narración en imágenes, acompañado de su texto correspondiente, capta el interés y la atención de los alumnos; el convertirlos en lectores y lectoras de cómics será el primer paso para dar el salto final hacia la literatura, y formar así personas que sientan interés y gusto por los libros. Invitamos al lector a sumergirse en el mundo mágico del cómic y así rescatar su aporte didáctico para el abordaje del conocimiento científico.

Para finalizar tomo las palabras de Samuel Arbesman, (2012) cuando dice que: *“El conocimiento no es algo establecido por canon sino más bien un consenso en constante alteración. Parte tiene que ver con la corrección de errores y parte con los nuevos descubrimientos, nuevos métodos de clasificación y/o análisis, a menudo gra-*

7 Para ampliar acerca del nacimiento del cómic buscar: La mar en Tebeos. Revista General de Marina. Fundada en 1877 año 2013 junio tomo 264, 813.

*cias a la tecnología. El conocimiento cambia y los conocimientos científicos en que se basan pueden ser no tan sólidos como parecen, no te fíes y mantente dispuesto al cambio, porque como sucede en la historia, los datos de hoy pueden ser las anécdotas de mañana”*

Ésta es una mirada posible, esperamos que les sea de utilidad y propongan variantes que enriquezcan sus propuestas pedagógicas.

### **El mapa del gusto y la pirámide alimenticia: análisis de los modelos científicos y didácticos. Las representaciones estáticas**

Si de representaciones sociales hablamos, los modelos científicos son sin duda un ejemplo perfecto. Son el producto del análisis científico de recortes de objetos de estudio, que se explican de manera análoga a como “piensa” la comunidad científica en un contexto y tiempo definido. Los modelos son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objetivo específico (Chamizo, 2009).

Muchos modelos científicos llegan a nuestras aulas, mediados por la transposición didáctica de los profesores, para convertirse en modelos didácticos, se convierten así en una estrategia habitual, para describir y explicar sobre diversos temas que, complejos o no, pueden construirse de modo más completo con la utilización de un modelo.

Chamizo (2009), señala que hay tres aspectos que nos permiten identificar los modelos claramente:

- De acuerdo con la analogía, los modelos pueden ser mentales, materiales o matemáticos.
- De acuerdo con su contexto, pueden ser didácticos o científicos, dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé. Aquí es muy importante el momento histórico en el que los modelos son construidos. Puede decirse en general que, los modelos más sencillos, son los más antiguos.
- La porción del mundo que se desea modelizar, puede ser una idea, un objeto, un fenómeno o un sistema integrantes del mismo.

Los modelos científicos y los modelos didácticos muchas veces se aproximan, lo cual facilita el aprendizaje, y otras tantas, se distancian enormemente, generando fracturas que son difíciles de superar. En este caso, es necesario ampliar acerca de los dos tipos de modelos didácticos, aquellos propuestos por los docentes, y aquellos elaborados por los estudiantes, el nivel de representación

que realizamos sobre ideas científicas, van a depender sin duda, de los tres tipos de modelos (científico, didáctico del profesor, y modelo mental del estudiante) y de cómo todos se vinculen y reestructuren para lograr un mejor nivel de comprensión.

Existen otras clasificaciones sobre modelos, que son interesantes, como las que proponen Galagovsky y Ardùriz-Bravo (2001); ellos efectúan una distinción entre modelo del sentido común y modelo científico erudito, que tienen en común, ambos son construcciones provisionarias y perfectibles. El primero es una construcción idiosincrática, a partir de la experiencia cotidiana, que se construye como calco de la realidad a partir de las experiencias sensoriales, que dista del pensamiento hipotético, deductivo riguroso. El segundo es el producto del trabajo de la comunidad científica, sobre un recorte relevante de la realidad, en el cual, se abstrae, simplifica, reestructura y análoga elementos.

Si repensamos, acerca de su carácter provisionario y perfectible, presentar a los estudiantes la posibilidad de ampliar la mirada sobre algunos modelos, que durante años, son y han sido casi hasta incuestionables, imagino, sería una tarea interesante para comprobar que la ciencia es un proceso dinámico y no estático.

### Mapa del gusto y el descubrimiento del gusto umami

Como hemos analizado en el capítulo 5, la percepción de los gustos se realizan en la lengua y otros sectores de la cavidad bucal, ahora bien, el mapa del gusto es un modelo sumamente conocido, que no propone esta idea, sino que remarca y hasta determina que el órgano lingual, es el único protagonista en la degustación. Además sectoriza la percepción de los distintos tipos de gustos, ¿Qué pasa con el gusto umami entonces?, y en la experiencia sensorial concreta, ¿el sabor dulce solo lo percibimos en la punta de la lengua? Estas y otras preguntas que se pueden plantear en las aulas, y resultan muy útiles para poner en tela de análisis a los modelos, y no solo aprenderlos como verdades acabadas sin ningún tipo de reflexión.

Otro componente que mencionamos al inicio, es la validación de los modelos en su contexto histórico y social. Con respecto a esto, cabría analizar con nuestros estudiantes, ¿Cuándo y dónde se elaboro el mapa del gusto?, ¿Quiénes lo abordaron científicamente?, ¿Cuándo y dónde se publicó por primera vez? ¿Existen otros modelos que explican mejor la percepción de los gustos en la cavidad bucal y no exclusivamente en la lengua? ¿Sería adecuado completar el mapa del gusto con un mapa de regiones cerebrales donde se procesa la información referente al sentido del gusto?

Propuesta más ambiciosa, pero no imposible, sería construir con los estudiantes, nuevos modelos mentales, para trabajar este contenido en los distintos niveles de formación escolar.

Sugiero el término modelo mental, a partir de lo que expresa Moreira (1999), cuando se refiere a los modelos mentales como maneras de “re-presentar” internamente el mundo externo”, capacidad que puede desarrollarla cualquier persona, sea experta o no. Si en la enseñanza de las ciencias presentamos y representamos modelos, sin duda los estudiantes pueden seguir “re-presentando” sus propios modelos, una actividad que promueve la observación, el análisis descriptivo y explicativo, la creatividad y el pensamiento lógico- reflexivo. Procedimientos mentales y elementales en el aprendizaje de la ciencia.

### Pirámide alimenticia vs óvalo nutricional argentino

La pirámide alimenticia y el óvalo alimenticio, también son modelos, el primero es más conocido, su popularidad se debe, a su antigüedad en principio, y después a que se ha instalado por ser publicado gráficamente con mayor frecuencia. Y si bien ambos modelos, pueden ser considerados según Pérez García (2000), como modelos tradicionales, porque prioriza la información fundamental de la cultura vigente. Hay una diferencia enorme entre ambos, y es que la pirámide tan popular y aceptada, brinda información sobre una cultura que no está contextualizada en nuestro territorio. La hemos adoptado durante años, sin embargo fue desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que en el año 1923, propuso un folleto que describía los cinco grupos de alimentos básicos, y muchos años después, en 1992, en trabajo conjunto con el Departamento de Salud y Servicios Humanos, presentaron la Guía Pirámide de Alimentos. (Baeza. 2009).

Pero como se ha ampliado en el capítulo uno del libro, la perspectiva social de la alimentación es propia de cada cultura. Entonces es necesario comprender, que con respecto a esta temática, cada país debía elaborar sus propios modelos, ajustándose a las variabilidades alimentarias. Así nacen, en España el “rombo de la nutrición” propuesto en 1996 por el Ministerio de Sanidad y Consumo. En países latinoamericanos surgen variedad de propuestas modélicas sobre alimentación, modelos que responden a la idiosincrasia de cada nación, con una riqueza alimenticia y cultural inmensa, que se expresan ya desde sus respectivas denominaciones: El plato del bien comer de México, la Olla de la alimentación en Guatemala, el Circulo de la alimentación en Costa Rica, las Pirámides de Panamá, Puerto Rico

y Chile, el Pilón de la alimentación en República Dominicana<sup>8</sup>.

En nuestro país, la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas (AADYND), en el año 2000, presentó el Ovalo alimentario argentino, como modelo representativo de la nutrición de los argentinos.

