

Alimentos y cocina
son pura química

Diego Alejandro Mora Rojas
Liliam Alexandra Palomeque Forero
Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla

Facultad de Ciencias
Sede Bogotá

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Alimentos y cocina

son pura química

© Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
© Diego Alejandro Mora Rojas
© Liliam Alexandra Palomeque Forero
© Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla

Primera edición, 2026
ISBN: 978-628-503-250-9 (digital-pdf)

Edición
Alejandro Cano Moreno
Carolina Gómez Pulido

Diseño y diagramación
Damian M. Crofort

Coordinación de Publicaciones - Facultad de Ciencias
Bogotá, D. C., Colombia, 2026

Licencia



Fotografía de la portada tomada de Cattalin (2017)

Editado en Bogotá, D. C.

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Mora Rojas, Diego Alejandro 1996-
Alimentos y cocina son pura química / Diego Alejandro Mora Rojas, Liliam Alexandra Palomeque Forero, Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla. -- Primera edición. – Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias : Coordinación de Publicaciones Facultad de Ciencias, 2026.
1 recurso en línea (109 páginas): ilustraciones (principalmente a color), diagramas, fotografías.

Incluye referencias bibliográficas e índice de imágenes
ISBN 978-628-503-250-9 (pdf)

1. Composición química de los alimentos 2. Fermentación 3. Alimentos -- Análisis 4. Acidez 5. Educación rural 6. Cocina -- Manuales 7. Materiales didácticos 8. Enseñanza de la química I. Palomeque Forero, Liliam Alexandra, 1971-, II. Fuenmayor Bobadilla, Carlos Alberto, 1983- III. Título.

CDD-23 540.7 / 2026

Alimentos y cocina
son pura química

Diego Alejandro Mora Rojas
Liliam Alexandra Palomeque Forero
Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Bogotá, D. C., 2026

Marca tu cartilla

Esta cartilla pertenece a:	
Nombre completo	
Fecha de nacimiento	
Edad	
Celular	
Correo electrónico	
Ciudad o municipio	
Vereda	
Escuela	
Grado	

Escoge a una persona de tu familia para que te ayude a realizar las actividades que se plantean en la cartilla. Registra la información de tu familiar en la siguiente tabla:

Nota. En la casilla **Parentesco** marca la opción que corresponda. En la casilla **Nivel de estudio** selecciona primero el nivel (ninguno, primaria (1° a 5°), secundaria (6° a 9°), media (10° a 11°), técnico o tecnólogo, profesional) y luego marca si los estudios están incompletos o completos.

<table>
<tr><th colspan="4">En el desarrollo de las actividades me acompañará:</th></tr>
<tr><td>Nombre completo</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Fecha de nacimiento</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Edad</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Celular</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Correo electrónico</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Parentesco</td><td>Mamá</td><td>Papá</td><td>Otro:</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Nivel de estudios</td><td colspan="3">Ninguno</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Primaria
(1° a 5°)</td><td colspan="2">Incompleta</td></tr>
<tr><td colspan="2">Completa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Secundaria
(6° a 9°)</td><td colspan="2">Incompleta</td></tr>
<tr><td colspan="2">Completa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Media
(10° a 11°)</td><td colspan="2">Incompleta</td></tr>
<tr><td colspan="2">Completa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Técnico o tecnólogo</td><td colspan="2">Incompleta</td></tr>
<tr><td colspan="2">Completa</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Profesional</td><td colspan="2">Incompleta</td></tr>
<tr><td colspan="2">Completa</td></tr>
</table>

Al lector

Los alimentos forman parte de nuestra vida. Todos los días nos alimentamos. De hecho, necesitamos hacerlo para vivir. Pero los alimentos no sólo nos nutren, sino que también nos satisfacen ya que nos generan diversas sensaciones en el paladar. Los sentidos de nuestro cuerpo, oído, gusto, tacto, olfato y vista, contribuyen para que la experiencia de comer sea única.

¿Te has preguntado qué hay en los alimentos para que nos generen tantas sensaciones? Por ejemplo, ¿por qué la leche se siente cremosa si es líquida como el agua? o ¿cuáles son las sustancias responsables del sabor ácido y cómo interactúan con la lengua, que es un sensor químico? Además de la composición, la presentación de los alimentos genera distintas sensaciones al tacto: ¿sabes por qué la gelatina o la cuajada no son tan sólidas como la panela o el merengue? o ¿qué hay en la crema pastelera para que mantenga la firmeza y no se derrame como un líquido? Finalmente, los procesos de preparación cambian las propiedades de un alimento y amplían la posibilidad de sentir: no es lo mismo la sensación en paladar de la leche que del yogur, a pesar de que ambos son lácteos. A propósito, ¿sabías que las temidas bacterias participan en la preparación de alimentos como el yogur o el masato?

En compañía de un familiar, te invito a que respondas estas preguntas mediante el desarrollo de las actividades de la presente cartilla. Es importante que sigas el orden propuesto, ya que el conocimiento que adquieras, poco a poco, te permitirá una mejor comprensión de los temas a tratar, desde el inicio hasta el final. No dudes en contactarme si tienes alguna pregunta o sugerencia, estaré atento a atenderte. Además, si se te facilita, haz videos, notas de voz o fotografías de cada actividad y envíalas a mi correo electrónico o celular. Será un gusto seguir detalladamente tu proceso de aprendizaje. Espero que disfrutes de una experiencia de aprendizaje diferente y entiendas la química de algunas recetas y alimentos tradicionales.

Cordialmente,



Diego Alejandro Mora Rojas
Correo electrónico: damorar@unal.edu.co

Guía para el mediador, familiar o docente:

Esta cartilla está conformada por cinco apartados independientes entre sí, en los que se desarrollan temas de química en el contexto de la cocina y los alimentos. En cada apartado se abordan los siguientes contenidos disciplinares:

- El apartado "Composición de los alimentos" aborda los conceptos de átomos, elementos, enlace químico y compuestos químicos.
- El apartado "Estado físico de los alimentos" aborda los conceptos de estados de condensación de la materia y sistemas dispersos.
- El apartado "Mezclas en los alimentos" aborda los conceptos de disolución, mezclas homogéneas y heterogéneas.
- El apartado "Fermentación en los alimentos" aborda los conceptos de fermentación acido-láctica y etanólica.
- El apartado "Acidez en los alimentos" aborda el concepto de acidez.

En cada apartado, la secuencia de actividades está organizada según el modelo instruccional BSCS 5E (enganche, exploración, explicación, elaboración y evaluación) y la taxonomía de Bloom. Por lo tanto, se recomienda desarrollar la cartilla según la secuencia propuesta. Los materiales que se requieren son accesibles y están disponibles en casa.

En el proceso de aprendizaje a través de la cartilla, el docente o familiar se concibe como un guía que facilita la implementación de las actividades y hace una retroalimentación continua en función de los resultados observados. Al mismo tiempo, se pretende fomentar la colaboración, la comunicación, la creatividad y el pensamiento crítico.

Tabla de contenido

Composición de los alimentos
¿De qué están hechos los alimentos? 15

Estado físico de los alimentos
¿Cómo es la estructura de un alimento? 41

Mezclas en los alimentos
¿Cómo se mezclan los ingredientes de los alimentos? 59

Fermentación en los alimentos
¿Cómo las bacterias pueden preparar alimentos? 75

Acidez en los alimentos
¿A qué se debe el sabor ácido de los alimentos? 93



Composición de los alimentos

¿De qué están hechos los alimentos?



Actividad 1. Tu alimento favorito

Piensa en tu alimento favorito y haz un dibujo en el que indiques los ingredientes. Describe el alimento a través de un escrito corto. En tu escrito, responde las siguientes preguntas con la ayuda de tu acompañante:

- ¿Por qué es tu alimento favorito?
- ¿Qué ingredientes se necesitan para prepararlo?
- ¿Cuál es la receta para prepararlo?
- ¿Cuál es el aroma, el sabor y la textura del alimento?
- ¿Es un alimento típico de tu región?

Mi alimento favorito es…



¿De qué están hechos los alimentos?

Para comprender las propiedades físicas, químicas y nutricionales de los alimentos, inicialmente debemos preguntarnos: ¿de qué están hechos los alimentos? Reconocemos que los alimentos provienen de la naturaleza. Por ejemplo, los animales, los cultivos o las minas de sal son fuentes de alimento. Intuitivamente, el origen de los alimentos nos da una idea del *material* del cual están hechos. El objetivo de las actividades que se proponen a continuación es que logres establecer una relación entre el origen de los alimentos y su composición química. Prepara tus sentidos para iniciar nuestro estudio.





Actividad 2. La tabla nutricional

1. Piensa en tu alimento favorito y en sus ingredientes principales. Puede ser que tu alimento, o los ingredientes con los que se prepara, vengan en empaques con etiquetas que tienen mucha información. Busca en la etiqueta de tu alimento, o de uno de sus ingredientes, la tabla que dice Información Nutricional.

2. Con base en la tabla nutricional, responde las siguientes preguntas:

2.1. ¿Qué términos ya habías escuchado?

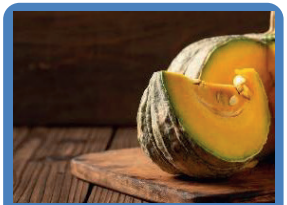
2.2. ¿Qué términos son nuevos para ti?

2.3. ¿Reconoces las moléculas alimenticias?

2.4. ¿Cuál componente está en mayor cantidad:
grasas, carbohidratos o proteínas?

3. A continuación, se muestran alimentos de la alacena. ¿Qué alimentos asocias con los términos azúcar (carbohidratos), grasas y aceites (lípidos), proteínas o agua? Une el alimento con la(s) palabra(s) usando líneas.


Carne de res


Ahuyama


Leche


Panela


Sal

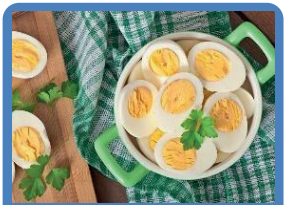
Azúcares (carbohidratos)

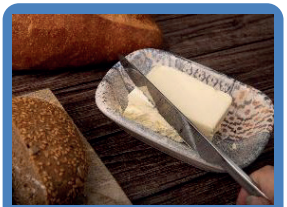
Grasas y aceites (lípidos)

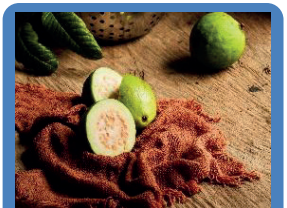
Proteínas

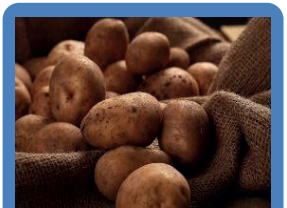
Agua


Queso


Huevos

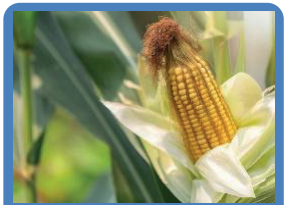

Mantequilla

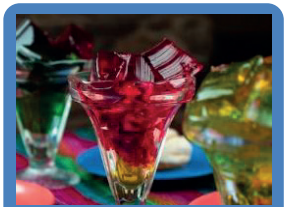

Guayaba

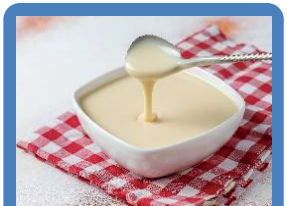

Papa

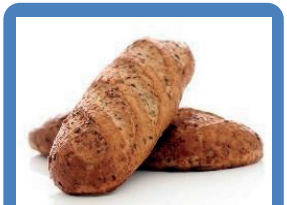
4. A continuación, se muestran alimentos de la alacena. ¿Qué alimentos asocias con los términos azúcar (carbohidratos), grasas y aceites (lípidos), proteínas o agua? Une el alimento con la(s) palabra(s) usando líneas.


Pescado


Mazorca


Gelatina


Leche condensada


Pan

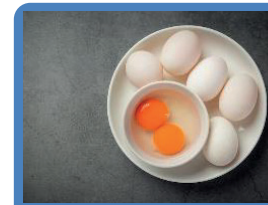
Azúcares (carbohidratos)

Grasas y aceites (lípidos)

Proteínas

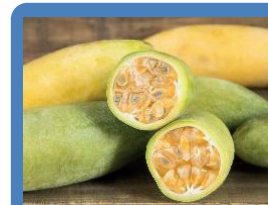
Agua


Aceite


Huevos


Yogur


Arvejas


Curuba

5. Con base en tu experiencia, ¿qué crees que significan las palabras *grasas*, *carbohidratos* y *proteínas*? Puedes usar dibujos o palabras para explicar cada una. Registra tus respuestas en los siguientes espacios:

Grasas

Carbohidratos

Proteínas



Actividad 3. De lo pequeño a lo grande

Químicamente, ¿de qué están hechos los alimentos? Como muchas otras cosas que nos rodean, los alimentos están constituidos por materia. A su vez, la materia está hecha de átomos. En consecuencia, los alimentos están hechos de átomos.

¿Cómo es el átomo? Basado en tus conocimientos, haz un dibujo del átomo. Explica tu dibujo con palabras.

Yo creo que el átomo es…

El átomo: una nube de electrones y un núcleo de protones y neutrones

Imagina que caminas en medio de la niebla. A simple vista, observas partículas en el entorno. ¿Podrías determinar con certeza la posición y el movimiento de dichas partículas?

A continuación, comprenderás que el átomo está conformado por una nube de electrones, en torno a un núcleo de protones y neutrones.

El átomo es un sistema conformado por tres tipos de partículas: neutrones, protones y electrones. Dichas partículas tienen carga eléctrica y masa, cuyos valores se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Carga y masa de las partículas atómicas: electrón, protón y neutrón.

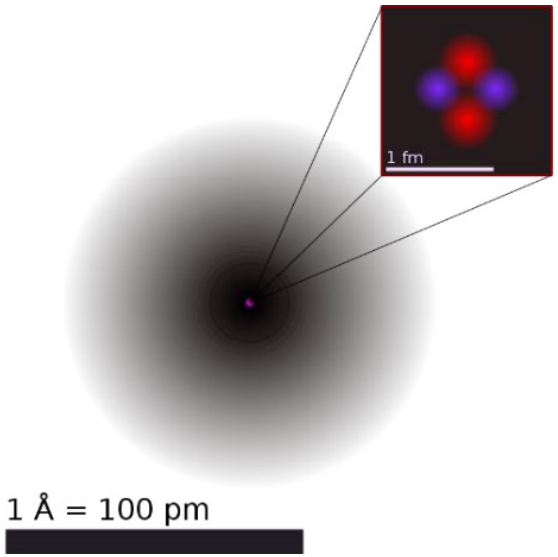
Partícula	Carga	Masa (× 10^{-31} kg)
Electrón	Negativa (-)	9,10938
Protón	Positiva (+)	16726,2
Neutrón	Ninguna (neutro)	16749,3

Así como tú y yo ocupamos un lugar, las partículas del átomo están distribuidas en el espacio y se mueven continuamente. Si tuviéramos visión atómica, seguramente encontraríamos los neutrones y los protones juntos, en un espacio muy pequeño que se llama núcleo. En contraste, observar los electrones no sería tan sencillo porque se distribuyen en un espacio más grande. De hecho, ni siquiera es posible establecer la posición ni la trayectoria de los electrones.

Por ello, los científicos se hacen la siguiente pregunta: ¿dónde es más probable encontrar los electrones del átomo? Para responder a esta pregunta, se han planteado funciones matemáticas que intentan mostrar la probabilidad de encontrar un electrón alrededor del núcleo del átomo.

Por ejemplo, la **Figura 1** representa la probabilidad de encontrar los electrones en el átomo de helio (He). Con base en la figura, es más probable encontrar el electrón en la zona donde el color negro es más intenso. O sea, es más probable que los electrones del helio estén cerca del núcleo que a las afueras del átomo.

Figura 1. Representación de la probabilidad de encontrar los electrones en el átomo de helio (He). Las bolas rojas indican los neutrones, las bolas azules los protones, y la zona sombreada de negro es la posible distribución de los electrones.



Fuente: Yzmo (2020).

Actividad 4. De los átomos a las moléculas

Con base en la lectura "El átomo: una nube de electrones y un núcleo de protones y neutrones", responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo podemos representar el átomo? Basado en lo que has aprendido, haz un dibujo que represente el átomo. Señala los protones, neutrones y electrones. Explica tu dibujo con palabras.

2. Compara. ¿Qué diferencias importantes encuentras entre el átomo que dibujaste en la actividad 3 y este?

3. Al finalizar esta sección, ¿qué aprendiste sobre el átomo?

Señor átomo: ¡identifíquese!

No todos los átomos son iguales. De hecho, por cada tipo de átomo existe un elemento químico. Diversos elementos químicos están presentes en la cocina. Por ejemplo, los vasos de vidrio están hechos de átomos de oxígeno (O) y silicio (Si); la hoja de los cuchillos de acero inoxidable es una aleación de hierro (Fe), carbono (C) y cromo (Cr). Por su parte, los alimentos y los seres vivos tienen átomos de carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), entre otros. ¿Cómo distinguir los átomos de un elemento si todos están conformados por las mismas partículas: electrones, protones y neutrones? A continuación, comprenderás que el número de protones define la identidad del átomo, es decir, su elemento químico.

Ya comprendimos que el átomo es una nube de electrones en torno a un núcleo de protones y neutrones. Ahora, vamos a explorar la relación entre el átomo y los elementos químicos. En la página siguiente se muestran fotografías de la mayoría de los elementos mientras que dos páginas después se muestra la tabla periódica de los elementos descubiertos hasta el año 2022. A simple vista, notamos que las propiedades de cada elemento son únicas. Por ejemplo, bajo las condiciones ambientales en las que vivimos, la mayoría de los elementos son sólidos (como hierro (Fe), cobre (Cu), carbono (C) y azufre (S)), algunos son gaseosos (por ejemplo, hidrógeno (H), nitrógeno (N), oxígeno (O), flúor (F), cloro (Cl) y los gases nobles (He, Ne, Ar, Kr, Xe)) y otros son líquidos (como mercurio (Hg)).

