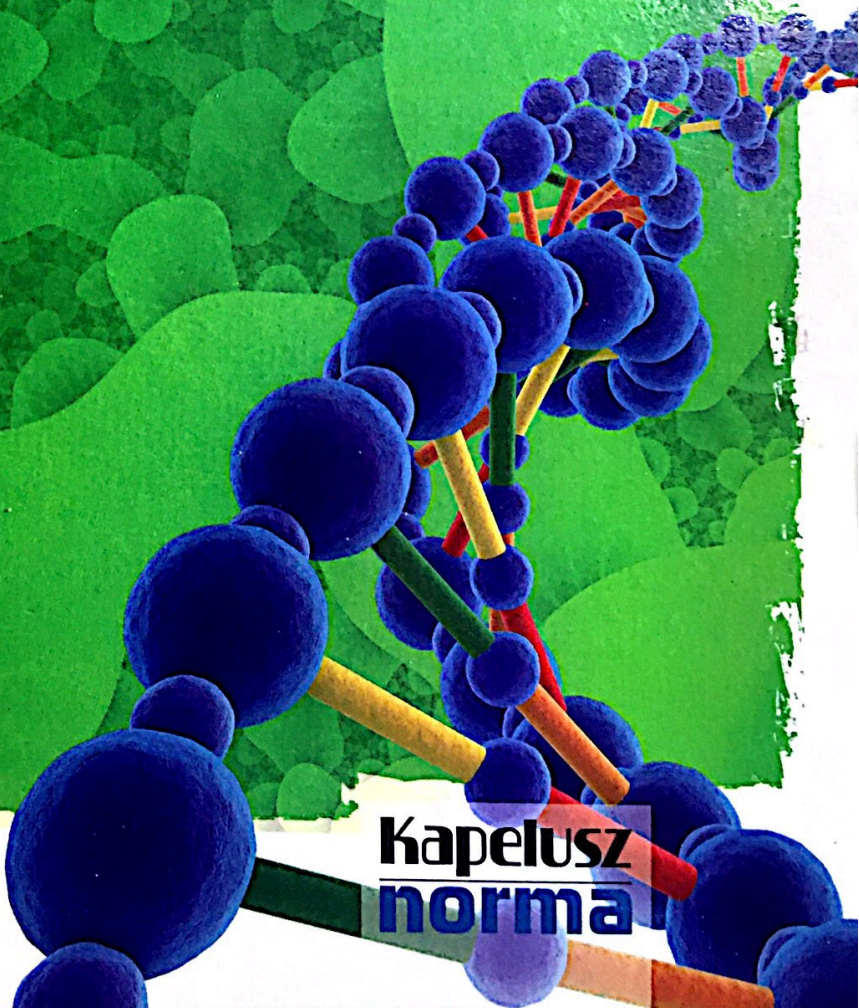
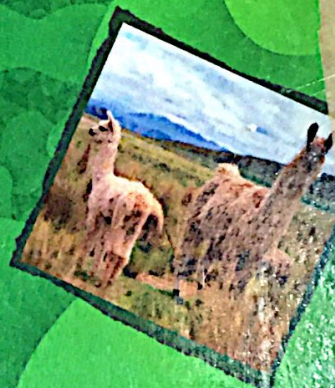


BIOLOGÍA PARA PENSAR

Intercambios de materia y energía de los sistemas
biológicos: de la célula a los ecosistemas

PROGRAMA
Kapelusz
PARA PENSAR
EDUCACIÓN SECUNDARIA



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Educación

Kapelusz
norma

INTRODUCCIÓN. LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO12

Un caso para la ciencia. El gran divulgador	13
1. La reducción de la ciencia al método	14
¿Qué es la ciencia?	14
El método inductivo	14
Historia de la ciencia. Los inicios de un científico	14
El Círculo de Viena	15
El método hipotético-deductivo	15
2. La ciencia y su desarrollo histórico	16
¿Qué es la epistemología?	16
La historia interna y la historia externa de la ciencia	16
Thomas Kuhn y las revoluciones científicas	17
Incommensurabilidad y progreso	17
Historia de la ciencia. Los enigmas de Pasteur	17
3. Ciencia, poder y sociedad	18
Redefinir la ciencia	18
La tradición epistemológica francesa	18
Genealogía de la ciencia	19
¿Qué es un panóptico?	19
Historia de la ciencia. La moral, un invento	19
4. La biología ante la revolución tecnocientífica	20
La revolución tecnocientífica	20
La biología también puede ser ciencia grande	21
La biotecnología, entre el mercado y la ética	21
Biología. La biotecnología en la vida cotidiana	21
TIC. Biotecnología y actores	21

BLOQUE 1 LA ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA EN LOS SISTEMAS VIVOS

1. La organización de la materia en los sistemas vivos	22
Un caso para la ciencia. ¿Desde el espacio exterior?	23
1. El estudio de los seres vivos	24
Los seres vivos como sistemas abiertos	24
Los sistemas, un modelo de estudio	24
De materia inerte a sistemas vivos	25
Historia de la ciencia. ¿Procariontes o eucariotes?	25
2. Características de los sistemas vivos	25
Intercambian y transforman materia y energía	26
Responden a los estímulos	26
Historia de la ciencia. ¿Qué es la biotecnología?	26
La unidad funcional y estructural es la célula	27
Cumplen un ciclo vital	27
TIC. La unidad funcional de la vida por dentro	27
Se reproducen	28
Se adaptan	28
TIC. ¿Cómo son los virus?	28
Modifican el ambiente en que viven	29
TIC. Hidrógeno verde	29
Biología. Combustibles verdes	29

3. Sistemas vivos simples y complejos	30
Los niveles de organización de la materia viva	30
Sistemas en diferentes niveles: del individuo al ecosistema	31
Biología. Banco de micorrizas	31
En pocas palabras. Los niveles de organización de la vida	31
A ciencia cierta. Todo en una célula	32
Nos ponemos a prueba	33
Proyecto de investigación. Los primeros seres vivos y la aparición del oxígeno en la atmósfera terrestre	35

2. La composición química de los sistemas vivos	36
Un caso para la ciencia. Oye, te hacen falta vitaminas	36
1. Las biomoléculas	37
Los bioelementos	38
Uniones químicas	38
Los grupos funcionales	38
Los biopolímeros	39
Historia de la ciencia. La estructura atómica	39

2. Los componentes inorgánicos de los seres vivos	40
Los gases	40
Las sales minerales	40
El agua y la vida	40
Las propiedades del agua	41
Biología. Estudiando las propiedades del agua	41

3. Sustancias altamente energéticas: lípidos e hidratos de carbono	42
Los lípidos	42
Biología. Los lípidos en la industria	42
Los hidratos de carbono	43
Historia de la ciencia. Luis Federico Leloir, los hidratos de carbono y su legado	43

4. Las proteínas	44
Estructura de las proteínas	44
Funciones de las proteínas	45
La estabilidad de las proteínas	45
Biología. Proteínas como agentes infecciosos: la forma lo es todo	45

5. Los ácidos nucleicos	46
Nucleótidos	46
Los ácidos nucleicos	47
Historia de la ciencia. El código genético se resuelve	47

6. El metabolismo: intercambio de materia y energía	48
Obtención de energía	48
Biología. ¿Ácido láctico en nuestro cuerpo?	48
La regulación metabólica	49
En pocas palabras. La química de la vida	50
A ciencia cierta. ¿Una hormona dietética?	51
Nos ponemos a prueba	52
Proyecto de investigación. Biomoléculas y moléculas inorgánicas	53

BLOQUE 2 LA NUTRICIÓN EN EL ORGANISMO HUMANO. FUNCIONES Y ESTRUCTURAS

3 La ingestión y la digestión de los alimentos 54	
Un caso para la ciencia. Louis Pasteur y el misterio del vino agrio	55

1. La alimentación y los tipos de nutrientes	56
Los nutrientes	56
Los macronutrientes	56
Los micronutrientes	57
2. El sistema digestivo en los seres humanos	58
Estructura del sistema digestivo humano	58
La digestión bucal y la deglución	58
La digestión y la secreción ácida en el estómago	59
La digestión en el intestino delgado	60
Historia de la ciencia. Lazzaro Spallanzani y la digestión	60
La absorción en el intestino delgado	61
La reabsorción en el intestino grueso	61

3. La homeostasis del sistema digestivo	62
La regulación de la digestión	62
Historia de la ciencia. La secreción	62
TIC. Nuestros nutrientes y alimentos	62

4. La digestión en los distintos grupos de seres vivos	63
Estructuras y función comparadas	63
En pocas palabras. El camino de los alimentos dentro del cuerpo	64
A ciencia cierta. Hamburguesa, papas fritas y pastillas	65
Nos ponemos a prueba	66
Proyecto de modelización. Un modelo del sistema digestivo	67

4. La respiración	68
Un caso para la ciencia. Oxígeno para viajes largos	69

1. El sistema respiratorio en los seres humanos	70
La respiración	70
Estructura del sistema respiratorio humano	70
Historia de la ciencia. El estudio de la regulación capilar	70
Las vías respiratorias superiores	71
Las vías respiratorias inferiores	72
Biología. Una filmación microscópica	72
Los pulmones	73

2. La mecánica respiratoria y la hematosis	74
--	----

Los movimientos respiratorios	74
La regulación de la respiración	74
Biología. Vacuna contra la gripe	74
La capacidad pulmonar	75
Biología. La espirometría	75
3. El intercambio gaseoso	76
Ingreso y egreso de gases	76
El transporte de los gases respiratorios	76
TIC. El intercambio gaseoso en los alvéolos	76
4. El sistema respiratorio de otros seres vivos	77
Estructuras y función comparadas	77
En pocas palabras. ¿Qué sucede en nuestro cuerpo cuando respiramos?	78
A ciencia cierta. La fábrica de pulmones	79
Nos ponemos a prueba	80
Proyecto de investigación. Sobre buzos y andinistas: situaciones extremas para el sistema respiratorio	81

5. La circulación	82
Un caso para la ciencia. La enfermedad de los reyes	83

1. El transporte y la circulación en los seres humanos	84
La estructura del sistema circulatorio humano	84
Los vasos sanguíneos	84
El corazón	85
La sangre	85

2. La dinámica del sistema circulatorio	86
La circulación sanguínea	86
Un camino sin retorno: las válvulas auriculoventriculares	86
El ciclo cardíaco	87
La regulación del ciclo cardíaco	87
Biología. El by-pass	87
Perturbaciones en la circulación de nutrientes	88
3. Sistemas circulatorios de otros organismos: estructuras y funciones comparadas	89
Historia de la ciencia. Sangre que circula por el cuerpo	89
En pocas palabras. ¿Cómo circula la sangre en nuestro cuerpo?	90
A ciencia cierta. Circulación de ideas	91
Nos ponemos a prueba	92
Proyecto de investigación. El sistema circulatorio como transporte de sustancias	93



6	La excreción	94
	Un caso para la ciencia. La pintura y los desechos metabólicos	95
1.	El sistema excretor	96
	La función de excreción	96
	La estructura del sistema urinario humano	96
	La estructura interna del riñón	97
	La irrigación renal	97
2.	La formación de orina	98
	Filtración, reabsorción, secreción y concentración en el nefrón	98
	Las características de la orina	99
	La micción y el control muscular	99
	Historia de la ciencia. Oro a partir de orina	99
3.	El balance hídrico	100
	La osmorregulación	100
	La transpiración	100
4.	El sistema excretor en otros seres vivos	101
	Estructuras y función comparadas	101
	En pocas palabras. ¿Cómo se eliminan los productos de desecho de nuestro cuerpo?	102
	A ciencia cierta. Un gusano muy particular	103
	Nos ponemos a prueba	104
	Proyecto de investigación. El sistema excretor, un aliado en toda situación	105
7	Alimentación, salud y cultura	106
	Un caso para la ciencia. La prevención de deficiencias nutricionales: el ácido fólico y los DCTN	107
1.	Alimentación y nutrición	108
	Las dimensiones de la alimentación	108
	Los alimentos	108
	Los nutrientes	108
	TIC. El Código Alimentario Argentino	108
	El balance energético	109
	El peso corporal	109
2.	Los macronutrientes	110
	Las proteínas	110
	Los hidratos de carbono o glúcidos	110
	Los lípidos	111

3.	La importancia de los micronutrientes	112
	Las vitaminas	112
	Historia de la ciencia. El descubrimiento de las vitaminas	112
	Los minerales	113
4.	Alimentación y salud	114
	La alimentación saludable	114
	Anorexia y bulimia	114
	Sobrepeso y obesidad	114
	Biología. Nutrigenómica y nutrigenética	114
	TIC. La antropología alimentaria	114
	La seguridad alimentaria	115
	La alimentación y las epidemias del siglo XXI	115
	En pocas palabras. ¿Comer es lo mismo que nutrirse adecuadamente?	116
	A ciencia cierta. ¿Somos lo que comemos?	117
	Nos ponemos a prueba	118
	Proyecto de investigación. La energía contenida en los alimentos	119

BLOQUE 3 LA REGULACIÓN Y CONTROL DEL ORGANISMO HUMANO: FUNCIONES Y ESTRUCTURAS INTEGRADAS

8	Percepción sensorial, integración de la información y respuesta motora del organismo	120
	Un caso para la ciencia. El placer y el engaño	121
1.	El sistema nervioso como un sistema integrado de información	122
	Circuitos de información en el cuerpo humano	122
	TIC. Magia y neurociencia en red	122
	Las células nerviosas	123
	Las células gliales	123
2.	La comunicación nerviosa	124
	El impulso nervioso	124
	La sinapsis: las neuronas no se tocan, pero se comunican	125
	La señalización sináptica	125
3.	El sistema nervioso central	126
	La organización del sistema nervioso central	126
	La corteza cerebral: la estructura más evolucionada del sistema	127
	Historia de la ciencia. Dos anatomistas clave para el estudio del sistema nervioso	127
4.	El sistema nervioso periférico	128
	La organización del sistema nervioso periférico	128
	Algunos reflejos homeostáticos	129
	Biología. ¿Regeneración de médula?	129

5.	La respuesta motora	130
	Los reflejos	130
	El sistema muscular y el tono	131
	Biología. No es mi culpa	131
	En pocas palabras. La respuesta del organismo humano a los estímulos	132
	A ciencia cierta. La ayuda va en camino	133
	Nos ponemos a prueba	134
	Proyecto de investigación. ¿Qué ven cuando miran?	135
	Proyecto de investigación. Una confusión con gusto a rico	135

9	Las funciones de regulación en el organismo humano	136
	Un caso para la ciencia. Una hormona marca registrada	137
1.	Las funciones de regulación en el organismo humano	138
	La homeostasis y la comunicación celular	138
	El sistema hormonal	139
	Mecanismos de comunicación hormonal	139
2.	Cambios en el medio interno y regulación hormonal	140
	La actividad de las hormonas y el medio interno	140
	La homeostasis de la glucosa: el páncreas	140
	¿Cómo se mantiene el equilibrio de la glucosa?	141
3.	Interacción entre el sistema nervioso y el sistema hormonal	142
	El hipotálamo	142
	La hipófisis	142
	Ejes de regulación hormonal	143
	TIC. El sistema endocrino en acción	143
4.	Ejes de regulación neuroendocrina y funciones de las hormonas	144
	El eje de crecimiento	144
	El eje tiroideo: las hormonas tiroideas y el metabolismo	144
	Biología. Abuso de drogas anabólicas	144
	Historia de la ciencia. Dr. Bernardo Houssay	144
	El eje suprarrenal: las glándulas suprarrenales y el estrés	145
	Biología. Un tanto farmacéutico	145
	En pocas palabras. La regulación hormonal en el organismo humano	146
	A ciencia cierta. Peligro a largo plazo	147
	Nos ponemos a prueba	148
	Proyecto de investigación. Drogas endógenas que ayudan a vivir	149

10	El sistema inmunitario en el organismo humano	150
	Un caso para la ciencia. ¿Qué tiene que ver la vacuna con las vacas?	151
1.	Los mecanismos de defensa del organismo humano	152
	El sistema inmunitario	152
	Las células del sistema inmune	153
	Distinguir entre lo propio y lo extraño	153
2.	Mecanismos de acción del sistema inmune innato	154
	Primeras barreras de protección	154
	Fagocitosis de microorganismos	155
	Procesos inflamatorios	155
3.	El sistema inmune adaptativo	156
	Las células protagonistas: los linfocitos	156
	Linfocitos B y anticuerpos	156
	Biología. La fabricación de vacunas	156
	Proteínas: conservadas y variables	157
	Vacunas y sueros	157
	Los linfocitos T	158
	Teoría de la selección clonal	159
	Historia de la ciencia. El legado de César Milstein	159
4.	Trasplantes de órganos y enfermedades del sistema inmune	160
	Trasplantes de órganos y tejidos	160
	Alergias y enfermedades autoinmunes	160
	TIC. La donación de órganos	160
	El virus de inmunodeficiencia humana	161
	En pocas palabras. ¿Cómo nos defendemos de las enfermedades?	162
	A ciencia cierta. En busca de la bala mágica	163
	Nos ponemos a prueba	164
	Proyecto de investigación. La psiconeuroendocrinología, una nueva ciencia	165

BLOQUE 4 LA PERPETUACIÓN DE LA ESPECIE HUMANA

11	La reproducción humana	166
	Un caso para la ciencia. ¿Cómo explicaron los naturalistas del pasado la reproducción humana?	167
1.	La perpetuación de la especie humana	168
	La sexualidad en los seres humanos	168
	La función de reproducción no es una función aislada	168
	Historia de la ciencia. Mujeres científicas que dejan huella	168
	El sistema genital femenino	169
	El sistema genital masculino	169



2. La regulación hormonal de los ciclos genitorreproductores en los varones.....	170
Durante la gestación.....	170
El inicio de la pubertad.....	170
La regulación hormonal.....	171
La espermatogénesis.....	171
3. La regulación hormonal de los ciclos genitorreproductores en las mujeres.....	172
A partir de la pubertad.....	172
El ciclo menstrual.....	173
4. La fecundación y la gestación.....	174
Desde la fecundación del óvulo hasta el parto.....	174
La fertilización asistida.....	175
Historia de la ciencia. Aportes maternos y paternos: un gran debate.....	175
5. La sexualidad como construcción cultural.....	176
Una mirada integral sobre la sexualidad.....	176
TIC. Las acciones del UNAIDS.....	176
La sexualidad responsable: la importancia de la prevención.....	177
TIC. Más información sobre el VIH-Sida.....	177
En pocas palabras. ¿Cómo se reproducen los seres humanos?.....	178
A ciencia cierta. Reproducción, pero no tanta.....	179
Nos ponemos a prueba.....	180
Proyecto de investigación. Investigar sobre las enfermedades de transmisión sexual.....	181
12. Bases genéticas de la herencia.....	182
Un caso para la ciencia. ¿Cómo se llama el segundo?.....	183
1. Genética: el estudio de la herencia biológica.....	184
Primeras respuestas sobre la herencia.....	184
¿Qué es la ley de los grandes números?.....	184
Historia de la ciencia. Un científico incomprendido en su época.....	184
Los cruzamientos de Mendel y sus hipótesis.....	185
2. De factores hereditarios a genes y cromosomas.....	186
La terminología adecuada.....	186
El principio de distribución independiente.....	186
Teoría cromosómica de la herencia.....	187
Ligamiento.....	187
3. Los genes y el sexo.....	188
El cromosoma determinante del sexo.....	188
Ligamiento al sexo.....	188
Biotecnología. Cariotipo humano.....	188
Caracteres ligados al sexo en los seres humanos.....	189
Lo heredado y lo adquirido.....	189
Interacciones alélicas: codominancia y dominancia incompleta.....	189
4. La estructura de los genes.....	190
El descubrimiento del ADN.....	190
Biotecnología. El Proyecto Genoma Humano, hoy.....	190
Historia de la ciencia. El descubrimiento del mutante.....	190

La información genética cambia, fluye y se mapea.....	191
Las mutaciones.....	191
La recombinación.....	191
En pocas palabras. Los mecanismos de la herencia biológica.....	192
A ciencia cierta. Genes para vivir cien años.....	193
Nos ponemos a prueba.....	194
Proyecto de modelización. Leyes de la herencia.....	195
13. La historia de nuestra especie: la evolución humana.....	196
Un caso para la ciencia. Demasiado humano.....	197
1. Las primeras teorías evolutivas.....	198
La diversidad.....	198
El transformismo de Lamarck.....	198
Historia de la ciencia. Las catástrofes, una explicación a la extinción de especies.....	198
Charles Darwin y el Evolucionismo.....	199
Historia de la ciencia. Reconocimiento a Wallace.....	199
2. Nuevas teorías sobre la evolución.....	200
La teoría sintética de la evolución.....	200
Historia de la ciencia. La historia de la nomenclatura binominal.....	200
¿Cómo cambian las especies según la teoría sintética de la evolución?.....	201
3. Principales líneas de la evolución humana.....	202
El origen de la nueva especie.....	202
El linaje de los primates.....	203
Los primeros homínidos.....	203
4. La evolución de la especie humana.....	204
Aparición y diversificación del género Homo.....	204
El origen de Homo sapiens.....	205
Hipótesis sobre el origen de Homo sapiens.....	205
Rutas de poblamiento.....	205
En pocas palabras. La evolución de la especie humana.....	206
A ciencia cierta. El misterio de la Mujer X.....	207
Nos ponemos a prueba.....	208
Proyecto de investigación. ¿De dónde venimos?.....	209