Estos y otros ejemplos pueden trabajarse en las aulas, en relación a la característica del saber científico y saber científico escolar, como proceso y producto en continuo cambio y contextualización histórica y social. Justi (2006), expresa que los modelos se construyen a partir de una mezcla de elementos, tanto de la realidad modelada como de la teoría, que implican aproximaciones y simplificaciones que han de ser decididas independientemente de los requisitos teóricos o de la condición de los datos. Esto demuestra, que la ciencia, desde la visión recordada de la construcción de modelos para su comprensión, son saberes modificables, que tienen un origen, que se contextualizan, y forman parte de un proceso dinámico. Entender este proceso en las aulas, y reflexionarlo con los estudiantes es un ejercicio que tenemos el deber de realizarlo a diario.

El mapa del gusto y la pirámide alimentaria, son dos ejemplos modélicos que frecuentemente llegan a las aulas, la mayoría de las veces, propuestas desde los textos diseñados para ciencias naturales, para estudiar temas vinculados a los alimentos y la alimentación. En el primero, se ofrece una descripción de las regiones de la lengua humana, donde son captados los estímulos sensoriales que provocan los diferentes gustos (dulce, salado, ácido y amargo); el segundo modelo, ofrece una descripción de la clasificación de los diferentes grupos de alimentos y las proporciones adecuadas en que deberíamos consumirlos diariamente.

Sin embargo, si bien son conocidos estos dos modelos, y ajustándonos a la definición de modelo, ¿qué sucede cuando aprendemos sobre modelos que ya no pertenecen a nuestro contexto en tiempo y espacio? Aun hoy se enseña y se aprende sobre estos modelos, pareciera que se han quedado en pausa en el tiempo, como modelos didácticos estáticos, cuando la ciencia ya ha presentado modelos científicos más completos, más diversos, en los cuales se han revisados y corregido los errores y que atienden a nuevas demandas del conocimiento.

<sup>8</sup> Denominación de los modelos de alimentación. En <http://consejonutricion.wordpress.com/2012/07/06/piramides-o-representaciones-analogas-de-las-guias-alimentarias-para-los-paises-de-america-central-y-el-caribe/>

## Los hombres de las cavernas y su relación con los alimentos: Una propuesta de análisis de imágenes

Somos animales visuales. Prestamos especial atención a las imágenes, que están presentes en múltiples aspectos de nuestras vidas. Ellas dejan en cada uno de nosotros múltiples impresiones, muchas veces más duraderas e intensas que las palabras. Nos comunican información tanto formal como informalmente. Los seres humanos, hace aproximadamente 30.000 años, integramos a nuestra cultura las representaciones en forma de imágenes, por ejemplo en el arte rupestre y, con posterioridad, en otras manifestaciones, tanto artísticas como científicas. Las Ciencias Naturales, en el transcurso de la historia del conocimiento científico, han recurrido a las ilustraciones para dar a conocer, por ejemplo, la diversidad biológica. Esto ya se observaba en los bestiarios y herbarios de la edad media.

En las imágenes se plasman nuestras representaciones del mundo natural y cultural, por lo tanto no son neutrales ni objetivas. Están impregnadas de múltiples significados: los que le asignan sus autores y aquellos que son producto de la interpretación de quienes las observan. En la escuela, la observación e interpretación de imágenes representan competencias interesantes para abordar en las clases de Ciencias Naturales. Imágenes e ilustraciones están presentes en los libros de texto, en la web, hacemos uso de ellas en el pizarrón, las diseñan los estudiantes. Perales Palacios (2006, p 14) define ambos conceptos:

Una imagen es una representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico o mental. Una ilustración se trata de una imagen exclusivamente gráfica, que acompaña a los textos escritos y complementa la información que suministran.

Estas representaciones tienen un gran valor didáctico, pero vale la pena comentar algunas consideraciones al respecto. Cabe preguntarse: ¿Sólo complementan la información escrita? ¿Sólo describen? ¿Adornan un texto? ¿Siempre hay concordancia entre el contenido textual y la información que aportan las imágenes? Y, por último: ¿Qué valor le asignamos los profesores como recursos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias? En primer lugar podemos decir que las ilustraciones nos permiten acceder a lo que, en el mundo natural, es invisible a nuestros ojos, también a aquello que, por lejano en el tiempo, ya no está a nuestro alcance o que, por su grado de complejidad, requiere ser presentado en forma esquemática para su comprensión. En todos los casos, los significados que se le atribuyen a estas representaciones están relacionados con analogías establecidas con elementos reales conocidos, teñidos de improntas culturales (Perales Palacios, 2006).

La observación e interpretación de imágenes son competencias que se enseñan y se aprenden. Al menos esto es lo recomendable y deseable. El aprendizaje significativo incluye la construcción de saberes a través de información verbal y visual. Así como en la primera parte de este capítulo hacemos referencia a la alfabetización científica, también podemos referirnos a la alfabetización visual, que hace posible un análisis profundo del contenido de las ilustraciones, de sus significados culturales y sus posibles aplicaciones.

Respecto de la relación entre la evolución biológica y cultural de los humanos y sus ancestros con los alimentos, las ilustraciones pueden enriquecer o entorpecer el aprendizaje. ¿De qué depende que un mismo recurso didáctico nos resulte valioso y contribuya a la construcción de nuevos aprendizajes o nos lleve a reforzar obstáculos epistemológicos? Entre otras variables, a la ausencia de instancias formales de enseñanza de la alfabetización visual, a las dificultades para interpretar las figuras, a la tendencia a asignarles significados según los conocimientos actuales en lugar de contextualizarlas en el tiempo y en el espacio y, por lo tanto, teñirlas de improntas culturales, además de los obstáculos epistemológicos vinculados con el contenido específico que ilustran. Las imágenes sobre la relación entre la evolución humana y los alimentos no es la excepción a estas consideraciones. Presentamos a continuación algunos aspectos que permitan al lector hacer un análisis de las ilustraciones sobre el tema.

Las evidencias dan cuenta de los comportamientos de los seres humanos en un pasado remoto (decenas de miles de años atrás). Son casi en su totalidad, pruebas científicas indirectas y, a veces, incompletas e insuficientes. Una de las tareas de los científicos es reconstruirlas e interpretarlas, a la luz de teorías y paradigmas. Un ejemplo de esto lo representan los aportes de Paleoecología, rama de la Paleontología. Se trata de una disciplina que se ocupa de analizar las posibles relaciones ecológicas del pasado de la diversidad biológica. Las evidencias suelen ser insuficientes y muchas veces se analizan teniendo en cuenta las relaciones ecológicas actuales entre las especies y su ambiente. Esto no siempre coincide con lo que pudo haber ocurrido miles de años atrás, más aún en el caso de la evolución humana, si consideramos la intervención de la evolución cultural, con características específicas para distintos grupos humanos, en contextos temporales y espaciales también diferentes. Podemos atribuir algunos de los errores presentes en las ilustraciones y escritos sobre el tema a estas cuestiones, que también se vinculan con nuestras representaciones sociales a la hora de interpretarlas (Valadez Azúa, 2000).

En el caso particular de la información disponible sobre los alimentos que

se consumían, por ejemplo en el Paleolítico, y las estrategias de búsqueda y obtención de los mismos, se trata de datos que requieren de la intervención de muchas disciplinas para su obtención, organización y análisis: Biología evolutiva, Antropología, Arqueología, Paleontología. Esto complejiza y a la vez enriquece la construcción de conocimientos. Cuando esta información llega a los profesores y estudiantes de profesorado, muy probablemente haya transitado un camino de transformaciones. En ocasiones se la simplifica en extremo, o se le imprimen las interpretaciones de quienes la publican y también, las representaciones sociales que, explícita o implícitamente, dejan su impronta en el pensamiento de quienes la escriben y la leen. En el caso que nos ocupa en este apartado, nos referimos a quienes diseñan o seleccionan las imágenes y quienes las observan e interpretan.