¿Cuántos elementos químicos se han descubierto hasta la fecha? _____.

Si los elementos son materia, que a su vez está hecha de átomos, y todos los átomos tienen electrones, protones y neutrones, ¿por qué existen tantos elementos químicos, todos diferentes? ¿qué diferencia fundamental existe entre los átomos de cada elemento? En esencia, lo que hace que un átomo de un elemento sea diferente de otro es el número de protones. De hecho, un principio general es que todos los átomos de un mismo elemento químico tienen el mismo número de protones en el núcleo. Por ejemplo, todo átomo con 1 protón es de hidrógeno (H), todo átomo con 2 protones es de helio (He), todo átomo de 3 protones es de litio (Li), y así sucesivamente. De esta manera, si dos o más átomos poseen el mismo número de protones entonces son del mismo elemento.

¿Qué elementos químicos están presentes en los alimentos?

_____
_____
_____
_____

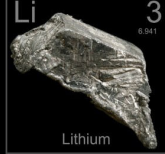
¿Cómo saber el número de protones de un átomo a partir de la tabla periódica? Inicialmente, la clave para entender la tabla periódica de la portada es la siguiente:

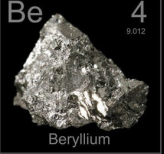


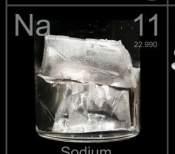
Como respuesta a la pregunta inicial, el número de protones es igual al número atómico.

The Eleme


H 1 1.008 Hydrogen

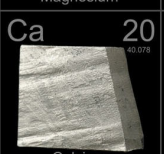

Li 3 6.941 Lithium


Be 4 9.012 Beryllium


Na 11 22.990 Sodium


Mg 12 24.305 Magnesium


K 19 39.098 Potassium


Ca 20 40.078 Calcium


Sc 21 44.956 Scandium


Ti 22 47.867 Titanium

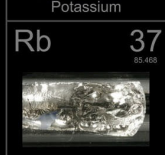

V 23 50.942 Vanadium


Cr 24 51.996 Chromium


Mn 25 54.938 Manganese


Fe 26 55.845 Iron


Co 27 58.933 Cobalt


Rb 37 85.468 Rubidium

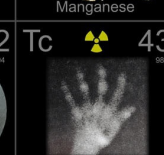

Sr 38 87.62 Strontium


Y 39 88.906 Yttrium


Zr 40 91.224 Zirconium

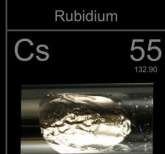

Nb 41 92.906 Niobium


Mo 42 95.94 Molybdenum


Tc 43 98. Technetium


Ru 44 101.07 Ruthenium

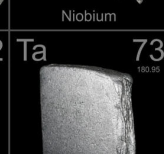

Rh 45 102.91 Rhodium

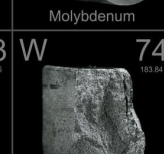

Cs 55 132.90 Cesium


Ba 56 137.33 Barium

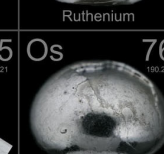

La 57 Ce 58 Pr 59 Nd 60 Pm 61 Sm 62 Eu 63 Gd 64 Tb 65 Dy 66 Ho 67 Er 68 Tm 69 Yb 70 Lu 71


Hf 72 178.49 Hafnium

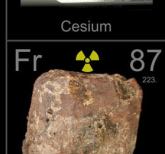

Ta 73 180.95 Tantalum


W 74 183.84 Tungsten


Re 75 186.21 Rhenium


Os 76 190.23 Osmium


Ir 77 192.22 Iridium

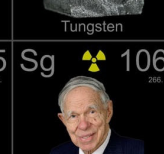

Fr 87 223. Francium

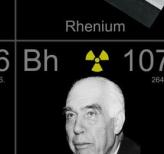

Ra 88 226. Radium


Ac 89 Th 90 Pa 91 U 92 Np 93 Pu 94 Am 95 Cm 96 Bk 97 Cf 98 Es 99 Fm 100 Md 101 No 102 Lr 103


Rf 104 261. Rutherfordium


Db 105 262. Dubnium


Sg 106 265. Seaborgium


Bh 107 264. Bohrium


Hs 108 277. Hassium

Mt 109 268. Meitnerium

Radioactive elements

Photographs show samples of the pure or nearly pure element except as follows: At, Rn, Fr, Ac, Pa, and Np show radioactive minerals containing minute traces of the element, Po, Ra, Pm, Pu, and Am show artificial objects containing invisible amounts of the element. Technetium shows a Tc-99 bone scan. Hydrogen shows a Hubble Space Telescope image of the Eagle Nebula, which is mostly hydrogen. 96-111 show the person or place after which the element is named. 112-118 had not been named yet in 2006.

Poster and photography by Theodore W. Gray, RGB Research, Ltd.

All images Copyright © 2006 Theodore W. Gray except as follows: H courtesy NASA, Lr, Sg courtesy Lawrence Berkeley National Laboratory, Rf courtesy The University of Manchester, Cm, Es, No, Rg Copyright © The Nobel Foundation, Bh courtesy Niels Bohr Archive, Fm courtesy US Department of Energy, Mt courtesy Hahn-Meitner Institute, Berkeley Seal © and TM 2001 UC Regents, Cf, Ds, Hs, Db courtesy the respective city or state.

Poster Copyright © 2006 Theodore W. Gray all rights reserved.

Other sizes of this poster: periodictabletable.com
Real samples like these: element-collection.com

La 57 138.91 Lanthanum

Ce 58 140.12 Cerium

Pr 59 140.91 Praseodymium

Nd 60 144.24 Neodymium

Pm 61 145. Promethium

Sm 62 150.36 Samarium

Eu 63 151.96 Europium

Ac 89 227. Actinium

Th 90 232.04 Thorium

Pa 91 231.04 Protactinium

U 92 238.03 Uranium

Np 93 237. Neptunium

Pu 94 244. Plutonium

Am 95 243. Americium

ents



Fuente: Gray (2012).

IUPAC Periodic Tab

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 **H** hydrogen 1.0080 ± 0.0002								
3 **Li** lithium 6.94 ± 0.06	4 **Be** beryllium 9.0122 ± 0.0001							
11 **Na** sodium 22.990 ± 0.001	12 **Mg** magnesium 24.305 ± 0.002							
19 **K** potassium 39.098 ± 0.001	20 **Ca** calcium 40.078 ± 0.004	21 **Sc** scandium 44.956 ± 0.001	22 **Ti** titanium 47.867 ± 0.001	23 **V** vanadium 50.942 ± 0.001	24 **Cr** chromium 51.996 ± 0.001	25 **Mn** manganese 54.938 ± 0.001	26 **Fe** iron 55.845 ± 0.002	27 **Co** cobalt 58.933 ± 0.001
37 **Rb** rubidium 85.468 ± 0.001	38 **Sr** strontium 87.62 ± 0.01	39 **Y** yttrium 88.906 ± 0.001	40 **Zr** zirconium 91.224 ± 0.002	41 **Nb** niobium 92.906 ± 0.001	42 **Mo** molybdenum 95.95 ± 0.01	43 **Tc** technetium [97]	44 **Ru** ruthenium 101.07 ± 0.02	45 **Rh** rhodium 102.91 ± 0.01
55 **Cs** caesium 132.91 ± 0.01	56 **Ba** barium 137.33 ± 0.01	57-71 lanthanoids	72 **Hf** hafnium 178.49 ± 0.01	73 **Ta** tantalum 180.95 ± 0.01	74 **W** tungsten 183.84 ± 0.01	75 **Re** rhenium 186.21 ± 0.01	76 **Os** osmium 190.23 ± 0.03	77 **Ir** iridium 192.22 ± 0.01
87 **Fr** francium [223]	88 **Ra** radium [226]	89-103 actinoids	104 **Rf** rutherfordium [267]	105 **Db** dubnium [268]	106 **Sg** seaborgium [269]	107 **Bh** bohrium [270]	108 **Hs** hassium [269]	109 **Mt** meitnerium [277]

Key:

atomic number
Symbol
name
abridged standard atomic weight

57 **La** lanthanum 138.91 ± 0.01	58 **Ce** cerium 140.12 ± 0.01	59 **Pr** praseodymium 140.91 ± 0.01	60 **Nd** neodymium 144.24 ± 0.01	61 **Pm** promethium [145]	62 **Sm** samarium 150.36 ± 0.02
89 **Ac** actinium [227]	90 **Th** thorium 232.04 ± 0.01	91 **Pa** protactinium 231.04 ± 0.01	92 **U** uranium 238.03 ± 0.01	93 **Np** neptunium [237]	94 **Pu** plutonium [244]

INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

ble of the Elements

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								2 **He** helium 4.0026 ± 0.0001
			5 **B** boron 10.81 ± 0.02	6 **C** carbon 12.011 ± 0.002	7 **N** nitrogen 14.007 ± 0.001	8 **O** oxygen 15.999 ± 0.001	9 **F** fluorine 18.998 ± 0.001	10 **Ne** neon 20.180 ± 0.001
			13 **Al** aluminium 26.982 ± 0.001	14 **Si** silicon 28.085 ± 0.001	15 **P** phosphorus 30.974 ± 0.001	16 **S** sulfur 32.06 ± 0.02	17 **Cl** chlorine 35.45 ± 0.01	18 **Ar** argon 39.95 ± 0.16
28 **Ni** nickel 58.693 ± 0.001	29 **Cu** copper 63.546 ± 0.003	30 **Zn** zinc 65.38 ± 0.02	31 **Ga** gallium 69.723 ± 0.001	32 **Ge** germanium 72.630 ± 0.008	33 **As** arsenic 74.922 ± 0.001	34 **Se** selenium 78.971 ± 0.008	35 **Br** bromine 79.904 ± 0.003	36 **Kr** krypton 83.798 ± 0.002
46 **Pd** palladium 106.42 ± 0.01	47 **Ag** silver 107.87 ± 0.01	48 **Cd** cadmium 112.41 ± 0.01	49 **In** indium 114.82 ± 0.01	50 **Sn** tin 118.71 ± 0.01	51 **Sb** antimony 121.76 ± 0.01	52 **Te** tellurium 127.60 ± 0.03	53 **I** iodine 126.90 ± 0.01	54 **Xe** xenon 131.29 ± 0.01
78 **Pt** platinum 195.08 ± 0.02	79 **Au** gold 196.97 ± 0.01	80 **Hg** mercury 200.59 ± 0.01	81 **Tl** thallium 204.38 ± 0.01	82 **Pb** lead 207.2 ± 1.1	83 **Bi** bismuth 208.98 ± 0.01	84 **Po** polonium [209]	85 **At** astatine [210]	86 **Rn** radon [222]
110 **Ds** darmstadtium [281]	111 **Rg** roentgenium [282]	112 **Cn** copernicium [285]	113 **Nh** nihonium [286]	114 **Fl** flerovium [290]	115 **Mc** moscovium [290]	116 **Lv** livermorium [293]	117 **Ts** tennessine [294]	118 **Og** oganesson [294]

63 **Eu** europium 151.96 ± 0.01	64 **Gd** gadolinium 157.25 ± 0.03	65 **Tb** terbium 158.93 ± 0.01	66 **Dy** dysprosium 162.50 ± 0.01	67 **Ho** holmium 164.93 ± 0.01	68 **Er** erbium 167.26 ± 0.01	69 **Tm** thulium 168.93 ± 0.01	70 **Yb** ytterbium 173.05 ± 0.02	71 **Lu** lutetium 174.97 ± 0.01
95 **Am** americium [243]	96 **Cm** curium [247]	97 **Bk** berkelium [247]	98 **Cf** californium [251]	99 **Es** einsteinium [252]	100 **Fm** fermium [257]	101 **Md** mendelevium [258]	102 **No** nobelium [259]	103 **Lr** lawrencium [262]

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022.

Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Identificación de elementos basada en la luz emitida

La identificación de los elementos químicos puede llevarse a cabo en el laboratorio a través de técnicas denominadas espectroscópicas.

La espectroscopía se basa en la interacción entre la energía radiante (o la luz) y la materia. Por ejemplo, considera un átomo que absorbe energía. Los electrones aumentan su nivel de energía y decimos que el átomo se excita. Recuerda que sólo los niveles de mínima energía son estables, por tanto, el átomo excitado es inestable. Así, los electrones tienden a regresar espontáneamente a los estados de mínima energía y decimos que el átomo se relaja. En este proceso de relajación, se libera energía. De hecho, la energía liberada es igual a la energía absorbida, dado que la energía no se crea ni se destruye. En ocasiones, cuando el átomo se relaja, la energía liberada se visualiza como luz. Además, es posible diferenciar los átomos de un elemento porque cada elemento se excita de manera distinta cuando absorbe energía y por eso, al relajarse, emite una luz diferente.

Con base en la espectroscopía, llevaremos a cabo la identificación de átomos de sodio con base en la luz emitida, usando un espectroscopio construido en casa.

Laboratorio en casa: identificación de sodio usando la luz de una vela

Parte 1. Construcción de un espectroscopio

Objetivo

Construir un espectroscopio empleando materiales accesibles y económicos.

Materiales

Para elaborar el espectroscopio necesitas los siguientes materiales:

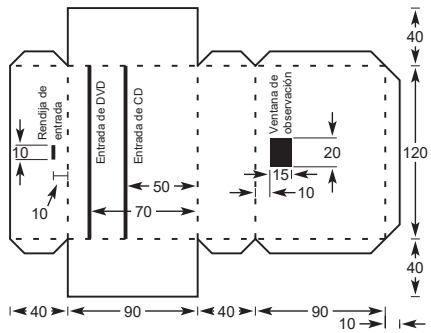
- 1/8 de cartón-cartulina
- 1/8 de cartulina negra
- 1 CD o DVD
- Lápiz y borrador
- Regla
- Pegante
- Tijeras
- Bisturí

Procedimiento

La plantilla del espectroscopio se muestra en la **Figura 2**. En cartón-cartulina, copia la plantilla con las medidas indicadas. Recorta por las líneas continuas y dobla por las líneas punteadas. Con el bisturí, corta la *rendija de entrada*, la *ventana de observación* y la *entrada* para el CD o el DVD. Pega a través de las pestañas P, de tal manera que construyas una caja como la que se muestra en la **Figura 3**. Ahora, introduce el CD o el DVD a través de la *entrada respectiva*, con la cara brillante orientada hacia la *ventana de observación*.

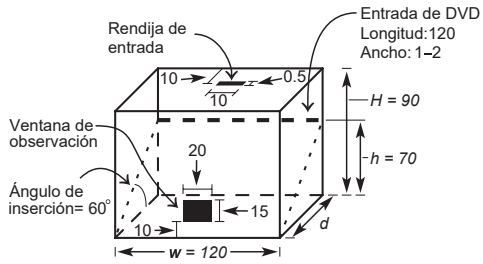
Para mejorar las observaciones con el espectroscopio, se recomienda colocar una máscara de cartulina negra sobre la cara brillante del CD o el DVD. En la **Figura 4** se muestra la plantilla de la máscara. Esencialmente, la máscara es un rectángulo de 100 mm por 120 mm, con una ventana rectangular de 20 mm por 10 mm. En la cartulina negra, copia la plantilla con las medidas indicadas y recorta. Con el bisturí, corta la ventana rectangular. Finalmente, sobre la cara brillante del CD introduce la máscara. Ya está listo el espectroscopio para empezar a experimentar.

Figura 2. Plantilla del espectroscopio.



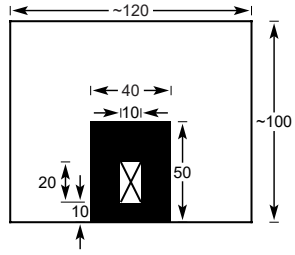
Fuente: adaptada de Wakabayashy y Hamada (2006).

Figura 3. Plantilla del espectroscopio.



Fuente: adaptada de Wakabayashy y Hamada (2006).

Figura 4. Plantilla de la máscara.



Fuente: adaptada de Wakabayashy y Hamada (2006).

Parte 2. Uso correcto del espectroscopio

Objetivo

Usar correctamente un espectroscopio elaborado en casa con materiales accesibles y económicos.

Introducción

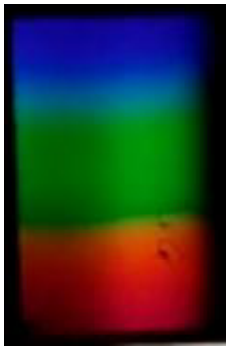
El espectroscopio es un instrumento utilizado para el análisis de la luz. La luz entra por la *rendija de entrada* y es difractada sobre el CD o DVD. A través de la *ventana de observación* puedes observar los espectros de luz que se crean. Por ejemplo, en la **Figura 5** se muestra el espectro de la luz natural blanca; fíjate que la luz blanca es una mezcla de distintos colores.

Procedimiento

> No observar la luz solar: riesgo por exposición a radiación UV

Permite el paso de luz blanca a través de la rendija del espectroscopio y observa atentamente por la *ventana de observación*. Si es necesario, gira el espectroscopio hacia adelante o hacia atrás, mirando fijamente por la ventana. Haz los intentos necesarios hasta que logres un arcoíris sobre toda la ventana como el que se muestra en la **Figura 5**.

Figura 5. Espectro de la luz blanca.



Cuando logres observar el arcoíris, dibuja o toma una foto del espectro. Describe tus observaciones con palabras. De esta manera sabrás cómo mirar a través del espectroscopio y estarás capacitado para seguir con la parte 3 del laboratorio. ¿Listo?

Antes de pasar a la parte 3, registra las evidencias de tu entrenamiento en la **Tabla 2**. Con base en los resultados, haz el análisis y la conclusión.

Resultados

En la **Tabla 2** registra las observaciones realizadas de los espectros. Describe tus observaciones usando palabras y dibujos o fotos.

Tabla 2. Comparación del espectro de la luz blanca reportado con el espectro experimental.