BLOQUE 5 LAS CÉLULAS: FUNCIONES Y ESTRUCTURAS INTEGRADAS

14. La célula como unidad estructural y funcional.....	210
Un caso para la ciencia. El padre de la célula, que no descubrió la célula.....	211
1. El fundamento de la vida: la teoría celular.....	212
Nacimiento y evolución de una teoría.....	212
Historia de la ciencia. Schwann era un científico inquieto.....	212
TIC. La vida de Schwann.....	212
Los patrones de organización celular.....	213
El origen de las células con núcleo.....	213
Historia de la ciencia. Árboles y teorías.....	213
2. La unidad en la diversidad celular.....	214
Las células como sistemas biológicos.....	214
Bloques de construcción simples y complejos.....	214
La membrana plasmática.....	215
3. Las células eucariotas.....	216
El citoplasma celular y las organelas.....	216
Las organelas de las células animales.....	217
Centro de control y organización: el núcleo celular.....	217
En pocas palabras. La unidad elemental de la vida.....	218
A ciencia cierta. ¿Vida artificial?.....	219
Nos ponemos a prueba.....	220
Proyecto de investigación. El ADN y los avances de la biotecnología.....	221
15. Metabolismo celular: transformaciones de materia y energía a nivel celular.....	222
Un caso para la ciencia. Los "atolondrados".....	223
1. El flujo de materia y energía a nivel celular.....	224
Las transformaciones de la energía.....	224
Conceptos generales sobre metabolismo celular.....	224
Historia de la ciencia. Metabolismo biotecnológico.....	224
Las enzimas y las reacciones químicas.....	225
Las reacciones de oxidación-reducción.....	225
Las reacciones exergónicas y endergónicas.....	225
2. La célula como fabricante de biomoléculas.....	226
La materia orgánica dentro de la célula.....	226
Los glúcidos: una fuente de energía.....	226
Los lípidos: almacenamiento de energía y comunicación.....	227
Las proteínas: estructura, canalización y transporte.....	227
3. El metabolismo celular.....	228
Procesos integrados.....	228
La primera fase: la glucólisis.....	228
El ciclo de Krebs.....	229
Mecanismos que regulan el ciclo de Krebs.....	229
Principales vías del ciclo de Krebs.....	229
La fosforilación oxidativa.....	230
Desacople de la cadena de electrones.....	230
La fermentación.....	231
La fermentación láctica.....	231
La fermentación alcohólica.....	231
4. El metabolismo de los autótrofos.....	232

Recepción de la luz y pigmentos.....	232
Historia de la ciencia. Fotosíntesis, un poco de historia.....	232
Las etapas de la fotosíntesis.....	233
La fotosíntesis.....	233
El ciclo de Calvin.....	234
El punto de compensación.....	234
Biotecnología. Células encerradas.....	235
La fotosíntesis en las plantas acuáticas.....	235
TIC. El lactosuero y la biotecnología.....	235
En pocas palabras. ¿Cómo obtienen energía las células?.....	236
A ciencia cierta. Eficiencia.....	237
Nos ponemos a prueba.....	238
Proyecto de investigación. Fermentación: un proceso biológico en la industria.....	239
16. Multiplicación celular y transmisión de la información genética.....	240
Un caso para la ciencia. ¿Autodidacta descubre su propia enfermedad?.....	241
1. La información genética.....	242
El núcleo celular y el material genético.....	242
La diferenciación celular.....	242
La replicación del ADN.....	243
Historia de la ciencia. Descifrando el ADN.....	243
TIC. Replicación en movimiento.....	243
2. La reproducción de las células eucariotas.....	244
La multiplicación celular.....	244
TIC. La mitosis.....	244
Mitosis.....	245
Citocinesis.....	245
3. La multiplicación de las células sexuales y la variabilidad.....	246
La reproducción sexual y asexual a nivel celular.....	246
Las células haploides y diploides.....	246
Historia de la ciencia. Entendiendo a la genética.....	246
La meiosis.....	247
4. La regeneración celular: la síntesis de proteínas.....	248
La lectura de la información genética.....	248
Historia de la ciencia. La era de la ingeniería genética.....	248
El código genético.....	249
5. La ingeniería genética, la herencia y la variabilidad.....	250
Las mutaciones.....	250
Biotecnología. Síntesis de insulina.....	250
La ingeniería genética.....	251
Clonación.....	251
Historia de la ciencia. Una cronología sobre la clonación.....	251
En pocas palabras. ¿Cómo se forma un organismo a partir de una única célula?.....	252
A ciencia cierta. Las terapias con células madre.....	253
Nos ponemos a prueba.....	254
Proyecto de modelización. Error en la formación de gametas: alteraciones numéricas.....	255
Proyecto de experimentación. Visualización de los cromosomas.....	255

BLOQUE 6 LOS ECOSISTEMAS: TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA Y LA ENERGÍA

17	Los ecosistemas.	256
	Un caso para la ciencia. Nace una isla, nace un ecosistema	257
	1. La homeostasis en los ecosistemas	258
	Los ecosistemas como sistemas abiertos.	258
	Los ecosistemas y el hombre	258
	Niveles ecológicos de organización	259
	Principios generales de los ecosistemas	259
	Los ecosistemas son entidades físicas	259
	Los ecosistemas se encuentran en equilibrio	259
	Los ecosistemas evolucionan en el tiempo.	259
	2. El ciclo de la materia y el flujo de la energía en los ecosistemas	260
	Las comunidades como sistemas termodinámicos	260
	Biotecnología. Organismos transgénicos	261
	3. La eficiencia energética de los ecosistemas.	262
	La producción primaria	262
	El proceso de fotosíntesis	262
	La producción secundaria	262
	Biotecnología. Ecosistemas quimiosintéticos.	262
	El flujo de energía en las cadenas alimentarias.	263
	4. La circulación de los materiales en el ecosistema	264
	El reciclado de los materiales	264
	¿Cómo circula el agua en los ambientes?.	264
	Historia de la ciencia. El descubridor del nitrógeno en la atmósfera	264
	¿Cómo circula el carbono en los ambientes?.	265
	¿Cómo circula el nitrógeno en los ambientes?.	265
	5. Dinámica de los ecosistemas.	266
	Cambios en los ecosistemas.	266
	Sucesión ecológica.	266
	Biotecnología. Modelos de simulación en ecología.	266
	Sucesión primaria y secundaria	267
	Perturbaciones y sucesiones.	267
	En pocas palabras. La circulación de la materia y la energía en los ecosistemas	268
	A ciencia cierta. Más calor, menos lagartijas.	269
	Nos ponemos a prueba	270
	Proyecto de investigación. Las ecorregiones de la Argentina	271

18	Los agroecosistemas.	272
	Un caso para la ciencia. Darwin decepcionado, turistas encantados	273
	1. Modificaciones del hombre en los ecosistemas.	274
	Los orígenes de la agricultura	274
	Las actividades humanas y los ecosistemas	275
	La introducción de especies.	275
	2. La materia y la energía en los ecosistemas subsidiados.	276
	Los agroecosistemas.	276
	La soja en los agroecosistemas argentinos	277
	Biotecnología. Alimentos para todos	277
	3. La biodiversidad en los agroecosistemas.	278
	La importancia de la biodiversidad.	278
	Las especies clave.	278
	TIC. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	278
	Los polinizadores como especies clave.	279
	Las especies introducidas	279
	4. A favor de una agricultura sustentable	280
	El control de plagas	280
	Historia de la ciencia. El origen del maíz	280
	El control biológico de las plagas.	281
	La biorremediación	281
	En pocas palabras. ¿Existen alternativas de producción agrícola más saludables para los ecosistemas?.	282
	A ciencia cierta. ¿Es posible hacer negocios con el carbono?.	283
	Nos ponemos a prueba	284
	Proyecto de investigación. La categorización de los bosques nativos.	285



[BLOQUE 2]

3

La ingestión y la digestión de los alimentos

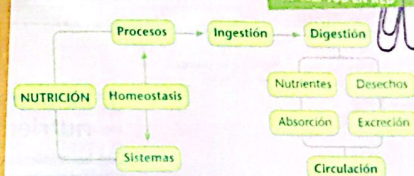
La ingesta de los alimentos es el primer paso del proceso de nutrición. Una gran variedad de alimentos proveen al cuerpo de nutrientes necesarios para su funcionamiento, pero para que puedan ser utilizados por cada célula del cuerpo, previamente deben pasar por una serie de transformaciones que tienen lugar en el sistema digestivo en interacción con otros sistemas del organismo.

Al finalizar este capítulo, podrán:

- analizar los procesos de intercambio y transformaciones de materia y energía.
- reconocer la interacción de los subsistemas que integran el sistema digestivo humano y en su diversidad (tejidos, órganos y sistemas de órganos).
- identificar la interacción del sistema digestivo con otros sistemas.
- comprender que la nutrición es una función universal de los seres vivos.

MEJAS

CONCEPTOS EN RED



UN CASO PARA LA CIENCIA

La acción de las enzimas.

Louis Pasteur y el misterio del vino agrio

En 1854, Louis Pasteur fue nombrado decano de la Universidad de Lille en Francia. En esa región, donde se producía alcohol a partir de uvas y cereales, sus conocimientos serían extremadamente útiles: desde 1849, Pasteur realizaba investigaciones sobre la fermentación y el accionar de las levaduras.

La industria vitivinícola regional experimentaba por entonces grandes problemas. El vino, mientras se añejaba, se volvía agrio y se echaba a perder. La producción entera debía ser descartada y las pérdidas monetarias eran enormes.

Pasteur tenía claro que la fermentación se debía a la acción de microorganismos. Para fermentar, el vino requería de levadura; luego de efectuar sus análisis, Pasteur halló que existían diferentes células de levadura en el vino. ¿Cuál de todas ellas era la responsable del sabor agrio?

No fue necesario resolver el enigma. Pasteur observó que el vino recién se echaba a perder finalizado el proceso de fermentación. El problema, entonces, se daba durante el añejamiento, es decir, cuando ya la levadura no era necesaria. No importaba qué microorganismo exacto originaba el problema, ya que todos ellos podían ser eliminados por igual. La solución era calentar el vino a 57.2 °C para matar todos los microorganismos, es decir, aplicarle el proceso posteriormente denominado *pasteurización*. De este modo, se halló una solución al problema de la región.

Los fermentos de distinta naturaleza continuaron siendo un importante tema de investigación para los químicos, y recién en 1878 recibieron el nombre de *enzimas*.

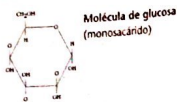
ACTIVIDADES

1. Expliquen con sus palabras cuál es el misterio al que hace alusión el título de este artículo.
2. Respondan: ¿descubrió Pasteur qué microorganismo era el causante del sabor agrio del vino? ¿Por qué?
3. Hagan dos listas: una de productos pasteurizados y otra de productos que contengan levadura. ¿Hay coincidencias? ¿Por qué?

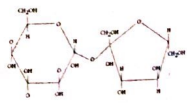


54

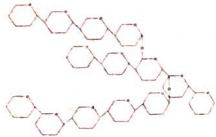
55



Molécula de glucosa (monosacárido)



Molécula de sacarosa (disacárido)



Molécula de glucógeno (polisacárido)

La glucosa, un monosacárido, es la principal fuente de energía de nuestro cuerpo. El azúcar que consumimos, llamado sacarosa, es un disacárido de glucosa y fructosa.

i (+INFO)

Deficiencia de vitamina A

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que más de 100 millones de niños en todo el mundo tienen deficiencia de vitamina A, lo que, dada la importancia de esta vitamina en la prevención de la ceguera, podría conducir a 250 mil casos de ceguera infantil. Se ha demostrado que el incremento de vitamina A en la dieta de algunas poblaciones podría llegar incluso a reducir la mortalidad infantil en muchos países del mundo en vías de desarrollo hasta en un tercio de los índices actuales. La vitamina A, también denominada retinol, solamente se encuentra en alimentos de origen animal, tales como el hígado, la leche y los huevos.

1. La alimentación y los tipos de nutrientes

Con los alimentos que ingerimos diariamente, incorporamos nutrientes que proporcionan a nuestro organismo y a las células que lo componen la materia y la energía necesarias para conservar la estructura de los tejidos, reparar lesiones y producir la energía suficiente para mantener los procesos metabólicos.

Los nutrientes

Se llama alimentación al proceso que comprende la elección, preparación e ingestión de los alimentos. Es un proceso consciente y voluntario; la calidad de la alimentación depende principalmente de factores culturales y económicos. Por el contrario, la nutrición comprende el conjunto de procesos fisiológicos por los cuales el organismo transforma y aprovecha las sustancias químicas (nutrientes) contenidas en los alimentos que requiere. Es un proceso involuntario e inconsciente que depende de procesos como la digestión, la absorción, la circulación, el metabolismo y la excreción.

Según las proporciones requeridas por nuestro organismo y los procesos en los que intervienen, los nutrientes se clasifican en macronutrientes y en micronutrientes.

Los macronutrientes

Los macronutrientes son los nutrientes que el organismo requiere en mayor cantidad, porque aportan la materia y la energía que permiten el crecimiento, el funcionamiento y el mantenimiento de la estructura del cuerpo. A este grupo pertenecen el agua y el oxígeno, los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos. El agua y el oxígeno. Son macronutrientes de estructura química sencilla, es decir, formados por dos o tres átomos, y, si bien no aportan energía al organismo, son indispensables para realizar las funciones vitales. El oxígeno es incorporado a través de las vías respiratorias e interviene en aquellas reacciones químicas que permiten obtener energía a partir de los nutrientes. El agua es la sustancia más abundante en todos los seres vivos; en el ser humano, constituye el 70% del cuerpo. Todas las reacciones químicas que ocurren en el organismo, así como el transporte de nutrientes y desechos, se producen en medio acuoso. Además, el agua participa en la regulación de la temperatura corporal absorbiendo el calor que generan las células como resultado de su actividad.

Hidratos de carbono. También llamados **carbohidratos** o **glúcidos**, constituyen la fuente principal de energía del organismo. Son sustancias formadas por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno; de acuerdo con su estructura, se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los **monosacáridos** son los de estructura más sencilla; sus moléculas pueden tener entre tres y siete átomos de carbono. Los **disacáridos** son de estructura más compleja y están conformados por la unión de dos monosacáridos. Finalmente, los **polisacáridos** son macromoléculas formadas por la unión de cientos o miles de moléculas de monosacáridos. Los carbohidratos se almacenan en las células del hígado y en las fibras musculares en forma de un polisacárido de glucosa llamado **glucógeno**. Cuando el organismo necesita energía, el glucógeno es degradado nuevamente a glucosa, la cual es metabolizada por las células como fuente energética.

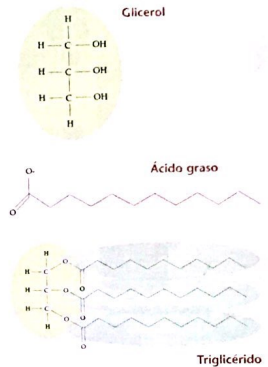
Los carbohidratos están presentes principalmente en alimentos de origen vegetal como frutas, verduras y cereales, aunque también podemos encontrarlos en la leche.

CONCEPTOS CLAVE

- ★ Nutrición
- ★ Alimentación
- ★ Tipos de nutrientes

Proteínas. Tienen una gran diversidad de funciones; una de las más importantes es la estructural: determina la forma y la estructura de las células y participa en el crecimiento. También participan en la producción de los anticuerpos que intervienen en la defensa del organismo, así como también constituyen las enzimas y hormonas que regulan los procesos metabólicos. Las proteínas están constituidas por la unión, en forma de cadena, de moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos. Hay veinte tipos diferentes de aminoácidos, de los cuales ocho son esenciales, es decir que el organismo no puede sintetizarlos y, por lo tanto, es necesario ingerirlos con los alimentos. Si bien las proteínas no cumplen una función energética, pueden proporcionar energía al organismo cuando no dispone de carbohidratos o lípidos.

Lípidos. Como las proteínas, tienen estructuras muy diversas y cumplen gran variedad de funciones; una de las más importantes es la de almacenar energía para ser utilizada ante la falta de carbohidratos. Además, forman parte de las membranas celulares y algunos lípidos constituyen hormonas. Las grasas y los aceites son los lípidos más conocidos, también llamados triglicéridos debido a que están formados por tres moléculas de ácidos grasos unidas a una molécula de glicerol. Las grasas o triglicéridos pueden ser tanto de origen animal como vegetal; la manteca es una grasa de origen animal, mientras que la margarina es de origen vegetal.



Esquema donde se muestran las moléculas de glicerol, ácido graso y triglicérido.

Los micronutrientes

Los micronutrientes son los nutrientes que se requieren en pequeñas cantidades. La mayoría no pueden ser fabricados por el organismo. Si bien no aportan energía, son fundamentales en la regulación de las actividades celulares del organismo.

Minerales. Cumplen una función estructural y también una función reguladora en las reacciones químicas que ocurren a nivel celular. El calcio, por ejemplo, regula la entrada y la salida de algunas sustancias de la célula y participa junto al fósforo de la formación de huesos y dientes. El sodio y el potasio intervienen en la transmisión del impulso nervioso y en la contracción de los músculos. El hierro forma parte de una proteína llamada hemoglobina que se encuentra en los glóbulos rojos, e interviene en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre.

Vitaminas. Actúan mayormente como coenzimas, facilitando la función de las enzimas. Se han identificado trece vitaminas, las cuales se clasifican en dos grupos: **hidrosolubles** (se disuelven en agua) y **liposolubles** (se disuelven en grasas). Solo la vitamina D puede ser sintetizada por el organismo a partir de ciertos lípidos; el resto de ellas deben ser ingeridas con los alimentos.

ACTIVIDADES

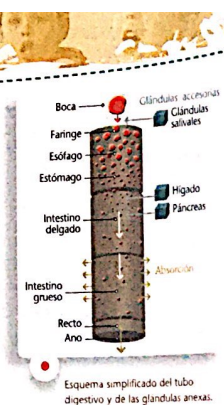
A

1 Organicen la información de las páginas 56 y 57 en un cuadro con las siguientes columnas:

Nutrientes	Funciones principales	Alimentos en los que se encuentra

Vitaminas y funciones

- A** Interviene en la formación y el mantenimiento de la piel, los dientes y los huesos. También participa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales.
- B1** Participa en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos, es decir, en la producción de energía. Interviene en la regulación de las funciones nerviosas y cardíacas.
- B3** Es fundamental para la obtención de energía a partir de carbohidratos, lípidos y proteínas. Participa en la formación de neurotransmisores, la síntesis de hormonas sexuales y enzimas.
- B6** Es esencial para el crecimiento debido a que ayuda a asimilar las proteínas, los carbohidratos y las grasas. Es indispensable para fabricar anticuerpos y glóbulos rojos.
- B12** Interviene en la síntesis de ADN, ARN y en la fabricación de proteínas y glóbulos rojos.
- C** Participa en la producción de colágeno, que es una proteína necesaria para la cicatrización de heridas. Es importante en el crecimiento y la reparación de encías, vasos, huesos y dientes, y para el metabolismo de las grasas.
- D** Permite la absorción de calcio y proteínas en el intestino. Es necesaria para la formación normal y la protección de huesos y dientes.
- E** Participa en la formación de glóbulos rojos, músculos y células sexuales masculinas. Se la conoce como **antioxidante**, es decir que protege las membranas de las células retrasando su envejecimiento.
- K** Interviene en la síntesis de proteínas que regulan la coagulación de la sangre.



2. El sistema digestivo en los seres humanos

El sistema digestivo humano está formado por un tubo continuo de aproximadamente 10 metros de longitud que se extiende desde la boca hasta el ano y por glándulas anexas.

Estructura del sistema digestivo humano

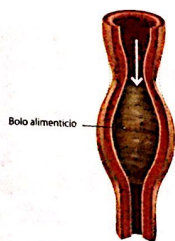
La digestión se inicia en la boca con la incorporación de alimentos, que luego pasan por la faringe y el esófago hasta el estómago, continuando el recorrido hacia el intestino delgado que recibe secreciones de las glándulas anexas. A lo largo de este recorrido, el alimento se va descomponiendo en sustancias más pequeñas, los nutrientes, que se absorben en los diferentes tramos del tubo digestivo y pasan a la sangre para ser distribuidos al resto de los tejidos del cuerpo. Finalmente en el intestino grueso, luego de una nueva reabsorción de agua y ciertos nutrientes, los materiales no digeridos se eliminan a través del ano.

En este proceso, se pueden diferenciar dos tipos de digestión: la mecánica y la química. La primera involucra las transformaciones producidas por la trituración de los dientes y los movimientos de mezcla del alimento. La segunda es realizada por enzimas específicas y modifica la composición química de los alimentos.

La pared del tubo digestivo está constituida por cuatro capas de tejidos diferentes. En la luz del tubo se encuentra una capa llamada **mucosa**, cuyas células cumplen funciones de protección, secreción y absorción; rodeando esta capa se halla la **submucosa**, donde se encuentran los vasos sanguíneos y linfáticos; por fuera de esta se halla la **musculatura**, formada por dos capas de fibras: la **musculatura circular**, que modifica el ancho del tubo digestivo, y la **musculatura longitudinal**, que altera el largo. Entre las capas musculares hay una red nerviosa que recibe impulsos del sistema nervioso central y coordina de manera involuntaria el movimiento de los músculos.

La digestión bucal y la deglución

Estructura de los tejidos presentes en el tubo digestivo. Con algunas variaciones en cada órgano, esta es la estructura que se observa a lo largo de todo el tubo digestivo.



Movimiento peristáltico en el esófago.

58

- ★ Digestión mecánica
- ★ Digestión química
- ★ Digestión bucal
- ★ Digestión gástrica

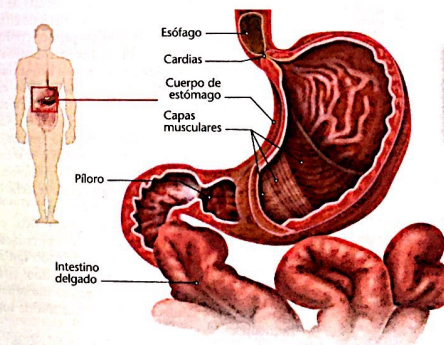
La digestión y la secreción ácida en el estómago

El estómago es un órgano ubicado por debajo del diafragma y situado entre el esófago y la primera porción del intestino delgado. Se comunica con el esófago a través del cardias, y con el intestino delgado por un orificio llamado **píloro**, que posee un músculo circular encargado de regular el paso de los alimentos al intestino delgado.