Stephen Gould (2008), uno de los biólogos evolutivos más destacados del siglo XX, en su libro *La vida maravillosa*, que recomendamos para su lectura, se ha ocupado especialmente del valor de las imágenes que muestran aspectos relacionados con la evolución en general y la evolución humana, en particular. Se refiere a la errónea interpretación de la evolución desde una mirada antropocéntrica, con tendencia hacia el progreso, que sigue una secuencia de cambios lineales, predecibles, hacia la mejora.

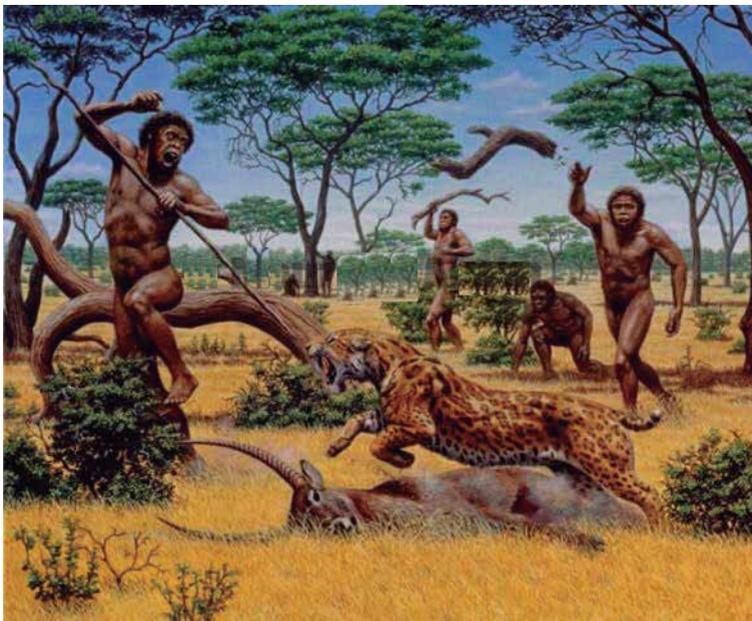
Les proponemos analizar una ilustración relacionada con la evolución humana y los alimentos. La figura 7.2 es una clásica representación gráfica de una escena en la que aparecen los “hombres de las cavernas” en situación de lucha y ataque, en la que compiten con un gran felino por la presa. Esta ilustración nos puede remitir a conocidas y cuestionables consideraciones como por ejemplo: “la naturaleza al servicio del hombre”, o “los humanos como especies superiores al resto de la diversidad” (Valadez Azúa y Téllez Estrada, 2000 y Gutierrez, 2009).

Otro significado erróneo, que puede obstaculizar los aprendizajes de los estudiantes, es el hecho de que refuerza el “mito del hombre primitivo cazador”. El Dr. José Campillo Álvarez (2007) en su libro *“La cadera de Eva”* desarrolla argumentos sobre este mito. Analiza las posibles circunstancias que habrían atravesado los *Homo* a la hora de conseguir alimentos. Explica que es muy probable que los hombres del clan hayan regresado con frecuencia con las manos vacías, dado que la caza resultaba una actividad sumamente peligrosa, y que es posible que resultaran ellos mismos presas de los grandes depredadores. El carroñeo pudo haber sido una actividad más frecuente. Sin embargo, también hace referencia a que lo más probable es que hayan sido las mujeres del grupo, en su rol de recolectoras, las que proveyeran frutos, semillas, raíces y pequeños animales para paliar el hambre de las familias.

A pesar de las evidencias científicas, aún continuamos encontrando ilustraciones que muestran ciertos estereotipos sociales como “el hombre proveedor”, o las mujeres sólo dedicadas al cuidado de los hijos, presentados como roles sociales estancos. Estas valoraciones pueden conducir a profundizar ideas basadas en situaciones de inequidad entre los miembros de un grupo humano y terminamos naturalizando estas concepciones. (Campillo Álvarez, 2007; Gutierrez, 2009).

Consideremos entonces la posibilidad de promover el debate entre los estudiantes, a partir del análisis de algunos mitos presentes en el contenido que explícita o implícitamente muestran las imágenes. Las propuestas son muchas y variadas. Sugerimos no sólo la observación e interpretación de ilustraciones, también es posible trabajar en nuestras clases de ciencias con el diseño de ilustraciones por parte de los estudiantes, que muestren alternativas superadoras de estos mitos y creencias populares y el desarrollo de argumentos que fundamenten tales producciones.

Figura 7.2- Representación gráfica de una escena típica de captura de presas en la que intervienen “los hombres de las cavernas” (En [nuestrosrecursosnaturales.wordpress.com](http://nuestrosrecursosnaturales.wordpress.com))



## Reflexiones Finales

Retomando nuestras palabras introductorias, la escritura de este libro fue un proceso que requirió todo un año de trabajo, con el propósito de ser compartido con colegas y estudiantes de carreras de formación docente en ciencias naturales.

Sara Melgar (2005) sostiene que la escritura trabajada en forma sistemática promueve muchos aspectos positivos en las personas: amplía el campo cognitivo, incentiva el trabajo intelectual y pone en marcha un proceso de descubrimiento, que lleva a los que se dedican a ella a querer saber cada vez más sobre el tema de interés. Nosotras, además, podemos agregar que esta experiencia de escritura compartida y colaborativa, se convirtió en una instancia de desarrollo profesional, que será siempre valorada positivamente por los aportes que hizo a nuestra formación docente. Quizá unos de los más significativos fue que aprendimos a realizar un uso de la escritura basado en la reflexión, (Carlino, 2004)

Los alimentos, desde la propuesta del libro, invitan a repensar un tema que muchos hasta podrían considerarlo ampliamente desarrollado e incluso agotado. El desafío para nosotras quedó bien definido desde el inicio: sabíamos que la bibliografía sobre este tema es amplia y específica en cada uno de los campos científicos en los que se analiza. Este libro puede ser leído y usado en sus clases por un profesor de ciencias sociales, de alguna disciplina específica de las ciencias naturales, puede ser analizado en cátedras sobre biotecnología o evolución. Los recortes y el tratamiento de la información no excluyen a profesores de educación secundaria, y por supuesto está diseñado pensando en los estudiantes de los profesados de educación primaria y secundaria.

Hasta aquí, está sana tarea de “saber hacer con los otros” ha sido tan desafiante como placentera. Nos ha demostrado que el trabajo conjunto es gratificante, cuando el compromiso de todos los integrantes es desde el marco del trabajo y el respeto. Como docentes sabemos que una estrategia muy utilizada para organizar la tarea de los estudiantes es el trabajo en equipos, y es todo un desafío. Nos ocupamos de enseñarles que el trabajo en grupo, es una necesidad ineludible, único modo de entender que durante el aprendizaje no estamos solos, y que podemos ser partícipes de una producción interesante. La participación, el compromiso y el sentirnos parte de algo que nos produzca orgullo, es otra enseñanza que forma parte de la tarea docente.