Espectro de la luz blanca	
Reportado	Experimental
	
Descripción de las imágenes observadas	

Análisis de resultados

¿Es similar el espectro experimental y el espectro reportado?

Conclusión

¿Es similar el espectro experimental y el espectro reportado?

Sí	No	No estoy seguro

Parte 3. Identificación de sodio

Objetivo

Identificar sodio usando una llama de vela y un espectroscopio.

Materiales

Para llevar a cabo la identificación de sodio, usando el espectroscopio, requieres los siguientes reactivos:

- Agua
- Cloruro de sodio (NaCl) o sal de cocina

Procedimiento

- **Ensayo 1.** Enciende la vela. Observa el espectro de la luz de la vela en el espectroscopio. Dibuja o toma una foto del espectro. Pega la foto o haz el dibujo en la **Tabla 3**. Describe tus observaciones con palabras. Apaga la vela.
- **Ensayo 2.** Enciende la vela. Observa directamente la luz de la vela. Dibuja o toma una foto de la llama. Pega la foto o haz el dibujo en la **Tabla 4**. Describe tus observaciones con palabras. Apaga la vela.
- **Ensayo 3.** Disuelve la mayor cantidad de NaCl en una porción de agua. Enciende la vela. Coloca una porción de la disolución de NaCl en una cucharita y acércala a la llama de la vela. Observa el espectro de la luz de la llama en el espectroscopio. Dibuja o toma una foto del espectro. Pega la foto o haz el dibujo en la **Tabla 3**. Describe tus observaciones con palabras. Apaga la vela.
- **Ensayo 4.** Enciende la vela. Coloca una porción de la disolución de NaCl en una cucharita y acércala a la llama de la vela. Observa la llama directamente. Dibuja o toma una foto de la llama. Pega la foto o haz el dibujo en la **Tabla 4**. Describe tus observaciones con palabras. Apaga la vela.

Resultados

En las **Tablas 3** y **4** registra las observaciones realizadas de los espectros y las llamas. Describe tus observaciones usando palabras y dibujos o fotos.

Tabla 3. Comparación del espectro de la llama de la vela con el espectro de la llama de NaCl.

Espectro de la llama	**Espectro de la llama de NaCl**
(Ensayo 1)	(Ensayo 3)
Descripción de las imágenes observadas	

Tabla 4. Comparación de la llama de la vela con la llama de NaCl.

Espectro de la llama	**Espectro de la llama de NaCl**
(Ensayo 2)	(Ensayo 4)
Descripción de las imágenes observadas	

Análisis de resultados

Con base en tus registros, responde:

De acuerdo con los espectros de la **Tabla 3**, ¿qué diferencia existe entre el espectro de la llama de la vela y el espectro de la llama de NaCl?

De acuerdo con las llamas de la **Tabla 4**, ¿qué diferencia existe entre el color de la llama de la vela y el color de la llama de NaCl?

¿Qué relación existe entre el color de la llama de NaCl y el espectro del NaCl?

Existen evidencias científicas que soportan que la diferencia entre los espectros y el color de la llama de NaCl es debida al Na. De hecho, explican el porqué del color de la luz emitida por las lámparas de Na, ampliamente empleadas en los alumbrados públicos antes de la implementación de las bombillas LED.

Conclusión

¿Se cumplió el objetivo de llevar a cabo la identificación de Na usando la llama de una vela y un espectroscopio?

Sí	No	No estoy seguro

¿Qué otras fuentes de luz puedes analizar con el espectroscopio? Registra tus observaciones en el siguiente espacio.



No observar la luz solar: riesgo por exposición a radiación UV.

El enlace químico: un matrimonio a nivel atómico

En este punto, podemos afirmar que la materia está constituida por elementos químicos. Pero, basados en nuestra experiencia, sabemos que los alimentos son diferentes a los elementos de la tabla periódica. Más aún, la exposición a la mayoría de los elementos químicos puros, a través de los sentidos, puede ser perjudicial para la salud. Entonces, valdría la pena preguntarnos: ¿cómo interactúan los átomos de distintos elementos para dar lugar al material de los alimentos?

Imagina dos átomos tan cerca que:

1. En medio de los dos es más probable encontrar los electrones.
2. Se forma un sistema estable o de mínima energía potencial.

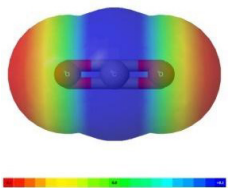
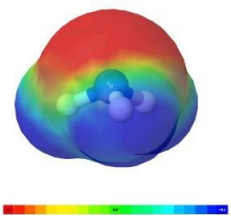
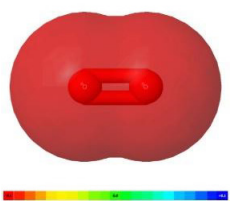
Si se cumplen las dos condiciones anteriores, entonces decimos que los átomos forman un enlace químico. El nuevo sistema que se forma cuando se enlazan dos o más átomos se denomina molécula. O sea, una molécula es el matrimonio entre dos o más átomos.

Algunos ejemplos de moléculas se muestran en la **Tabla 5**. Las moléculas tienen dos representaciones: 1) Bolas y barras: las bolas representan los átomos mientras que las barras representan los enlaces químicos. 2) Mapa de colores: representa la probabilidad de encontrar los electrones en la molécula; en las zonas rojas es más probable encontrar electrones que en las zonas azules. Fíjate que cada molécula tiene una forma diferente, lo cual contribuye a la estabilidad del sistema. La forma de la molécula depende de la distribución espacial de los átomos.



¿Reconoces alguna de las moléculas de la **Tabla 5**? Encierra aquellas moléculas que ya conocías.

Tabla 5. Ejemplos de moléculas representadas mediante bolas y barras. Las bolas representan átomos y las barras representan los enlaces químicos. El mapa de colores representa la distribución de los electrones.

Dióxido de carbono CO_2	
Amoniaco NH_3	
Oxígeno O_2	

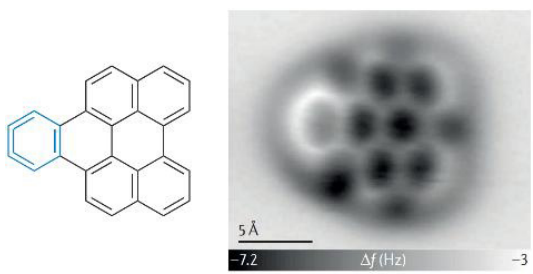
Convenciones	
Color de bolas	**Átomo que representa**
Rojo	Oxígeno (O)
Gris	Carbono (C)
Blanco	Hidrógeno (H)
Azul	Nitrógeno (N)

Nota: modelos generados con *CheMagic Virtual Molecular Model Kit*.

Los átomos no pueden estar ni muy lejos, ni muy cerca

Toma una banda de caucho y observa su tamaño. Luego, estira la banda y suéltala. ¿La banda retoma el tamaño original? Ahora, coloca la banda en tu mano y ciérrala, formando un puño. Suéltala. ¿La banda retoma el tamaño original? Fíjate que la banda tiende a recuperar la forma inicial. En otras palabras, la forma estirada o apretada no es estable. La experiencia de la banda de caucho me permite introducir la definición del enlace químico: los átomos no pueden estar ni muy lejos ni muy cerca.

Figura 6. Representación (izquierda) y microfotografía (derecha) de una molécula de cumuleno.



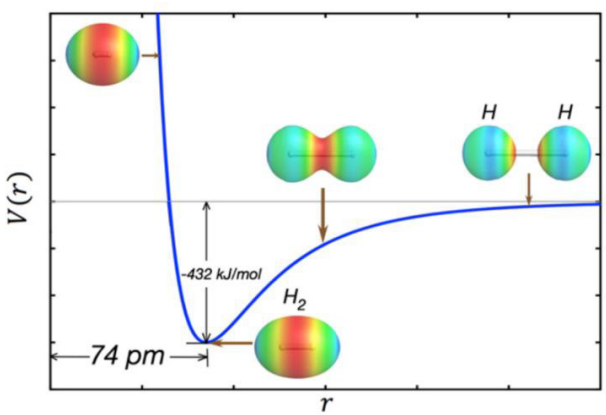
Fuente: Pavlicek y Gross (2017).

Para ilustrar el concepto de enlace químico, consideremos la formación de la molécula de hidrógeno, cuya fórmula química es H_2 porque está conformada por dos átomos de H. En la **Figura 7** se grafica la energía $V(r)$ (en el eje vertical) y la distancia r entre dos átomos de H (en el eje horizontal). La línea continua, de color azul, nos muestra cómo cambia la energía a medida que cambia la distancia entre los átomos de H. Nota que hay un punto mínimo cuando r es igual a 74 picómetros (pm).

Con base en la gráfica, podemos afirmar que sólo cuando los núcleos de los átomos de H están a una distancia de 74 picómetros se forma un sistema estable con la menor energía. El sistema que se forma es la molécula de hidrogeno (H_2). Ello explica por qué, en las condiciones en las que vivimos, no existen átomos de H aislados, sino que están enlazados por pares, formando moléculas de H_2, presentes en el aire como gas.

En otras palabras, fíjate que cuando r es igual a 74 picómetros se cumplen las dos condiciones para que se forme un enlace químico: la zona de color rojo indica que allí es más probable encontrar los electrones y, justamente, dicha zona está en medio de los dos átomos de H. Además, se forma un sistema estable, de mínima energía, que equivale a -432 kJ/mol. Nota que, si los átomos de hidrógeno están muy cerca, a una distancia menor que 74 picómetros, o muy lejos, a una distancia mayor que 74 picómetros, el sistema no es estable porque la energía es muy alta. En consecuencia, para que se forme el enlace, los átomos de H no pueden estar ni muy lejos ni muy cerca, sino a 74 picómetros.

Figura 7. Variación de la energía respecto a la distancia entre dos átomos de H.

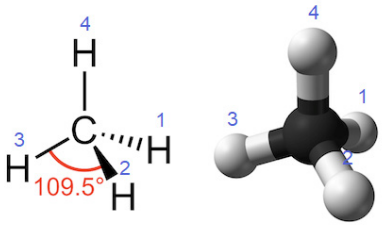


Fuente: Suárez (2021).

Las moléculas de carbono (C)

En la **Figura 8** se muestra la molécula de metano (CH_4). El CH_4 es un gas usado como combustible. Fíjate en la nueva alternativa para representar moléculas utilizando barras (—) y cuñas (►) para unir átomos. Recuerda que las moléculas tienen una forma, según la distribución de los átomos, y las cuñas contribuyen a definir la orientación espacial de los átomos:

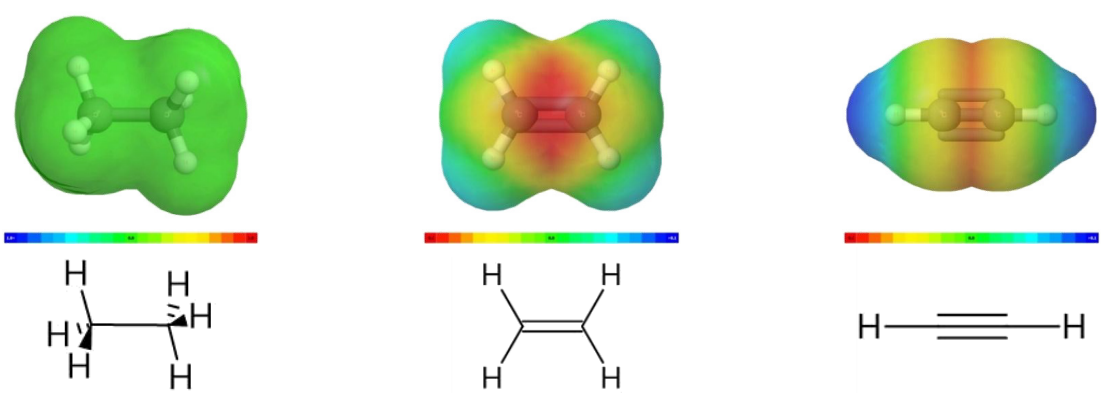
Figura 8. La molécula de metano (CH_4).



- Las cuñas punteadas representan enlaces dirigidos hacia atrás. O sea, el átomo 1 está hacia atrás de la hoja.
- Las cuñas de negro representan enlaces dirigidos hacia el frente. O sea, el átomo 2 está hacia el frente de la hoja.
- Las barras representan enlaces sobre la hoja. O sea, los átomos 3 y 4 no están ni hacia atrás ni hacia el frente de la hoja.

Ahora, observa la **Figura 9**. Todas las moléculas están compuestas por átomos de carbono (C) e hidrógeno (H), sin embargo, cambia el número de H. Observa que los átomos de C no se muestran en la representación de cuñas y barras, sin embargo, comparando los dos modelos puedes identificarlos fácilmente. Teniendo en cuenta la definición del enlace químico, ¿dónde crees que es más probable encontrar electrones en cada molécula? Encierra la zona con un círculo. En la representación de cuñas y barras, los enlaces múltiples (sencillos o dobles) son otra forma de indicar la alta probabilidad de encontrar electrones.

Figura 9. Representación de las moléculas de etano (C_2H_6), eteno (C_2H_4) y etino (C_2H_2).



Etano (C_2H_6) | Eteno (C_2H_4) | Etino (C_2H_2)

Nota: modelos generados con *CheMagic Virtual Molecular Model Kit*.



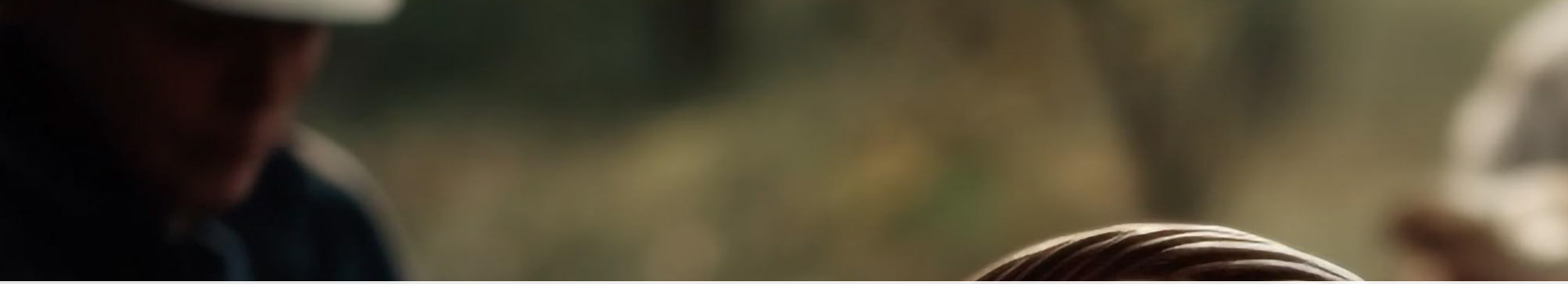
Conclusión

Ya comprendimos que los átomos se enlazan para formar sistemas estables, de mínima energía, denominados moléculas. Ahora bien, las moléculas de los alimentos son más grandes porque tienen más átomos enlazados. Podemos distinguir tres tipos de moléculas en los alimentos: *grasas*, *carbohidratos* y *proteínas*. ¡Las mismas que se mencionan en la tabla nutricional! Dichas moléculas están compuestas principalmente por los siguientes elementos: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S); algunas proteínas también están compuestas por elementos metálicos como hierro (Fe) y calcio (Ca). Otras moléculas importantes en los alimentos son el agua (H_2O) y las moléculas del aroma y el sabor. Más adelante profundizaremos en cada uno de los tipos de moléculas.



Estado físico de los alimentos

¿Cómo es la estructura de un alimento?



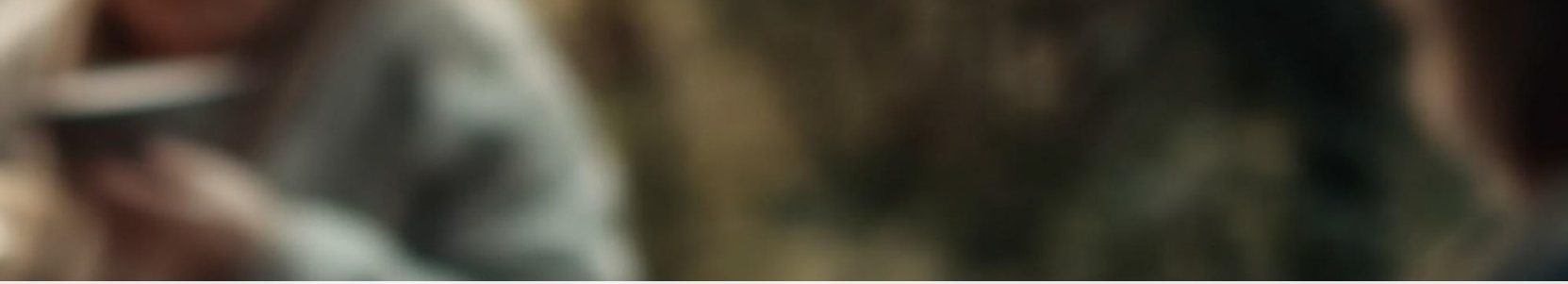
¿Cuál es el estado físico de los alimentos?

Cada vez que nos reunimos en la casa de mi abuelita Trina para celebrar Año Nuevo, San Pedro o Navidad, el amasijo no puede faltar. Arepas, roscas, colaciones y envueltos son algunos de los manjares que tradicionalmente preparamos. Digo *preparamos* porque me gusta ayudar a mi mamá y a mis tías a hacer las masas y armar los panes.

Para la preparación del amasijo, ellas dicen que uno de los ingredientes más importantes es la cuajada. Y se necesita bastante: ¡cuanta más cuajada tenga el pan, más sabroso es! Por ello, mi tía Romelia encarga cuajadas a sus vecinas: si no es la señora Lilia entonces es la señora Ana Rosa quien le vende las cuajadas a mi tía. Además, mi tía guarda la leche ordeñada del día para cortarla.

La cuajada debe quedar en su punto, bien apretada, pero con un poquito de suero, no muy seca. Eso nunca lo he podido entender. Desde el punto de vista científico, ¿cómo se describe el estado físico de la cuajada? A continuación, te presento una serie de actividades que nos podrían ayudar a resolver el problema.