La digestión de los alimentos en el estómago se logra por acción mecánica y química en forma concurrente. Las paredes internas del estómago tienen glándulas gástricas que secretan el **jugo gástrico**, líquido que interviene en la digestión química. El jugo gástrico está formado por:

- **Ácido clorhídrico:** mantiene ácido el pH del estómago (entre 1 y 3), lo cual proporciona el medio adecuado para la acción de las enzimas gástricas y además evita la proliferación de bacterias ingeridas con el alimento. (+INFO)
- **Mucos:** es un fluido viscoso que cubre las paredes del estómago y las protege de la acción del ácido clorhídrico y las enzimas.
- **Enzimas:** en el jugo gástrico encontramos tres enzimas; la más importante es la **pepsina**, que inicia la digestión de las proteínas en moléculas más pequeñas, los péptidos. Esta enzima es secretada como una proenzima, es decir, como una enzima inactiva, llamada **pepsinógeno**. Cuando esta molécula entra en contacto con el medio ácido del estómago, se produce la conversión a la forma activa o **pepsina**. La **lipasa gástrica** es otra enzima gástrica que actúa sobre algunos lípidos, convirtiéndolos en moléculas más pequeñas como el glicerol y los ácidos grasos. La **renina** (o **fermento lab**) es la tercera enzima secretada en el jugo gástrico, que actúa sobre la leche provocando que la caseína, su principal proteína, se separe del líquido, es decir, precipite. De esta manera se facilita su digestión.

Los alimentos parcialmente digeridos, junto con el jugo gástrico, forman una masa semilíquida denominada **quimo**, que es impulsada a intervalos hacia el intestino delgado por los movimientos peristálticos del estómago.

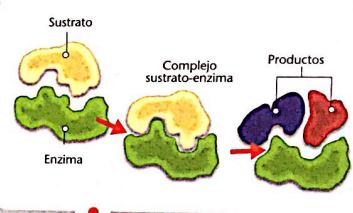


Estructura del estómago.



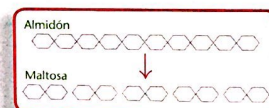
Indicador de acidez

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H^+) en una sustancia. El pH se mide de 0 a 14 y cuanto más cercano al 0 está este indicador, más ácida es la sustancia.



Esquema de llave-cerradura de una reacción enzimática. Las enzimas son moléculas de proteínas que tienen la capacidad de facilitar y acelerar las reacciones químicas que intervienen en la transformación o descomposición de las sustancias sobre las que actúan (que se denominan sustrato).

La velocidad de las reacciones enzimáticas dependen de la concentración de la enzima y del sustrato, y de la temperatura y la acidez del medio.



La amilasa salival activada descompone el almidón (molécula compleja) en productos más simples.

ACTIVIDADES

A

- 1 Señalen en el texto con dos colores diferentes los conceptos referidos a la digestión mecánica y química.
- 2 Confeccionen un cuadro con las enzimas del jugo gástrico y la función que tiene cada una de ellas.



Acción de la maltasa sobre la maltosa. Cada molécula de glucosa está representada por un hexágono azul, ya que la glucosa suele adquirir esta conformación en el espacio.

HISTORIA DE LA CIENCIA

Lazzaro Spallanzani y la digestión

Antiguamente no se sabía cómo ocurría la transformación de los alimentos a lo largo del tubo digestivo. En el siglo XVIII, el científico italiano Lazzaro Spallanzani realizó en sí mismo un curioso experimento que significó un gran avance en su época. En una bolsita de tela colocó pan triturado, cerró la bolsita con un hilo y se la tragó. Un día después, Spallanzani eliminó la bolsita junto con la materia fecal: se sorprendió al encontrarla intacta y vacía, ya que todo el pan había desaparecido. Así llegó a una primera conclusión: solo algunos de los materiales que ingresaban al organismo por vía oral eran asimilados, y los demás eran eliminados con la materia fecal.

La digestión en el intestino delgado

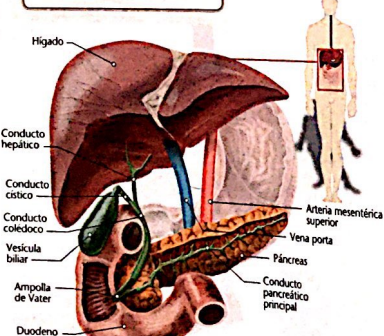
En el intestino delgado se produce la mayor parte de la digestión química de los alimentos. Este órgano, de aproximadamente 6 metros de largo, se divide en tres porciones: el duodeno, de entre 20 y 25 centímetros; el yeyuno y el íleon. Las dos últimas zonas participan principalmente en la absorción de nutrientes.

El duodeno recibe las secreciones del páncreas, el hígado y las propias glándulas intestinales, y es por esto la porción del intestino más activa en el proceso digestivo.

El páncreas, ubicado detrás del estómago, es una glándula de secreción interna y externa: algunos de los productos que secreta se vuelcan directamente a la sangre (secreción interna) y otros se vierten hacia otros órganos como el estómago. Como glándula de secreción externa produce el jugo pancreático, mezcla de agua, bicarbonato de sodio y enzimas. Las enzimas que encontramos en el jugo pancreático son: la tripsina y la quimiotripsina, que actúan sobre las proteínas; los péptidos; la amilasa pancreática, que igual que la ptialina, actúa sobre el almidón, y la lipasa pancreática, que actúa sobre los lípidos.

El hígado produce bilis, un fluido que carece de enzimas y está compuesto principalmente por agua, colesterol, ácidos, sales y pigmentos biliares. La bilis es producida continuamente y se almacena en la vesícula biliar; cuando el quimo llega al intestino delgado, la vesícula se contrae y libera su contenido a este. Las sales biliares actúan sobre las grasas formando una emulsión. Una emulsión es la mezcla de dos líquidos inmiscibles (por ejemplo, agua y aceite) de manera más o menos homogénea; en este caso, las sales que están disueltas en agua se mezclan con las grasas formando pequeñas gotitas microscópicas llamadas micelas. Esto facilita la acción de la lipasa pancreática (enzima) sobre los lípidos.

Los pigmentos biliares, como la bilirrubina y la biliverdina, son productos de desecho del metabolismo de los glóbulos rojos muertos, y se eliminan en las heces a las que les dan color.



La bilis es liberada al intestino delgado a través de una serie de conductos. Desde el hígado circula por el conducto hepático y desde la vesícula, por el conducto cístico, llegando al duodeno a través del colédoco. El jugo pancreático se vierte al duodeno a través del conducto pancreático principal. Este desemboca, junto con el colédoco, en la ampolla de Vater en el intestino delgado.

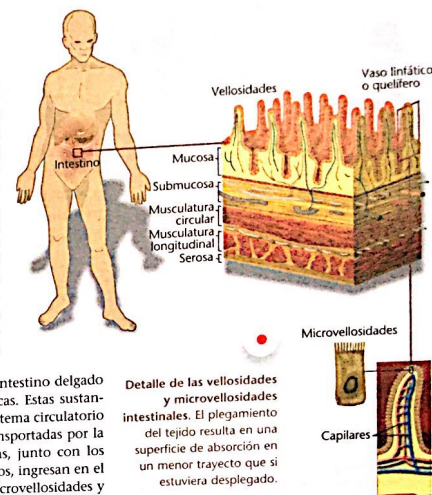
CONCEPTOS CLAVE

- ★ Digestión Intestinal
- ★ Absorción Intestinal

La absorción en el intestino delgado

La absorción intestinal se produce principalmente en el yeyuno e implica la incorporación al sistema circulatorio de los nutrientes resultantes de la digestión para ser distribuidos a todas las células del cuerpo. En este punto, los hidratos de carbono han sido degradados a monosacáridos, sobre todo glucosa; las proteínas han sido fragmentadas en sus aminoácidos componentes, y los lípidos, desdoblados en ácidos grasos y glicerol. La pared interna del intestino tiene estructuras especializadas para la absorción de nutrientes llamadas vellosidades, que son pliegues de la mucosa en forma de dedos que aumentan notablemente la superficie de absorción del intestino. Cada uno de estos pliegues tiene a su vez una serie de pliegues más pequeños llamados microvellosidades, los cuales tienen asociados una red de capilares sanguíneos y también un capilar linfático, que distribuyen los nutrientes al resto del organismo.

El agua, las vitaminas y los minerales son absorbidos en el intestino delgado prácticamente sin sufrir transformaciones mecánicas ni químicas. Estas sustancias, junto con los monosacáridos y aminoácidos, ingresan al sistema circulatorio por los capilares sanguíneos de las microvellosidades y son transportadas por la sangre hacia los vasos sanguíneos mayores. Algunas vitaminas, junto con los ácidos grasos y el glicerol, productos de la digestión de los lípidos, ingresan en el sistema linfático por medio de los capilares linfáticos de las microvellosidades y luego, cuando la linfa es volcada en las venas, pasan a la circulación sanguínea.



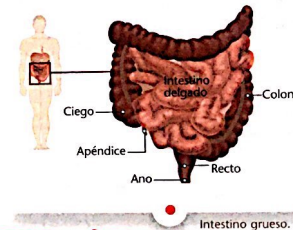
Detalle de las vellosidades y microvellosidades intestinales. El plegamiento del tejido resulta en una superficie de absorción en un menor trayecto que si estuviera desplegado.

La reabsorción en el intestino grueso

El resto del quilo no absorbido es conducido al intestino grueso por los movimientos peristálticos intestinales. El intestino grueso comprende cuatro porciones: el ciego con el apéndice, el colon, el recto y el ano. El ciego tiene forma de ampolla y continúa hacia arriba con el colon, y hacia abajo presenta una prolongación en forma de dedo llamada apéndice. En la parte superior del ciego desemboca el intestino delgado por medio de un orificio que contiene una válvula denominada ileocecal, la cual regula el pasaje de quilo impidiendo su retorno. El extremo final del intestino grueso de 15 centímetros se denomina recto, el cual termina en el ano.

En el interior del colon habitan diferentes poblaciones de bacterias que forman la flora intestinal. Estos microorganismos descomponen parte de los materiales no digeribles, los utilizan como alimento y como sustrato para sintetizar las vitaminas K y B12 que son absorbidas en el colon. Aquí también se produce la reabsorción de agua y sales minerales.

Como consecuencia de la reabsorción intestinal y la actividad bacteriana se forma la materia fecal, compuesta por aquellas sustancias que no pudieron ser digeridas por el organismo, las células muertas que se desprenden por desgaste de las paredes del intestino y los restos de los jugos digestivos. Los movimientos musculares del colon empujan la materia fecal hacia el recto, y con la defecación las heces son eliminadas a través del ano.



ACTIVIDADES

A

- 1 Describan el recorrido de una molécula de sacarosa a lo largo del tubo digestivo, las transformaciones que sufre y las enzimas involucradas en su digestión.
- 2 Completen en sus carpetas un cuadro como el siguiente, con todas las enzimas que se nombraron en este capítulo:

Enzima	Órgano donde se produce	Nutrientes sobre los que actúa	Producto
Ptialina	Boca (saliva)	Almidón	Maltosa

HISTORIA DE LA CIENCIA

La secretina

En 1902, William Bayliss y Ernest Starling estudiaban como el sistema nervioso controla el proceso de la digestión. Por entonces se sabía que el páncreas secretaba jugos digestivos en respuesta al paso de comida al duodeno. Descubrieron (contando todos los nervios que iban al páncreas en sus animales de laboratorio) que este proceso no era gobernado por el sistema nervioso. Determinaron que una sustancia secretada por la mucosa intestinal estimula el páncreas, y es transportada vía la corriente sanguínea. Llamaron a esta sustancia **secretina**, ya que era una secreción intestinal. Fue la primera hormona descubierta y condujo a la difusión del término **hormona** para designar a aquellas sustancias que son secretadas a la sangre y actúan sobre órganos alejados.

TIC

Nuestros nutrientes y alimentos
En el siguiente sitio, podrán ver la emisión dedicada a este tema del programa Horizontes Ciencias Naturales: http://descargas.encuentro.gov.ar/emision.php?emision_id=168

3. La homeostasis del sistema digestivo

Las células del cuerpo solo pueden tolerar pequeños cambios en las condiciones externas e internas del medio. Debido a esto, en el organismo actúan procesos de control que mantienen relativamente constantes las condiciones del medio interno. A este proceso se lo conoce como **homeostasis**.

La regulación de la digestión

El equilibrio homeostático es dinámico, es decir que pueden existir pequeñas fluctuaciones alrededor de los niveles óptimos que son reestablecidos continuamente por nuestro organismo. Aquellos procesos que llevan a mantener la homeostasis en el organismo son conocidos como **procesos de retroalimentación** o **feedback** y constan de tres componentes básicos:

- **Receptor** incorpora la información de los cambios físicos y bioquímicos que se producen en distintas zonas del cuerpo y envía los resultados al centro de control ubicado en el cerebro.
 - **Centro de control** recibe la información del estado y los niveles bioquímicos del organismo, por ejemplo: frecuencia cardíaca, acidez de la sangre, nivel de glucemia, etc., y elabora una respuesta.
 - **Ejecutor** recibe la información del centro de control y produce la respuesta.
- Las respuestas pueden ser de dos tipos: **retroalimentación negativa**, es decir que el sistema responde de manera opuesta a la perturbación; o **retroalimentación positiva**, es decir que la respuesta ocurre en el mismo sentido de la perturbación. Por ejemplo, un sistema de calefacción está retroalimentado negativamente si la temperatura de una habitación excede la temperatura deseada; en este caso, la calefacción actuará de manera opuesta y tenderá a bajarla, por lo que se apagará o bajará de potencia; si la habitación se encuentra por debajo de la temperatura deseada, la calefacción seguirá funcionando.

La mayoría de los sistemas de retroalimentación en nuestro cuerpo son negativos, ya que los positivos tienden a amplificar la perturbación original, lo que puede dar lugar a diversas alteraciones. Sin embargo, son necesarios en ciertas ocasiones, como por ejemplo el momento de parir, donde al ocurrir una contracción, estas son retroalimentadas positivamente para permitir el parto.

En el caso del sistema digestivo, las secreciones del tubo y las glándulas digestivas están reguladas y coordinadas por el sistema nervioso y el endocrino. La presencia de alimentos en la boca y en el estómago estimula la producción y la liberación de gastrina en la sangre. Esta hormona es fabricada en el estómago y estimula la liberación de jugo gástrico. Cuando la concentración de este fluido alcanza determinados niveles, la secreción de gastrina es inhibida y, por lo tanto, cesa la secreción de gastrina. La acidez del quimo provoca la liberación estimulando la secreción de bicarbonato, que sirve para neutralizar la acidez del quimo. La colecistoquinina es liberada en el duodeno en respuesta a la presencia de alimentos grasos en el intestino. Esta hormona estimula la producción de enzimas del páncreas y la contracción de la vesícula biliar. La colecistoquinina regula negativamente a la gastrina, ya que cuando la concentración de la primera hormona alcanza cierto nivel, la secreción de la segunda es inhibida.

Mecanismos de retroalimentación en el sistema digestivo.

- Homeostasis
- Retroalimentación o feedback positivo y negativo
- Fisiología comparada del sistema digestivo

4. La digestión en los distintos grupos de seres vivos

En los seres vivos existen dos modelos básicos de nutrición: el de los organismos **autótrofos**, que fabrican su propio alimento por el proceso de **fotosíntesis**, y el de los **heterótrofos**, que se alimentan de otros seres vivos.

Estructuras y función comparadas

Dentro de los organismos autótrofos se encuentran las plantas verdes, las algas y algunas bacterias. Entre los heterótrofos, los animales y hongos que, al no poder sintetizar sus propios nutrientes, necesitan alimentarse de otros seres vivos o de sus partes.

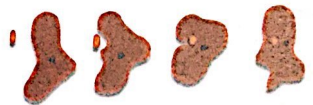
Los heterótrofos unicelulares como las amebas obtienen sus alimentos a través de un proceso conocido como **fagocitosis**. En los heterótrofos pluricelulares, el desarrollo del sistema digestivo generalmente está relacionado con el modo de vida del animal y su régimen alimenticio.

En los animales de vida fija o locomoción muy lenta, como los cnidarios y medusas, la cavidad gastrovascular se encarga de recibir el alimento, digerirlo y distribuirlo por todo el cuerpo. Además, los productos de desecho son eliminados por el mismo orificio de entrada.

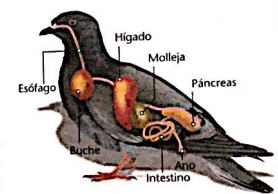
En los diferentes grupos de animales con locomoción activa, las variaciones del sistema digestivo representan adaptaciones al régimen alimenticio. Por ejemplo, entre los herbívoros, algunos insectos poseen un aparato bucal chupador por el cual succionan los jugos vegetales, y las aves tienen un pico córneo que reemplaza los dientes, con una forma característica según el tipo de alimento que ingieren. El resto de los herbívoros tiene dientes adaptados a la trituración, y su intestino suele ser muy largo, lo que posibilita mayor tiempo y superficie para la digestión. Esto se debe a que la celulosa, principal componente de los vegetales, es muy difícil de digerir. Entre los carnívoros, algunos insectos poseen un aparato bucal adaptado a la masticación; también las aves tienen un pico fuerte que usan para capturar el alimento. Los dientes de los carnívoros están adaptados para desgarrar y cortar, con gran desarrollo de los caninos o colmillos. Como los tejidos animales carecen de celulosa, la digestión de estos alimentos es más fácil, por lo que el intestino es más corto que en los herbívoros.

Algunos grupos de animales presentan adaptaciones especiales para la digestión de los alimentos. Las aves poseen una estructura denominada **buche**, que se ubica hacia un costado del esófago y tiene dos funciones: permite almacenar alimento y regular el contenido del estómago. Además, el estómago de las aves consta de dos porciones, el **proventrículo** y la **molleja**. El proventrículo contiene glándulas que segregan ácido clorhídrico y pepsina. La molleja no segrega jugo digestivo; su función principal es aplastar y pulverizar los granos, gracias a la presencia de pequeñas piedras que las aves ingieren para tal fin.

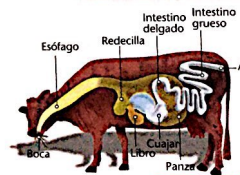
Los ruminantes poseen en su estómago cuatro compartimentos, llamados **rumen**, **retículo**, **omaso** y **abomaso**. El rumen, el retículo y el omaso no tienen glándulas gástricas, sino una vasta población microbiana actuando como cámaras de fermentación donde los nutrientes sufren su primer proceso degradativo. El abomaso cuenta con glándulas secretoras, y su función es equiparable al estómago del resto de los animales.



La fagocitosis consiste en rodear con la membrana plasmática el alimento hasta englobarlo completamente y luego introducirlo al interior celular.



Esquema digestivo de aves.



Esquema digestivo de ruminantes.

ACTIVIDADES

A

- 1 Definan **homeostasis** y expliquen cuál es su importancia para el organismo.
- 2 Respondan: ¿qué implica que una respuesta a un determinado estímulo sea de retroalimentación negativa? ¿Y de retroalimentación positiva? ¿Qué mecanismo predomina en los seres vivos? ¿Por qué?
- 3 Identifiquen si el siguiente ejemplo se refiere a un sistema con retroalimentación positiva o negativa: "En un sistema electrónico, los dispositivos conductores transportan mejor la corriente cuanto mayor sea su temperatura. Cuando estos se calientan conducen mejor la corriente, y entonces la corriente será cada vez mayor y se seguirán calentando. Este proceso continuará hasta su destrucción".

El camino de los alimentos dentro del cuerpo

La digestión involucra un conjunto de procesos que posibilitan la transformación de los alimentos que ingerimos en las sustancias que nuestro cuerpo requiere.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DIGESTIVO

LA DIGESTIÓN BUCAL Y LA DEGLUCIÓN

La transformación mecánica y química de los alimentos se inicia en la boca, donde además se perciben los sabores de la comida. La masticación y la salivación producen el bolo alimenticio, desmenuzando los alimentos e impregnándolos de saliva.

LA DIGESTIÓN Y LA SECRECIÓN ÁCIDA EN EL ESTÓMAGO

La digestión de los alimentos en el estómago se logra por acción mecánica y química.

LA DIGESTIÓN Y LA ABSORCIÓN EN EL INTESTINO DELGADO

La digestión del alimento continúa en el intestino delgado. La pared interna del intestino está revestida por microvellosidades que aumentan la superficie de absorción.

LA EGESTIÓN Y LA REABSORCIÓN EN EL INTESTINO GROSERO

El intestino grueso comprende cuatro porciones: el ciego, el recto y el ano. Es el órgano encargado de producir la materia fecal. En el colon habita la flora intestinal que realiza la descomposición de los alimentos que no son digeribles para las personas.

LA ESTRUCTURA DEL INTESTINO DELGADO

Muestra una serie de pliegues y vellosidades que constituyen una enorme área superficial para la absorción. A su vez, las células epiteliales están revestidas por microvellosidades que aumentan aún más la superficie de intercambio de sustancias.

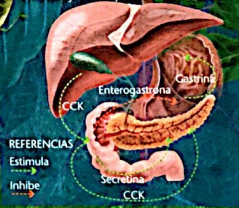
La ingestión en los distintos grupos de seres vivos

Los organismos heterótrofos han desarrollado diferentes adaptaciones para la digestión de los alimentos.



Arrebas en fagocitos

La digestión es controlada por el sistema nervioso y un conjunto de hormonas



La relación entre las estatinas y el colesterol ✓

Hamburguesa, papas fritas y pastillas

El doctor Darrel Francis, cardiólogo del National Heart and Lung Institute, dependiente del Imperial College London, sugirió que las hamburguesas y las papas fritas despachadas por los locales de comida rápida deberían ir acompañadas por píldoras de estatina.

La recomendación se apoya en un artículo publicado en el *American Journal of Cardiology* sobre la capacidad de esa droga para reducir el daño causado por la mala alimentación. Las estatinas se utilizan para controlar el colesterol, y reducen los potenciales problemas cardiovasculares. Según el doctor Francis, las píldoras de estatina servirían para compensar los efectos dañinos de la comida rápida, rica en grasas, y deberían ser ubicadas junto a la sal y los condimentos, para que los clientes las tomaran. El estudio concluye que la droga puede resultar tan beneficiosa como perniciosas son las hamburguesas y las papas fritas; en síntesis, se verificaría un equilibrio. El doctor Francis agregó que era razonable que los medios para prevenir las consecuencias de una mala dieta fueran tan accesibles como el tipo de comida que favorece las enfermedades cardiovasculares. El medicamento, por otra parte, no representaría un costo para los locales de venta de hamburguesas, ya que saldría aproximadamente lo mismo que un condimento.

Steve Field, presidente del Royal College of General Practitioners, criticó la propuesta y afirmó que habría que extender los hábitos saludables, y no el uso de medicamentos.