Leímos, reflexionamos y escribimos sobre alimentos y pensamos alguna propuestas de enseñanza en torno al tema, A ustedes ¿sobre qué les gustaría escribir? Siempre, es un buen momento para comenzar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Díaz, J. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Una perspectiva. *Revista Eureka*, 6, N° 2, pp 164-189. En <http://www.redalyc.org/pdf/920/92012998003.pdf>. Consultado el 09/12/2013.
- Acevedo Díaz, J. A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (I): El Marco Teórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (3), 21-46. En <http://www.redalyc.org/pdf/920/92012998003.pdf>. Consultado el 09/12/2013.
- Acosta, C. I. F. (1998). *Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en Canarias* (Tesis de Doctorado Universidad de La Laguna. Facultad de Medicina). Canarias.
- Agrobio (2004). *Biotecnología: Mitos y realidades*. En: <http://www.argenbio.org/adu/uploads/pdf/Mitos20realidades.pdf>. Consultado el 01/12/13.
- Álvarez, E. y Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutr Hosp*, 21, 61-72.
- Álvarez, J. M. (2007). Tanino. La revolución enológica mito o realidad. *Revista Enología, Año IV Mayo-Junio*, 2, 1-15.
- Aranceta, J. y Serra, L. (2003). Guía de alimentos funcionales. *Madrid: Inst. Omega*.
- Arisó, L. (2009). *La avena y otros cereales para tu salud*. Barcelona: Océano Ámbar.
- Arriola, A., Camacho, R., Cuellar, R., Costa, J., López, F., Martín, A., Morán, M., Ramón, D., y Rodríguez, F. (2005). *Biotecnología en el sector alimentario*. España: Genoma España.
- Artigas, J. M (2002). *Tecnología del color. Aplicaciones del color en la tecnología de los alimentos*. Catalunya: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Arzuaga, J. (2003) *Los aborígenes. La alimentación en la evolución humana*. Barcelona: RBA.
- Ashwell, M. (2004). Conceptos de los alimentos funcionales. *ILSI europe concise monograph series*.
- Astolfi, J. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos en el corazón de los aprendizajes científicos. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 12, N° 2, pp 206-216.
- Astolfi, J. (1999). El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. *Revista educación y Pedagogía*, 11, N° 25, pp 147-171.
- Astolfi, J. (2003). *El error, un medio para enseñar*. P. 33. Sevilla: Díada editora.
- Audero, G. (2012). *Sabores versus Tiempo*. Buenos Aires: Eudeba
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson Educación.
- Baeza, M., Benito P. y Simón M. (2009). *Alimentación y Nutrición Familiar*. Madrid: Editex.
- Barham, P. (2003). *La cocina y la ciencia*. Zaragoza: Acribia.
- Barham, P. (2010). Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. *Chemical Reviews*, 110 (4). En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2855180/>. Consultado: 24/02/2014
- Barón, A. (2005) Historia de la conservación de los alimentos. En J. Salas Salvadó, P. García Lorda, J.M. Sánchez Ripollés (Eds.), *La alimentación y la nutrición a través de la historia*, (pp.447-462). Barcelona: Glosa
- Barrero, M. (2002). *Los cómics como herramientas pedagógicas en el aula*. Conferencia presentada en Jornadas sobre narrativa gráfica, Jerez de la Frontera, Cádiz. En <http://www.tebeosfera.com/1/Hecho/Festival/Jerez/ConferenciaJerez020223.pdf>. Consultado 2-12-13
- Bizzio, M., Vázquez S., Pereira R. y Núñez G. (2009). Una indagación sobre la vinculación que realizan los alumnos entre su alimentación y el consumo energético. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 1037-1053. En <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3109441>
- . Consultado el 04/12/2013.
- Bonadeo, M. (2005). *Odotipo: historia natural del olfato y su función en la identidad de marca*. Bs. As: Ensayo 1a ed. Facultad de comunicación. Universidad Austral.
- Brailovsky, A y Foguelman, D. (1998). *Memoria verde. Historia ecológica de la Argentina*. Buenos Aires: Sudamericana
- CAA.Código Alimentario Argentino. En: [http://http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp). Consultado el 12-11-13
- Camean, A y Repetto, M. (1995). *Estado actual de la toxicología alimentaria*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Campillo Álvarez, J. E (2007). *La cadera de Eva*. Barcelona: Crítica
- Campion Zabalza, J., Martínez Hernández, A., M. Yoldi, F. (2011). Evolución humana y obesidad/diabetes: ¿Estamos predeterminados por nuestros genes? En Mateos Cachorro, A. y Perote Alejandro. *Genes, ciencia y dieta. Lecciones sobre evolución humana*. (Pp. 87-97) Instituto Tomás Pascual. CENIEH (Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana). En: [http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro\\_Genes\\_Ciencia\\_Dieta.pdf](http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro_Genes_Ciencia_Dieta.pdf). Consultado 29-9-13
- Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Revista Alambique*, N° 58, pp 8-22.
- Carlino, P. (2004). El proceso de la escritura académica: cuatro dificultades de la enseñanza universitaria. *Educere, vol.8* (26) pp321-327. En [http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos\\_actualizacion/recursos/carlino\\_cuatro.pdf](http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos_actualizacion/recursos/carlino_cuatro.pdf)
- Carmuega, E. (2009) Alimentos funcionales: un largo camino desde el siglo V (AC) al siglo XXI. *Pediatría y nutrición*, 10, 107-114.
- Carpenter, R. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Carrascal Delgado, F. (2005). *Obtención de dextrinas de alta solubilidad y mínima retrogradación a partir de almidón industrial de yuca* (Trabajo de grado). Escuela de Química, Universidad Industrial de Santander. Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/457/2/116245.pdf>. Consultado: 01/10/2013
- Chamizo, J. (2009). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Fundamentos y líneas de trabajo. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 2010, 7(1), pp. 26-41. En <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/23/21> Consultado el 10/12/2013.
- Chamizo, J. e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de competencias de pensamiento científico. *Revista Alambique*. N°51, pp 9-19.
- Consejo Nutricional. *Noticias sobre alimentación. Denominación de los modelos de alimentación*. En <http://consejonutricion.wordpress.com/2012/07/06/piramides-o-representaciones-analogas-de-las-guias-alimentarias-para-los-paises-de-america-central-y-el-caribe/> Consultado el 11/12/2013.
- Contreras Hernandez, J. y García Arnaiz, M. (2005). *Alimentación y cultura. Perspectivas antropológicas*. Barcelona: Ariel.
- Corella, D. (2007). Genómica nutricional. *Alimentación nutrición y salud*, 14(4), 89-101.
- Coultate, T. P (1984). *Alimentos. Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Cox, M. Nelson, D. y Lehninger, A. (2006). *Lehninger. Principios de Bioquímica. 4<sup>to</sup> ed. Barcelona; Omega*.
- Cubero, N. (2002). *Tecnología de los alimentos. Aditivos Alimentarios*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Dávila, M., Sangronis, E y Granito, M. (2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos

- o ingredientes de alimentos funcionales. *Arch Latinoam Nutr*, 53, 348-354. Caracas. Venezuela
- De Pro Bueno, A (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Revista Alambique*. N° 53, pp 10-21.
- Del Cid, R. y Criado A. (2001). Química en la cocina. Un enfoque para maestros y maestras. *Alambique*, 28.
- Eaton, S y Konner, M. (1985) Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *The new england journal of medicine*. Vol 312. N° 5, 283-289.
- Egan, K. (1994) *Fantasia e imaginación: su poder en la enseñanza*. Madrid: Morata/M.E.C.
- Elejabarrieta, Fran (1994). Representaciones sociales. En Francisco Morales (editor) *Psicología social*, Madrid: UNED-McGraw-Hill.
- Equipo de comunicación de Argenbio (2013). *Biotecnología en la mira: que piensa la sociedad*. En: [http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Percepcion\\_publica\\_de\\_la\\_biotecnologia.pdf](http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Percepcion_publica_de_la_biotecnologia.pdf). Consultado el 01/12/13.
- Espeitx, E. (2012) La vivencia del cambio alimentario en la migración. En M.G.Arnaiz (Ed.). *Alimentación, salud y cultura: encuentros interdisciplinarios*, (pp.381- 395). Tarragona: Publicaciones URV
- Estebanar Sánchez, F., Galbany Casals, J, Martínez Martínez, L. y Pérez Pérez, A. (2011) Las dietas de los homínidos plio-pleistocénicos de África del este y del sur: del bosque cerrado a las sabanas abiertas. En Mateos Cachorro, A. y Perote Alejandro. *Genes, ciencia y dieta. Lecciones sobre evolución humana*. (Pp 41-66) Instituto Tomás Pascual. CENIEH (Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana). En: [http://www.institutotomaspascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro\\_Genes\\_Ciencia\\_Dieta.pdf](http://www.institutotomaspascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro_Genes_Ciencia_Dieta.pdf). Consultado 29-9-13
- Fabro, G. (2013) La salud pública en Argentina. En *Epidemias y salud pública*. (pp. 73-96) INFD. Escritura en ciencias N° 12. Buenos Aires: MEN
- FAO (1996) Manual de control de la calidad de los alimentos. En <http://www.fao.org/docrep/014/t0867s/t0867s.pdf> consultado 20/7/2013
- FAO (2001) Los Mercados Mundiales de Frutas y Verduras Orgánicas. En <http://www.fao.org/docrep/004/y1669s/y1669s00.htm> Consultado 28/02/2014
- FAO (2003) Desarrollo de la acuicultura. Procedimientos idóneos para la fabricación de alimentos para la acuicultura. En <http://www.fao.org/docrep/005/y1453s/y1453s05.htm#TopOfPage> consultado 3/3/2014
- FAO (2006) Dirección de Economía Agrícola y del desarrollo. Seguridad alimentaria. Informe de políticas. N° 2. En [ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb\\_02\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf). 6-10-13 consultado 9/11/2013
- FAO (2006). Probióticos en los alimentos. Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. Estudio FAO Alimentación y Nutrición N°85. En <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>
- FAO (2010). Seguridad alimentaria y Nutricional: el derecho humano a la alimentación. Panamá 2010. En <http://www.fao.org/docrep/meeting/018/k7836s.pdf>. Consultado 11/11/2013
- FAO (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. En [http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo\\_quinua\\_es.pdf](http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinua_es.pdf) consultado 04/03/2014
- FAO (2013) Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. En: <http://www.fao.org/docrep/019/i3520s/i3520s.pdf> Consultado 07/03/2014
- FAO. *Necesidades nutricionales*. Módulo 2. En <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s03.pdf>. Consultado: 23-2-14
- FAO-OMS (2003). Garantía de la Inocuidad y calidad de los alimentos. Directrices para el fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Control de los Alimentos. En <http://www.fao.org/docrep/006/y8705s/y8705s00.htm> Consultado 04/02/14
- Feldman, S. y Marks, V. (2006). *Panic Nation: unpicking the myths we're told about food and health*. London: John Blake.
- Fennema, O. R. (2000). *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Fernandez-Armesto, F. (2002). *Near a thousand tables: a history of food*. New York: The free press.
- Fischler, C. (1995). *El (h) omnívoro. El gusto, la cocina y el cuerpo*. Barcelona: Anagrama
- Frontela, C., Ros, G y Martínez, C. (2008). Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos. *Arch Latinoamer Nutr*, 58, 215-220. Caracas.
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales*. El concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las ciencias, 19 (2), 231-242. En <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v19n2p231.pdf> Consultado el 12/12/2013.
- García Casal, M (2007) La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población. *Anales Venezolanos de Nutrición*. Vol. 20. 108-114.
- García, M. (2013). La mar en Tebeos. *Revista General de Marina, junio*, tomo 264, 813.
- Garritz, A. (2012). Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química. *Educación Química*, 23(4), 458-464. En [http://www.google.com.ar/url?sa=t&rc=t&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.educacionquimica.info%2Fdescargapermitida.php%3FId\\_articulo%3D1340&ei=9NCfUv2BAummsQTbtIGgBg&usq=AFQjCNGrgcTI6lXj\\_gy8ldR5hiuFAIY17A](http://www.google.com.ar/url?sa=t&rc=t&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.educacionquimica.info%2Fdescargapermitida.php%3FId_articulo%3D1340&ei=9NCfUv2BAummsQTbtIGgBg&usq=AFQjCNGrgcTI6lXj_gy8ldR5hiuFAIY17A) . Consultado el 04/12/2013.
- Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). Conocimiento pedagógico del contenido. *Educación química*, 15, 2-6.
- Gellon, G., y Ciencia, A. C. E. (2010). Mitocondrias. *Ciencia hoy*, 19 (114), 42-45.
- Gentile, N. y Rodríguez, E. (2002). *El consumo de alimentos orgánicos: Aplicación de un modelo logit multinomial en la elección del canal de compra*. (Proyecto Análisis del desarrollo potencial de los mercados interno y externo de los principales productos orgánicos argentinos). Buenos Aires: Agencia de Promoción Científica y Tecnológica, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Gómez Ayala, A. E. (2007). Nutrigenómica y Nutrigenética. *La relación entre la alimentación, la salud y la genómica*. *Offarm*, 26, 78-85.
- Gómez, M. M., León, S. E. M y García-Erce, J. A. (2008). Fisiopatología del metabolismo del hierro y sus implicaciones en la anemia perioperatoria. *AWGE. ORG*, 2,47-59. Málaga.
- González Urrutia, R. (2005). Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 14(26), 6-12.
- Goody, J. (2000) *Cocina, cuisine y clase. Estudio de sociología comparada*. Barcelona: Gedisa
- Gould, S. (2008). *La vida maravillosa*. Barcelona: Drakontos.
- Gould, S. J. (2011). *Full house: The spread of excellence from Plato to Darwin*. Harvard University Press. P. 29.
- Grandinetti, F. (2004). Popeye: An illustrated cultural history. Mc Farland y Company, Inc., Publishers. North Carolina. ISBN-13:978-0-7864-1605-9
- González, M. y Maffei, J. (2010) Los alimentos orgánicos y la calidad y seguridad alimentaria. *Alimentos argentinos*, 47, 49-53. (SAGPyA). En [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/revista\\_43.php](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/revista_43.php). Consultado 08/02/2014
- Gutierrez, A. (2009). La evolución humana, demasiado humana. En *Revista Alambique*, N° 62: 63-74.
- Gutierrez, A. (2011). Unidades didácticas de calidad en la enseñanza de la Enseñanza de la Biología. En Cañal, P (Coord.). *Biología. Biología y Geología III. Investigación, innovación y buenas prácticas*,