¡Empecemos!

Intentemos clasificar algunos alimentos como sólidos, líquidos o gases. Prepara tus sentidos, estos te ayudarán a cumplir la tarea.

Pistas para clasificar sólidos, líquidos y gases

Sólidos
Un sólido tiene forma y ocupa un espacio. Además, no puedes comprimirlo si ejerces presión o aplicas una fuerza.



Las monedas son sólidas porque su forma no se adapta al recipiente.

Líquidos
Un líquido ocupa espacio, pero no tiene una forma definida, por ello adopta la forma del recipiente que lo contiene. Al igual que un sólido, no puedes comprimirlo.



Fíjate cómo el líquido se adapta a la forma de distintos recipientes.

Gases
Un gas no tiene forma y se distribuye en todo el espacio del recipiente que lo contiene. A diferencia de un líquido o un sólido, sí es posible comprimirlos o expandirlos para disminuir o aumentar el espacio que ocupa.



El aire se expande al interior de los globos y les da forma.

Actividad 1. ¿Sólido, líquido o gas?: los sentidos en acción

1. Observa los siguientes alimentos. Si los tienes, búscalos en la alacena de tu casa. Tócalos, pruébalos o recuérdalos. Con base en la imagen de referencia y las "Pistas para clasificar sólidos, líquidos y gases", clasifica cada uno como sólido (S), líquido (L) o gas (G) encerrando la letra correspondiente.


Masmelo
S L G


Sal de cocina
S L G


Panela
S L G


Merengue
S L G


Mantequilla
S L G


Aceite
S L G

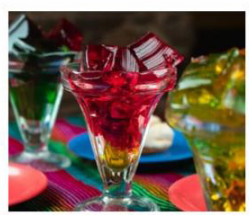

Leche
S L G


Crema de ponqué
S L G


Hielo
S L G


Chocolatina
S L G


Agua
S L G


Gelatina
S L G

2. De acuerdo con el ejercicio anterior, haz una lista de los alimentos que fueron más difíciles de clasificar como sólidos, líquidos o gaseosos, y explica por qué. Básate en tu experiencia sensorial para justificar las respuestas. Registra tus respuestas en la siguiente tabla.

Alimento	**¿Por qué fue difícil clasificarlo?**



Al parecer no es sencillo clasificar los alimentos según los estados sólido, líquido o gaseoso. Para comprender mejor por qué ello no es posible, vamos a preparar cuajada. La receta está en la siguiente página. Durante la preparación, no pierdas de vista ninguno de los cambios físicos de la leche. Debes estar muy atento, con el ojo en la olla.

¿Qué estados físicos reconoces durante el proceso de preparación de la cuajada?

¡Receta!
Cuajada

La cuajada es un alimento cotidiano, preparado a partir de la leche fresca, que forma parte de la economía familiar. ¿Cómo se describe su apariencia física?

Preparación

Ingredientes

Los ingredientes que se requieren para preparar 1 libra de cuajada son:

- 5 botellas (3¾ litros) de leche fresca
- 1 pastilla de cuajo
- Sal de cocina al gusto

Instrucciones

1. Primero, se desata el cuajo en un poquito de agua. Si se desea, también se puede disolver sal de cocina al gusto para darle sabor.
2. Cuando la leche esté a una temperatura similar a la del cuerpo humano, se adiciona el cuajo, se agita bien y se espera unos 10 minutos.
3. Para verificar que la leche haya cortado, se pasa un cuchillo a través de la leche. La formación de surcos es evidencia de que cuajó.
4. Dejar en reposo. Además, se puede emplear un colador para retirar el exceso del suero.
5. La cuajada se puede consumir con panela raspada o emplearse para preparar amasijo o queso.

Recomendaciones de los expertos

- Si la leche está muy fría o muy caliente no se cuaja. Debe estar tibia, a una temperatura similar a la del cuerpo humano.
- Si la cuajada queda blanda, el suero puede cortarse para preparar requesón.

¿Qué estados físicos identificas durante el cortado de la leche?

¿La leche cuajó blando o cuajó duro?

Actividad 2. Reflexiones sobre la preparación de cuajada

1. Con base en la preparación de la cuajada, describe los cambios que observaste en la leche a medida que se va cuajando. Usa dibujos y palabras.

2. Con base en la experiencia sensorial, describe la textura de la cuajada: ¿cómo se siente la cuajada?

3. Con base en la pregunta 2, ¿es posible clasificar la cuajada como un sólido? Ten en cuenta las propiedades de los sólidos descritas en la lectura "Pistas para clasificar sólidos, líquidos y gases".

4. Con base en la pregunta 2, ¿es posible clasificar la cuajada como un líquido? Ten en cuenta las propiedades de los sólidos descritas en la lectura "Pistas para clasificar sólidos, líquidos y gases".

Como ocurre con la cuajada, la mayoría de los alimentos no pueden clasificarse solamente como sólidos, líquidos o gases porque es muy común que mínimo dos estados estén presentes al mismo tiempo. Es decir, en un mismo alimento puede haber sólidos y líquidos, sólidos y gases, gases y líquidos.

Con base en la lectura de la siguiente página, ¿logras identificar cuál es el sistema disperso de la cuajada?



Ni sólidos ni líquidos ni gases: sistemas dispersos con varios estados

La mayoría de los alimentos no pueden clasificarse fácilmente como sólidos, líquidos o gases. Esto se debe a que es común que al menos dos estados físicos estén presentes, al mismo tiempo, en la estructura de los alimentos. Algunos quesos están conformados por sólidos, como las proteínas que se coagulan por la acción del cuajo y la sal, pero también por líquidos, incluyendo agua y grasas que quedan dispersas entre los sólidos. Algo similar sucede cuando se preparan huevos revueltos: líquidos como agua y aceite, e incluso pequeñas burbujas de aire, en estado gaseoso, quedan atrapados y dispersos entre una red de proteínas que se forma a medida que aumenta la temperatura de los huevos. Incluso en alimentos que son líquidos puede haber varios componentes. Por ejemplo, en la leche hay proteínas sólidas y, además, dos líquidos que está presentes, agua y aceite: ¡Pero el agua y las grasas no se mezclan entre sí, son inmiscibles! Resulta que las grasas están dispersas en el agua gracias a las proteínas de la leche, por ello la leche tiene una apariencia homogénea. Así, los alimentos se consideran *sistemas dispersos*.

Un **sistema disperso** está constituido por dos fases: una *fase discontinua* dispersa en una *fase continua*. Usualmente, la fase continua está dada por el ingrediente de mayor proporción. En el caso de la leche hay más agua que grasas y proteínas, por tanto, la fase continua es el agua, mientras que las fases dispersas son las grasas —que son líquidas— y las proteínas —que son sólidas—. Además, la fase continua determina la apariencia del alimento. En ese sentido, la leche tiene una apariencia líquida. Asimismo, el estado físico de ambas fases define propiedades sensoriales como textura y apariencia, y permite clasificar los alimentos según el sistema disperso.

En la siguiente tabla se definen los tipos de sistemas dispersos de acuerdo con el estado físico de la fase continua y la fase dispersa:

		Estado físico de la fase dispersa		
		Gas	**Líquido**	**Sólido**
Estado físico de la fase continua	**Gas**	No aplica	Aerosol líquido	Aerosol sólido
	Líquido	 Espuma	 Emulsión	 Suspensión o sol
	Sólido	 Espuma sólida	 Gel o emulsión sólida	 Sol sólido

Con base en tu experiencia sensorial y en la composición de cada alimento, ¿por qué crees que la crema de ponqué es una espuma, la leche es una emulsión, un jugo es una suspensión, el merengue es una espuma sólida, la gelatina es un gel y la chocolatina es un sol sólido? ¿Qué otros ejemplos hay de cada sistema disperso?



¿Cómo identificar el sistema disperso?

Es posible identificar el sistema disperso de un alimento a través de los sentidos. Por ejemplo, tratemos de identificar el sistema disperso del merengue. El merengue tiene una apariencia sólida, por ello podemos decir que la *fase continua* es sólida. Para identificar la *fase dispersa* debemos agudizar mucho más los sentidos. Observa que el merengue tiene poros o pequeños huecos llenos de aire, los cuales hacen que este sea un sólido quebradizo, por tanto, la *fase dispersa* es gaseosa. Así, el sistema disperso del merengue es una espuma sólida en la que el aire está disperso en un sólido.

Con base en la lectura anterior, ¿cuál es el sistema disperso de la cuajada? Justifica tu respuesta.

_____

_____

_____

_____

_____



Actividad 3. Resumen sobre los sistemas dispersos

Con base en la lectura "Ni sólidos ni líquidos ni gases: sistemas dispersos", elabora un mapa mental creativo en el que conectes todos los conceptos mencionados. Usa dibujos y palabras.



¿Por qué no observamos la grasa separada del suero de la leche?

Sabemos que la leche contiene líquidos, como agua y grasas, y sólidos, como las proteínas. A pesar de que el agua y las grasas son inmiscibles entre sí, observamos una sola fase de color blanco, ¿por qué?

En la leche, las grasas están dispersas en el suero como glóbulos o goticas muy pequeñas. Estas goticas están envueltas por una capa o membrana de proteínas y fosfolípidos. Químicamente, las proteínas de la membrana interactúan simultáneamente tanto con los lípidos como con el agua, lo que mantiene las goticas dispersas. Por ello, la leche es aparentemente homogénea: no observamos el agua y la grasa separadas, sino que observamos una única fase de color blanco. ¡Es una emulsión de grasa dispersa en agua! Sin embargo, podemos desestabilizar la emulsión: si se destruye la membrana de las goticas, se puede separar la grasa de la leche. Esto ocurre fácilmente en la leche fresca, recién ordeñada y sin homogeneizar.



A medida que resolvimos la pregunta sobre el estado físico de la cuajada, aprendimos que los alimentos se clasifican según el sistema disperso. Ahora es el momento de aplicar el conocimiento.

Piensa en tu alimento favorito, ¿cuál es su sistema disperso?



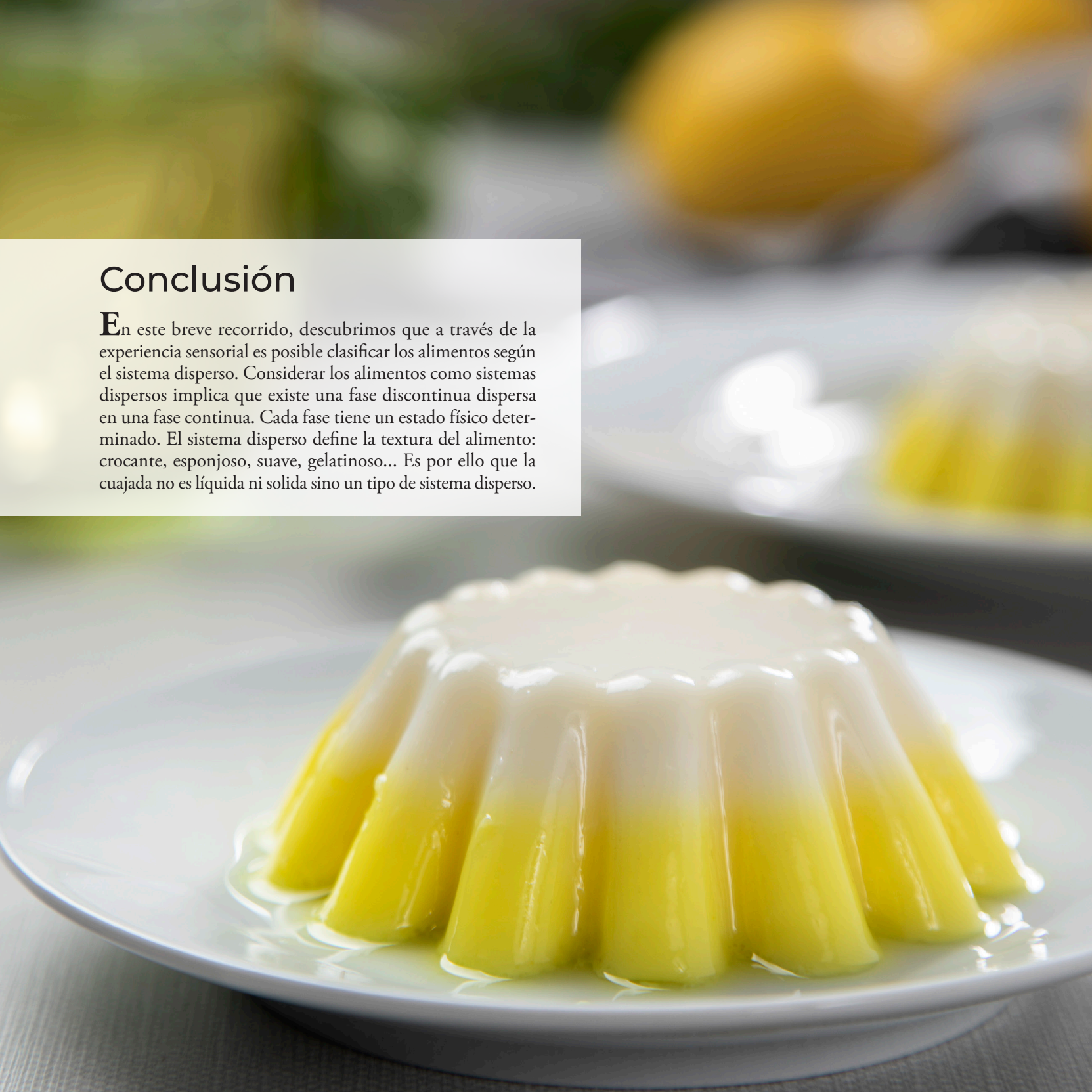
Actividad 4. Mi alimento favorito

Piensa en tu alimento favorito. A través de una carta dirigida a un ser querido, cuéntale la receta mencionando los estados físicos que se observan. Al final, describe el alimento según tu experiencia sensorial y el sistema disperso. No omitas ningún detalle y sé creativo: usa dibujos y colores.

Estimad@:

Conclusión

En este breve recorrido, descubrimos que a través de la experiencia sensorial es posible clasificar los alimentos según el sistema disperso. Considerar los alimentos como sistemas dispersos implica que existe una fase discontinua dispersa en una fase continua. Cada fase tiene un estado físico determinado. El sistema disperso define la textura del alimento: crocante, esponjoso, suave, gelatinoso... Es por ello que la cuajada no es líquida ni solida sino un tipo de sistema disperso.





Mezclas en los alimentos

¿Cómo se mezclan los ingredientes de los alimentos?



Cada 6 de enero, mi familia tiene la costumbre de reunirse en la finca *El Arenal*. La tradición empezó cuando mi abuelito Benjamín decidió ofrecer un almuerzo anual como acto de agradecimiento. Al festejo estaban convidados no sólo familiares y vecinos, sino también personajes distinguidos del pueblo.

Durante la celebración, la comida es abundante y muy variada. El plato principal es carne asada acompañada de sopa de mazamorra o cuchuco. Para beber se ofrece masato, guarapo o cerveza. El amasijo y el aguardiente tampoco pueden faltar. Todos los alimentos se preparan en fogón u horno de leña.

Me ha llamado la atención cómo se mezclan los ingredientes para dar lugar a las distintas estructuras de los alimentos. Por ejemplo, ¿cómo interactúa el agua con la sal y la grasa en alimentos como las sopas o la masa del pan?



En las preparaciones de los alimentos usualmente se mezclan una diversidad de compuestos químicos: agua, lípidos, carbohidratos, proteínas y sales.

Para entender cómo interactúan los distintos ingredientes, vamos a preparar mezclas con agua, aceite (lípido), sacarosa (carbohidrato), sal de cocina (sal) y vinagre (ácido diluido).

El objetivo es observar cómo interactúan los distintos componentes: ¿forman mezclas homogéneas o heterogéneas?

Sin más preámbulo, ¡vamos a la cocina!



Laboratorio en casa: mezclas en la cocina

Objetivo

Identificar experimentalmente cómo se mezclan distintos ingredientes de los alimentos.

Introducción

En la preparación de los alimentos hacemos mezclas de ingredientes. Por ello, podemos afirmar que los alimentos son mezclas. A continuación, vamos a preparar unas mezclas sencillas, muy típicas en la cocina, con el fin de identificar dos tipos de mezclas: aquellas en las cuales los ingredientes se disuelven entre sí (mezclas homogéneas) y aquellas en las que no (mezclas heterogéneas).

Materiales

Para preparar las mezclas necesitas los siguientes materiales:

- 5 vasos trasparentes, de plástico o vidrio, enumerados del 1 al 5
- 1 cucharita

Además, necesitas los siguientes ingredientes:

- Cloruro de sodio o sal de cocina
- Sacarosa o azúcar de mesa
- Aceite
- Agua
- Vinagre

Procedimiento

Preparación de mezclas de dos componentes

1. En el vaso 1 agrega media cucharadita de sal, en el vaso 2 agrega media cucharadita de azúcar, en los vasos 3 y 4 agrega una cucharada de aceite en cada uno, y en el vaso 5 agrega una cucharada de agua.
2. Llena el vaso 4 con vinagre y los vasos 1, 2, 3, 5 con agua.
3. Agita cada vaso con la cuchara durante 2-3 minutos.
4. Observa. Dibuja las mezclas en la **Tabla 6**.
5. Deja en reposo los vasos durante 5 minutos.
6. Dibuja tus vasos en la **Tabla 6**.
7. Con base en tus observaciones, completa la **Tabla 6**.

a. En la fila "Número de fases", compara los vasos 1, 2, 3, 4 con el vaso 5. Si asumimos que en el vaso 5 sólo se observa una fase porque los ingredientes (agua) se disolvieron completamente, ¿cuántas fases observas en los demás vasos? Registra los resultados en cada casilla.
b. En la fila "¿Se disuelven los ingredientes entre sí?", indica si los ingredientes se disuelven entre sí o no. Registra *Sí* o *No* en la **Tabla 6**.
c. En la fila "Tipo de mezcla" indica:
   - *Homogénea* si los ingredientes se disuelven entre sí y observas una fase.
   - *Heterogénea* si los ingredientes no se disuelven entre sí y observas más de una fase.