Fragmento adaptado de la nota "Statins with your burger? Doctors want heart pills on menu", de Denis Campbell, publicada en el suplemento Science de *The Guardian*, el 12 de agosto de 2010.

ACTIVIDADES A

- Respondan:
 - ¿Cuál es la propuesta del doctor Darrel Francis?
 - ¿Qué razones esgrime para hacer prácticas sus recomendaciones?
 - ¿Qué se criticó a la propuesta? ¿Qué opinan ustedes?
- Escriban el texto de un folleto que promueva la vida saludable, que se entregue con la compra de hamburguesas y papas fritas.
- Hagan un listado de alimentos perjudiciales para el sistema circulatorio.

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

- La alimentación:**
 - ☐ a) consiste en la obtención, preparación e ingestión de alimentos.
 - ☐ b) es el conjunto de procesos mediante los cuales los alimentos se transforman y se incorporan al organismo.
 - ☐ c) es la forma de proporcionar al organismo los alimentos o sustancias nutritivas que necesita.
 - ☐ d) a y c son correctas.
- Los macronutrientes son:**
 - ☐ a) aquellas moléculas de nutrientes de mayor tamaño.
 - ☐ b) los nutrientes que el organismo necesita en mayor cantidad.
 - ☐ c) aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía al organismo.
 - ☐ d) b y c son correctas.
- ¿Cuál de las siguientes oraciones es la correcta?**
 - ☐ a) Los péptidos están formados por proteínas y estas están compuestas por aminoácidos.
 - ☐ b) Las proteínas están formadas por aminoácidos y monosacáridos.
 - ☐ c) Los aminoácidos son los componentes de los péptidos y las proteínas.
 - ☐ d) Ninguna de las anteriores.
- Las vitaminas son micronutrientes, entonces:**
 - ☐ a) son necesarias en bajas cantidades porque el organismo puede sintetizarlas.
 - ☐ b) son moléculas pequeñas de estructura sencilla.
 - ☐ c) son necesarias en bajas cantidades pero deben ser ingeridas con el alimento porque el organismo no puede sintetizarlas.
 - ☐ d) Ninguna de las anteriores.
- ¿Cuál de las siguientes secuencias indica el orden de los órganos del tubo digestivo?**
 - ☐ a) boca - faringe - esófago - estómago - intestino delgado - intestino grueso - ano.
 - ☐ b) boca - faringe - esófago - estómago - duodeno - páncreas - yeyuno - íleon - hígado - colon - recto - ano.
 - ☐ c) boca - faringe - esófago - estómago - duodeno - yeyuno - íleon - ciego - colon - recto - ano.
 - ☐ d) a y c son correctas.
- ¿Qué transformaciones sufre una molécula de glucosa cuando es ingerida?**
 - ☐ a) Es digerida en el intestino por la acción de las enzimas que desdoblan los carbohidratos.
 - ☐ b) Es absorbida en el intestino sin sufrir ninguna modificación.
 - ☐ c) Es digerida en la boca por la acción de la amilasa salival.
 - ☐ d) Es digerida en el estómago por la acción de la pepsina.
- ¿Podría una persona vivir sin vesícula biliar?**
 - ☐ a) Sí, porque los jugos intestinales pueden cumplir la misma función que la vesícula biliar.
 - ☐ b) No, porque no podría fabricarse bilis.
 - ☐ c) Sí, pero no podría comer alimentos ricos en grasas.
 - ☐ d) Sí, porque la bilis fluiría directamente hacia el intestino delgado cumpliendo la misma función.
- ¿Qué consecuencias traería para una persona realizarle una operación donde se tuviera que acortar significativamente el intestino delgado?**
 - ☐ a) No tendría ninguna consecuencia porque la mayor parte de la absorción de nutrientes ocurre en el intestino grueso.
 - ☐ b) Podría disminuir la absorción de algunos nutrientes.
 - ☐ c) No tendría consecuencias porque el intestino grueso puede reemplazar la función del intestino delgado.
 - ☐ d) Ninguna de las anteriores.
- La celiaca es una enfermedad en la cual la ingesta de una proteína vegetal, el gluten, causa el aplanamiento de las vellosidades que recubren el intestino delgado. ¿Cuáles creen que pueden ser las consecuencias de esta enfermedad?**
 - ☐ a) Aumenta la superficie de absorción del intestino y en consecuencia se absorbe una cantidad de nutrientes mayor que la necesaria.
 - ☐ b) Se dificulta la absorción de los nutrientes de origen vegetal.
 - ☐ c) Las microvellosidades se acortan, la absorción se reduce y la nutrición de la persona puede quedar comprometida.
 - ☐ d) Todas las anteriores.
- ¿Qué ocurre cuando aumentan demasiado los niveles de gastrina en sangre?**
 - ☐ a) La presencia de gastrina indica que están llegando alimentos al estómago, con lo cual, por un mecanismo de *feedback* positivo, aumenta la secreción de gastrina para favorecer la digestión estomacal.
 - ☐ b) Este aumento favorece la digestión intestinal y el aumento en los niveles de colecistoquinina.
 - ☐ c) Por un mecanismo de *feedback* negativo disminuye la producción de gastrina.
 - ☐ d) Favorece la liberación de secretina en el duodeno.
- El largo del intestino en rumiantes es:**
 - ☐ a) igual que en los carnívoros y omnívoros, porque las cuatro cámaras del estómago favorecen la digestión de la celulosa.
 - ☐ b) comparativamente más largo que en los carnívoros y omnívoros, para lograr digerir la celulosa.
 - ☐ c) depende del tamaño del animal.
 - ☐ d) b y c son correctas.

PROYECTO DE MODELIZACIÓN

Un modelo del sistema digestivo

En el sistema digestivo ocurre la digestión extracelular, de los nutrientes que se encuentran en los alimentos. Por medio de diversas enzimas, como la ptialina, la amilasa salival y la pepsina, entre otras, se realiza la digestión química. Así, macronutrientes y micronutrientes se descomponen en unidades menores y atraviesan las membranas de las vellosidades intestinales e ingresan en el torrente sanguíneo.

Objetivos:

- Modelizar las reacciones y los procesos digestivos que ocurren en el sistema digestivo durante el pasaje de diferentes alimentos.
- Comprender la función de las enzimas en el proceso digestivo extracelular e intracelular.

Materiales:

- Láminas o afiches.
- Tapitas de gaseosa o tubos de ensayo.
- Caramelos con azúcar.
- Trocitos de carne.
- Trocitos de pan integral o de salvado.
- Clips, botones e hilo.
- Reactivos de Lugol y de Fehling A y B.
- Coterro.
- Agua.

Procedimiento:

Parte 1. El modelo

- Formen grupos de tres o cuatro integrantes.
- Sobre la lámina o el afiche, diseñen un modelo del sistema digestivo representando cada órgano.
- Luego, elijan una comida o alimento y analicen cómo será digerido a lo largo del tracto digestivo. Representen su recorrido sobre el modelo.
- Redacten textos breves para acompañar el recorrido del alimento, en los que se expliquen las características anatómicas y fisiológicas del tramo y las reacciones enzimáticas que ocurren a su paso.
- Representen con los clips, los botones y el hilo las diferentes macromoléculas nutritivas y su transformación o digestión por las diferentes enzimas en los diferentes órganos.

Parte 2. La acción de la saliva sobre los alimentos

- Coloquen dentro de cada una de las tapitas de gaseosa o tubos de ensayo (previamente rotulados), un caramelo con azúcar, un trocito de carne y un trocito de pan integral.

- Escriban una hipótesis sobre los cambios que se producen sobre estos alimentos al estar en contacto con la saliva.
- Coloquen un poco de saliva sobre cada alimento y esperen unos minutos.
- Observen y anoten sus resultados.
- Respondan: ¿concorda con su hipótesis? ¿Por qué? Escriban sus conclusiones.

Parte 3. Detección de nutrientes específicos

- Coloquen en tapitas nuevas o tubos de ensayo tres muestras iguales de cada alimento (es decir, tendrán nueve muestras en total) y humedézcanlos con unas gotas de agua.
- Viertan sobre cada muestra unas gotas del reactivo de Lugol y del reactivo de Fehling A y B. Indiquen en los rótulos qué reactivo colocaron.
- Observen y anoten sus resultados.
- Averigüen a qué sustancias responde cada reactivo y respondan: ¿qué nutrientes contiene cada alimento?
- Relacionen los resultados obtenidos en la parte 2 con los obtenidos en esta parte y respondan:
 - ¿Qué nutrientes se digerirán en la boca? ¿Cuáles no? Justifiquen su respuesta.
 - ¿Dónde se digieren las proteínas y las grasas o aceites?
- Diseñen otra experiencia para analizar la presencia de almidón o glucosa en diferentes alimentos; por ejemplo, en aquellos donde no debería haber presencia alguna de almidón.

Reflexión:

- Las paredes celulares de los vegetales, compuestas por celulosa, forman parte de la fibra. Respondan: ¿por qué razón estas moléculas continúan a lo largo de todo el sistema digestivo? ¿Qué procesos ocurren dentro del intestino de los animales herbívoros que permiten la digestión de estas moléculas?
- Luego de confeccionar el modelo del sistema digestivo, realicen una red conceptual usando como conceptos centrales o nodos los órganos del sistema digestivo y como conceptos periféricos o secundarios las funciones y características anatómicas de cada uno.
- Escriban una actividad donde sus compañeros deban integrar la información analizada en este capítulo. Pueden armar frases donde deban responder si son verdaderas o falsas, un crucigrama, un cuestionario o diferentes frases donde sus compañeros tengan que completar las palabras que faltan.

[BLOQUE 2]

4

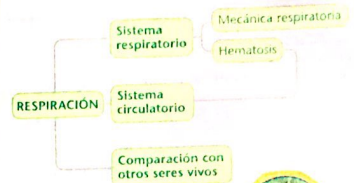
La respiración

La respiración es el proceso por el cual el organismo incorpora oxígeno y libera dióxido de carbono. Si bien este proceso se realiza a nivel de los pulmones en la hematosis, la respiración se produce a nivel celular. El oxígeno incorporado del aire es uno de los requerimientos primordiales para que el organismo pueda realizar sus funciones básicas, principalmente, la obtención de energía.

Al finalizar este capítulo, podrán:

- analizar los procesos de intercambio y transformaciones de materia y energía.
- reconocer la interacción de los subsistemas que integran el sistema respiratorio humano y en su diversidad (tejidos, órganos y sistemas de órganos).
- identificar la interacción del sistema respiratorio con otros sistemas.
- comprender que la nutrición es una función universal de los seres vivos.

CONCEPTOS EN RED



UN CASO PARA LA CIENCIA

El oxígeno y los viajes espaciales.

Oxígeno para viajes largos

En *De la Tierra a la Luna*, el escritor francés Julio Verne imaginó, a mediados del siglo XIX, un viaje espacial que cien años más tarde se haría realidad. Para que su narración fuese lo más verosímil posible, Verne analizó diversos problemas científicos y tecnológicos. Cometió errores; uno de los más evidentes fue el tipo y el peso de las provisiones embarcadas.

Según la NASA, un astronauta en el espacio necesita 30,6 kilogramos de comida, agua y aire por día. Así, para un viaje de un año de duración se deberían embarcar 11.169 kilogramos de provisiones. Pero las misiones rara vez son individuales. ¿Cuánta energía hará falta para que una nave con tres astronautas y más de 30 mil kilogramos de provisiones despegue? ¿De qué tamaño deberá ser la nave? Sin embargo, los científicos no se plantean esas preguntas. La clave para afrontar las necesidades de un viaje extenso es el reciclaje. Para que el dióxido de carbono exhalado por los astronautas no envenene el aire es preciso un continuo proceso de filtrado. El oxígeno puede "limpiarse", y buena parte del dióxido de carbono se expulsa al espacio.

A través del reciclaje se solucionan otros problemas tales como el *outgassing*, que es el proceso mediante el cual los gases atrapados en los distintos materiales se liberan progresivamente. Del mismo modo, deben preverse escapes peligrosos o volatilización de sustancias químicas. Además, las materias microscópicas del aire son eliminadas mediante un equipo llamado *Sistema de control de rastros contaminantes*. Finalmente, mediante plantas o algas podría generarse constantemente oxígeno.

ACTIVIDADES

1. Averigüen quién fue Julio Verne y qué otras obras escribió.
2. Calculen cuántos kilos de provisiones se necesitarían para un viaje hasta Marte al que fuera todo el curso y que pudiera durar nueve meses.
3. Conversen entre todos sobre cómo podrían vivir los seres humanos en un planeta sin atmósfera respirable. ¿Qué soluciones se les ocurren? Desarrollen en grupos una propuesta.

HEMATOSIS

PULMÓN

Glóbulos rojos

Radiografía de tórax

Fotosíntesis

Molécula de dióxido de carbono

ENERGÍA

Molécula de oxígeno

Las plantas

HISTORIA DE LA CIENCIA

El estudio de la regulación capilar

Desde el siglo XVII, cuando el médico italiano Marcello Malpighi descubrió los capilares, se había avanzado muy poco en el conocimiento de la función de estos pequeños vasos y se desconocía cómo se realizaba el intercambio de oxígeno y de dióxido de carbono en los pulmones. Los estudios e investigaciones del fisiólogo danés August Krogh (1874-1949) sobre la respiración en los animales revelaron que existía una difusión gaseosa por medio de los alveolos pulmonares. Sus trabajos sirvieron para conocer exactamente los mecanismos más íntimos de la regulación capilar, lo que le valió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina por establecer el mecanismo que regula el intercambio gaseoso en la respiración y por descubrir la fisiología de los vasos capilares.



August Krogh.

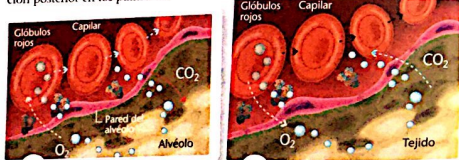
1. El sistema respiratorio en los seres humanos

A través del sistema respiratorio, incorporamos un nutriente imprescindible para nuestra vida, el oxígeno, y eliminamos desechos del metabolismo celular como el dióxido de carbono.

La respiración

La respiración es una función de importancia vital, ya que permite incorporar oxígeno, un nutriente indispensable para producir la oxidación de los demás nutrientes en las células y obtener energía. La entrada de aire rico en oxígeno en la sangre y la salida de aire cargado de dióxido de carbono hacia el exterior, a través de los órganos encargados de la respiración, se llaman **respiración externa** o **pulmonar**, también conocida como **hematosis**. Durante este proceso se produce el pasaje del oxígeno desde los alveolos hacia los capilares sanguíneos, y del dióxido de carbono desde los capilares hacia los alveolos.

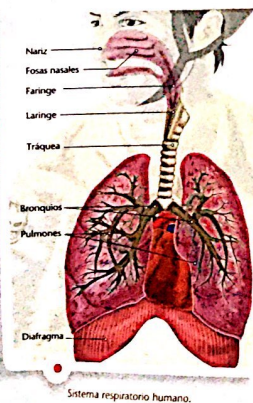
La oxidación de los nutrientes ocurre dentro de las células y consiste en una reacción química de estos con oxígeno, que origina la energía necesaria para el cumplimiento de las funciones vitales. Esta energía está contenida en una molécula llamada ATP o adenosín trifosfato, y como producto de esta reacción se genera dióxido de carbono como sustancia de desecho. Durante la **respiración interna** o **celular**, el oxígeno es transportado por la sangre a los tejidos para la oxidación celular, y el dióxido de carbono resultante se difunde en la sangre para su eliminación posterior en los pulmones.



La estructura del sistema respiratorio humano

El aparato respiratorio está constituido por las vías respiratorias y los pulmones. Las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios pertenecen a las vías respiratorias. Este sistema de conductos lleva el aire a los pulmones.

Por medio de la inspiración, el oxígeno ingresa al sistema respiratorio formando parte del aire, que también contiene otros gases, como por ejemplo nitrógeno y dióxido de carbono. El aire inspirado recorre las vías respiratorias hacia los pulmones y es allí donde se produce la incorporación de oxígeno al organismo. Luego, por medio de la espiración, ese mismo volumen de aire, que ahora posee una composición química diferente, es liberado al exterior del cuerpo. La inspiración y la espiración forman parte de un continuo proceso de renovación del aire dentro del organismo que en su conjunto recibe el nombre de **ventilación pulmonar**. La mayor parte de los órganos que intervienen en la ventilación pulmonar se encuentran en la cavidad torácica. Esta cavidad está limitada por las costillas y los músculos intercostales, y en la base hay un músculo plano, llamado **diafragma**, que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal.



Sistema respiratorio humano.

- ★ Respiración externa
- ★ Respiración interna
- ★ Vías respiratorias superiores

Las vías respiratorias superiores

Las vías respiratorias superiores son las encargadas de permitir el ingreso de aire y controlar la limpieza y la eficiencia de la respiración. Están conformadas por las fosas nasales y la faringe.

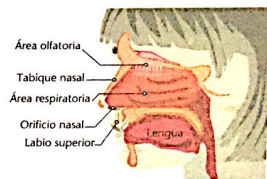
Fosas nasales: son dos cavidades situadas en la cara por encima de la boca, y separadas de esta por el paladar. El interior de las fosas nasales se encuentra revestido por un epitelio denominado **mucosa pituitaria**, que es continuo desde el interior de la nariz hasta la mucosa de la faringe. La mucosa pituitaria se divide en dos áreas: una inferior que cumple una función respiratoria y otra superior con función olfatoria.

El área respiratoria, también llamada **pituitaria roja**, se encuentra irrigada por un gran número de vasos sanguíneos que permiten calentar el aire inspirado y, de esta manera, proteger los bronquios y pulmones. Además, esta porción de la pituitaria posee una gran cantidad de células productoras de **mucus**, que actúa como una especie de filtro reteniendo el polvo y otras partículas sólidas. El área olfatoria, también llamada **pituitaria amarilla**, posee un gran número de neuronas olfativas, que son células con pequeñas prolongaciones en su membrana llamadas **cilias**, que aumentan la superficie de contacto entre la neurona y el medio externo. En estas cilias se produce la interacción entre el compuesto volátil u odorante (olor) y el sistema nervioso, dando como resultado lo que conocemos como **olfato**.

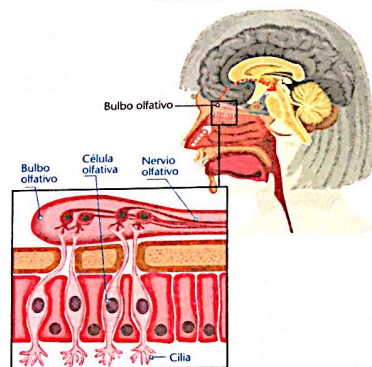
Las fosas nasales se comunican con el exterior a través del orificio nasal, y con la faringe a través de un orificio llamado **coana**.

Faringe: es un órgano de aproximadamente 14 centímetros de longitud que se sitúa en el cuello. Se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel de la sexta vértebra cervical, donde se continúa con el esófago. Es, por lo tanto, un órgano compartido con el sistema digestivo. Cuando se produce la deglución de los alimentos, el paladar blando se eleva y tapa las coanas; así se evita que el alimento se dirija a las fosas nasales. También se eleva la laringe, y su orificio es tapado por una lámina cartilaginosa llamada **epiglotis**, ubicada en la laringe.

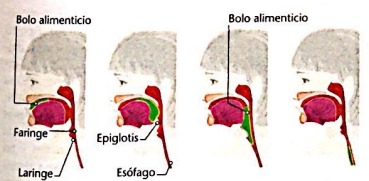
La faringe no cumple ninguna función especial durante la respiración, sino que solo conduce el aire inspirado desde las fosas nasales hacia la laringe.



La cavidad nasal.



Los olores son captados por las neuronas olfativas, las cuales se concentran en el bulbo olfativo. Aquí se conectan con otras neuronas que llevan la información acerca de los odorantes al cerebro a través del nervio olfativo.



Cuando se produce la deglución, la posición de la epiglotis se modifica de manera de impedir la entrada del alimento en las vías respiratorias.

ACTIVIDADES

A

1 Definan:

- Hematosis.
- ATP.

2 Respondan:

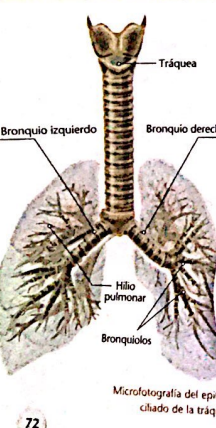
- ¿Qué diferencias encuentran entre la respiración externa y la interna?
- ¿Qué diferencias hay entre las pituitarias roja y amarilla?

BIOTECNOLOGÍA

Una filmación microscópica

En febrero de 2010, un grupo de científicos españoles logró filmar por primera vez el proceso de formación de los microtubos encargados de transportar oxígeno a las células, en lo que supone la documentación del proceso final de formación del sistema respiratorio hasta sus ramificaciones más diminutas. Estos tubos, formados por una única célula, conectan los tubos principales del sistema respiratorio con los órganos y tejidos, aportando oxígeno.

Los científicos lograron registrar durante tres horas el desarrollo y la formación de los finos tubos a partir de una célula que se va alargando, a la vez que crea un conducto en su interior. Esta investigación tiene aplicaciones futuras importantes, ya que una de las estrategias que se estudian para evitar el crecimiento de los tumores es impedir la formación de estas vías de aprovisionamiento de oxígeno en los tejidos tumorales.

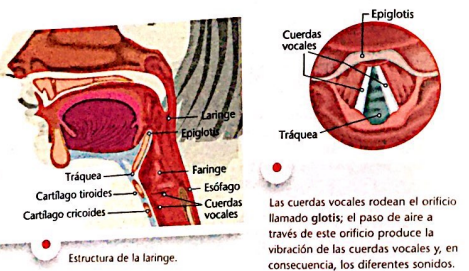


Las vías respiratorias inferiores

Las vías respiratorias inferiores son las encargadas de conducir el aire hacia los pulmones y permitir el intercambio gaseoso. Están formadas por la laringe, la tráquea y los bronquios.