- pp: 31-49. Barcelona: Grao.
- Gutiérrez, J.B. (2000). *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*. Madrid: Díaz de Santos editores.
- Hamblin T.J. Fake! British Medical Journal 1981; 283:1671 Hill A.B. British Medical Journal 1985; 290:1074.
- Henao, B. y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7 (1), 47-62. En: [http://www.oei.es/noticias/spip.php?article2037&debut\\_5ultimasOEI=100](http://www.oei.es/noticias/spip.php?article2037&debut_5ultimasOEI=100) . Consultado el 13/12/2013.
- Hernandez Millán, G, y López Villa, M. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educació Química EduQ*, N° 9.
- Instituto de estudios del huevo.(2003). *El libro del huevo*. Madrid: Artes Gráficas G3, S.A. Disponible en: [http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el\\_libro\\_del\\_huevo.pdf](http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el_libro_del_huevo.pdf). Consultado: 01/10/2013.
- Iruin, J. (2010). *Gastronomía molecular. SEBBM*, 166. En <http://www.sebbm.com/166.htm>. Consultado: 23/02/2014.
- Isaza, M. (2007). Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et Technica*, Vol 1,1-33
- Jean, M. y Jean, D. (2003). *Una nueva fisiología del gusto*. Barcelona: RBA.
- Jimenez Aleixandre, M. P. (2003/2010). Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias. En Jimenez Aleixandre, M. P., Caamaño A., Oñorbe A., Pedrinaci, E. y de Pro, A., *Enseñar ciencias* (4ª Reimpresión, pp. 55-71). Barcelona: Grao.
- Justi, R. (2006). *La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos*. Investigación Didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 2006, 24(2), 173-184. En [http://www.cneq.unam.mx/cursos\\_diplomados/diplomados/medio\\_superior/SEIEM/1a/01/00/02\\_material/1a\\_generacion/mod8/archivos/Justi,%202006.pdf](http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/SEIEM/1a/01/00/02_material/1a_generacion/mod8/archivos/Justi,%202006.pdf) Consultado el 7/12/2013.
- Katz, M. (2013) *Somos lo que comemos*. Buenos Aires: Aguilar
- Koppmann, M. (2012). *Nuevo manual de gastronomía molecular: el encuentro entre la ciencia y la cocina*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Koppmann, M. (2013). ¿Por qué cambian la textura y el color de los vegetales que cocinamos? *Ciencia Hoy*, 22 (132). En: [www.cienciahoy.org.ar/hoy132/CienciaVegetales.pdf](http://www.cienciahoy.org.ar/hoy132/CienciaVegetales.pdf). Consultado: 02/03/2014.
- Koppmann, M. (2013). La masa del pan. *Ciencia Hoy*, 22 (131). En: [www.cienciahoy.org.ar/hoy131/MASADELPAN.pdf](http://www.cienciahoy.org.ar/hoy131/MASADELPAN.pdf) . Consultado: 02/03/2014.
- León Cam, J. (2013). La liofilización andina. *Agenda química virtual*, 77. Disponible en: <http://www.agendaquimica.blogspot.com.ar/> Consultado: 01/10/2013.
- Lesser, R. (2004). *La infancia de los próceres*. Buenos Aires: Biblos
- Levi-Strauss, C. (1972) *Mitológicas II. De la miel a las cenizas*. México: Fondo de cultura económica.
- Lévi-Strauss, Claude (1987) Mito y significado. Madrid: Alianza Ocejo, P. M., Albéniz, J. M., y Uriarte, J. J. U. (2010) Memes y Psiquiatría. Memes, Enfermedades y Psiquiatras. Norte de salud mental, vol. 8 , N° 36: 35-44
- López, L. B. y Suárez, M. M. (2010). *Fundamentos de nutrición normal*. Buenos Aires: El Ateneo
- Madrigal, L. y Sangronis, E. (2007) La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 57, 387-396.
- Maier, Richard. (2001) *Comportamiento animal. Un enfoque evolutivo y ecológico*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Mans,C. y Castells, P. (2011). La nueva cocina científica. De la incertidumbre a la predictibilidad culinaria mediante la ciencia: el gran paso de la cocina del siglo XXI. *Investigación y ciencia*, 421, 56-63. Disponible en: <http://www.investigacionyciencia.es/investigacion-y-ciencia/numeros/2011/10/la-nueva-cocina-cientfica-9191>. Consultado: 01/10/2013.
- Martí, A., Moreno-Aliaga, M., Zulet, M., y Martínez, J. A. (2005). Avances en nutrición molecular: Nutrigenómica y/o Nutrigenética. *Nutrición hospitalaria*, 20, 157-164.
- Martínez Valverde, I., Periago, M. J y Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 50(1), 5-18.
- Martínez, A. B. O., Berrueto, G. R., Cava, J. B., Graciá, C. M y Caston, J. P. (2005). Estimación de la ingesta y necesidades de enriquecimiento de folatos y ácido fólico en alimentos. *Arch Latinoamer Nutr*, 55, 5-14.
- Mas Soriano, C. (coordinador). (2007). *Fundamentos de neurociencia*. Catalunya: UOC editorial.
- Mateos Cachorro, A. y Perote Alexandre, A. (Eds.). (2011). *Genes, ciencia y dieta. Lecciones sobre Evolución humana*. Instituto Tomás Pascual. CENIEH (Centro Nacional de Investigación Sobre la Evolución Humana) En:[http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro\\_Genes\\_Ciencia\\_Dieta.pdf](http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro_Genes_Ciencia_Dieta.pdf). Consultado 29-9-13
- Mateos, A. y Rodríguez, Jesús (2010) *La dieta que nos hizo humanos*. Junta de Castilla y León. En: [www.museoevolucionhumana.com/.../publicacion\\_11es.pdf](http://www.museoevolucionhumana.com/.../publicacion_11es.pdf). Consultado 10-9-13.
- ME (2013) *Los haceres y saberes de la quinua*. Jujuy. Argentina. En: [http://des.juj.infed.edu.ar/sitio/upload/Libro\\_de\\_Quinua\\_Ministerio\\_de\\_Educacion\\_Jujuy.pdf](http://des.juj.infed.edu.ar/sitio/upload/Libro_de_Quinua_Ministerio_de_Educacion_Jujuy.pdf) consultado 22/09/13.
- Melgar, S. (2005). *Aprender a Pensar. Las Bases para la Alfabetización Avanzada*. Buenos Aires: Papers editores.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En Cañal, P (Coord.). *Biología. Biología y Geología III. Investigación, innovación y buenas prácticas*, pp: 9-29. Barcelona: Editorial Grao.
- Membuela, P. (2011). Los enfoques integrados Ciencia-tecnología-Sociedad en la enseñanza secundaria. En Cañal, P. (Coord.) *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar*, 1, pp: 123-141. Barcelona: Editorial Grao.
- MEN (2009). Educación alimentaria y nutricional. Serie Ciencia, Salud y Ciudadanía. Presidencia de la Nación. En: <http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD23/contenidos/escuela/textos/pdf/docente1.pdf> consultado 9/11/2013
- Mintz, S. (1996). *Dulzura y poder: el lugar del azúcar en la historia moderna*. México: Siglo veintiuno.
- Moreira, M. (1997). *Modelos Mentales*. Instituto de Física, UFRGS. En <http://moreira.if.ufrgs.br/modelosmentales.pdf> Consultado el 10/12/2013.
- Moreno, C. (2012). Un tema complejo. Normativa y alimentos funcionales, *Alimentos Argentinos*, 55, 60-63.
- (Moyes y Schulte 2007). , C. y Schulte, P. (2007). *Principios de fisiología animal*. Madrid: Pearson educación.
- Muñoz de Malajovich, M. (2012) *Biotecnología*. Colección Biomedicina. Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Muñoz, L. (2011). Aplicación de la cromatografía de gases- olfatometría en la caracterización del aroma. Tesis Doctoral. Universidad Rovira I Virgili. Tarragona.
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L., y Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 25, 20-33.