Efecto de la adición de un tercer componente

1. En el vaso 4 (mezcla aceite-vinagre) adiciona una cucharadita de sal.
2. Agita durante 2-3 minutos. Presta atención a lo que le ocurre al aceite y a la sal.
3. Deja en reposo la mezcla durante 5 minutos.
4. Observa y completa la **Tabla 7**.

Resultados

En las **Tablas 6** y **7** se registran los resultados del experimento.

Tabla 6. Comparación de distintas mezclas para determinar si son homogéneas o heterogéneas.

Vaso		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Mezcla	**Soluto**	Sal	Azúcar	Aceite	Aceite	Agua
	Disolvente	Agua	Agua	Agua	Vinagre	Agua
Dibujo (después de mezclar durante 2-3 minutos)						
Dibujo (después de reposo por 5 minutos)						
Número de fases						1
¿Se disuelven los ingredientes entre sí?						Sí
Tipo de mezcla						Homogénea

Tabla 7. Efecto de la adición de sal en la mezcla aceite-vinagre.

	Antes de agregar sal	**Después de agregar sal**
Dibujo		
Número de fases		
¿Se *disuelve* la sal?	No aplica	
¿Se *disuelve* el aceite?		
Tipo de mezcla		

Análisis de resultados

1. De acuerdo con el experimento anterior, ¿en cuál fase se disolvió la sal: en el vinagre o el aceite? Para resolver la situación experimentalmente, menciona las mezclas individuales que debes preparar:

2. Prepara cada una de las mezclas, nómbralas y dibújalas en el siguiente recuadro:

3. En conclusión: ¿la sal se disolvió en el vinagre o en el aceite?



¿Por qué algunas mezclas son homogéneas mientras que otras son heterogéneas? ¿Cómo entender que la sal de cocina prefiere disolverse en el vinagre que en el aceite? Para responder, lee la nota de las siguientes páginas.

La disolución perfecta

De acuerdo con las observaciones hechas previamente, la sal y el azúcar se disolvieron en el agua porque se formó una sola fase, ¿por qué?

Inicialmente, identifiquemos los componentes generales de una mezcla homogénea. Por ejemplo, cuando decimos que *la sal se disuelve en el agua* podemos establecer que el agua es el *disolvente*, mientras que la sal es el *soluto*. En otras palabras, el *soluto* es una sustancia que se disuelve en el *disolvente*. Por lo tanto, los componentes de una mezcla homogénea podemos clasificarlos como solutos o disolventes.

Ahora bien, ¿qué significa que una sustancia se disuelva en otra? Consideremos el proceso de disolución en agua (H_2O) de dos sustancias comunes pero diferentes: el cloruro de sodio o la sal de mesa (NaCl) y la sacarosa o el azúcar de mesa ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Cuando el cloruro de sodio (NaCl) sólido se adiciona al agua, se forman iones Na^+ y Cl^-. Al mismo tiempo, moléculas de agua rodean dichos iones. Este proceso lo podemos representar a través de la siguiente reacción química:

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(ac)} + Cl^-_{(ac)}$$

Por el contrario, en el caso del azúcar no ocurre disociación en iones. En este caso, las moléculas de agua rodean las moléculas de sacarosa. Este proceso lo podemos representar a través de la siguiente reacción química:

$$C_{12}H_{22}O_{11(s)} \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11(ac)}$$

Con base en lo anterior, un soluto se disuelve perfectamente en un disolvente cuando cada molécula o ion de soluto está rodea por moléculas de disolvente y se crean interacciones estables entre las moléculas o los iones del soluto y las moléculas del disolvente. En algunos casos, el sólido se disocia en iones; en otros, las moléculas del sólido no se disocian.

Información Nutricional

8 porciones por envase
Tamaño por porción: 1 Paquete (9 g)

Cantidad por porción

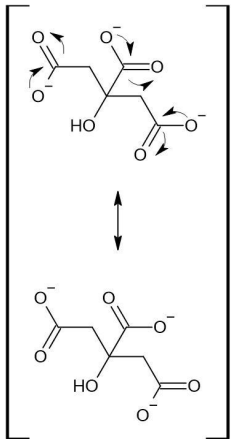
Calorías	**30**
	% Valor Diario*
Grasa total 0 g	**0%**
Sodio 250 mg	**11%**
Carbohidrato total 7 g	**3%**
Azúcares totales 6 g	
Azúcares añadidos 6 g	**12%**
Proteína 0 g	
Potasio 180 mg	4%
Cloro 290 mg	15%

No es una fuente significativa de Grasas Saturadas, Grasas Trans, Colesterol, Fibra Dietaria, Vitamina D, Calcio y Hierro.
* Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

INGREDIENTES: DEXTROSA, ÁCIDO CÍTRICO, ÁCIDO MÁLICO, CITRATO DE POTASIO, SAL, CITRATO DE SODIO, SABOR NATURAL; **MENOS DEL 2% DE:** SILICATO DE CALCIO, SUCRALOSA, ACESULFAMO DE POTASIO, ROJO 40 Y AZUL 1.

En las bebidas hidratantes, como el suero fisiológico, están disueltos iones moleculares como citrato ($C_5H_5O_7^{3-}$) e iones atómicos como sodio (Na^+), potasio (K^+) y cloruro (Cl^-). Si te fijas, los iones son átomos o moléculas con carga eléctrica neta.

Figura 11. Estructura química del ion citrato ($C_5H_5O_7^{3-}$).



Cargas opuestas se atraen

¿Por qué pueden interactuar las moléculas de soluto con las moléculas del disolvente? Piensa en un imán y una barra de metal. A cierta distancia, ambos objetos experimentan una fuerza de atracción cuando se alinea el polo con carga eléctrica positiva y el polo con carga eléctrica negativa. En las moléculas se crean polos de carga eléctrica debido al movimiento continuo de electrones. Por ello, las moléculas del soluto y del solvente pueden interactuar.

¿Y qué pasó con el vinagre y el aceite? El vinagre es una mezcla homogénea de ácido acético y agua. De acuerdo con lo anterior, el vinagre y el aceite no se mezclan entre sí porque la interacción entre las moléculas de ácido acético, el agua y los lípidos del aceite no es estable. En consecuencia, observamos dos fases: la fase del vinagre (conformada por moléculas de ácido acético disueltas en el agua) y la fase del aceite (compuesta por lípidos). En la mezcla, el aceite está encima porque es menos denso que el agua.

Piensa en alimentos en los cuales se mezcla agua-sal, agua-azúcar y agua-aceite. Regístralos a continuación.

Menciona alimentos en los cuales se mezcla agua-sal:

_____
_____
_____
_____
_____

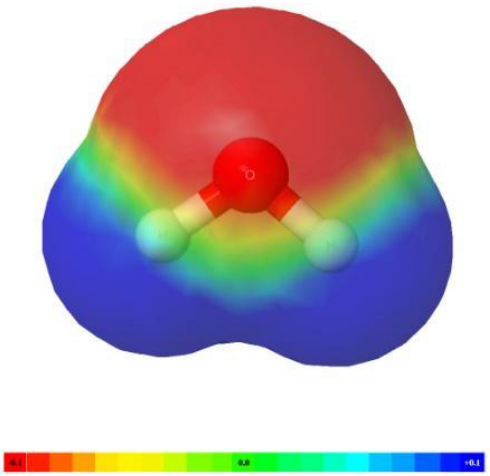
Menciona alimentos en los cuales se mezcla agua-azúcar:

_____
_____
_____
_____
_____

Menciona alimentos en los cuales se mezcla agua-aceite:

_____
_____
_____
_____
_____

Figura 12. Molécula de agua (H_2O).



En las moléculas se crean polos de carga eléctrica. Por ejemplo, considera la molécula de agua (H_2O). Los electrones se concentran principalmente en el oxígeno, representado en la zona de color rojo. Esto hace que el átomo de oxígeno tenga una carga parcial negativa y cada átomo de hidrógeno una carga parcial positiva.

Figura 13. Mezcla de agua y aceite.



Fuente: Rawpixel.

Observa que se distinguen dos fases, por tanto, son sustancias inmiscibles.



Hemos aprendido por qué existen dos tipos de mezclas con base en las interacciones que ocurren entre las moléculas. Por un lado, existen mezclas en las cuales los ingredientes se disuelven y vemos una sola fase, estas se denominan homogéneas; por otro lado, existen mezclas en las cuales los ingredientes no se disuelven y vemos dos o más fases, se llaman **heterogéneas**. En el caso de las mezclas **homogéneas**, se dan interacciones estables entre las moléculas e iones de soluto y las moléculas de solvente.

Ahora, prepararemos una deliciosa mezcla compleja: un sorbete de curuba para la sed. ¿Puedes clasificar las distintas mezclas sencillas que se dan entre los ingredientes?

¡Receta!
Sorbete de curuba

La curuba es una fruta típica de la región Andina de Colombia. Se cultiva en Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Cauca, Santander, Antioquia, Huila, Córdoba, Arauca y Valle del Cauca, principalmente.

Preparación

Ingredientes

Los ingredientes que se requieren para preparar 5 porciones de sorbete son:

- 1 litro de leche
- 6 curubas
- Media taza de agua
- Azúcar
- Crema de leche

Instrucciones

1. Parte por la mitad las curubas.
2. Con una cucharita, extrae la pulpa y transfiere a la licuadora.
3. Licúa la pulpa y el agua hasta que quede cremoso.
4. Agrega la leche, la crema y el azúcar al gusto, y continúa licuando.
5. Sirve y degusta.

Durante la preparación del sorbete, presta atención a las posibles mezclas que se forman:

- Zumo de curuba
- Agua-pulpa
- Agua-zumo
- Agua-leche
- Agua-azúcar

¿Son homogéneas o heterogéneas las mezclas anteriores?

_____
_____
_____
_____
_____



Actividad 1. Reflexiones sobre la preparación de sorbete de curuba

A continuación, se indican las mezclas involucradas en la preparación del sorbete de curuba. Luego de preparar y probar el sorbete, indica si las siguientes mezclas son homogéneas o heterogéneas. Justifica tu respuesta con palabras y dibujos. En la justificación, menciona el efecto de la mezcla en la sensación en boca.

N	Mezcla	Tipo de mezcla	Justificación
1	Zumo de curuba		
2	Agua-pulpa		
3	Agua-zumo		
4	Agua-leche		
5	Agua-azúcar		

El aroma y el sabor de la curuba

La curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) está emparentada con el maracuyá y la granadilla porque pertenecen a la misma familia: *Passiflora*. A excepción de la curuba, las demás frutas han tenido importancia económica porque se comercializan a nivel local, nacional e internacional. De hecho, la curuba es una fruta poco consumida por los colombianos según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia de 2005, a pesar de que se siembra en varias zonas de la región Andina, incluida Cundinamarca, localizadas entre los 1800 y 2500 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 13 y 16 °C y humedades relativas entre el 70 y 75 %.

La curuba está compuesta por una amplia diversidad de moléculas químicas que la hacen nutritiva y deliciosa. La curuba aporta abundante agua y carbohidratos en contenido moderado; el aporte de proteínas y grasa es muy bajo. Por ello, es una fruta apta para personas que deben llevar dietas bajas en carbohidratos. Al ser buena fuente de vitamina C y aportar vitamina A, niacina y riboflavina, previene ciertos tipos de cáncer y enfermedades del corazón y los ojos. También aporta azufre (S), calcio (Ca), cloro (Cl), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na).

El sabor. Prueba la curuba directamente. ¿Cómo describes la sensación en boca?

Tradicionalmente, la curuba no se suele consumir directamente sino en jugos, sorbetes en leche y mermeladas caseras. Ello se debe a que el consumo directo de la fruta genera una sensación de sequedad intensa y amargor en la boca. Dicha sensación es causada por compuestos químicos denominados polifenoles, los cuales son beneficiosos para el organismo porque reaccionan con compuestos tóxicos llamados radicales libres.

El aroma. Huele la curuba directamente. ¿Cómo describes el aroma?

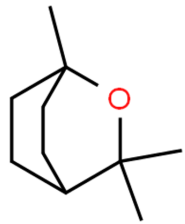
En la siguiente página se mencionan los compuestos característicos del aroma de la curuba. En términos generales, el aroma de la fruta se debe a una mezcla de compuestos volátiles constituida principalmente por hidrocarburos, ésteres y alcoholes. Aunque algunos compuestos son más abundantes que otros, el aroma de la curuba no puede asociarse únicamente a uno: todos los compuestos químicos aportan tanto al aroma como al sabor.

En el lugar donde habitas, ¿se cultiva la curuba? Si es así, recoge algunas hojas, flores o semillas, y pégalas en el siguiente espacio. Si no se cultiva, entonces haz dibujos de la planta y el fruto.

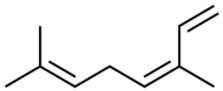
El aroma de la curuba

A continuación, se clasifican algunos compuestos químicos que contribuyen al aroma de la curuba como hidrocarburos, ésteres y alcoholes. Los compuestos señalados con un asterisco están en mayor cantidad. Con base en la estructura química, ¿qué características generales puedes establecer para cada grupo de compuestos? Registra tus comentarios al pie de cada tabla.

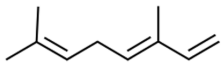
Hidrocarburos



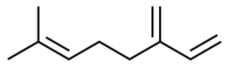
Eucaliptol
($C_{10}H_{18}O$)



(Z)-β-ocimeno*
($C_{10}H_{16}$)

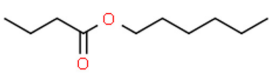


(E)-β-ocimeno
($C_{10}H_{16}$)

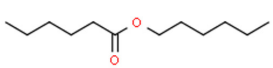


β-mirceno
($C_{10}H_{16}$)

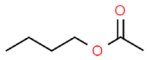
Ésteres



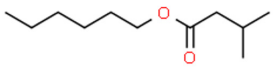
Butanoato de hexilo*
($C_{10}H_{20}O_2$)



Hexanoato de hexilo*
($C_{12}H_{24}O_2$)



Acetato de butilo
($C_6H_{12}O_2$)

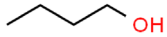


3-metilhexil butanoato
($C_{10}H_{22}O_2$)

Alcoholes



1-hexanol*
($C_6H_{14}O$)



1-butanol
($C_4H_{10}O$)



Conclusión

Según las interacciones entre las moléculas, los ingredientes de los alimentos pueden dar lugar a mezclas homogéneas o heterogéneas. Usualmente, ambos tipos de mezclas están presentes en los alimentos. Por ejemplo, la sal se disuelve mientras que la grasa es insoluble en el agua de una sopa. De hecho, en el caldo de costilla usualmente se distinguen las gotas de grasa flotando en el agua mientras que la sal es sólo perceptible al gusto porque está solubilizada. En otras palabras, existe más química entre la sal y el agua que entre la grasa y el agua. Formalmente, la sal es hidrofílica mientras que la grasa es hidrofóbica.



Fermentación en los alimentos

¿Cómo las bacterias pueden prepararnos alimentos?

Mi tía Oliva siempre me sorprende con la variedad de alimentos tan ricos que me ofrece cuando la visito en las vacaciones. El amasijo, las arepas de laja, los sorbetes de curuba, la chucula, la cuajada con panela y el postre de natas son algunas de sus especialidades. Existe uno que me fascina: el yogur con dulce de frutas.

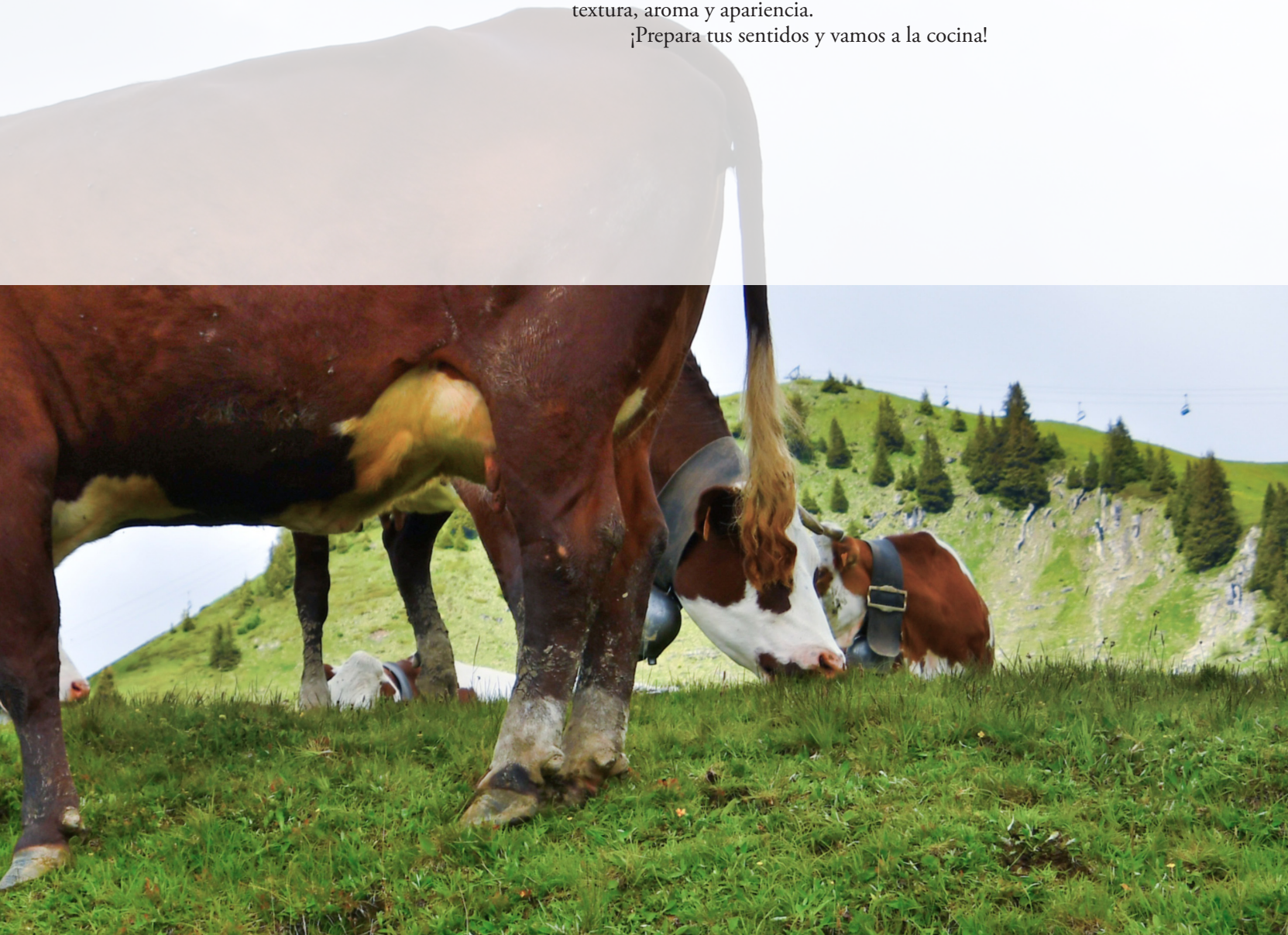
Desde mi punto de vista, la preparación del yogur es un ritual. Según mi tía, la leche con el cultivo debe conservarse tibia para que el yogur quede delicioso. Ella se da mañas para que la temperatura no cambie: arropa la cantina con un trapo y la mantiene cerca de la estufa de leña. Mi tía ha hecho este ritual desde hace más de 40 años.