Laringe: funciona como conductora del aire y es el órgano esencial de la fonación. Está situada en la región media y anterior del cuello, a la altura de las cuatro últimas vértebras cervicales. Comunica hacia arriba con la faringe y hacia abajo con la tráquea. La laringe está formada por varios anillos cartilagineos que son movidos por músculos; los más importantes son:

- El **cartilago tiroides**, que es la parte más sobresaliente de la laringe y puede observarse en la zona anterior del cuello. En los hombres se encuentra más desarrollado y se conoce comúnmente como "nuez de Adán".
- El **cartilago cricoides**, que presenta forma de anillo y contribuye a mantener abierta la vía de ingreso del aire.
- La **epiglotis**, que tiene forma de solapa y cierra la glotis durante la deglución para evitar que el alimento ingrese a la tráquea.



Tráquea y bronquios: la tráquea es un órgano cilíndrico de aproximadamente 12 centímetros de longitud, compuesto por anillos de cartilago incompletos en su parte posterior, los cuales evitan que colapse durante la respiración. Su interior, al igual que el interior de la laringe, está revestido de células ciladas que producen mucus. Las partículas de polvo atrapadas por este fluido son conducidas hacia la laringe y luego al exterior por el movimiento de las cilias, constituyendo de esta manera un mecanismo de defensa muy efectivo para eliminar partículas sólidas y bacterias inhaladas.

La tráquea termina dividiéndose en dos conductos, los bronquios, uno derecho, ancho y corto (2,5 centímetros), y uno izquierdo, más delgado y largo (5 centímetros). Los bronquios ingresan uno a cada pulmón por una zona media denominada **hilio pulmonar**, por donde también penetran y salen los vasos sanguíneos y los nervios pulmonares. Cada bronquio se subdivide en **bronquiolos** y en ramificaciones cada vez menores, hasta alcanzar un tamaño que los hace apenas perceptibles a simple vista. A medida que las divisiones bronquiales se afinan, la cantidad de cartilago disminuye hasta desaparecer.

CONCEPCIÓN CLAVE
* Vías respiratorias inferiores
* Pulmones

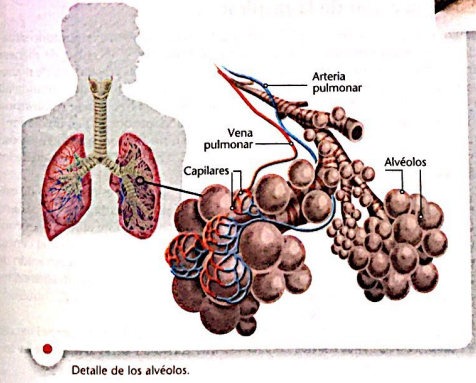
Los pulmones

Los pulmones están situados en la cavidad torácica y limitan por su parte inferior con el diafragma. Como la punta del corazón está situada hacia la izquierda del tórax, el pulmón izquierdo resulta ser menos voluminoso que el derecho. El pulmón derecho presenta dos surcos o cisuras que lo dividen en tres regiones o **lóbulos**; en cambio, el pulmón izquierdo posee solamente una cisura que lo separa en dos lóbulos.

Los pulmones están revestidos exteriormente por una membrana llamada **pleura**, formada por dos hojas: una interna y otra externa. La interna se encuentra adherida al pulmón, y la externa tapiza internamente las paredes del tórax. Entre las dos hojas de la pleura se halla un espacio denominado **cavidad pleural**, que contiene un líquido que reduce la fricción y facilita el desplazamiento del pulmón dentro del tórax.

Dentro de cada pulmón, los bronquios se dividen en dos ramas en el pulmón izquierdo y tres en el derecho. A su vez, los bronquios se dividen en conductos de menor diámetro llamados **bronquiolos**. Finalmente, cada bronquiolo da origen a varios conductos de aproximadamente 0,5 milímetros, llamados **bronquiolos terminales**. A partir de estos surgen los sacos alveolares, que son pequeñas bolsas con aspecto de racimo de uva y que contienen a su vez pequeños sacos llamados **alvéolos pulmonares**. En estos alvéolos es donde se produce el intercambio respiratorio. Cada alvéolo está rodeado de una densa red de capilares sanguíneos. Tanto la pared de estos últimos como la de los alvéolos están formadas por una sola capa de células; por lo tanto, el espacio que separa el flujo sanguíneo del interior del alvéolo es muy pequeño. Los gases respiratorios se movilizan a través de las membranas de estas capas celulares por difusión.

Por medio de la arteria pulmonar llega a cada pulmón sangre del corazón, con alto contenido de dióxido de carbono. La arteria se ramifica en arteriolas de menor diámetro, las cuales a nivel de los alvéolos se continúan en finos capilares sanguíneos. El dióxido de carbono difunde desde la sangre hacia los alvéolos, y el oxígeno se moviliza en sentido inverso. La sangre con alto contenido de oxígeno vuelve al corazón a través de las venas pulmonares, para luego ser distribuida al resto de los tejidos.



Detalle de los alvéolos.

(+INFO)

Algunos números

Los pulmones son enormes superficies respiratorias reducidas al menor volumen posible. Se estima que la superficie alveolar de los pulmones humanos equivale a 80 metros cuadrados, es decir, un rectángulo de 10 metros x 8 metros. Además, por toda la superficie de los pulmones pasan 5,5 litros de sangre por minuto.

ACTIVIDADES

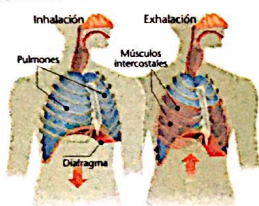
1 Describan el recorrido del aire desde que ingresa por la nariz hasta que llega a los alvéolos pulmonares, mencionando cada estructura del sistema respiratorio involucrada.

2 Respondan:

a) ¿Dónde se produce el intercambio respiratorio durante la respiración?

b) ¿Cuáles son los sistemas que participan del intercambio gaseoso? ¿Cómo se relacionan?

3 ¿A qué se denomina respiración externa? ¿Y respiración interna? ¿Qué función cumple cada una?



La inspiración es un proceso activo, ya que involucra la contracción muscular, mientras que la espiración es un proceso pasivo, ya que ocurre debido a la relajación de los músculos.

2. La mecánica respiratoria y la hematosis

El intercambio gaseoso entre el aire y la sangre involucra fenómenos mecánicos y fisicoquímicos. Los primeros llevan el aire desde el exterior hacia los pulmones y los segundos consisten en el intercambio de gases que ocurre dentro de los alvéolos, denominado **hematosis**.

Los movimientos respiratorios

Para producir el intercambio gaseoso, el aire cargado con oxígeno debe dirigirse desde el exterior hacia los pulmones, y el aire utilizado debe salir desde los tejidos hacia el exterior. Estos movimientos respiratorios se realizan en dos fases: la inspiración, que consiste en la incorporación del aire desde el exterior, y la espiración o expulsión de aire desde los pulmones. Al conjunto de procesos que aseguran la entrada y la salida del aire de los pulmones se lo denomina **mecánica respiratoria**. Estos movimientos están controlados por una serie de músculos, de los cuales los más importantes son el diafragma y los músculos intercostales.

Durante la inspiración, la caja torácica por la contracción del diafragma y de los músculos intercostales eleva las costillas llevándolas hacia delante y afuera, lo cual determina que el tórax se agrande en sentido anteroposterior y transversal. Como los pulmones son elásticos, acompañan al tórax en sus movimientos; cuando la caja torácica se agranda, los pulmones se distienden. De esta manera, el aire atmosférico ingresa por las fosas nasales y continúa su recorrido hacia los pulmones.

Durante la espiración, los músculos intercostales y el diafragma se relajan, y, en consecuencia, el diámetro del tórax se reduce. Los pulmones acompañan este movimiento y disminuyen su tamaño, y, por lo tanto, el aire es expulsado hacia el exterior.

La regulación de la respiración

Los movimientos respiratorios están regulados por un centro respiratorio situado en el **bulbo raquídeo**. Son movimientos rítmicos y se efectúan de manera involuntaria; sin embargo, se puede modificar la frecuencia respiratoria de manera voluntaria, detener temporalmente la respiración y modificar la profundidad e intensidad de las inspiraciones y espiraciones. Se llama **frecuencia respiratoria** al número de movimientos de inspiración-espiración que ocurren en un determinado tiempo. La frecuencia respiratoria normal en un hombre adulto en reposo oscila entre 16 y 18 movimientos por minuto, en los niños es de 25 y de alrededor de 44 en los recién nacidos.

El principal compuesto químico que regula la respiración es el dióxido de carbono, ya que al aumentar la concentración de dióxido de carbono en la sangre, se intensifican la frecuencia y la profundidad respiratorias. Este aumento es controlado por dos mecanismos distintos: en primer lugar, directamente en el centro respiratorio del bulbo raquídeo al ser irrigado por sangre con mayor contenido de dióxido de carbono; y en segundo lugar, también por receptores localizados en las arterias aorta y carótida derecha (ubicada en el cuello), que censan el contenido de dióxido de carbono en la sangre.

La falta de oxígeno asimismo aumenta la ventilación pulmonar, pero el exceso de dióxido de carbono influye con mayor intensidad en la regulación de la frecuencia respiratoria.

CONCEPTOS CLAVE

- Mecánica respiratoria
- Regulación de la respiración
- Hematosis

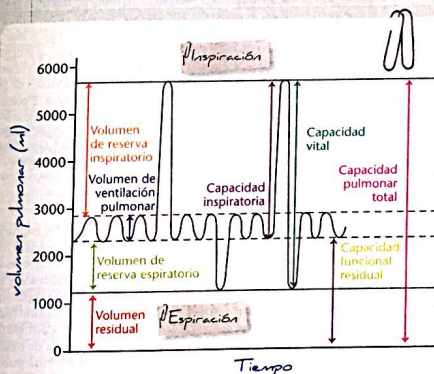
La capacidad pulmonar

El volumen de aire que entra y sale de los pulmones en cada inspiración y espiración se denomina **volumen corriente** o de intercambio. Este volumen es de aproximadamente 500 mililitros, aunque solo 360 mililitros llegan a los alvéolos pulmonares; el resto queda en el espacio muerto de las vías respiratorias.

Por medio de una inspiración forzada se puede incorporar alrededor de 1,5 litros de aire; a esta cantidad se la denomina **volumen de reserva inspiratorio**. Durante una espiración forzada se expulsan unos 2 litros de aire; a esta cantidad se la denomina **volumen de reserva espiratorio**. El volumen de aire que queda en los pulmones luego de una inspiración forzada es de alrededor de 1 litro; este volumen recibe el nombre de **volumen residual**.

La **capacidad vital** es la máxima cantidad de aire que es posible expulsar de los pulmones después de haber realizado una inspiración forzada. Esta capacidad se determina con un **espirometro**, aparato capaz de medir las cantidades de aire que entran y salen del cuerpo durante los movimientos respiratorios. La capacidad vital no es igual en todos los sujetos, sino que varía de acuerdo con el sexo, la edad y el desarrollo de la caja torácica, y suele considerarse como la suma del volumen corriente, el volumen de reserva inspiratorio y el volumen de reserva espiratorio.

La **capacidad pulmonar total** es la máxima cantidad de aire que pueden contener los pulmones, que resulta de sumar la capacidad vital y el volumen residual.



El volumen corriente representa solo el 10% del total del volumen pulmonar, que es de alrededor de 5 litros.

BIOTECNOLOGÍA

La espirometría

La **espirometría** es la técnica que mide los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de patologías respiratorias. Puede ser simple o forzada. La espirometría simple consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración máxima, exhale todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. La **espirometría forzada** es aquella en que, tras una inspiración máxima, se le pide al paciente que realice una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible. Es más útil que la anterior, ya que permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria.



BIOTECNOLOGÍA

Vacuna contra la gripe

La gripe es una enfermedad respiratoria contagiosa causada por el virus de la influenza. Miles de personas mueren cada año a causa de la gripe o de sus complicaciones.

La vacuna inyectable contra la gripe contiene virus inactivos que permiten al sistema inmunológico generar anticuerpos para el reconocimiento de dichos virus.

Esta enfermedad representa un alto riesgo para las personas de edad avanzada, los niños pequeños o las personas con sistemas inmunitarios debilitados. Por esto, la vacunación resulta de gran importancia para estos grupos.

ACTIVIDADES

A

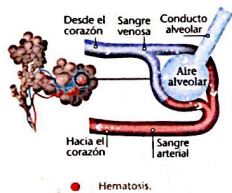
1. Armen un mapa conceptual con las siguientes palabras y expresiones: **inspiración, mecánica respiratoria, espiración, volumen corriente, volumen de reserva inspiratorio, volumen de reserva espiratorio, capacidad vital, capacidad pulmonar, inspiración forzada, espiración forzada**. Sobre las flechas, escriban los conectores que establecen la relación entre uno y otro concepto.

2. Respondan: ¿cuáles son los mecanismos de regulación que están involucrados en la modificación de la frecuencia respiratoria?

i (+INFO)

¿Cómo se mide la presión arterial?

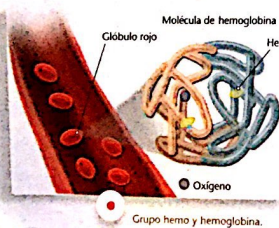
La presión arterial se mide en unidades de mmHg o milímetros de mercurio. Un mmHg representa una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 1 milímetro de altura. Es decir que cuando una persona tiene 140 mmHg de presión arterial, esto equivale a decir que la presión en la arteria es igual al peso de una columna de mercurio de 140 milímetros de altura.



TIC <http://www.dnatube.com/video/1994/Gas-Exchange-12>

El intercambio gaseoso en los alveolos

En el siguiente sitio, encontrarán una animación (en inglés) que muestra cómo el sistema respiratorio y el circulatorio interactúan en el intercambio gaseoso: <http://www.dnatube.com/video/1994/Gas-Exchange-12>



3. El intercambio gaseoso

La hematosis es el intercambio de gases que ocurre entre el aire y la sangre a nivel de los alveolos. El aire inhalado contiene aproximadamente 20% de oxígeno y 0,03% de dióxido de carbono; mientras que el aire exhalado contiene 16% de oxígeno y 4% de dióxido de carbono.

Ingreso y egreso de gases

El intercambio de gases que ocurre entre las células y la sangre, así como también el que ocurre entre la sangre y los alveolos, está regulado por las diferencias entre las presiones parciales de los gases en estos tejidos, ya que los gases difunden desde el lugar donde tienen mayor presión hacia donde su presión es menor. (+INFO)

En el alveolo, la presión parcial de oxígeno (que está mezclado con dióxido de carbono, vapor de agua y nitrógeno) es de 100 mmHg (milímetros de mercurio). En la sangre que retorna al pulmón después de haber cedido oxígeno a los tejidos, la presión es de 40 mmHg. Esta diferencia de presión hace que el oxígeno difunda desde el alveolo hacia la sangre que se encuentra en los capilares venosos. Entonces, la presión de oxígeno en la sangre aumenta, llegando a 100 mmHg, con lo cual pasa a considerarse sangre arterial (es decir, rica en oxígeno), y por medio de los capilares arteriales se dirige a todos los tejidos. Con el dióxido de carbono se produce el mismo proceso, pero a la inversa: la sangre que llega al alveolo procedente de los tejidos es rica en dióxido de carbono con una presión de 47 mmHg, mientras que en el alveolo, la presión de este gas es de 40 mmHg. De esta manera, el dióxido de carbono ingresa al alveolo por difusión, para ser eliminado durante la espiración.

Durante la respiración interna, el oxígeno presente en la sangre arterial que llega a las células tiene una presión de 100 mmHg, mientras que, en el citoplasma celular, la presión es cercana a cero porque se ha consumido con las funciones vitales de la célula. Debido a esta situación, el oxígeno difunde del capilar a las células. Y como en estas la presión de dióxido de carbono ha aumentado a 60 mmHg como consecuencia de la respiración celular, entonces este gas difunde hacia los capilares donde la presión es menor (40 mmHg). Así la sangre cargada con dióxido de carbono y con bajo contenido de oxígeno retorna al pulmón, volviendo a comenzar el ciclo.

El transporte de los gases respiratorios

El oxígeno es muy poco soluble en el plasma sanguíneo; a 37 °C y con una presión de 100 mmHg, solo pueden disolverse 0,3 mililitros de oxígeno en 100 mililitros de plasma. La hemoglobina es una sustancia que se encuentra en el interior de los glóbulos rojos de los vertebrados y es la encargada de transportar los gases respiratorios. La hemoglobina está constituida por cuatro grupos químicos llamados hemo, cada uno de ellos rodeado por una subunidad de polipéptidos. Cada grupo hemo tiene un átomo de hierro al cual se une una molécula de oxígeno gaseoso (O₂); por lo tanto, cada molécula de hemoglobina puede transportar cuatro moléculas de O₂.

A medida que la hemoglobina capta nuevas moléculas de oxígeno, aumenta su afinidad por ese gas. Cuando la hemoglobina se halla totalmente oxigenada, es decir, cuando está unida a cuatro moléculas de O₂, la sangre sale de los pulmones con una presión de 100 mmHg, y al llegar a los capilares de los tejidos, la presión es de menos de 60 mmHg; como consecuencia, el oxígeno es cedido a los tejidos y la hemoglobina queda libre para captar nuevas moléculas.

CONCEPTOS CLAVE

- Difusión
- Hemoglobina
- Fisiología comparada del sistema respiratorio

4. El sistema respiratorio de otros seres vivos

Los seres vivos poseen una gran diversidad de estructuras que les permiten realizar el intercambio gaseoso. Los organismos más simples pueden hacerlo directamente por difusión a través de la membrana celular, mientras que los más complejos tienen estructuras especializadas para realizar dicho intercambio.

Estructuras y función comparadas

Si bien las plantas no poseen pulmones, el oxígeno es fundamental para llevar a cabo la respiración celular, que como producto de desecho libera dióxido de carbono. El intercambio gaseoso es realizado a través de los estomas, que son pequeños poros ubicados en la superficie de las hojas.

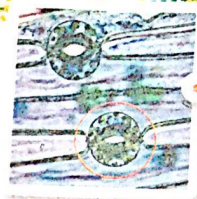
En los organismos simples como las bacterias, los protozoos y las algas, el ingreso de oxígeno y la salida de dióxido de carbono se realizan simplemente por difusión a través de la membrana plasmática. Algunos animales simples, como las lombrices o las planarias, realizan el intercambio de gases directamente a través de la piel (respiración cutánea), por lo que habitan en el agua o en lugares húmedos, ya que esto facilita el intercambio gaseoso.

Los insectos presentan un sistema de tubos denominados tráqueas, que se abren al exterior a través de unos orificios llamados espiráculos, por donde ingresa el oxígeno y sale el dióxido de carbono. A medida que las tráqueas se ramifican, se van haciendo cada vez más pequeñas hasta llegar a ser capilares, donde se produce la difusión de oxígeno hacia las células.

En los animales acuáticos se presenta el problema de la escasa cantidad de oxígeno disuelto en el agua (el aire atmosférico contiene 20 veces más oxígeno que el agua). Estos animales poseen estructuras especializadas, llamadas branquias, que les permiten realizar el intercambio gaseoso en el agua. En los crustáceos, las branquias son externas, mientras que en los peces son internas. En los peces óseos, las branquias se encuentran resguardadas por un opérculo, que posee filamentos branquiales plegados formando lamelas, por donde circula el agua a contracorriente, es decir, en dirección contraria a la circulación de la sangre, lo que hace más eficiente el intercambio de gases.

Los anfibios poseen pulmones pequeños y poco desarrollados. Para inspirar, abren las ventanas nasales y descienden el piso de la boca, con lo cual penetra el aire que llena esta cavidad. Entonces, cierran los orificios nasales y suben el piso de la boca comprimiendo el aire y forzándolo a entrar en los pulmones. Además, pueden intercambiar gases a través de su fina piel. Los pulmones de los reptiles son similares a los de los anfibios, aunque un poco más desarrollados.

Las aves tienen pulmones pequeños, pero con una red de capilares muy extensa. Además, sus pulmones comunican con los sacos aéreos, que son estructuras similares a bolsas con paredes muy delgadas. Cuando los sacos se llenan de aire, disminuyen el peso de las aves y representan una reserva de aire durante el vuelo.



Microfotografía de estomas.



Las planarias tienen el cuerpo aplanado, lo cual les permite realizar más fácilmente el intercambio de gases.

i (+INFO)

El sistema respiratorio de los Velociraptor

Los Velociraptor eran dinosaurios carnívoros que cazaban en manadas a gran velocidad. Estudios actuales muestran que no solo tenían pulmones para respirar, sino que además poseían sacos de aire similares a los de las aves actuales. Este tipo de sistema respiratorio les permitía oxigenar mejor la sangre, y por lo tanto, poder mantener una carrera sin que los músculos se cansaran por la falta de energía. El descubrimiento se basa en la identificación de huesos pequeños similares a los que, en las aves, actúan como palancas, moviendo las costillas arriba y abajo, aireando los sacos de aire.



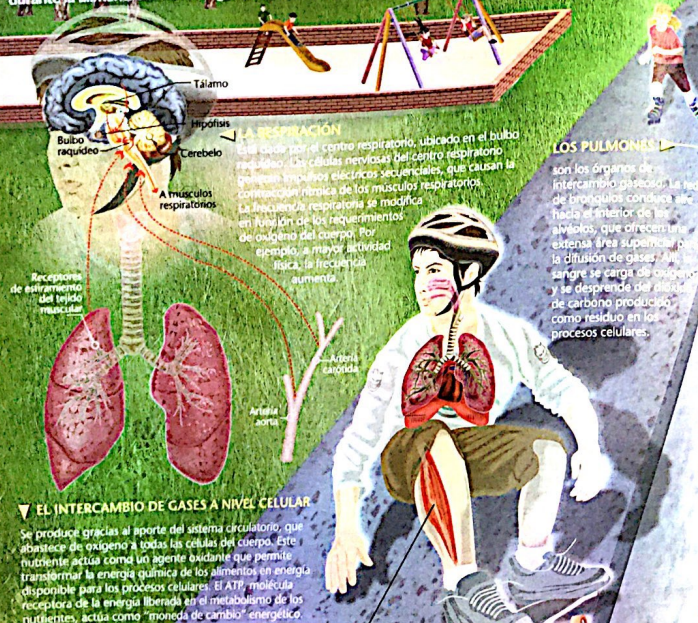
ACTIVIDADES A

1. Respondan:
 - a) ¿Qué es la hematosis? ¿Cuál es su importancia?
 - b) ¿Cómo se regula la difusión de los gases durante la hematosis?
2. Completen la siguiente tabla con: mayor, menor, igual o variable.