- Olavarría, M. (1990). *Análisis estructural de la mitología yaqui*. México: INAH, UAM
- Omaye, S. T. (2004). *Food and nutritional toxicology*. CRC Press.
- Ordovas Muñoz, J. (2011) Genes y ambiente: un diálogo constante". En Mateos Cachorro, A. y Perrote Alejandre. *Genes, ciencia y dieta. Lecciones sobre evolución humana*. (Pp 77-85) Instituto Tomás Pascual. CENIEH (Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana). En: [http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro\\_Genes\\_Ciencia\\_Dieta.pdf](http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Libro_Genes_Ciencia_Dieta.pdf). Consultado 29-9-13
- Perales Palacios, F. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. En *Enseñanza de las ciencias*, N° 24: 13-30.
- Perales Palacios, F.J. (1998). Enseñanza de las Ciencias y resolución de problemas, *Revista Educación y Pedagogía*, 10, Mayo- Agosto, N° 21.
- Pérez García, F. (2000). *Los modelos didácticos como instrumentos de análisis y reflexión en la realidad educativa*. Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona. N° 207. En [http://www.uhu.es/36102/trabajos\\_alumnos/pt1\\_11\\_12/biblioteca/3modelos\\_didacticos/modelos\\_%20didacticos\\_paco\\_gcia.pdf](http://www.uhu.es/36102/trabajos_alumnos/pt1_11_12/biblioteca/3modelos_didacticos/modelos_%20didacticos_paco_gcia.pdf) Consultado el 11/12/2013.
- Pérez Menéndez, Emilio. (2008). *Las rutas de la sal*. España: Netbiblo.
- Pizarro, F., Olivares, M., Hertrampf, E. y Walter, T. (1994). Factores que modifican el estado de nutrición de hierro: contenido de taninos de infusiones de hierbas. *Arch. Latinoam. Nutr*, 44(4), 277-80.
- Prieto, M., Mouwen, J. M., López Puente, S., Cerdeño Sánchez, A. (2008). Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. En [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=s037818442008000400006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=s037818442008000400006&script=sci_arttext). Consultado 03/03/2014
- Rembado, M. y Sceni, P. (2009). *La química en los alimentos*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Disponible en: [http://www.inet.edu.ar/programas/capacitacion/materiales/nuevos/quimica\\_alimentos.html](http://www.inet.edu.ar/programas/capacitacion/materiales/nuevos/quimica_alimentos.html)
- Reyes Cárdenas, F, y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23 (4), 415-421. En [http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.educacionquimica.info%2Fdescargapermitida.php%3Fid\\_articulo%3D1339&ei=ONKfUpWLFPO2sAsk7oCQCg&usg=AFQjCNGAJs7cRT0VtuMdge6HY\\_0jCTmYUg](http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.educacionquimica.info%2Fdescargapermitida.php%3Fid_articulo%3D1339&ei=ONKfUpWLFPO2sAsk7oCQCg&usg=AFQjCNGAJs7cRT0VtuMdge6HY_0jCTmYUg). Consultado el 04/12/2013.
- Ridner, E. Gamberade, M. Burachik, M. Lema, M. Rubinstein, C. y Levitus, G. (2008) *Alimentos transgénicos: Mitos y realidades*. Buenos Aires: Nutrición y Salud.
- Rodríguez Salazar, T. (2009). Sobre el potencial teórico de las representaciones sociales en el campo de la comunicación. *Nueva época*, N° 11. Comunicación y sociedad. Departamento de estudios de la comunicación social. Universidad de Guadalajara, pp 11-36. En: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2009000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2009000100002&script=sci_arttext). Consultado: 8/11/2013.
- Rodríguez, E. Gentile, N. Lupin, B. y Garrido, L. (2002). *El mercado interno de alimentos orgánicos: perfil de los consumidores argentinos*. (Proyecto Economía Agraria) Buenos Aires: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Romero, C., Benítez, E., Peruchena, N., Sosa, G. & Lozano, J. (2014, junio). ¿A qué se debe la formación y estabilidad de la espuma de la cerveza? Estudio en cervezas regionales del nordeste argentino. Ponencia presentada en las III Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limitrofes. Resistencia, Argentina.
- Rossi, J. P. (2007). La combinación de los azúcares con las biomoléculas: desde la cocina al organismo. *Medicina (Buenos Aires)*, 67(2), 161-166. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0025-76802007000200012&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802007000200012&lng=es&nrm=iso). Consultado: 01/10/2013.
- Rovira, R. F. y Frasquet, I. (2002). Biodisponibilidad de vitaminas liposolubles y licopeno de origen dietético. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 9(2), 39-45.
- Rovira, R.F. (2013). Beneficios y riesgos del procesado de alimentos. En <http://informacionconsumidor.com>. Consultado el 5-10-13
- Samuel, Arbesman. (2012). *The Half-life of Facts: Why Everything We Know Has an Expiration Date*. Published by the Penguin Group. New York
- Sánchez Guadix, M. Á. (2008). Cómo aprender ciencia cocinando: CIENCIA EN PAELLA Science in paelle. *Química Viva*, 7(1) 58-76. En: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v7n1/sanchezguadix.html>. Consultado: 06/03/2014.
- Sancho Valls, José. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona: Ediciones Universidad de Barcelona.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 54-58. En [http://cedoc.infod.edu.ar/upload/Hablar\\_y\\_escribir...PDF](http://cedoc.infod.edu.ar/upload/Hablar_y_escribir...PDF). Consultado el 09/12/2013.
- Santiago, A (2011). En " *La Química y Civilización*". Buenos Aires: Asociación Química Argentina
- Sardá, J. Anna y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 405-422. En <http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fddd.uab.es%2Fpub%2Ffedlc%2F02124521v18n3p405.pdf&ei=IdKfUvmCGMTksAS7xICQCg&usg=AFQjCNEeXbxrSmt4B4eAifnnIDRju3WzA>. Consultado el 04/12/2013.
- Schulz, P. C., y Katime, I. (2003). Los fraudes científicos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 4(2), 1-90.
- Scull, I y Savón, L. (2003). Determinación de polifenoles totales y taninos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(4), 403.
- Secilio, G. (2005). *La calidad en alimentos*. Buenos Aires: CEPAL. Naciones Unidas. En <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2010/06483.pdf> consultado 09/11/2013
- Simopoulos, A. P. (2006). Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 60(9), 502-507.
- Sing, R. (2000). Scientific principles of shelf- life evaluation. En D. Man y A. Jones (Eds.) *Shelf-life evaluation*, (pp.3-22). USA: Aspen Publishers.
- Skrabaneck, P. y Mc Cormick, J. (1992). *Sofismas y desatinos en medicina*. Barcelona: Doyma.
- Smith, D. y Margolskee, R. (2001). Revista Investigación y Ciencia. En <http://issuu.com/argos/docs/el-sentido-del-gusto> Consultado: 01/08/2013
- Somoza, E. (2006). *Embalaje, aprehender el envase*. Buenos Aires: Nobuka.
- Solomon, E. P. (2008) *Biología*. Mcgraw-hill. Interamericana. México
- Soriano del Castillo, J. M. (2006). *Nutrición básica humana*. Publicaciones Universidad de Valencia.
- Taranto, M., Médi, M., y Font, G. (2005). Alimentos funcionales probióticos. *Revista Química Viva*, 1. 26-34.
- This, H. (2004). Ciencia y gastronomía: avances recientes en gastronomía molecular. *Métode*, n°40. En: <http://metode.cat/es/Revistas/Monografics/El-que-mengem/Ciencia-i-gastronomia-avencos-recents-en-gastronomia-molecular>. Consultado: 20/02/2014.
- Torán, A. A., Sáez, R. B., Blanch, M. J. I., y Rovira, R. F. (2012). *Biodisponibilidad de sustancias tóxicas en*

*los alimentos: Toxicología alimentaria.* Ediciones Díaz de Santos.

Torresani, M., Raspini, M., Acosta, O. Giusti, L., García, C., Español, S., Brachi, P., De Dona, A., Salaberrí, D. y Rodríguez L. Consumo en cadenas rápidas y kioscos: preferencias de escolares y adolescentes de nueve colegios privados de Capital Federal y Gran Buenos Aires. *Arch. Argent. Pediatr.* 2007, 105 (2). En: <http://www.docstoc.com/docs/47524073/Consumo-en-cadenas-de-comidas-r%C3%A1pidas-y-kioscos-preferencias> .Consultado el 13/12/2013.

Torún, B. (1988). Fortificación y enriquecimiento de alimentos: consideraciones sobre su uso para alcanzar las metas nutricionales. *Arch. Latinoam Nutr*, 38(3), 647-55.

Vaccarini, M. (2006). Advertainment: es la historia de un amor. *Cultura Creativa*, 6, pp 14-21.

Vaclavik, V. (1998). *Essentials of Food Science*. Zaragoza: Acribia

Valadez Azúa, R. (2000). Paleoecología de los homínidos fósiles. En *Correo del maestro*, N° 48. En: [www.correodelmaestro.com/antiores/2000/mayo/incert48.htm](http://www.correodelmaestro.com/antiores/2000/mayo/incert48.htm). Consultado: 8/11/2013.

Valadez Azúa, R. y Téllez Estrada, M. (2000). Errores en la enseñanza de la evolución del hombre. En *Correo del maestro*, N° 48. En: [www.correodelmaestro.com/antiores/2000/mayo/incert48.htm](http://www.correodelmaestro.com/antiores/2000/mayo/incert48.htm). Consultado: 8/11/2013.

Valenzuela, A. (2007). Evolución bioquímica de la nutrición: del mono desnudo al mono obeso. En: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182007000400001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182007000400001&script=sci_arttext) *Revista Chilena de Nutrición* versión on-line ISSN 0717-7518 Rev. chil. nutr. v.34 n.4 Santiago dic. 2007. Consultado: 6-9-13.

Varela, M., e Ivanchuk, S. (2010). *Enseñar y aprender estratégicamente en las clases de ciencias*. Montevideo: GRUPO MAGRO.

Vázquez Alonso, A., Manassero Más, M., Acevedo Díaz, J. y Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Enseñanza de las ciencias*, 6, 331-363.

Wagner, W. y Hayes, N. (2005). *Everyday discourse and common sense. The theory of social representations*. Houndmills: Palgrave.

Wolfe, D. (1996) *Química general, orgánica y biológica*. México Mc. Graw Hill.