Algo que me causa curiosidad es el cambio de las propiedades sensoriales de la leche durante la preparación del yogur, especialmente el sabor. ¿Cómo se explica este cambio desde el punto de vista biológico y químico?



A través de la preparación del yogur y del masato en casa, vamos a verificar los cambios en las propiedades sensoriales de la leche y la mazamorra, especialmente su sabor. Te sugiero que también estés muy atento a cambios de textura, aroma y apariencia.

¡Prepara tus sentidos y vamos a la cocina!



¡Receta!
Yogur

El yogur es un alimento preparado a partir de la leche fresca por la acción de bacterias buenas. En otras palabras, es un cultivo bacteriano.

Preparación

Ingredientes

Los ingredientes que se requieren para preparar 4 porciones de yogur son:

- 4 tazas de leche
- 1 vaso de yogur comercial

Instrucciones

1. En una olla, mide 4 tazas de leche.
2. Durante 15 segundos, calienta la leche a 72 °C. No permitas que la leche hierva. Si no posees un termómetro para medir la temperatura, calienta la leche hasta que observes la aparición de nata.
- Este paso es muy importante porque el calor destruye bacterias peligrosas que puedan estar presentes en la leche o la olla.

3. Enfría rápidamente la leche hasta 46 °C. Si no posees un termómetro para medir la temperatura, puedes probar la leche con tu boca: deberás sentirla tibia.
4. Adiciona 4 cucharadas de yogur comercial a la leche y mezcla muy bien.
- En este paso, estás adicionando bacterias buenas a la leche. Estás sembrando bacterias en vez de sembrar semillas.

5. Conserva la leche a 46 °C de 4 a 8 horas. El yogur está listo cuando se desliza como una sola masa al inclinar la olla.
- En este paso, las bacterias empiezan a multiplicarse. ¡Has creado un cultivo de bacterias buenas en la leche para producir yogur!

¿Qué ideas se te ocurren para que la leche se enfríe rápidamente?

¿Qué ideas se te ocurren para que la leche se conserve a 46 °C?



Actividad 1. Reflexiones sobre la preparación del yogur

En la siguiente tabla, compara la apariencia, el sabor, la textura y el aroma del yogur y la leche.

Característica	Leche (Antes)	Yogur (Después)
Apariencia		
Sabor		
Textura		
Aroma		

1. ¿Cómo crees que se relaciona la disminución del sabor dulce con el incremento del sabor ácido?

2. Estamos acostumbrados a los yogures dulces, con sabor a fruta. Con ayuda de tu familiar, prepara un dulce de fruta, adiciónalo al yogur y mezclalo muy bien. ¡Prueba el yogur!

a. ¿Qué fruta seleccionaste?

b. ¿Cómo preparaste el dulce de fruta? Describe el procedimiento.

¡Receta!
Masato de maíz

Un alimento tradicional del altiplano cundiboyacense es el masato de maíz. En la preparación participan microorganismos llamados levaduras.

Similar al caso del yogur, la preparación del masato implica cambios en las propiedades sensoriales de la mazamorra, especialmente en el sabor. Por ello, vamos a prepararlo.

¿Existen similitudes durante el proceso de preparación del yogur y del masato? ¡Vamos a estudiarlo!

Preparación

Ingredientes

Los ingredientes que se requieren para preparar el masato son:

- Agua
- Harina de maíz
- Panela
- Canela
- Hojas de naranjo lavadas

Instrucciones

1. Hierve el agua con canela y panela al gusto.
2. En agua fría, "disuelve" harina de maíz y agrega la mezcla al agua hirviendo, para preparar una mazamorra dulce.
3. Adiciona hojas de naranjo y deja hervir por 10 minutos más.
4. Deja enfriar.
5. Cuando esté fría, pasa la mazamorra por un colador. Vuelve las hojas de naranjo al filtrado.
6. Almacena tapado, en un lugar fresco, durante 7 días aproximadamente. Diariamente, observa, huele y prueba el masato usando una cuchara limpia.
7. Suspende el almacenamiento cuando consideres que el masato esté listo. Asesórate con tu acompañante. Si es necesario, puedes endulzar con panela.

¿Cuándo supiste que estaba listo el masato?



Actividad 2. Reflexiones sobre la preparación del masato de maíz

En la siguiente tabla, compara la apariencia, el sabor, la textura y el aroma de la mazamorra y el masato.

Característica	Mazamorra (antes)	Masato (después)
Apariencia		
Sabor		
Textura		
Aroma		

1. ¿A qué crees que se deben los cambios en la apariencia, el sabor, la textura y el aroma de la mazamorra durante la preparación del masato?

2. ¿Cómo crees que se relaciona la disminución del sabor dulce con el incremento del sabor amargo?



Una de las propiedades que cambia durante el proceso de preparación de yogur o masato es el sabor. En ambos casos, el sabor dulce disminuye mientras que el sabor ácido o amargo incrementa. Ello se debe a la presencia de microorganismos en el alimento. Para sobrevivir, los microrganismos se alimentan de los carbohidratos responsables del sabor dulce. Mientras digieren los carbohidratos, las bacterias liberan gases, ácidos o alcoholes, que alteran las propiedades sensoriales del alimento, incluido el sabor.

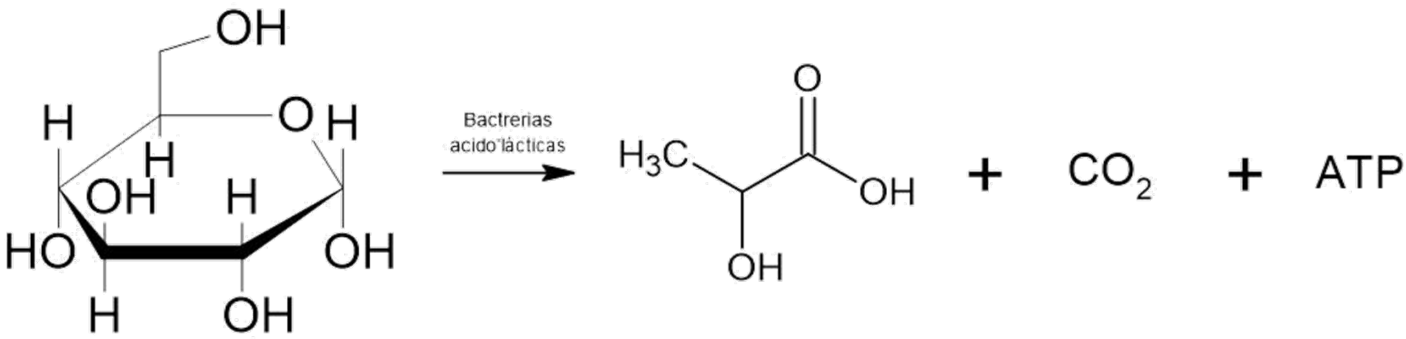
A continuación, se explica lo que ocurre químicamente tanto en la preparación del yogur como en la preparación del masato.

Bacterias productoras de ácido láctico: el caso del yogur

En la elaboración del yogur y de otras leches fermentadas, como el kumis o el kéfir, intervienen diversos microorganismos, entre ellos bacterias como *Streptococcus thermophilus* y especies de los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc*. Estas bacterias aprovechan los azúcares de la leche, especialmente la lactosa, para obtener energía. La lactosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se descompone inicialmente en glucosa y galactosa. Estos dos azúcares tienen la misma fórmula molecular ($C_6H_{12}O_6$), pero estructuras diferentes.

En el caso del yogur, la glucosa se transforma principalmente en ácido láctico ($C_3H_6O_3$) y se libera energía, parte de la cual es aprovechada por las bacterias en forma de ATP para realizar sus funciones y crecer. En otras leches fermentadas, como el kéfir y algunas variedades tradicionales de kumis, puede producirse dióxido de carbono (CO_2) y etanol. El proceso mediante el cual los azúcares se transforman principalmente en ácido láctico se denomina fermentación ácido-láctica.

La reacción química de la fermentación acido-láctica y algunos de los productos que se generan se muestra a continuación:

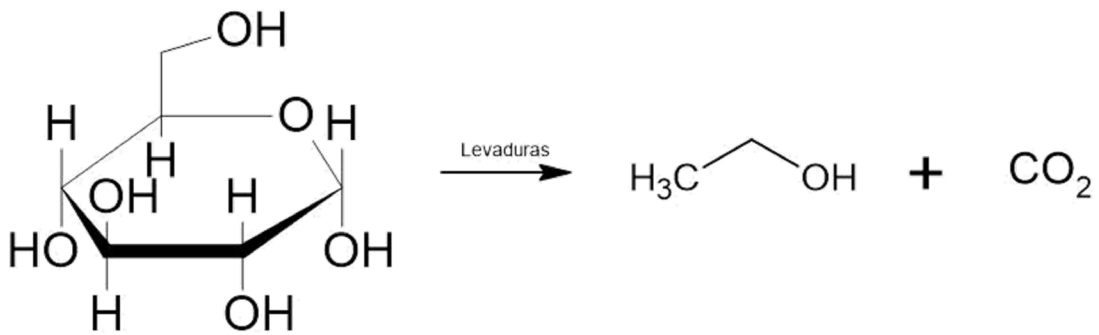


Glucosa → ácido láctico + dióxido de carbono + energía

El ácido láctico es el compuesto químico responsable de la textura y el sabor del yogur. Por un lado, dicho ácido modifica la forma de las proteínas de la leche de tal manera que se incrementan las interacciones químicas entre estas y se favorece la creación de una red en la cual quedan atrapados líquidos. Por otro lado, el ácido láctico es responsable del sabor agrio no sólo del yogur sino también de otros derivados de la leche como el queso o la cuajada. Eso significa que el ácido láctico interactúa con los receptores del gusto, ubicados en la lengua.

Levaduras productoras de etanol: el caso del masato

Las levaduras son microorganismos unicelulares que ha sido usados desde el Neolítico para fabricar pan, cerveza y vino, principalmente. Son incapaces de producir su propio alimento, por ello se alimentan de carbohidratos simples como disacáridos (sacarosa) o monosacáridos (fructosa y glucosa). Al cabo del proceso de digestión, las levaduras liberan etanol (C_2H_5OH) y dióxido de carbono (CO_2). El proceso químico se puede describir mediante la siguiente reacción:



Glucosa → etanol + dióxido de carbono

La especie *Saccharomyces cerevisiae* es la levadura más empleada para preparar alimentos. Por ejemplo, se usa para hacer crecer la masa de pan debido a que produce grandes cantidades de CO_2, aporta un sabor y aroma agradables, y es estable durante el almacenamiento. Este tipo de levadura habita en sustancias azucaradas como néctares y frutas, y se reproduce rápidamente a temperaturas entre 25 y 40 ºC. Por esta razón es que jugos como el de mora o piña suelen fermentarse fácilmente con el paso del tiempo.

Actividad 3. Fermentación acido-láctica y fermentación etanólica

Con base en las lecturas "Bacterias productoras de ácido láctico: el caso del yogur" y "Levaduras productoras de etanol: el caso del masato" resuelve los siguientes ejercicios:

1. Completa el siguiente cuadro comparativo entre fermentación acido-láctica y fermentación etanólica.

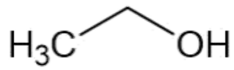
Característica	Fermentación acido-láctica	Fermentación etanólica
Microorganismo involucrado		
Producto principal de la reacción		
Gas que se produce		
Alimentos representativos		

2. Explica por qué durante la fermentación disminuye el sabor dulce e incrementa el sabor ácido o amargo desde el punto de vista biológico y químico.

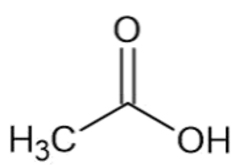
¡No todos los microorganismos son malos!

¿Qué tiene en común la preparación de quesos, yogur, pan, cerveza y vino? ¿Por qué la leche se transforma en yogur? ¿Qué hace que la mazamorra dulce se transforme en masato, chicha o guarapo? ¿Qué hace crecer la masa del pan?

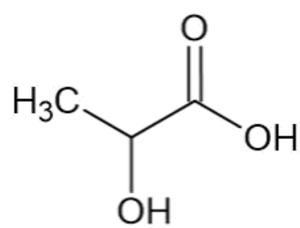
Como vimos, en la elaboración de quesos, yogur, pan, cerveza y vino intervienen microorganismos buenos: bacterias, hongos o levaduras. Los microorganismos son seres vivos, presentes en los alimentos, que se alimentan de carbohidratos, principalmente. Cuando los microrganismos digieren los carbohidratos, en ausencia de oxígeno, liberan líquidos o gases que modifican el sabor, el aroma y la textura de los alimentos. Comúnmente, los microorganismos producen líquidos, como etanol, ácido acético o ácido láctico, y el gas dióxido de carbono (CO_2).



Etanol
(C_2H_6O)



Ácido acético
($C_2H_4O_2$)



Ácido láctico
($C_3H_6O_3$)

Además de mejorar las características sensoriales, esta actividad microbiana es beneficiosa porque contribuye a la preservación, el valor nutricional y la seguridad de los alimentos, así como a la diversificación de la dieta. A este proceso de preparación de alimentos, en el cual intervienen bacterias, hongos o levaduras, se le denomina fermentación. Además de la preparación de lácteos, vinos y cerveza, la fermentación favorece la preservación de vegetales y carnes.

Beneficios de los alimentos fermentados



Alimentos más digeribles

Además de consumir carbohidratos o proteínas, los microorganismos rompen moléculas de los alimentos haciéndolos más asimilables. Por ejemplo, algunos microorganismos degradan el gluten, una proteína de los cereales, o la lactosa, el disacárido de la leche, los cuales causan malestar en algunas personas al no poder digerirlos.



Detoxificación de alimentos

La fermentación contribuye a disminuir compuestos peligrosos o tóxicos, como cianuro, ácido fítico y ácido oxálico, presentes en alimentos de origen vegetal. Particularmente, los fitatos o ácidos fíticos son antinutrientes porque causan deficiencia en nutrientes y minerales (pérdida de los dientes) o problemas digestivos (pérdida de apetito).



Probióticos e inmunidad

Las bacterias acido-lácticas promueven el crecimiento de bacterias saludables en el intestino, necesarias para la absorción de nutrientes, y mejoran la inmunidad del sistema gastrointestinal en los humanos. Por ello, las bacterias acido-lácticas son probióticos.



Incremento de micronutrientes y compuestos funcionales

La actividad microbiana produce proteínas, aminoácidos esenciales y vitaminas, como niacina, tiamina y biotina, en algunos alimentos. Esta mezcla de micronutrientes o compuestos funcionales no se encuentra en alimentos crudos o no-fermentados.



Enriquecimiento de la dieta

A través de la fermentación, se enriquecen las propiedades sensoriales de un alimento. Por ejemplo, la incorporación de gases como el dióxido de carbono (CO_2) en la preparación de alimentos forma espumas líquidas o sólidas, deseables para la suavidad del pan.



Preservación de los alimentos

Los compuestos químicos producidos por el metabolismo de los microorganismos contribuyen a la preservación de los alimentos. Dichos compuestos son ácido láctico, etanol, ácido acético y productos de fermentación alcalina, principalmente amoniaco (NH_3) en pequeñas cantidades. Estos compuestos previenen el crecimiento de microorganismos tóxicos.

A medida que resolvimos la pregunta sobre el cambio de sabor en la preparación del yogur, aprendimos que existen microorganismos buenos como las bacterias acido-lácticas y las levaduras que modifican la leche o la mazamorra, respectivamente, y que nos permiten obtener nuevos alimentos con propiedades sensoriales distintas.

¿Qué otros alimentos podrías preparar en casa por fermentación?





Actividad 4. Mi emprendimiento en casa

Piensa en un alimento que se prepare por fermentación. A continuación, 1) Describe el proceso de preparación mencionando los microorganismos que intervienen y la reacción química involucrada. 2) Prepara el alimento en casa. 3) Diseña el logo para tu producto.