Componentes	Aire inspirado	Aire espirado
Nitrógeno		79%
Oxígeno	20%	
Dióxido de carbono	0,03%	
Vapor de agua		Muy alto
Temperatura		Casi la corporal

¿Qué sucede en nuestro cuerpo cuando respiramos?

Mediante la respiración, los seres vivos logramos transformar los nutrientes incorporados durante la alimentación en energía útil para cumplir con todas nuestras funciones vitales.



LA RESPIRACIÓN

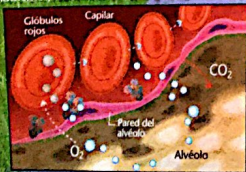
El cerebro, por el centro respiratorio, ubicado en el bulbo raquídeo, envía impulsos eléctricos secuenciales, que causan la contracción rítmica de los músculos respiratorios. La intensidad respiratoria se modifica en función de los requerimientos de oxígeno del cuerpo. Por ejemplo, a mayor actividad física la frecuencia aumenta.

LOS PULMONES

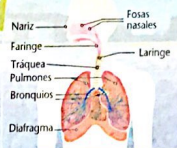
Son los órganos de intercambio gaseoso. La red de bronquios conduce el aire hacia el interior de los alvéolos, que ofrecen una extensa área superficial para la difusión de gases. El sangre se carga de oxígeno y se desprende del dióxido de carbono producido como residuo en los procesos celulares.

EL INTERCAMBIO DE GASES A NIVEL CELULAR

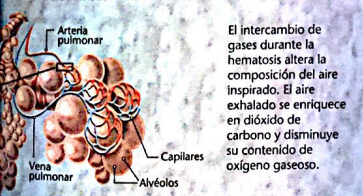
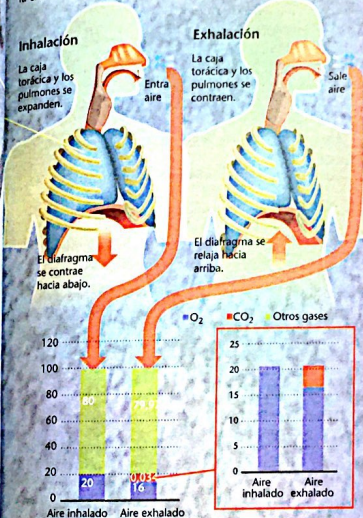
Se produce gracias al aporte del sistema circulatorio, que aporta el oxígeno a todas las células del cuerpo. Este nutriente actúa como un agente oxidante que permite transformar la energía química de los alimentos en energía disponible para los procesos celulares. El ATP, molécula receptora de la energía liberada en el metabolismo de los nutrientes, actúa como "moneda de cambio" energético.



EL SISTEMA RESPIRATORIO DE LOS SERES HUMANOS



Los movimientos respiratorios involucran la inhalación y la exhalación.



El intercambio de gases durante la hematosis altera la composición del aire inspirado. El aire exhalado se enriquece en dióxido de carbono y disminuye su contenido de oxígeno gaseoso.

Una técnica para reconstruir parte del sistema respiratorio en un laboratorio ✓

La fábrica de pulmones

Solo entre el 10 y el 20% de las personas que reciben un trasplante de pulmón logra sobrevivir por diez años; la cifra trepa a un 50% si el trasplante es de corazón. Por esta razón, la ingeniera en biomedicina de la Universidad de Yale, Laura Nikalson, desarrolló una técnica revolucionaria: la creación de nuevos pulmones a partir de las células del paciente.

La técnica recibe el nombre de *descelularización* y consiste en remover completamente las células de un órgano para conservar únicamente la estructura de material fibroso que las soporta. Esta estructura guía el ensamblaje y el crecimiento de las nuevas células implantadas, que eventualmente reconstruyen el órgano.

La técnica se ha probado en ratas. Se conservó el entramado de las vías aéreas y la red de vasos sanguíneos de ratas adultas, y sobre esa estructura se implantaron células pulmonares de ratas recién nacidas. Luego de ocho días en un biorreactor, los pulmones estuvieron listos. Para comprobar la funcionalidad, el equipo de Nikalson extrajo el pulmón izquierdo a un conjunto de ratas para implantar los nuevos órganos, que lograron realizar el intercambio de gases funcionando con un 95% de eficacia.

A pesar del éxito, existe un obstáculo para la utilización de la técnica en seres humanos. Es necesario identificar correctamente las células del paciente que puedan utilizarse para la reconstrucción pulmonar sin provocar una reacción del sistema inmunológico.

Fragmento adaptado de la nota "Rats breathe with lab-grown lungs", de Mitch Leslie, publicada en *Science*, el 24 de junio de 2010.

ACTIVIDADES

A

- 1 Describan con sus palabras la técnica de descclularización.
- 2 A partir del contenido de la nota, respondan:
 - a) ¿Se podría emplear esta técnica para desarrollar otros órganos? ¿Cuáles? ¿Por qué?
 - b) ¿Se han utilizado estos órganos en humanos? ¿Por qué?
- 3 Averigüen cuáles son las principales causas de trasplante de pulmón.

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

1. La respiración:

- ☐ a) permite incorporar oxígeno al organismo y eliminar dióxido de carbono.
- ☐ b) es el intercambio gaseoso que se produce entre los alvéolos y la sangre.
- ☐ c) involucra dos procesos, la respiración externa o hematosis, y la respiración interna o celular.
- ☐ d) a y c son correctas.

2. La respiración externa:

- ☐ a) comprende la salida del oxígeno de los capilares hacia los tejidos y del dióxido de carbono en sentido inverso.
- ☐ b) es sinónimo de hematosis.
- ☐ c) comprende la salida del oxígeno desde los alvéolos hacia la circulación sanguínea y del dióxido del carbono en sentido inverso.
- ☐ d) b y c son correctas.

3. ¿Cuál de las siguientes secuencias indica el orden de los órganos del sistema respiratorio?

- ☐ a) boca - faringe - laringe - tráquea - bronquios - bronquiolos - alveolos.
- ☐ b) nariz - fosas nasales - faringe - laringe - tráquea - bronquios - pulmones.
- ☐ c) nariz - fosas nasales - faringe - laringe - esófago - tráquea - bronquios - pulmones.
- ☐ d) a y c son incorrectas.

4. La tráquea:

- ☐ a) posee anillos cartilagosos completos que evitan que colapse.
- ☐ b) no posee anillos.
- ☐ c) posee anillos cartilagosos incompletos que evitan que colapse.
- ☐ d) posee anillos óseos incompletos que evitan que colapse.

5. ¿Cuál de las siguientes oraciones es la correcta?

- ☐ a) Los alvéolos forman parte de los conductos alveolares.
- ☐ b) Los alvéolos forman parte de los sacos alveolares.
- ☐ c) Los alvéolos forman parte de los bronquios terminales.

6. Los bronquios se dividen en:

- ☐ a) tres en el pulmón izquierdo y dos en el derecho.
- ☐ b) tres en el pulmón derecho y dos en el izquierdo.
- ☐ c) tres en el pulmón derecho y tres en el izquierdo.
- ☐ d) dos en el pulmón derecho y dos en el izquierdo.

7. ¿Cuál de los siguientes gases tiene mayor afinidad por la hemoglobina?

- ☐ a) Oxígeno.
- ☐ b) Nitrógeno.
- ☐ c) Dióxido de carbono.
- ☐ d) Monóxido de carbono.

8. Durante la espiración:

- ☐ a) se relajan el diafragma y los músculos intercostales.
- ☐ b) se reduce la cavidad torácica.
- ☐ c) se relaja el diafragma y se ensancha la cavidad torácica.
- ☐ d) a y b son correctas.

9. El centro nervioso que controla los movimientos respiratorios se encuentra en:

- ☐ a) los músculos intercostales.
- ☐ b) la médula espinal.
- ☐ c) la pleura.
- ☐ d) ninguna de las anteriores.

10. La hemoglobina:

- ☐ a) es una proteína que se encuentra dentro de los glóbulos rojos.
- ☐ b) es la encargada de transportar el oxígeno en la sangre.
- ☐ c) puede transportar cuatro moléculas de oxígeno.
- ☐ d) todas las anteriores.

11. ¿Qué ocurre cuando aumentan demasiado los niveles de dióxido de carbono en la sangre?

- ☐ a) Aumentan la frecuencia y la intensidad de los movimientos respiratorios para eliminar más rápidamente el dióxido de carbono.
- ☐ b) Se produce más cantidad de hemoglobina para poder transportar mayor cantidad de oxígeno a los tejidos y compensar este aumento.
- ☐ c) Disminuyen la frecuencia y la intensidad de los movimientos respiratorios para producir menos dióxido de carbono.

12. Los animales:

- ☐ a) tienen estructuras especializadas para realizar el intercambio gaseoso.
- ☐ b) más simples pueden realizar el intercambio gaseoso por difusión a través de la membrana plasmática.
- ☐ c) acuáticos tienen más dificultades para realizar el intercambio gaseoso, ya que la solubilidad del oxígeno en agua es muy baja.

13. ¿Cuál de las siguientes estructuras de la nariz tiene una función olfatoria?

- ☐ a) Pituitaria amarilla.
- ☐ b) Pituitaria roja.
- ☐ c) Mucus.
- ☐ d) Coana.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Sobre buzos y andinistas: situaciones extremas para el sistema respiratorio

En algunas situaciones, el sistema respiratorio puede modificar sus parámetros de funcionamiento para mantener una hematosis adecuada. Por ejemplo, cuando una persona realiza un esfuerzo físico o se encuentra en lugares a gran altura, el organismo comienza a hiperventilarse y así compensa la disminución en la concentración de oxígeno del medio. Por el contrario, durante el reposo, en las alturas habituales, el ritmo ventilatorio disminuye.

Cuando una persona se encuentra al nivel del mar y se hiperventila (por ejemplo, cuando infla muchos globos), el exceso de oxígeno molecular por la hiperventilación puede provocar cambios en el pH de la sangre. Asimismo, la disminución de oxígeno molecular en la concentración sanguínea provoca alteraciones metabólicas y fallas fisiológicas en diversos órganos, como ocurre con las personas que no pueden ventilar correctamente, por ejemplo, a los escaladores de altura.

Otras personas, como los buzos que realizan apnea (o los mamíferos acuáticos), pueden estar sin ventilar debajo del agua y realizar la respiración celular por espacios de tiempo prolongados.

Todos estos procesos, ya sean ventilatorios o circulatorios, están relacionados íntimamente con la respiración celular, porque aportan el oxígeno molecular necesario y desechan el dióxido de carbono proveniente de la oxidación de las moléculas orgánicas.

Objetivo:

- Analizar las reacciones y los procesos que ocurren en el sistema respiratorio, circulatorio y metabólico celular en mamíferos acuáticos y terrestres.

Análisis previo:

1. Lean y analicen la siguiente información:

Caso 1

La ballena franca austral, antes de sumergirse, ventila inhalando aire por sus narinas. Así, logra alcanzar profundidades superiores a los 300 metros por un tiempo aproximado de 40 minutos.

Caso 2

Algunas personas han batido records de buceo por apnea a profundidades que rondan los 100 metros y por un tiempo aproximado de seis minutos.

Caso 3

En contraposición con las personas que deben soportar varios minutos sin ventilar, los escaladores que hacen cumbre en montañas que superan los 5500 metros de altura deben hiperventilar constantemente, inclusive aunque se encuentren descansando, dado que la presión y la concentración de oxígeno son mucho menor es que al nivel del mar.

2. Respondan:

- a) ¿Qué procesos le permiten a la ballena soportar tales profundidades por largos períodos de tiempo? ¿Qué sucederá con su ritmo cardíaco?
- b) ¿Qué procesos ocurrirán en el buceador que le permiten lograr tales hazañas?
- c) ¿Habrá procesos fisiológicos parecidos entre las ballenas y los buzos? ¿Cuáles?
- d) ¿Qué procesos fisiológicos ocurren en los escaladores de altura? ¿Cómo será el ritmo cardíaco en relación con el ritmo ventilatorio?
- e) ¿Cuáles serían los riesgos o complicaciones que derivan de cada deporte?

Recopilación de información:

3. Investiguen sobre los procesos que ocurren en el organismo de una ballena franca austral, de los buzos y de los escaladores que les permiten permanecer por tiempos prolongados en ambientes con condiciones extremas.

Divulgación:

4. En grupo, redacten un modelo de artículo de divulgación científica para un diario. Para eso:

- a) Piensen un título, una volanta y un copete atractivos para el lector.
- b) Incluyan imágenes que expliquen los procesos internos en las ballenas, los buzos y los andinistas.
- c) Representen gráficamente los valores cardíacos y ventilatorios de cada uno en función del tiempo y la profundidad o la altitud, y la concentración o presión de oxígeno en relación con una persona al nivel del mar.
- d) Comparen las características promedio del volumen torácico y la cantidad de glóbulos rojos de las personas que habitan al nivel del mar (por ejemplo, Mar del Plata) o a 5000 metros de altura, como en Perú.
- e) Definan y expliquen cada concepto utilizado.

[BLOQUE 2]

5

La circulación

La circulación es una función central en la nutrición, ya que transporta el aporte de cada uno de los sistemas. Por los vasos del sistema circulatorio circula la sangre y, a través de ella, los nutrientes incorporados al organismo en los sistemas digestivo y respiratorio llegan a cada una de las células. A su vez, los diversos desechos metabólicos son transportados por la sangre hasta el sistema excretor. De esta manera, el sistema circulatorio conecta los diversos sistemas del organismo.

Al finalizar este capítulo, podrán:

- analizar los procesos de intercambio y transformaciones de materia y energía.
- reconocer la interacción de los subsistemas que integran el sistema circulatorio humano y en su diversidad (tejidos, órganos y sistemas de órganos).
- comprender el papel central del sistema circulatorio en la homeostasis e interacción entre otros sistemas.
- reconocer que el sistema circulatorio presenta diferencias y semejanzas en otros seres vivos.

CIRCULACIÓN Y TRANSPORTE

Sistema circulatorio

Estructura

Dinámica

Ciclo cardíaco

Homeostasis

Sistema linfático

Comparación con otros seres vivos

UN CASO PARA LA CIENCIA

¿Puede una enfermedad afectar el curso de la Historia?

La enfermedad de los reyes

Vulgarmente se caracteriza a la hemofilia como la enfermedad de los reyes. Esta imagen parece remitir a los lejanos días de la Edad Media, cuando los reyes guiaban a sus caballeros en batalla, caían heridos y morían desangrados. No hay tal cosa. La hemofilia es un mal que dificulta severamente la coagulación. Se transmite genéticamente y solo es sufrida por los hombres; las mujeres pueden portar y transmitir el gen defectuoso, pero no suelen padecer el mal. Y esta enfermedad se ligó a la realeza en épocas modernas, ya que en Inglaterra la reina Victoria (1819-1901) era portadora y transmitió el gen a parte de su descendencia, que emparentaría luego con otras casas reinantes. Así se introdujo la hemofilia a las familias reales de Alemania, España y Rusia.

En Rusia la padeció Alexis, el hijo del zar Nicolás II (1868-1918). En busca de la cura para el heredero del trono, la zarina Alejandra entró en contacto con Rasputín (1869-1916), que era una suerte de sanador y místico popular de moda entre la aristocracia.

Introducido a la corte, Rasputín ganó ascendiente sobre la zarina y su hijo, y supuestamente obtuvo influencia en el gobierno. De todos modos, ciertos elementos de la nobleza percibieron a Rasputín como una amenaza y lo asesinaron en 1916. Naturalmente, no había curado a Alexis.

La perspectiva de un zar débil y hemofílico puede haber contribuido a que los súbditos percibieran que el opresivo régimen zarista podía ser derrotado. La Revolución de octubre de 1917 ejecutó al zar, al heredero y a toda la familia real.

ACTIVIDADES

1. Definan hemofilia.
2. Respondan: ¿por qué se la conoce como "la enfermedad de los reyes"?
3. Rasputín era una especie de curandero. Redacten una nota en estilo periodístico en la que describan los tratamientos y medicamentos que imaginan podía recetarle al príncipe Alexis. Agreguen justificaciones de orden pseudocientífico y místico que puedan pasar por declaraciones de Rasputín acerca de sus métodos terapéuticos.

Presión arterial

EL CORAZÓN

Arterias

Venas

Vasos sanguíneos propios

Vena y arteria coronarias

Ritmos cardíacos distintos

Sistemas circulatorios cerrados, completos y dobles

ELECTROCARDIOGRAMA

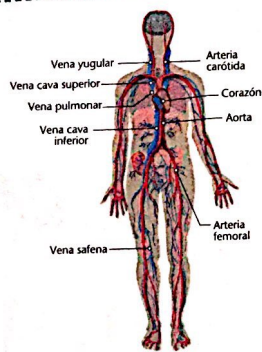
Sistema circulatorio cerrado e incompleto

SANGRE

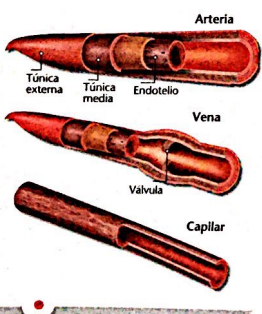
Globulo rojo

Globulo blanco

Células sanguíneas



Sistema circulatorio humano.



Corte transversal de las arterias, las venas y los capilares. Las arterias y las venas están formadas por tres capas de células:

- La túnica íntima o endotelio: capa fina de células que facilitan el desplazamiento de la sangre.
- La túnica media: capa de fibras de tejido muscular liso. Su contracción o su relajación permiten la disminución o el aumento del diámetro del vaso.
- La túnica externa: capa interna formada por tejido conectivo. En las arterias, este tejido es rico en fibras elásticas, mientras que, en las venas, la cantidad de fibras elásticas es mucho menor.

1. El transporte y la circulación en los seres humanos

El sistema circulatorio transporta el oxígeno y el resto de los nutrientes a todas las células del cuerpo. Además, lleva los productos de desecho resultantes del metabolismo celular hacia los órganos que los eliminan al medio externo.

La estructura del sistema circulatorio humano

Las células que constituyen los tejidos de los organismos vivos requieren nutrientes y oxígeno constantemente para realizar sus funciones vitales. La mayoría de los nutrientes se obtienen a partir de los alimentos que ingresan al sistema digestivo, en un proceso que recibe el nombre de digestión. Luego, son absorbidos a través de las microvellosidades intestinales, ingresando al sistema circulatorio que los distribuye a todas las células del cuerpo. Uno de los nutrientes más importantes es el oxígeno, que es incorporado al cuerpo a través del sistema respiratorio. En los alvéolos, se produce el intercambio gaseoso o hematosis, proceso por el cual el oxígeno ingresa al sistema circulatorio y el dióxido de carbono es eliminado.

Existen dos sistemas que participan en el transporte de sustancias: el sistema circulatorio y el linfático. El sistema circulatorio es el sistema de transporte interno más importante de los organismos vertebrados, porque a través de él se pone en circulación la sangre, que es el medio de transporte por el que llegan a todo el organismo tanto el oxígeno como los demás nutrientes obtenidos de la respiración y la digestión, y los componentes sanguíneos que intervienen en la coagulación de la sangre, el control, la regulación y la defensa del organismo. También recoge los productos de desecho (como el dióxido de carbono) y los lleva hasta los órganos que participan del sistema excretor, donde serán eliminados. Finalmente, asimismo participa en la regulación de la temperatura corporal.

El sistema circulatorio en el ser humano está conformado por el corazón, los vasos sanguíneos, el corazón y la sangre.

Los vasos sanguíneos

La sangre circula principalmente por tres tipos de vasos sanguíneos: las arterias, que transportan la sangre desde el corazón hacia el cuerpo; las venas, que transportan la sangre hacia el corazón, y los capilares sanguíneos, que conectan entre sí las arterias y las venas.

Las arterias de mayor diámetro son las que se encuentran más próximas al corazón, como la aorta, la pulmonar y la carótida, que tienen las paredes más gruesas y resistentes, lo que les permite soportar la gran presión que ejerce la sangre cuando sale del corazón. A medida que las arterias se aproximan a los tejidos, se ramifican en arteriolas (arterias de menor diámetro y grosor), que se unen con los capilares. Los capilares sanguíneos están formados por una única capa de células y constituyen una red que entra en contacto con todas las células que componen los tejidos y órganos del cuerpo. El número de capilares presentes en cada tejido se relaciona con la actividad de este último; así, el tejido muscular y el nervioso se caracterizan por presentar un gran número de capilares.

Las vénulas parten de los capilares y van aumentando su diámetro y su grosor hasta formar venas cada vez mayores. Las venas tienen una capa muscular más delgada y poseen menor número de fibras elásticas; esto hace que la presión en ellas sea menor.

CONCEPTOS CLAVE

- Función de transporte y circulación
- Anatomía del sistema circulatorio

El corazón

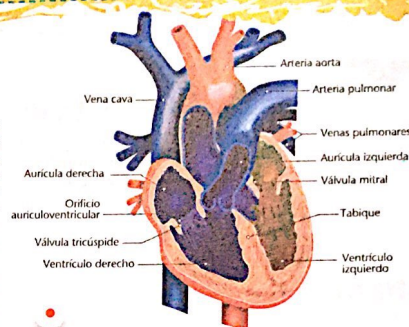
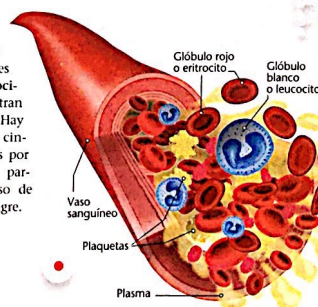
El corazón es un órgano hueco ubicado dentro de la caja torácica entre los pulmones. En un ser humano adulto, pesa aproximadamente 250 gramos y tiene el tamaño de un puño cerrado. Un tabique separa por completo el corazón en dos partes y quedan así conformadas cuatro cavidades: a la izquierda, la aurícula y el ventrículo izquierdos, y a la derecha, la aurícula y el ventrículo derechos. De esta manera, la sangre que llega al lado izquierdo nunca se mezcla con la del lado derecho.