[www.argenbio.com](http://www.argenbio.com)

[www.joaquindeleon4057.blogspot.com](http://www.joaquindeleon4057.blogspot.com) Consultado: 2-10-13

[www.nuestrosrecursosnaturales.wordpress.com](http://www.nuestrosrecursosnaturales.wordpress.com) Consultado 2-11-13

Yip R y Dallman, P. R. (2003) Hierro. Conocimientos actuales sobre nutrición. Organización Panamericana de la Salud, 8 ,340-56. Washington, DC.

## Sobre los autores



### Laura Gabriela Díaz

Nacida en General Acha, en la provincia de La Pampa, realizó sus estudios en la Universidad Nacional de La Pampa en donde obtuvo el título de Profesora en Ciencias Naturales en 1999. Desde entonces se desempeña como docente en distintas escuelas de nivel secundario y en el año 2002 ingresó a trabajar en el Instituto Superior de Formación Docente de General Acha en Didáctica de las Ciencias Naturales. Actualmente también participa en la elaboración de materiales curriculares para la Dirección de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos de la provincia y como Acompañante Didáctico en el Plan Nacional de Ciencias Naturales



### Patricia Graciela Tarifa

Residente de la ciudad de San Pedro, provincia de Jujuy, realizó sus estudios terciarios en el Instituto de Educación Superior N° 9, obteniendo el título de Profesora en Química. Posteriormente cursó la Tecnicatura en Química con orientación en Alimentos en la Escuela de Minas Dr. Carrillo, dependiente de la Universidad Nacional de Jujuy. Actualmente está cursando la Licenciatura en Química en la U.N. de Salta y el Postítulo en Educación y TIC. Es docente de nivel medio y terciario. El ingreso al nivel superior fue a través de una adscripción docente en la asignatura Química Inorgánica, de la cual es responsable en la actualidad.



### Susana Olivera

Nacida en la provincia de Buenos Aires, estudió Química y Profesorado en Física y Química en la Universidad Nacional de La Plata, y tiene una Diplomatura Superior en Enseñanza de las Ciencias, otorgado por F.L.A.C.S.O. Fue profesora en escuelas técnicas y medias de la ciudad, de La Plata y actualmente es docente en el Instituto Superior de Formación Docente n° 95, en los profesorado de Física y de Química, donde tiene a su cargo asignaturas didácticas y disciplina-

res. Se ha desempeñado como capacitadora en el uso de las netbooks para química. Cursa actualmente la Especialización docente de nivel superior en educación y TIC, del Ministerio de Educación de Nación.



#### **Flavia Lorena Gerje**

Nació en Punta Alta provincia de Buenos Aires. Es Licenciada en Gestión Educativa y actualmente cursa la Maestría en Epistemología e Historia de la Ciencia ambas en la Universidad de Tres de Febrero. Cursó dos profesorado y un postítulo de actualización académica en el ISFD y T N° 159 de Punta Alta obteniendo los títulos de Profesora de enseñanza primaria 1998 y Profesora de Ciencias Naturales con orientación en química 2004. Participa activamente en Ferias de Ciencias y Tecnología desde el 2006 como referente, asesora y evaluadora de instancias locales, regionales, provinciales y nacionales. Fue capacitadora del programa Nacional "Enseñar Ciencias Naturales en EPB2" y Coordinadora del programa "Los científicos van a la escuela". Actualmente se desempeña como profesora de nivel superior en el IPES "Florentino Ameghino" de Ushuaia en los profesorado de Biología, Matemática y Profesorado de Enseñanza Primaria. Es autora del libro "Generando ideas sobre el agua" 2011. Editorial Dunken.



#### **María Belén Benítez**

Nacida en la ciudad de Laguna Blanca, provincia de Formosa, estudió el Profesorado en Biología en la Universidad Nacional de Formosa. Se desempeña como docente del área de ciencias naturales, didáctica de las ciencias naturales y epistemología del Profesorado en Educación Primaria y cátedras afines a su formación en el Profesorado en Educación Inicial, en el Instituto Superior de Formación Docente "Pte. Juan Domingo Perón" de su ciudad natal. Ha realizado y dictado capacitaciones en la enseñanza de las ciencias

naturales. Actualmente forma parte del Equipo Coordinador de la Residencia Docente. Se encuentra cursando el cuarto año de la Licenciatura en Ciencias Ambientales en el Instituto Universitario de Formosa.



#### **Patricia Haydeé Ercoli**

Reside en Moreno, provincia de Buenos Aires. Es profesora en Ciencias Naturales y Licenciada en Enseñanza de las Ciencias, con orientación en Didáctica de la Biología, egresada de la UNSAM. Actualmente se desempeña en el nivel superior en los ISFD N° 29, de Merlo y N° 21, de Moreno, como profesora de Biología y su enseñanza, Evolución y Biología Humana, en el Profesorado en Biología. Ha realizado y dictado capacitaciones en enseñanza de las ciencias. Participó como autora de un libro de Biología para nivel secundario y de Ciencias Naturales para educación de adultos y ha publicado artículos sobre enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales



# SERIE CUADERNOS DE TRABAJO DOCENTES APRENDIENDO EN RED

El sector de Educación de la Oficina de Montevideo-Representación ante el MERCOSUR implementa sus acciones programáticas a nivel nacional y subregional en el marco del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (EPT/PRELAC 2007).

Los ministros de Educación de la Región han afirmado que la educación es un bien público y llave para la construcción de un mundo más justo, señalando siete temas centrales en sus recomendaciones ([www.unesco.org/Santiago](http://www.unesco.org/Santiago)). Esta nueva serie de publicaciones, que hemos titulado Docentes Aprendiendo en Red (DAR) se nutre selectivamente de las recomendaciones referentes al "derecho de las personas a aprender a lo largo de la vida" desde "enfoques educativos para la diversidad, la inclusión y la cohesión social". La serie pretende acercar al docente lector materiales de apoyo educativo, elaborados por algunos de sus pares docentes que han sido participantes activos de proyectos innovadores asistidos por UNESCO.

A nivel nacional, implementar estas recomendaciones potencia una de las funciones de la UNESCO que denominamos "laboratorio de ideas". En ese sentido, la temática de acortar distancias entre las investigaciones universitarias y la formación de docentes en ciencias es uno de nuestros centros de interés programático. Entendemos que trabajar a favor de los educadores de la enseñanza demanda asistir técnicamente en el diseño de proyectores innovadores fundamentalmente en dos aspectos:

- a) Requerir y fomentar equipos con profesionales diversos que sean referentes para el tema seleccionado y se encuentren dispuestos a "Aprender juntos" (Delors 1996)
- b) Incluir en el diseño instancias colectivas de formación, discusión y planteo de dificultades conceptuales, con el objetivo de estimular aprendizaje y capacidades de producción de materiales escritos por docentes.

Los cuadernos de trabajo "Escritura en Ciencias" en el marco de la serie DAR han sido generados por el Instituto Nacional de Formación Docente del Ministerio de Educación de la Nación Argentina a través de una convocatoria abierta a los Institutos de Formación Docente de gestión pública de todo el país.

Los cuadernos de Escritura en Ciencias se ponen a disposición de formadores y alumnos de la formación docente como materiales de apoyo educativo elaborados por pares que han sido participantes activos como integrantes de equipos de trabajo que llevan adelante de proyectos innovadores asistidos por UNESCO.

El trabajo de los coordinadores ha sido complejo e indispensable para el éxito de este tipo de proyecto. Las contrapartes por países han hecho propio este diseño y ajustado a sus realidades temáticas y de arquitectura (presencial y/o virtual). De esta manera, la temática de Paraguay es "La Escritura en Paraguay", en Argentina "Escritura en Ciencias" y en Uruguay "Celebrando el Año Internacional de la Química". Los coordinadores generales, así como los de Escritura han desarrollado un análisis crítico del proceso y han sabido guiar las intrincadas relaciones generadas cuando se "aprende haciendo" contribuyendo a resolver conflictos y logrando el mejor documento posible. En ese sentido, vaya a todos ellos nuestro agradecimiento.

María Paz Echeverriarza  
Profesional del Programa Educación  
UNESCO Montevideo