Mi alimento fermentado es:



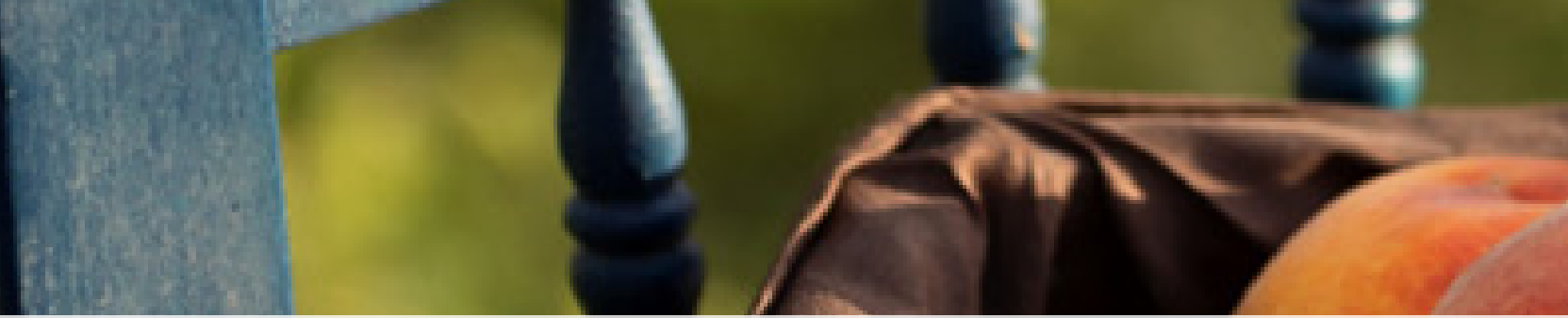
Conclusión

La fermentación es un proceso para la preparación de alimentos en el cual intervienen microorganismos como hongos, levaduras y bacterias. Para sobrevivir y reproducirse, estos digieren los carbohidratos del alimento y liberan sustancias como ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Dichas sustancias modifican las propiedades sensoriales del alimento, por ello, la leche es distinta al yogur como la mazamorra al masato. En general, los alimentos fermentados son seguros para el consumo, protegen la flora intestinal y diversifican la dieta.



Acidez en los alimentos

¿A qué se debe el sabor ácido de los alimentos?



¿Cuál es el sabor de las frutas?

En las fincas de mi abuelita y mi tía Oliva la comida es abundante y muy variada. Sin embargo, las cosechas de algunos cultivos dependen de la altitud y la época del año. En todo caso, los alimentos nunca faltan, especialmente las frutas, las cuales se cultivan en pequeña escala, para el consumo en la casa.

La finca de mi abuelita está a mayor altitud que la finca de mi tía. Por ello, en la finca de mi abuelita se dan la curuba, el durazno, la granadilla, la mora, la papayuela, la pera, el tomate de árbol y la uchuva, porque son frutas de climas fríos, mientras que donde mi tía se cultiva aguacate, chirimoya, guayaba, mangusán y naranja, porque son propias de climas templados.

Tan variadas son las frutas como los compuestos químicos que las conforman. Particularmente, me he preguntado cómo describir el sabor de las frutas: ¿son dulces, ácidas, amargas o saladas? ¿Saben a umami?



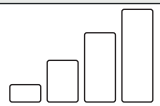
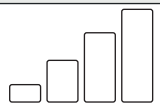
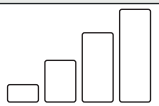
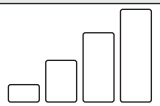
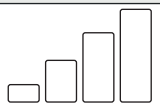
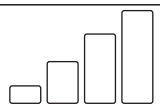
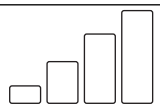
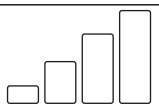
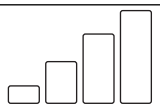
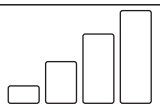
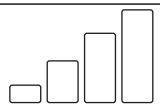
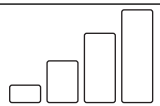
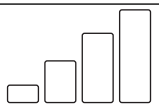
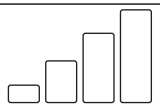
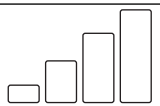
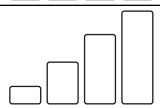
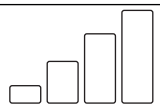
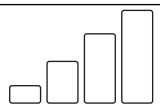
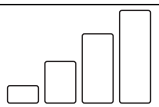
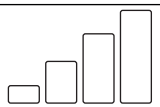
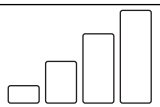
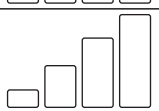
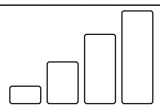
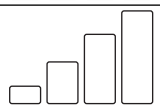
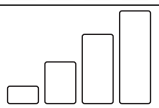
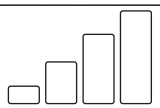
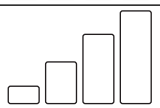


Si estamos interesados en el sabor de las frutas, debemos saborearlas. En nuestra lengua tenemos potentes receptores del sabor, por tanto, será nuestro principal instrumento de medida.

A continuación, hay un listado de frutas, algunas muy típicas de la región Andina. Recuérdalas o pruébalas. ¿Puedes reconocer cuál es el sabor característico de las frutas?

Actividad 1. El sabor de las frutas

1. Piensa en las frutas que se muestran a continuación. Con base en tu experiencia sensorial, indica la intensidad de los sabores que percibes coloreando las barras: cuanto más grande es la barra, significa que el sabor que percibes es más intenso.

Fruta	Dulce	Salado	Umami	Ácido	Amargo
Uva					
Pera					
Naranja					
Manzana					
Limón					
Guayaba					
Curuba					

2. Con base en la tabla anterior, ¿qué sabores tienen en común las frutas?



A partir del ejercicio anterior es posible establecer que uno de los sabores característicos de las frutas es el ácido. En algunos casos, no es tan sencillo detectar el sabor ácido porque se enmascara con el sabor dulce. De hecho, esta es una estrategia empleada en la industria para mejorar la percepción sensorial de las bebidas como las gaseosas. Por ello, este tipo de bebidas son criticadas por su alto contenido de azúcares edulcorantes para regular el sabor ácido.

En la naturaleza, existen compuestos químicos cuyo color depende de la acidez. Por ejemplo, las hortensias son plantas que pueden ser de color azul, rosado o blanco. Cuando el medio es ácido, los pétalos son de color azul. En el siguiente "Laboratorio en casa", vamos a preparar un extracto de col morada, otra planta que cambia de color según la acidez. El objetivo es usar el extracto para medir el sabor ácido en los alimentos.

Laboratorio en casa: extractos vegetales para estimar la acidez

Objetivo

Preparar un extracto vegetal para medir el nivel del sabor ácido a partir de col morada (*Brassica oleracea* var. *capitata* F. rubra).

Introducción

Algunos compuestos químicos de plantas como la col morada reaccionan con los compuestos responsables del sabor ácido de los alimentos. La reacción es observable a la vista porque produce cambios de color. A continuación, se propone la preparación de un extracto para medir la acidez a partir de col morada.

Materiales

Para preparar el extracto, necesitas los siguientes materiales:

- Hojas de col morada. Las consigues en supermercados.
- Etanol al 73 %, también llamado alcohol etílico o alcohol antiséptico. Lo consigues en farmacias.

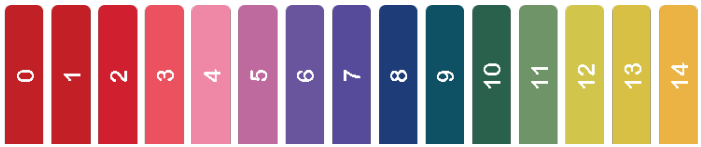
Para probar el extracto requieres porciones pequeñas de alimentos o productos que no posean color, en vasos transparentes, para evitar interferencias. Te sugiero: zumo de limón, jugo de manzana, jugo de pera, jugo de granadilla, suero de leche, leche, vinagre, agua carbonatada y agua pura.

Procedimiento

1. Preparación del extracto: sumerge las hojas de col en etanol y pícalas con un procesador de alimentos o una licuadora. También, puedes macerar las hojas en etanol. Garantiza que el color del extracto sea lo más intenso posible. Luego, pasa el extracto a través de un colador para retirar restos de material vegetal.
2. Puesta a prueba: ahora, pon a prueba tu extracto. Coloca unas gotas del indicador en cada vaso con alimento o producto. Observa el cambio de color. ¿Cuál es la acidez de la sustancia?

Resultados

Registra tus observaciones en la **Tabla 8**, teniendo en cuenta que la carta de color de la col morada es la siguiente:



Las convenciones son las siguientes:

1. Asume que el agua pura tiene una acidez neutra (7).
2. Si la coloración con el extracto está por debajo de 7, entonces el alimento es ácido.

Tabla 8. Acidez de distintas sustancias, medida con un indicador de col morada.

N	Alimento o producto	Color final	Número de color	¿Ácida o neutra?
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



El extracto de buganvilia (*Bougainvillea spectabilis*), una planta muy vistosa que decora casas y caminos, también es útil para medir la acidez.



Vimos que es posible estimar la acidez de los alimentos en una escala de 0 a 14 usando extractos vegetales. ¿Cuál es la causa del cambio de color? O, en otras palabras, ¿qué compuestos químicos son responsables del sabor ácido de los alimentos?

El sabor ácido: una experiencia química

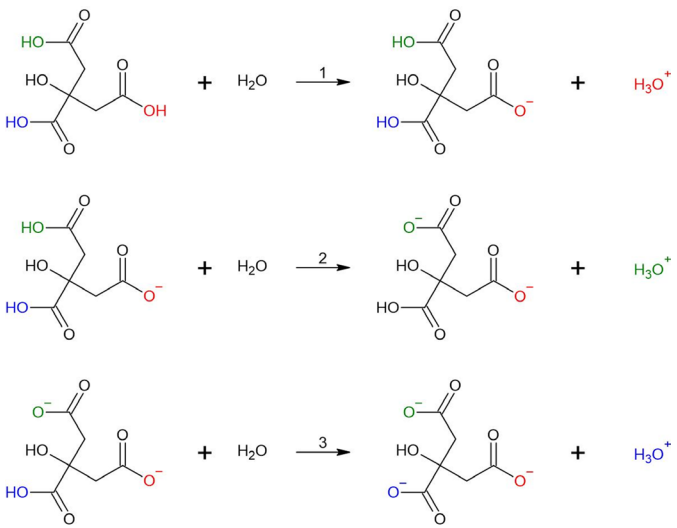
Fruncir la cara es un gesto involuntario cuando consumimos alimentos ácidos, el cual no necesariamente indica que la sensación sea desagradable. Desde el punto de vista químico, nuestra lengua es un sensor especializado para detectar dicho sabor, además del umami, el amargo, el dulce y el salado. ¿Cómo se detecta el sabor ácido de alimentos como las frutas y las bebidas carbonatadas?

El sabor ácido de los alimentos se debe a un tipo de compuestos químicos llamados ácidos. Desde el punto de vista científico, la propiedad más importante de los ácidos es que fácilmente liberan iones de hidrógeno (H_3O^+) cuando se disuelven en agua. Nuestras papilas gustativas perciben los ácidos cuando detectan los iones de hidrógeno: los iones de hidrógeno bloquean unos canales de las papilas y envían una señal de sabor ácido al cerebro.

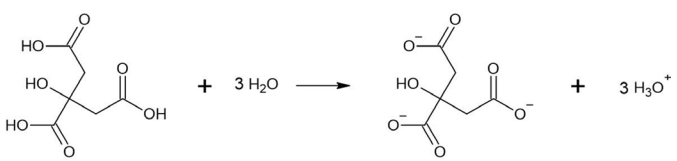
Sorprendentemente, se necesitan muy pocos iones de hidrógeno para detectar el sabor ácido. Por ejemplo, considera el ácido cítrico del limón cuando preparas una limonada. Cuando se disuelve una pequeña cantidad de ácido cítrico en agua, se estima que hay un millón de moléculas de agua por cada ion de hidrógeno. Esta cantidad es suficiente para percibir el sabor agrio. De hecho, una propiedad general es que se requieren pocas moléculas de sabor para producir una fuerte sensación.

Más allá del sabor, los ácidos son importantes en toda la química. De hecho, los científicos han desarrollado la escala de pH para estimar la cantidad de ácido disuelto. La escala logarítmica indica que cada unidad de cambio en el pH significa que la concentración de iones de hidrógeno ha cambiado diez veces. En cuanto al sabor, sustancias que tienen bajo pH (pH < 7) saben ácido, mientras que sustancias de pH alto (pH > 7) pueden saber amargo, metálico o jabonoso. El agua pura tiene un pH de 7. La escala de pH fue desarrollada por un científico danés llamado Søren Sørensen cuando investigaba el proceso de fermentación de la cerveza.

Cada molécula de ácido cítrico libera hasta 3 iones de hidrógeno cuando se disuelve en agua, según se muestra en las siguientes reacciones paso a paso:



La reacción global de disociación completa es:

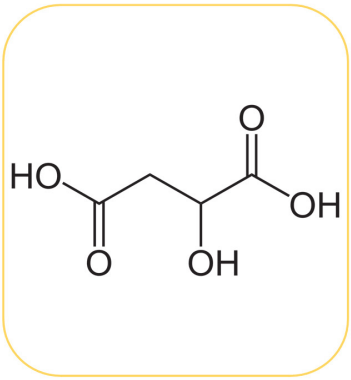


Fuente: adaptado de Brenner et al. (2020).

¡Las frutas son agrias por la presencia de compuestos ácidos!

A continuación, se muestran los ácidos representativos de algunas frutas. Fíjate que todas las estructuras tienen la función química de ácido carboxílico.

Ácido málico ($C_4H_6O_5$)



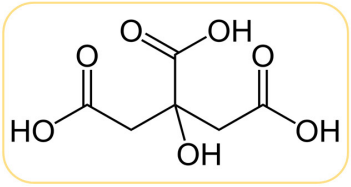








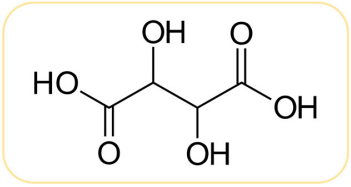
Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$)







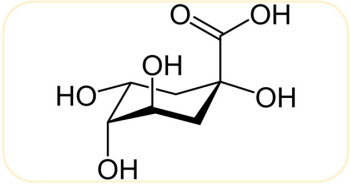
Ácido tartárico ($C_4H_6O_6$)







Ácido quínico ($C_7H_{12}O_6$)









Las antocianinas son los compuestos químicos que cambian de color según la acidez. Este tipo de compuestos son los responsables del color de las frutas, los vegetales y los cereales. Están presentes en las vacuolas de las células vegetales y son hidrosolubles (se disuelven en agua). Por ello, es necesario macerar el material vegetal para romper la célula y favorecer que el pigmento se extraiga a través de disolventes hidrofílicos (amigos del agua) como el etanol.

A continuación, debes seleccionar una planta y extraer el pigmento con el fin de preparar un indicador de acidez. ¿Es similar la carta de color de tu extracto con respecto a la de la col morada?





Actividad 2. Mi indicador de acidez

Como se mencionó al inicio, varias plantas pueden emplearse como indicadores de acidez. Escoge una planta diferente a la col morada. Prepara, ensaya y elabora la carta de color para el extracto de la planta. Usa como referencia el extracto de col morada.

Extracto de…



Conclusión

El sabor ácido de los alimentos se debe a compuestos químicos denominados ácidos, los cuales se caracterizan por poseer átomos de hidrógeno que se disocian en agua. Por ejemplo, algunos ácidos típicos de las frutas son málico, cítrico, tartárico y quínico.

La acidez de los alimentos se puede verificar mediante extractos hidrofílicos obtenidos de plantas como la col morada. Estos extractos están conformados por antocianinas, las cuales cambian de color según la acidez del medio.

Bibliografía

Teoría atómica

Suárez, M. (2021). *Introducción a los conceptos fundamentales de química: una aproximación fisicoquímica*. Universidad Nacional de Colombia.

Espectroscopio

Wakabayashi, F. y Hamada, K. (2006). A DVD Spectroscope: A Simple, High-Resolution Classroom Spectroscope. *Journal of Chemical Education, 83*(1), 56. doi:10.1021/ed083p56.

Modelos moleculares

Los modelos moleculares fueron generados en:

CheMagic Virtual Molecular Model Kit, disponible en https://chemagic.org/molecules/amini.html.

ChemSketch.

Estados físicos de la materia

Suárez, M. (2021). *Introducción a los conceptos fundamentales de química: una aproximación fisicoquímica*. Universidad Nacional de Colombia.

El aroma y el sabor de la curuba

Chaparro-Rojas, Diana, Maldonado, M., Franco-Londoño, M. y Urango-Marchena, L. (2014). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga (Passiflora mollissima Bailey). *Perspectivas en Nutrición Humana*, *16*(2), 203-212. https://doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a07.

Textura de los alimentos

Brenner, M., Sörensen, P., & Weitz, D. (2020). *Science and Cooking. Physics meets food, from homemade to haute cuisine* (pp. 9-18). Nueva York: W. W. Norton & Company.

Sistemas dispersos

Mauer, L., & San Martin, M. (2016). The Principles of Food Science. En *Culinology: the intersection of culinary art and food science* (pp. 21-22). Wiley.

Milani, J., & Golkar, A. (2019). Introductory Chapter: Some New Aspects of Colloidal Systems in Foods. En J. Milani, *Some New Aspects of Colloidal Systems in Foods* (p. 2). IntechOpen. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85298.

Leche

O'Mahonyc, J., Fox, P. (2014). Milk: An Overview. En H. Singh, M. Boland, A. Thompson, *Milk Proteins. From Expression to Food* (2a ed., pp. 19-73). Academic Press. http://10.1016/B978-0-12-405171-3.00002-7.

Fermentación

Malo, P. y Urquhart, E. (2016). Fermented Foods: Use of Starter Cultures. *Encyclopedia of Food and Health*, 681–685. doi:10.1016/b978-0-12-384947-2.00282-8.

Mambuscay, L., López, W., Cuervo, R., Argote, F. y Osorio, E. (2013). Identificación de las levaduras nativas presentes en zumos de piña, mora y uva. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(spe), 136-144. Recuperado el 20 de junio de 2023 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000300016&lng=en&tlng=es.

Acidez en alimentos

Brenner, M., Sörensen, P. y Weitz, D. (2020). *Science and Cooking. Physics meets food, from homemade to haute cuisine* (pp. 9-18). Nueva York: W. W. Norton & Company.

Val-Castillo, O. (2020). Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH. Una propuesta didáctica. *Anales de Química, 116* (2), 88-98.