Este órgano cuenta con vasos sanguíneos propios (las arterias y venas coronarias, y los capilares que las vinculan). Las arterias coronarias son ramas de la aorta que llevan alimento y oxígeno a todas las células cardíacas; a su vez, las venas coronarias llevan el dióxido de carbono y otros desechos. Las venas coronarias desembocan directamente en la aurícula derecha.

La sangre

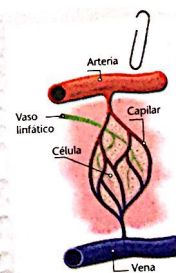
La sangre es un tejido líquido compuesto en un 45% por una sustancia líquida intercelular llamada plasma, que es un líquido amarillento compuesto en un 90% por agua y por nutrientes, proteínas, hormonas, sales y desechos celulares. El 55% restante de la sangre lo constituyen:

- **Glóbulos rojos o eritrocitos:** se originan en la médula de los huesos y, a medida que maduran, pierden su núcleo celular. Viven alrededor de 120 días, al término de los cuales acaban por ser destruidos en el bazo o en el hígado. Son las células más numerosas de la sangre; por cada milímetro cúbico, hay alrededor de 5 millones de glóbulos rojos. Tienen forma de disco con una depresión central en ambas caras. Deben su color a un pigmento rojo, la hemoglobina, rico en hierro.
- **Glóbulos blancos o leucocitos:** se originan en la médula ósea y también en los ganglios linfáticos. Son incoloros, presentan uno o más núcleos celulares y se clasifican en distintos tipos según su forma, tamaño y función. Desempeñan funciones de defensa del organismo. Representan menos del 1% de los componentes celulares de la sangre. Por cada milímetro cúbico, hay aproximadamente 10 mil glóbulos blancos.
- **Plaquetas o trombocitos:** son fragmentos de células. Son producidas por unas células especiales llamadas megacariocitos, que se encuentran en la médula ósea. Hay alrededor de 250 cincuenta mil plaquetas por milímetro cúbico y participan en el proceso de coagulación de la sangre.



El corazón está constituido por tres capas de tejido muscular.

- **Pericardio:** membrana doble de tejido que evita que el corazón sufra fricciones con los demás órganos cuando se contrae.
- **Miocardio:** capa intermedia formada por tejido muscular cardíaco. El miocardio de los ventrículos es más grueso que el de las aurículas, y de su contracción depende la actividad de impulsar la sangre hacia los diversos órganos del cuerpo.
- **Endocardio:** capa interna que tapiza por dentro los vasos sanguíneos.



Las células del organismo no entran en contacto directo con la sangre y la linfa, sino que están rodeadas por el líquido intersticial, líquido extracelular del cuerpo. Por difusión, las sustancias que son transportadas por la sangre y la linfa pasan al espacio ocupado por este líquido y, luego, a las células.

ACTIVIDADES

A

1. Respondan:

- ¿En qué se asemeja y en qué se diferencia el sistema circulatorio?
- ¿Cuál es el punto de interrelación entre ambos sistemas?

2. Averigüen y respondan:

- ¿Cuál es la importancia del sistema linfático?

2. La dinámica del sistema circulatorio

La sangre, impulsada por el corazón, circula por el cuerpo realizando dos circuitos circulatorios conectados entre sí a nivel del corazón.

La circulación sanguínea

La circulación de la sangre en los organismos humanos y en el resto de los mamíferos, así como también en las aves, es:

- **Cerrada:** la sangre circula por los vasos sanguíneos y nunca sale de ellos.
- **Completa:** la sangre con alto contenido de oxígeno no se mezcla con aquella que tiene gran concentración de dióxido de carbono.
- **Doble:** en su recorrido, la sangre recorre dos circuitos, que son el mayor o sistémico, y el menor o pulmonar.

El corazón bombea la sangre hacia las arterias principales. En el circuito mayor o sistémico, la sangre cargada con oxígeno y nutrientes sale del ventrículo izquierdo por la arteria aorta hacia el resto del cuerpo. Esta arteria se va ramificando hasta llegar a formar los finos capilares. Estos ceden el oxígeno y otros nutrientes a los tejidos y reciben de las células el dióxido de carbono y otros desechos. Los capilares se reúnen entre sí y desembocan en vénulas que se unen originando venas de diámetro cada vez mayor.

Las venas forman dos grandes troncos: la vena cava superior, que transporta la sangre que procede de la cabeza, el cuello, el tronco y los miembros superiores; y la vena cava inferior, que conduce la sangre que proviene de la parte inferior del tronco y los miembros inferiores. Ambas venas llevan la sangre hacia la aurícula derecha, y de allí la sangre pasa al ventrículo derecho para comenzar con el circuito menor.

En el circuito menor o pulmonar, la sangre cargada con dióxido de carbono sale del ventrículo derecho por la arteria pulmonar que pronto se divide en dos: una rama para cada pulmón. Cada arteria se ramifica en numerosos capilares a nivel de los alvéolos pulmonares, donde ocurre el intercambio de gases o hematosis. Cuando los glóbulos rojos circulan por los capilares sanguíneos de los pulmones, las moléculas de oxígeno se unen a la hemoglobina. Luego, los capilares con alto contenido de sangre oxigenada se van engrosando y se reúnen formando las venas pulmonares, que regresan la sangre a la aurícula izquierda y, de allí, al ventrículo izquierdo.

Un camino sin retorno: las válvulas auriculoventriculares

Entre la aurícula y el ventrículo del mismo lado se hallan las **válvulas auriculoventriculares**, mitral o bicuspidé del lado izquierdo y tricúspide del derecho. Estas válvulas impiden el retorno de la sangre desde los ventrículos hacia las aurículas. A su vez, la arteria aorta y las arterias pulmonares tienen válvulas a la salida del corazón que impiden que la sangre regrese al corazón una vez que pasó de los ventrículos a las arterias. Por último, la superficie interna de las venas presenta pliegues del endotelio que forman **válvulas** cuya función es impedir el retorno de la sangre en contra de la fuerza de gravedad, especialmente en las extremidades inferiores. Las venas de la cabeza y del cuello no poseen válvulas.

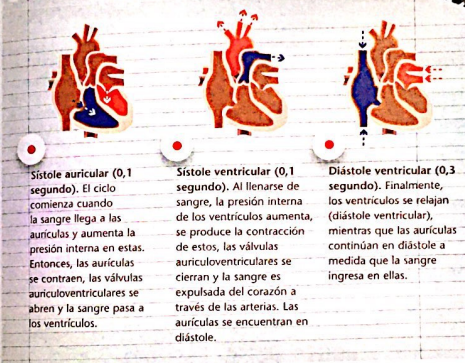
CONCEPTOS CLAVE

- Circuitos mayor y menor
- Ciclo cardíaco
- Regulación del ciclo cardíaco

El ciclo cardíaco

La contracción y la relajación alternada del corazón reciben el nombre de **ciclo cardíaco**. En una persona en reposo, se registran entre 70 y 80 ciclos en un minuto. Los ciclos presentan dos fases, una de relajación o **diástole** y una de contracción o **sístole**. El ciclo cardíaco se produce de manera simultánea en ambas partes del corazón y, entre fase y fase, este último nunca queda sin sangre.

La **sístole** del ventrículo izquierdo impulsa la sangre cargada con oxígeno a través de la aorta hacia todos los tejidos del organismo, mientras que la **sístole** del ventrículo derecho impulsa la sangre cargada con dióxido de carbono hacia los pulmones, a través de la arteria pulmonar.



La regulación del ciclo cardíaco

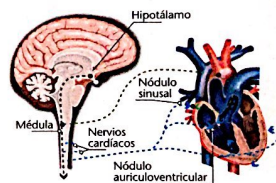
En el bulbo raquídeo existe un **centro cardíaco** del cual parten dos pares de nervios, un par que acelera el ritmo cardíaco y otro que lo inhibe. Estos nervios terminan en la pared de la aurícula derecha, en una pequeña zona de tejido especializado llamado **nódulo sinusal**. Los nervios estimulan el nódulo sinusal, y a partir de él se propaga una onda de contracción que estimula un segundo nódulo llamado **nódulo auriculoventricular**, ubicado en el tabique interventricular. En el nódulo auriculoventricular se origina una ramificación de tejido muscular cardíaco, llamado **fascículo de His**, que conduce los impulsos provocando la contracción ventricular.

El equilibrio de la actividad del corazón y de los vasos sanguíneos depende de la acción reguladora del sistema nervioso y de algunas hormonas. En el comienzo de la aorta y en las arterias carótidas, ubicadas en el cuello, hay receptores de estiramiento o **presorreceptores** que registran la distensión de esos vasos y, por lo tanto, los cambios en la presión sanguínea. En estos sitios también se encuentran **quimiorreceptores** que registran la concentración de dióxido de carbono y oxígeno en la sangre. Los valores que registran estos receptores son captados en el sistema nervioso central, en un centro que regula la frecuencia cardíaca y otro que controla la dilatación de los vasos sanguíneos.

BIOTECNOLOGÍA

El by pass

Cuando en las paredes de las arterias coronarias se depositan grasas, disminuye el suministro de oxígeno a las células del miocardio. Esto puede provocar la muerte de estas células y, en consecuencia, afectar la capacidad de contracción del corazón, esta afección se conoce como **infarto**. A comienzos de 1967, el médico argentino René Favaloro (1923-2000) ideó la posibilidad de utilizar un segmento de vena safena (ubicada en la pierna) para unir la aorta, y unir la otra parte a la arteria coronaria, y creó así la técnica del **by-pass** o cirugía de revascularización del miocardio. De esta manera se puede restituir el flujo sanguíneo a las células del corazón cuando algunas arterias coronarias hayan sido obstruidas.



- El fascículo de His se encuentra por debajo del nódulo auriculo-ventricular.

ACTIVIDADES

A

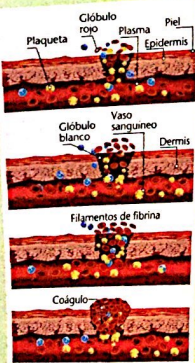
- 1 Expliquen con sus palabras en qué consisten los circuitos mayor y menor.
- 2 Describan cómo es regulado el latido cardíaco.
- 3 Realicen un esquema que muestre cómo es el sistema de retroalimentación negativa que regula el número de eritrocitos en la sangre.

i (+INFO)

La coagulación de la sangre

Cuando un pequeño vaso sanguíneo se lesiona, las plaquetas circulares se adhieren a la lesión formando un tapón de plaquetas para impedir que salga sangre. Cuando el daño es mayor, se inicia el proceso de coagulación sanguínea, que como resultado fabrica un tapón o coágulo.

El proceso se inicia cuando, por medio de una serie de reacciones químicas, una enzima llamada tromboplastina activa la protrombina (una proteína del plasma producida en el hígado). La forma activa de esta última se llama trombina. La trombina convierte el fibrinógeno, una proteína del plasma, en fibrina. Las moléculas de fibrina forman una red, que se adhiere a los extremos de la herida, donde quedan atrapados glóbulos rojos, leucocitos, plaquetas y otros componentes sanguíneos. Se forma así el coágulo que impide la pérdida de sangre y el ingreso de microorganismos invasores.



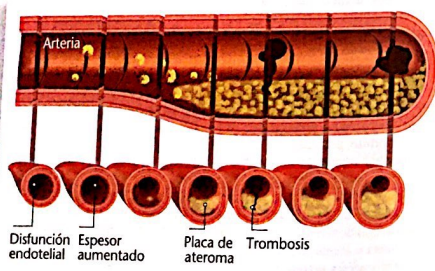
Proceso de coagulación sanguínea.

Perturbaciones en la circulación de nutrientes

Los órganos del sistema circulatorio pueden sufrir diferentes modificaciones que hacen que se produzcan perturbaciones en la circulación normal de los nutrientes. Por ejemplo, la reducción del diámetro de las arteriolas puede provocar un aumento permanente de la presión sanguínea conocido como hipertensión, que somete al corazón a un gran esfuerzo debido a la resistencia que ofrece la sangre al atravesar vasos con diámetro reducido. Las causas principales de esta patología pueden ser hereditarias, estrés, obesidad o una ingesta excesiva de sal en la dieta. La hipertensión puede conducir a la ruptura de las arterias; si esto ocurre en una arteria del cerebro, se produce un accidente cerebrovascular (ACV) que deja sin actividad cerebral a la zona afectada por falta de oxígeno y nutrientes.

También puede producirse un engrosamiento de las paredes de las arterias llamado arteriosclerosis. La forma más común de arteriosclerosis es la que se produce cuando se depositan sustancias como colesterol, calcio y fibrina en las paredes de las arterias formando placas de ateroma, y recibe el nombre de aterosclerosis. Estos tapones en las arterias pueden desprenderse y formar un coágulo o trombo (trombosis) que si llega al cerebro puede provocar un ACV; también puede obstruir alguna arteria coronaria (que irriga al corazón) ocasionando un infarto de miocardio. Una persona puede recuperarse de un infarto si la obstrucción de la arteria es pequeña, aunque la eficacia de la contracción cardíaca disminuye de manera permanente. Si la obstrucción es total, puede producirse un paro cardíaco y, en consecuencia, la muerte del individuo.

Los soplos son sonidos anormales de la actividad del corazón. Por ejemplo, cuando una válvula cardíaca se hace más estrecha, el flujo sanguíneo al pasar por esta produce torbellinos que generan ruidos anormales. Algunos soplos pueden resultar comunes en los primeros años de vida y desaparecen en la adultez; otros, provocados por una infección en la válvula cardíaca o por anemia, son tratados con medicamentos de forma de restablecer las condiciones normales. A veces, los soplos son causados por una malformación en la estructura de las válvulas; en estos casos, se recomienda el reemplazo de estas por válvulas artificiales a través de una intervención quirúrgica.



La aterosclerosis es un proceso progresivo que puede prevenirse si es detectado a tiempo.

CONCEPTOS CLAVE

- Arteriosclerosis
- Trombosis
- Coagulación

- Hematosis
- Estructura y función comparadas

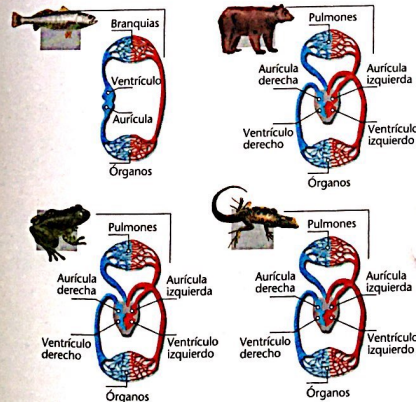
3. Sistemas circulatorios de otros seres vivos: estructuras y funciones comparadas

Existe una gran diversidad de estructuras que permiten a los vegetales y a los animales transportar los nutrientes a todas las células del cuerpo y eliminar los desechos. Como vimos, en los seres humanos y en algunos vertebrados, el sistema circulatorio es cerrado, doble e interno.

Las plantas vasculares poseen un sistema de transporte formado por una serie de tubos que transportan el agua y las sales minerales disueltas a través del xilema, y los productos de la fotosíntesis disueltos en agua a través del floema.

Los animales unicelulares y los pluricelulares más sencillos, como las esponjas y medusas, carecen de sistema circulatorio. Todas las células que componen el cuerpo de estos animales están en contacto con el medio externo y a través de él se realizan los intercambios.

A medida que el cuerpo de los animales aumenta en complejidad, se hace necesario el desarrollo de sistemas circulatorios más complejos para incorporar nutrientes y oxígeno, y eliminar desechos. Los moluscos y artrópodos poseen un sistema circulatorio abierto y simple, en el que el líquido circulante se denomina hemolinfa. Este sistema posee un corazón y vasos abiertos en los extremos por los que sale la hemolinfa hacia los espacios existentes entre los órganos y allí se produce el intercambio. El resto de los animales poseen un sistema circulatorio cerrado, en donde la sangre nunca deja los vasos sanguíneos. Las características del corazón varían según el grupo de animales: los más simples como las lombrices tienen bombas impulsoras pequeñas a lo largo del cuerpo; los peces tienen un corazón con dos cámaras, una aurícula y un ventrículo; y en los anfibios este es tricameral, con dos aurículas y un ventrículo. En los reptiles, aves y mamíferos, el corazón presenta cuatro cámaras, dos aurículas y dos ventrículos, pero en los reptiles el tabique interventricular es incompleto.



En los peces y anfibios, hay mezcla de sangre con alto contenido de oxígeno que proviene de los órganos respiratorios, con sangre rica en dióxido de carbono que proviene del cuerpo debido a la cantidad de cámaras del corazón. En los reptiles, si bien el corazón posee cuatro cámaras, el tabique entre los ventrículos es incompleto y aquí ocurre la mezcla de sangre, aunque en una proporción menor que en los peces y anfibios. En los mamíferos y aves, la sangre no se mezcla.

HISTORIA DE LA CIENCIA

Sangre que circula por el cuerpo

Antiguamente se sabía que la sangre era fundamental para la vida del ser humano, sin embargo, se desconocían la importancia del corazón para la circulación, así como la estructura del sistema circulatorio. Se creía que por las venas circulaba sangre, pero que por las arterias circulaba aire, llamado *pneuma*, que contenía el espíritu o alma de las personas. El médico y anatomista inglés, William Harvey (1578-1657), fascinado por el estudio del flujo de la sangre en el cuerpo, realizó diversas investigaciones experimentales. Así demostró que el movimiento de la sangre es circular y que por las arterias también circulaba sangre.



William Harvey.

ACTIVIDADES

A

- 1 Describan el recorrido de una molécula de oxígeno desde que sale de los alvéolos hasta que llega al corazón. Mencionen los vasos sanguíneos involucrados y las cavidades del corazón por las que circula.
- 2 Describan el recorrido de una molécula de dióxido de carbono desde la célula de algún tejido hasta el corazón. Mencionen los vasos sanguíneos involucrados y las cavidades del corazón por las que circula.
- 3 Confeccionen en sus carpetas una tabla de doble entrada para comparar los sistemas circulatorios de un mamífero, un anfibio y un pez.

¿Cómo circula la sangre en nuestro cuerpo?

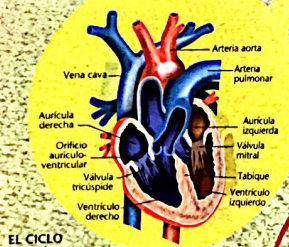
La circulación sanguínea facilita el transporte de sustancias en el organismo. Un tejido muy especial, la sangre, es el vehículo que lleva y trae nutrientes, desechos y demás sustancias por todo el cuerpo.

EL SISTEMA CIRCULATORIO DE LOS SERES HUMANOS

EL SISTEMA CIRCULATORIO
En el ser humano, está conformado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre.

LOS VASOS SANGÜÍNEOS
Aseguran la llegada de sangre a todas las partes del cuerpo. La sangre circula principalmente por tres tipos de vasos sanguíneos: las arterias, las venas y los capilares sanguíneos.

EL SISTEMA LINFÁTICO
Actúa junto con el sistema circulatorio, de forma complementaria. Sus componentes son: vasos linfáticos, ganglios y linfa. De composición similar a la sangre, la linfa transporta nutrientes y células del sistema de defensa.



EL CICLO CARDÍACO
Involucra el fenómeno de contracción y relajación alternada del corazón que impulsa la circulación sanguínea.

LA SANGRE
Es un tejido líquido compuesto en un 45% por una sustancia líquida: el plasma. El otro 55% lo componen glóbulos rojos y blancos, y plaquetas.

LA CIRCULACIÓN
de la sangre dentro del cuerpo se realiza mediante la interacción de dos circuitos circulatorios vinculados entre sí por el corazón.



LA COAGULACIÓN SANGÜÍNEA
Es el proceso que evita la pérdida de sangre por lesiones producidas en diferentes partes del cuerpo.

LA REGULACIÓN DEL CICLO CARDÍACO
Se produce mediante la acción conjunta del sistema nervioso y de ciertas hormonas. El centro cardíaco del bulbo raquídeo mantiene el delicado equilibrio de la actividad del corazón y de los vasos sanguíneos.

La influencia de la sangre en la actividad cerebral ✓

Circulación de ideas

Según Christopher Moore, investigador del McGovern Institute for Brain Research, dependiente del Massachusetts Institute of Technology, la sangre haría bastante más que nutrir y oxigenar las células cerebrales; la sangre, de hecho, modularía el modo en que las neuronas procesan la información. Esto es, la sangre ayudaría a pensar. Según esta hipótesis, los cambios en el flujo sanguíneo afectan la actividad de las neuronas próximas, y modifican la manera en la que cada una transmite las señales, regulando así la circulación de información en el cerebro. La circulación sanguínea afecta al cerebro de diversas formas. Para empezar, la sangre contiene factores que, al diseminarse, modifican la actividad neuronal, y los cambios en el flujo sanguíneo, consecuentemente, afectan la concentración de estos factores en el cerebro. Del mismo modo, las neuronas y un tipo de células, llamadas gliales, reaccionan a las fuerzas mecánicas ocasionadas por la contracción y la expansión de los vasos sanguíneos. Finalmente, la circulación incide sobre la temperatura del cerebro, y afecta la actividad de las neuronas. Desde esta óptica es posible entender de distinto modo enfermedades cerebrales como el Alzheimer, la esquizofrenia o la epilepsia. Estos cuadros generalmente se asocian a cambios en el sistema vascular, pero estos últimos no deberían ser entendidos como consecuencias del avance de la patología sino como causas.

Fragmento adaptado de la nota "Blood may help us think", de Cathryn M. Delude, publicada en MIT Tech Talk, el 17 de octubre de 2007.

ACTIVIDADES

A

- 1 Expliquen de qué modo afecta la circulación al cerebro.
- 2 Respondan: ¿por qué este enfoque posibilita que enfermedades como el Alzheimer y la epilepsia se entiendan de otra manera?

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

1. La circulación:

- ☐ a) involucra la acción conjunta de los sistemas circulatorio y respiratorio.
☐ b) permite distribuir el oxígeno y otros nutrientes a todas las células del cuerpo.
☐ c) está involucrada en la regulación de la temperatura corporal.
☐ d) b y c son correctas.

2. En el circuito sistémico de la circulación:

- ☐ a) la sangre con alto contenido de dióxido de carbono sale del ventrículo derecho por la arteria pulmonar y se dirige a los pulmones.
☐ b) la sangre con alto contenido de oxígeno retorna al corazón por la aurícula derecha a través de las venas pulmonares.
☐ c) la sangre oxigenada sale del ventrículo izquierdo por la arteria aorta y se dirige a todos los tejidos del cuerpo.
☐ d) Ninguna de las anteriores.