Walker, R. y Famiani, F. (2018). Organic Acids in Fruits. *Horticultural Reviews*, 371-430. doi:10.1002/9781119431077.ch8.

Imágenes

Portada

Cattalin. (2017). New Years Eve [Fotografía]. Pixabay. https://pixabay.com/photos/new-years-eve-salmon-fish-seafood-518032/

Composición de los alimentos

8photo. Vista lateral de azúcar morena en polvo de azúcar [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-lateral-azucar-morena-polvo-azucar_7452853.htm.

8photo. Sal de mar saliendo de la salinera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/sal-mar-saliendo-salinera_7417614.htm.

Andre, M. Cooking oil on the brown jute background [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/free-photo/cooking-oil-brown-jute-background_16149534.htm.

Azerbaijan_stockers. Leche condensada dulce casera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/leche-condensada-dulce-casera_10835834.htm.

Azerbaijan_stockers. Vasos de leche sobre una mesa gris [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vasos-leche-sobre-mesa-gris_14965869.htm.

Echeverri Urrea, L. Curuba tropical fruit - Passiflora tripartite [Fotografía]. Adobe Stock. https://stock.adobe.com/es/images/curuba-tropical-fruit-passiflora-tripartite/158759115.

Freepik. Vista de arriba del arreglo tradicional de la comida [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-arriba-arreglo-tradicional-comida_10699844.htm.

Freepik. Frutos de guayaba en mesa de madera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/frutos-guayaba-mesa-madera_6009319.htm.

Freepik. Lights prisms effect close up [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/free-photo/lights-prisms-effect-close-up_13397857.htm.

Gray, T. (2012). The Elements: A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe. https://archive.org/details/the-elements-by-theodore-gray-and-nick-mann/mode/2up. CC BY-NC-ND 4.0.

IUPAC. (2022). Periodic Table of Elements. IUPAC. https://iupac.org/wp-content/uploads/2022/05/IUPAC_Periodic_Table_150-04May22.jpg.

Jcomp. Bistec de pollo a la parrilla y verduras sobre un fondo de mármol [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/bistec-pollo-parrilla-verduras-sobre-fondo-marmol_14741864.htm.

Jcomp. Otoño calabaza en mesa de madera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/otono-calabaza-mesa-madera_5598334.htm.

Jcomp. Vista de arriba de los huevos de pato en una superficie oscura [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-arriba-huevos-pato-superficie-oscura_12952750.htm.

Jcomp. Maíz en el tallo listo para cosechar en el campo [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/maiz-tallo-listo-cosechar-campo_7957173.htm.

Jcomp. Hermosos quesos en la cocina - concepto de preparación de comida de queso [Fotografía]. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/hermosos-quesos-cocina-concepto-preparacion-comida-queso_5072152.htm.

Mdjaff. Vista de cerca de pescados crudos frescos en la tabla de cortar de madera marrón en la [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-cerca-pescados-crudos-frescos-tabla-cortar-madera-marron-mesa-colores-mezcla-oscura-espacio-libre_13150250.htm.

Pavliček, N. y Gross, L. (2017). Generation, manipulation and characterization of molecules by atomic force microscopy. *Nature Reviews Chemistry*, *1*(1), 5. doi:10.1038/s41570-016-0005.

Racool_studio. Guisantes naturales [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/guisantes-naturales_6636624.htm.

Racool_studio. Pan crujiente [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/pan-crujiente-casero-granos_5873642.htm.

Racool_studio. Papas rústicas [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/papas-rusticas-pelar-escritorio_6048845.htm.

Racool_studio. Yogur griego [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/yogur-griego_8052426.htm.

Stockking. Vista cercana de kinfe cortando mantequilla y panes alrededor sobre fondo de madera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-cercana-kinfe-cortando-mantequilla-panes-alrededor-sobre-fondo-madera_8328282.htm.

Suárez, M. (2021). *Introducción a los conceptos fundamentales de química: una aproximación fisicoquímica*. Universidad Nacional de Colombia.

Timolina. Huevos hervidos en un cuenco decorado con hojas de perejil [Fotografía]. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/huevos-hervidos-cuenco-decorado-hojas-perejil_6801251.htm.

Valeria_aksakova. Filete de carne fresca tomahawk sobre tabla de madera vieja [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/filete-carne-fresca-tomahawk-sobre-tabla-madera-vieja-fondo-oscuro-cerca_19182878.htm.

Wakabayashi, F. y Hamada, K. (2006). A DVD Spectroscope: A Simple, High-Resolution Classroom Spectroscope.
Journal of Chemical Education, 83(1), 56. doi: 10.1021/ed083p56.

Wirestock. Fotografía vertical de postres de jalea dulce de colores junto a platos de galletas [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/fotografia-vertical-postres-jalea-dulce-colores-junto-platos-galletas_17246614.htm.

Yakovleva, D. (2017). Breakfast. Pixabay. https://pixabay.com/es/photos/desayuno-syrniki-l%C3%A1mina-confiter%C3%ADa-2151201/.

Yzmo. (2020). Helium atom QM. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Helium_atom_QM.svg&oldid=1170950527. CC BY-SA 3.0.

Estado físico de los alimentos

Azerbaijan_stockers. Mano masculina vertiendo jugo de naranja en vidrio [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/mano-masculina-vertiendo-jugo-naranja-vidrio_17110655.htm.

Azerbaijan_stockers. Productos lácteos [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/productos-lacteos_8347233.htm.

Freepik. Ángulo alto de delicioso queso fresco [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/angulo-alto-delicioso-queso-fresco_38047971.htm.

Freepik. Arreglo plano de deliciosas tabletas de chocolate [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/arreglo-plano-deliciosas-tabletas-chocolate_24590925.htm.

Freepik. Cuenco con saboroso queso ángulo alto [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/cuenco-saboroso-queso-angulo-alto_16695384.htm.

Freepik. Delicioso postre de limón en placa [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/delicioso-postre-limon-placa_20080606.htm.

Freepik. Disposición de botellas de jugo saludables [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/disposicion-botellas-jugo-saludables_11463606.htm.

Freepik. Sabrosos dulces malvaviscos en plato de postre [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/sabrosos-dulces-malvaviscos-plato-postre_2294692.htm.

KamranAydinov. Una vista frontal de malvaviscos dulces aislados en el escritorio amarillo, caramelo de azúcar color dulce [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-frontal-malvaviscos-dulces-aislados-escritorio-amarillo-caramelo-azucar-color-dulce_9910743.htm.

KamranAydinov. Vista frontal vertiendo leche en el vaso pequeño en blanco [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-frontal-vertiendo-leche-vaso-pequeno-blanco-bebe-leche-leche_9383896.htm.

Mdjaff. Vista frontal joven inflando globos sobre el fondo rosa [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-frontal-joven-inflando-globos-sobre-fondo-rosa_12937151.htm.

Racool_studio. Cubos de hielo [Fotografía]. Freepik https://www.freepik.es/foto-gratis/cubitos-hielo-mojados-frios_6900182.htm.

Stockgiu. Picnic familiar en el bosque de otoño disfrutando de alimentos orgánicos generados por IA [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/picnic-familiar-bosque-otono-disfrutando-alimentos-organicos-generados-ia_43018961.htm.

Stockking. Vista lateral de la mano que sostiene la cuchara de madera con leche condensada y un vaso de leche [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-lateral-mano-que-sostiene-cuchara-madera-leche-condensada-vaso-leche-tabla-cortar-crema-yogur-huevo-sobre-superficie-azul_9302824.htm.

User6702303. Monedas en un frasco de vidrio Concepto de ahorro de dinero [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/monedas-frasco-vidrio-concepto-ahorro-dinero_26302998.htm.

Valeria_aksakova. Primer plano de un merengue blanco hecho en casa [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/primer-plano-merengue-blanco-hecho-casa_15773527.htm.

Valuavitaly. Salpicaduras de agua en mano [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/mano-mujer-primer-plano-corriente-salpicaduras-agua-concepto-cuidado-piel_11600216.htm.

Wirestock. Fotografía de primer plano de crema batida con fresas frescas [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/fotografia-primer-plano-crema-batida-fresas-frescas_16538498.htm.

Wirestock. Postre en la mesa [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/postre-mesa_9927283.htm.

Mead Johnson Nutrition. (2017). Estructura de la membrana del glóbulo de grasa. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:MFGM_structure.jpg&oldid=1151214570. CC BY 4.0.

Mezclas en los alimentos

8photo. Manzanas con jugo de toalla de cocina y madera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/manzanas-jugo-toalla-cocina-madera_9690888.htm.

Azerbaijan_stockers. Sopa De Chicket Con Un Trozo De Carne En Salsa De Tomate [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/sopa-chicket-trozo-carne-salsa-tomate-perejil-copiado-tazon-blanco-decorado-turshu-mesa-madera_5021837.htm

Freepik. Chef de repostería con batidor de ingredientes de la torta [Fotografía]. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/chef-reposteria-batidor-ingredientes-torta_10360925.htm.

Freepik. Human giving cooked corns to person at family dinner [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/free-photo/human-giving-cooked-corns-person-family-dinner_3233947.htm.

Jcomp. Taza de yogur con frutas [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/free-photo/bowl-oat-granola-with-yogurt-fresh-blueberries-mulberry-strawberries-kiwi-banana-mint-nuts-board-healthy-breakfast-top-view-copy-space-flat-lay-vegetarian-food-concept_14778210.htm.

Rawpixel. Abstract background orange oil bubble in water wallpaper [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/free-photo/abstract-background-orange-oil-bubble-water-wallpaper_18397414.htm.

Fermentación en los alimentos

Amonrat rungreangfangsai. Hot pot icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/hot-pot_3183463.

Chandlervid85. Arroz con leche pudín de arroz con canela en un cuenco de arcilla en una mesa de madera [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/arroz-leche-pudin-arroz-canela-cuenco-arcilla-mesa-madera_59974601.htm.

Dendoktoor. (2021). Cows [Fotografía] Pixabay. https://pixabay.com/es/photos/vacas-el-pastoreo-de-las-vacas-5901993/

Flat Icons. Nutrition icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/nutrition_4661605.

Freepik. Delicioso yogur con rodajas de kiwi alto ángulo [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/delicioso-yogur-rodajas-kiwi-alto-angulo_9955883.htm

Freepik. Digestive system icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/digestive-system_9027706.

Freepik. Intestine icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/intestine_10296724.

Freepik. Shield icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/shield_1161388.

Freepik. Sweet bean paste icon [Imagen]. Magnific. https://www.magnific.com/icon/sweet-bean-paste_4161384.

KamranAydinov. Rodajas de parmesano servidas en tablero de madera con baguette [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/rodajas-parmesano-servidas-tablero-madera-baguette_6190438.htm.

KamranAydinov. Vista frontal del vaso de oso con cips en foto en color claro, bebida alcohólica, vino, snac [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-frontal-vaso-oso-cips-foto-color-claro-bebida-alcoholica-vino-snack_14782299.htm.

Acidez en los alimentos

4045. Cerezas [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/objeto-verde-hoja-planta-alimentos_1174625.htm.

8photo. Los limones con albahaca se van en la tabla de madera y de corte, opinión de alto ángulo [Fotografía]. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/limones-albahaca-van-tabla-madera-corte-opinion-alto-angulo_9067825.htm.

Azerbaijan_stockers. Frutas cítricas frescas variadas [Fotografía]. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/frutas-citricas-frescas-variadas_9334185.htm.

Freepik. Cesta de frutas de ángulo alto en la silla [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/cesta-frutas-angulo-alto-silla_29301240.htm

Jannoon028. Uva verde aislado en blanco [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/uva-verde-aislado-blanco_1007837.htm.

KamranAydinov. Vista frontal de la col roja fresca en rodajas en la mesa oscura dieta madura ensalada de alimentos salud. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-frontal-col-roja-fresca-rodajas-mesa-oscura-dieta-madura-ensalada-alimentos-salud_13250869.htm

KamranAydinov. Vista superior frutas frescas diferentes frutas maduras y suaves sobre fondo blanco foto de baya [Fotografía]. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/vista-superior-frutas-frescas-diferentes-frutas-maduras-suaves-sobre-fondo-blanco-foto-baya-dieta-sabrosa-salud-color_15300089.htm.

Mdjaff. Montón de frutas frescas de manzanas rojas jugosas suaves frescas aisladas en blanco [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/monton-frutas-frescas-manzanas-rojas-jugosas-suaves-frescas-aisladas-blanco_8077974.htm.

Racool_studio. Arándanos [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.com/free-photo/lots-blueberries_5873712.htm.

Racool_studio. Duraznos [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/melocoton-mesa_6977961.htm.

Racool_studio. Kiwi [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/fruta-kiwi-fresca-aislada_8759405.htm.

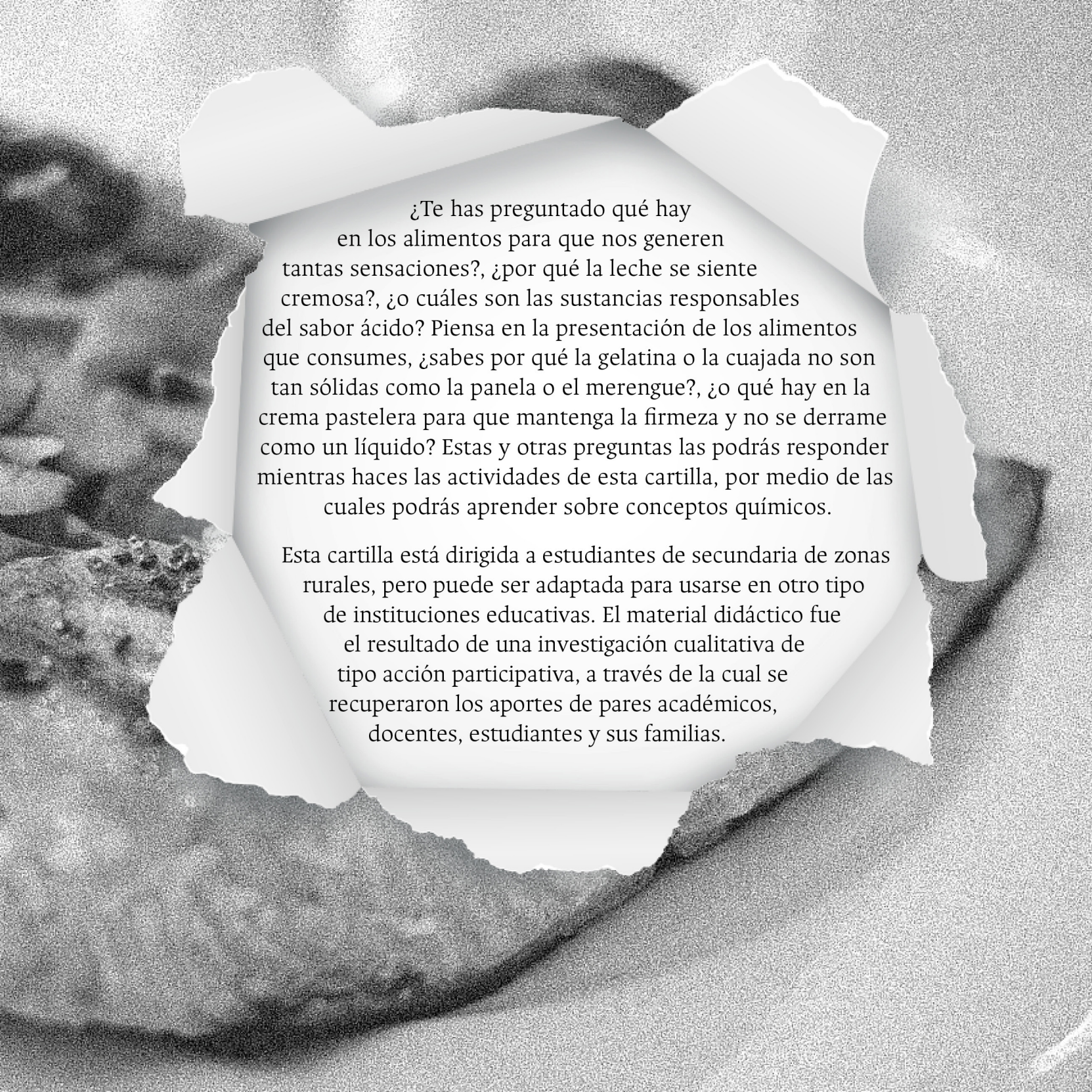
Racool_studio. Limón [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/fruta-fresca-lima-aislada_8759417.htm.

Racool_studio. Naranja [Fotografía]. Freepik. https://www.freepik.es/foto-gratis/naranjas-rodajas-enteras_6048917.htm.

Rawpixel. Verduras frescas planas laicos estilo de vida saludable [Fotografía]. Magnific. www.magnific.com/es/foto-gratis/verduras-frescas-planas-laicos-estilo-vida-saludable_15440137.htm.

Spams. Tamarind with leaf isolated on white background [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/premium-photo/tamarind-with-leaf-isolated-white-background-full-depth-field_8702877.htm.

Wirestock. Moras, frambuesas y arándanos aislado sobre un fondo blanco [Fotografía]. Magnific. https://www.magnific.com/es/foto-gratis/moras-frambuesas-arandanos-aislado-sobre-fondo-blanco_13006596.htm.



¿Te has preguntado qué hay en los alimentos para que nos generen tantas sensaciones?, ¿por qué la leche se siente cremosa?, ¿o cuáles son las sustancias responsables del sabor ácido? Piensa en la presentación de los alimentos que consumes, ¿sabes por qué la gelatina o la cuajada no son tan sólidas como la panela o el merengue?, ¿o qué hay en la crema pastelera para que mantenga la firmeza y no se derrame como un líquido? Estas y otras preguntas las podrás responder mientras haces las actividades de esta cartilla, por medio de las cuales podrás aprender sobre conceptos químicos.

Esta cartilla está dirigida a estudiantes de secundaria de zonas rurales, pero puede ser adaptada para usarse en otro tipo de instituciones educativas. El material didáctico fue el resultado de una investigación cualitativa de tipo acción participativa, a través de la cual se recuperaron los aportes de pares académicos, docentes, estudiantes y sus familias.