3. Las arterias:

- ☐ a) tienen paredes más gruesas que otros vasos sanguíneos.
☐ b) tienen paredes más finas que otros vasos sanguíneos.
☐ c) presentan válvulas que impiden el retorno de la sangre.
☐ d) b y c son incorrectas.

4. ¿Cuál de los siguientes componentes de la sangre no tiene núcleo celular y contiene hemoglobina?

- ☐ a) Linfocito.
☐ b) Eritrocito.
☐ c) Plaquetas.
☐ d) Todos presentan núcleo.

5. ¿Cuál de las siguientes oraciones es la correcta?

- ☐ a) La circulación en el ser humano es cerrada, completa y doble.
☐ b) La circulación en el ser humano es cerrada, completa y simple.
☐ c) La circulación en el ser humano es abierta, completa y doble.

6. En la coagulación de la sangre:

- ☐ a) la tromboplastina se convierte en fibrina.
☐ b) el fibrinógeno se convierte en fibrina.
☐ c) la tromboplastina se convierte en trombina.
☐ d) a y b son correctas.

7. El centro nervioso que controla el ciclo cardíaco se encuentra en:

- ☐ a) el músculo cardíaco.
☐ b) la médula espinal.
☐ c) el bulbo raquídeo.
☐ d) Ninguna de las anteriores.

8. Los capilares linfáticos difieren de los sanguíneos en que:

- ☐ a) tienen sus extremos cerrados.
☐ b) tienen sus extremos abiertos.
☐ c) no tienen válvulas.
☐ d) Ninguna de las anteriores.

9. ¿Qué ocurre cuando disminuye demasiado el nivel de oxígeno en la sangre?

- ☐ a) Los riñones producen eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos.
☐ b) Aumentan la frecuencia y la intensidad de los movimientos respiratorios para captar mayor cantidad de oxígeno.
☐ c) La frecuencia cardíaca aumenta para enviar más sangre a los pulmones y permitir la oxigenación.

10. Los animales:

- ☐ a) tienen estructuras especializadas que forman el sistema circulatorio.
☐ b) los unicelulares carecen de sistema circulatorio y realizan el intercambio de nutrientes y desechos directamente con el medio que los rodea.
☐ c) los más simples tienen un sistema circulatorio abierto.
☐ d) b y c son correctas.

11. En las arterias:

- ☐ a) la túnica interna está formada por una sola capa de células.
☐ b) la túnica media posee tejido muscular que es capaz de modificar el diámetro de esta.
☐ c) la túnica externa es rica en fibras elásticas.
☐ d) Todas las anteriores.

12. En el ciclo cardíaco:

- ☐ a) la sístole es una fase de relajación.
☐ b) la diástole es una fase de relajación.
☐ c) la sístole es una fase de contracción auricular y relajación ventricular.
☐ d) la diástole es una fase de relajación auricular y contracción ventricular.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El sistema circulatorio como transporte de sustancias

El sistema circulatorio es un sistema de transporte de sustancias, tanto de nutrientes como de desechos metabólicos. El intercambio de sustancias con las células se produce en los capilares, y la regulación de los parámetros sanguíneos o cardíacos se produce por medio del sistema nervioso y endocrino.

Objetivos:

- Comprender el funcionamiento del sistema circulatorio en diversas condiciones ambientales y de actividad física.
- Relacionar el sistema circulatorio con los sistemas digestivo y respiratorio.
- Analizar el sistema circulatorio de diferentes vertebrados y como este les permite desarrollar su vida en un determinado ambiente.

Análisis previo:

1. Lean el siguiente texto y subrayen los datos principales:

Antes de iniciar el ascenso a una cumbre como la del Aconcagua, del Everest o del K2, los escaladores permanecen acampando en la base de la montaña por lo menos tres semanas. El objetivo es que el organismo responda a los factores de altura generando, por ejemplo, el aumento en la cantidad de glóbulos rojos de la sangre y el ritmo cardíaco, ventilatorio, etcétera.

Luego del período de aclimatación, los escaladores realizan una serie de ascensos y descensos a puestos intermedios para ejercitarse y analizar su rendimiento físico y, también, para reconocer la montaña. Durante todo este período de preparación previo al ascenso, ingieren una dieta rica en hidratos de carbono, lípidos y, en menor medida, proteínas.

Una vez que inician el ascenso hacia la cumbre, la disminución en la presión atmosférica provoca una serie de anomalías en el organismo: pérdida de apetito, alteraciones hormonales en la insulina (por el aumento de adrenalina y noradrenalina en el plasma), alteración en el metabolismo de las proteínas por la intensa actividad física y acumulación de ácido láctico muscular, entre otras.

En esta etapa, los escaladores suplen todos estos inconvenientes ingiriendo alimentos de elevado valor energético junto con suplementos vitamínicos o energéticos.

También la deshidratación es un factor a tener en cuenta. En alturas superiores a 6 mil metros, cada escalador necesita ingerir entre 3 y 5 litros de agua por día.

2. Respondan:

- a) ¿Qué cambios registra el cuerpo del escalador en el medio externo antes del ascenso, durante la aclimatación y, luego, durante el ascenso? ¿Qué sistemas reciben los estímulos?

- b) ¿A qué estímulo responde el organismo al aumentar la cantidad de glóbulos rojos en sangre y al acelerar el ritmo cardíaco? ¿Qué se compensa?

- c) ¿Por qué se reduce la ingesta de proteínas antes y durante el ascenso? Vinculen con lo visto en el capítulo 3. También pueden consultar el capítulo 7 y otras fuentes de información.

- d) ¿Cómo mantiene el medio interno homeostasis frente a un cambio abrupto de la presión atmosférica? Principalmente, expliquen los cambios producidos en el sistema circulatorio.

- e) ¿Por qué el organismo requiere mayor ingesta de agua a mayores alturas? Escriban una hipótesis.

3. Investiguen sobre este tema en diferentes fuentes de información y repasen las respuestas del ítem 2. Corrijan y completen sus respuestas.

4. En grupos, investiguen cómo se preparaban y qué equipos llevaban los escaladores para ascender al Aconcagua o al Everest en el pasado (cuarenta años atrás, aproximadamente), y cómo lo hacen ahora.

TIC <http://>

Pueden buscar información en alguno de estos sitios de internet:

- Centro Andina de Buenos Aires: <http://www.caba.org.ar/>
- Todo vertical: <http://www.todovertical.com/home.php?Directorio=6&opt=dir>
- Club Andino Gastón Saavedra: <http://www.clubandinogsgs.cl/el-club/relatos-de-montana>

5. Con la información reunida, confeccionen un cuadro comparativo para ver cuáles fueron los avances científicos y tecnológicos.

Divulgación:

6. Elaboren un instructivo para escaladores con recomendaciones a tener en cuenta antes y durante la escalada. Fundamenten sus consejos con datos técnico y los contenidos vistos en el capítulo. Para eso, tengan en cuenta los siguientes aspectos:
- Alimentación y equipo requerido.
 - Días de aclimatación.
 - Cómo minimizar el riesgo de congelamiento.
 - Cómo proteger las zonas expuestas del cuerpo a los rayos ultravioletas.
 - Cómo identificar las complicaciones respiratorias como el edema pulmonar y cómo responder.
7. Comparen el sistema circulatorio de animales que vivan a grandes alturas con el de los seres humanos. ¿Qué ventajas adaptativas presentan? ¿Cómo las suple técnicamente el ser humano?

[BLOQUE 2]

6

La excreción

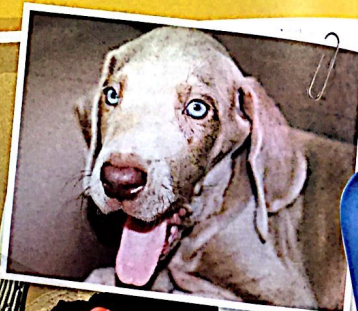
A través del sistema excretor, el organismo elimina desechos del metabolismo. Generalmente se suele pensar que solo el sistema urinario participa de esta función, pero otros sistemas como la piel colaboran en esto. El sistema excretor interviene en la regulación de las toxinas en sangre, el control de la presión sanguínea y el balance hídrico.



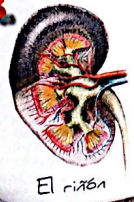
CACTUS



Tigre



Flamenco



El riñón

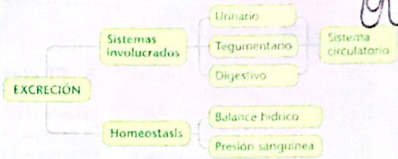
Las sustancias tóxicas del organismo deben ser eliminadas.

MEJAS

Al finalizar este capítulo, podrán:

- analizar los procesos de intercambio y transformaciones de materia y energía.
- reconocer la interacción de los subsistemas que integran el sistema excretor humano y en su diversidad (tejidos, órganos y sistemas de órganos).
- identificar la interacción del sistema excretor con otros sistemas.

CONCEPTOS EN RED



UN CASO PARA LA CIENCIA

La pintura y los desechos metabólicos

Cuando un artista plástico necesita pintura, recurre a los negocios especializados donde puede adquirir variedad de materiales (acrilicos, óleos, etc.) y una amplia gama de colores. Sin embargo, hasta los inicios del siglo XX, conseguir los pigmentos y tonalidades que necesitaban podía ser un problema.

Algunos colores se obtenían de ciertos minerales (como el azul, obtenido de una piedra preciosa, el lapislázuli, que por ser tan costoso solo se usaba en el manto de la Virgen). Otros, de vegetales hervidos; e incluso, de insectos aplastados (como el rojo carmin, obtenido de un "puré" de cochinillas).

Los recursos no se agotaban aquí. Es llamativa la forma en que se conseguían algunos colores a través de la orina de animales. Tal es el caso del amarillo indio, obtenido de la orina de la vaca a la que se alimentaba con hojas de mango. El rosa doré, utilizado para pintar rostros, se obtenía de orina de vaca alimentada con hojas amarillas y rojas. En la Argentina, algunos precursores de la pintura obtenían los colores rojos y marrones de orina de cerdo, caballo o vaca alimentados con remolacha.

La orina también se usaba como aglutinante. Incluso algunos pintores orinaban sobre los colores que preparaban para que los pigmentos se concentraran aún más. En la Edad Media, algunos artistas orinaban las pinturas y las dejaban unos días para que el líquido se evaporara y se produjera una mezcla de mohos y colores.

ACTIVIDADES

1. Lean la plaqueta y respondan a las preguntas.
 - a) ¿Qué relación creen que hay entre los alimentos ingeridos y el color de la orina?
 - b) ¿Alguna vez les pasó que al tomar algún medicamento o al comer remolacha, acelga u otro vegetal, su orina se tiñera? Expliquen cómo creen que llega el pigmento del alimento a la orina.
2. Averigüen: ¿qué es un aglutinante? ¿Por qué la orina puede actuar como tal?

i (+INFO)

Los desechos metabólicos

Cuando las células obtienen energía a partir de los aminoácidos (principal componente de las proteínas), se forma un desecho muy tóxico para el organismo, el amoníaco (NH_3), que ingresa al torrente sanguíneo. Las células del hígado tienen la capacidad de transformar el amoníaco en urea, que es mucho menos tóxica y es eliminada en la orina por el sistema excretor. El sudor también contiene urea en su composición.

La creatinina es otro desecho metabólico derivado de la creatina, sustancia que interviene en los procesos de obtención de energía en las células musculares. El ácido úrico es un desecho metabólico producto de la degradación de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) a nucleótidos. También es eliminado en la orina el exceso de iones de potasio, sodio y cloruro, así como de agua.

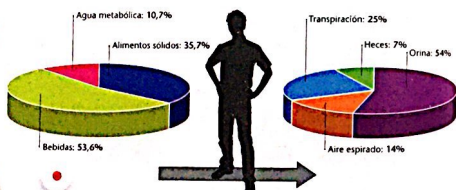
1. El sistema excretor

Durante el metabolismo celular, se producen sustancias de desecho que, por resultar inútiles o tóxicas, deben ser eliminadas. Esta función es llevada a cabo principalmente por el sistema excretor.

La función de excreción

Como resultado de sus actividades, las células producen diferentes sustancias tóxicas que deben ser eliminadas para mantener el medio adecuado para su funcionamiento. (+INFO) Entre estas podemos mencionar los desechos ricos en nitrógeno (como la urea y el ácido úrico), el dióxido de carbono e incluso el agua. La excreción es la función de eliminar del cuerpo los productos del metabolismo que son tóxicos o que no serán utilizados en otras funciones. El dióxido de carbono y parte del agua son excretados por los pulmones; mientras que los desechos nitrogenados y el resto del agua se eliminan a través de la orina y el sudor, la primera producida por el sistema excretor y el segundo, por las glándulas sudoríparas.

Por otro lado, el sistema excretor también se encarga de regular la composición del medio interno, es decir, de la sangre y los líquidos corporales, frente a la permanente entrada y salida de sustancias del organismo y a los continuos cambios del ambiente. Este mecanismo recibe el nombre de **osmorregulación**.



En el organismo, el agua representa cerca del 70% del peso total del cuerpo, y su cantidad permanece más o menos constante. La entrada de agua se produce por los alimentos, las bebidas o la degradación de los nutrientes en las células (agua metabólica); y la eliminación, por las heces, la orina, la transpiración y el aire espirado.

La estructura del sistema urinario humano

El sistema excretor está compuesto por los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra. Los riñones son dos, uno del lado izquierdo y otro del derecho, ubicados a la altura de la cintura. Son de color rojo intenso, miden alrededor de 10 centímetros de largo y pesan unos 150 gramos. Tienen forma de poroto y en su borde interno presentan una hendidura llamada **hilum renal**, por donde ingresa la arteria renal y salen la vena renal y el uréter. En la parte superior de cada riñón se encuentra la **glándula suprarrenal**, que, si bien no integra el sistema excretor, fabrica una hormona llamada **aldosterona**, que interviene en la formación de la orina.

La orina sale de los riñones por dos conductos, los **uréteres**, y se dirige a la vejiga. Esta es un órgano situado en la cavidad pélvica que almacena alrededor de 0,5 litro de orina. En su superficie interna pueden observarse tres orificios: dos que se comunican con los uréteres y otro que se comunica con la **uretra**, conducto a través del cual es eliminada la orina.

CONCEPTOS CLAVE

- Excreción
- Osmorregulación
- Anatomía del sistema excretor

La estructura interna del riñón

En un corte longitudinal del riñón, podemos diferenciar de afuera hacia adentro:

- La **cápsula fibrosa**, una membrana resistente que envuelve al riñón.
- La **zona cortical o corteza**, de textura granular y color más oscuro.
- La **zona medular o médula**, la región más interna, constituida por unas estructuras de forma cónica denominadas **pirámides de Malpighi**. Las bases de las pirámides están dirigidas hacia fuera en contacto con la corteza, mientras que sus vértices se orientan hacia adentro.

Las pirámides de Malpighi presentan estrías llamadas **conductos uriníferos**, que conducen la orina hacia la **pelvis renal**, una cavidad de color blanco con forma de embudo que se estrecha hacia el uréter.

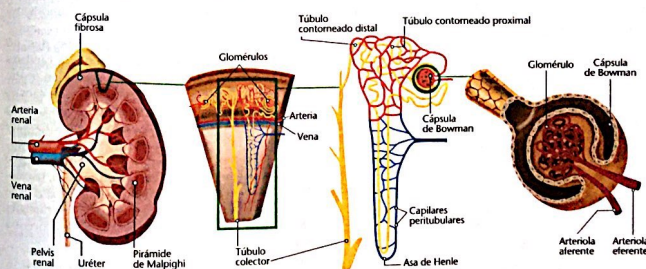
El riñón está constituido por alrededor de un millón de unidades llamadas **nefrones**. Cada nefrón es considerado como la unidad funcional y estructural del riñón y está compuesto por dos partes principales: el **glomérulo** y el **túbulo renal**, que presenta diferentes porciones.

El **glomérulo** está constituido por un conjunto de pequeños capilares sanguíneos enroscados en forma de ovillo. Rodeando al glomérulo se encuentra una estructura en forma de copa llamada **cápsula de Bowman**. El conjunto de ambas estructuras recibe el nombre de **corpúsculo de Malpighi**.

La **cápsula de Bowman** constituye la primera porción del túbulo renal, y a ella le siguen una serie de túbulos que presentan tres segmentos consecutivos con diferentes características estructurales y funcionales. Estos se denominan **túbulo contorneado proximal**, **asa de Henle** y **túbulo contorneado distal**, que desemboca en el túbulo colector. Los túbulos distales de varios nefrones desembocan en un mismo túbulo colector, y todos los túbulos colectores conducen la orina hacia la **pelvis renal** para luego pasar al uréter.

La irrigación renal

La sangre con sustancias de desecho llega a cada riñón por medio de la **arteria renal**, una rama de la arteria aorta que transporta sangre oxigenada a elevada presión y se ramifica en gran cantidad de arteriolas aferentes. Cada arteriola aferente suministra sangre a un nefrón y se ramifica en varios capilares que originan el glomérulo. La sangre deja el glomérulo por medio de una arteriola eferente que se forma al reunirse los capilares. Una segunda red de capilares, llamados **peritubulares**, se ramifican a partir de la arteriola eferente y rodean al túbulo renal. Estos capilares se unen a nivel de la vena renal, que lleva la sangre que deja los riñones.



Corte longitudinal de un riñón y de un nefrón.

i (+INFO)

Los números del riñón

- Los 5 litros de sangre del cuerpo pasan 345 veces por día por los riñones. Es decir que, diariamente, pasan alrededor de 1700 litros de sangre por los riñones, en un promedio de 1,20 litros por minuto.
- Los glomérulos filtran 170 litros de plasma diariamente.
- Por día se produce entre 1 y 1,5 litros de orina.

ACTIVIDADES

A

1 Responder a estas preguntas.

- ¿Qué es la osmorregulación? ¿Cuál es su importancia?
- ¿Cuál es el recorrido que sigue la orina desde los nefrones hacia la uretra?
- ¿En qué se diferencian el sistema excretor del varón y el de la mujer?

2 Confeccionen un diagrama o mapa conceptual que describa paso a paso el proceso de formación de la orina.

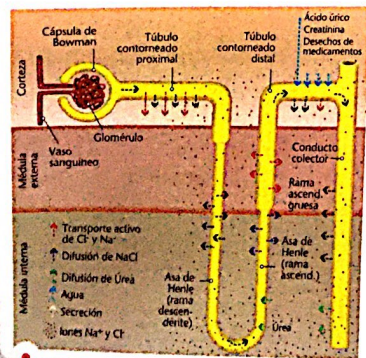
i (+INFO)

Transporte de sustancias

Existen diferentes mecanismos por medio de los cuales una sustancia (soluta) puede pasar al interior o al exterior de una célula hasta quedar disuelta en iguales proporciones de ambos lados. Uno de los mecanismos recibe el nombre de **transporte pasivo**, que se realiza sin gasto de energía. Dentro de este mecanismo, encontramos la **difusión simple**, donde las moléculas pasan del lugar donde están en mayor concentración al de menor concentración; la **ósmosis**, como se denomina la difusión simple en el agua; y la **difusión facilitada**, ya que hay proteínas en la membrana de la célula que colaboran en el transporte de las moléculas. El **transporte activo**, que se realiza con gasto de energía, consiste en el pasaje de las moléculas desde donde están en mayor concentración hacia donde están en menor concentración.

INDICACIONES

Para profundizar lo visto sobre los mecanismos de transporte a nivel celular, consulten el capítulo 14.



Detalle del tipo de transporte que ocurre en cada parte del nefrón.

2. La formación de orina

La función principal del sistema excretor es la **formación de orina**. Esta constituye un derivado de la sangre que contiene los productos de desecho del metabolismo celular, como sustancias nitrogenadas, sales y agua.

Filtración, reabsorción, secreción y concentración en el nefrón

La formación de orina consta de cuatro procesos: la **filtración** de la sangre en los glomérulos, la **reabsorción** de agua y otras sustancias hacia la sangre, la **secreción** de sustancias de desecho desde la sangre que no han sido filtradas y la **concentración** de la orina recuperando parte del agua filtrada.

- **Filtración:** ocurre en los glomérulos, que actúan como un colador. La pared de los capilares que forman el glomérulo tiene poros que dejan pasar algunas moléculas hacia la cápsula de Bowman, mientras que otras son retenidas. La elevada presión sanguínea en la arteriola que conduce la sangre hacia el glomérulo brinda la fuerza necesaria para que los componentes más pequeños del plasma, como el agua, las sales, la glucosa, la urea y el ácido úrico, sean impulsados hacia la cápsula. Por su gran tamaño, los glóbulos, las plaquetas, las proteínas y los lípidos de la sangre no pueden atravesar la pared del glomérulo y de la cápsula, y, por lo tanto, no son filtrados. El líquido filtrado es semejante al plasma, pero difiere de este en que carece de lípidos y proteínas.
- **Reabsorción:** a medida que el líquido filtrado circula por el nefrón, las sustancias útiles son reabsorbidas y devueltas a la corriente sanguínea a través de los capilares peritubulares; por ejemplo, el 95% del agua filtrada vuelve a la sangre. La reabsorción de sustancias puede ocurrir de manera pasiva o activa. En el túbulo proximal, se reabsorben la mayor parte del agua, toda la glucosa y los aminoácidos. En la región más baja del asa de Henle y el túbulo distal, se reabsorben de forma activa los iones sodio (Na^+) y cloruro (Cl^-), mientras que en la rama ascendente, que es impermeable al agua, son recuperados de forma pasiva. En el túbulo distal, se reabsorbe agua por ósmosis junto con algunos iones de forma activa.

- **Secreción:** algunas sustancias de desecho que no fueron filtradas anteriormente pasan de los capilares peritubulares a los túbulos renales. La secreción ocurre principalmente en el túbulo distal a través de canales especializados, transportando de forma activa, hacia el interior de este, sustancias como amoníaco, creatinina, ácido úrico, iones potasio (K^+) y ciertas toxinas.
- **Concentración:** la hormona antidiurética (HAD) modifica la permeabilidad del túbulo colector, haciéndolo muy permeable al agua. Esto permite que el agua pase desde el interior del túbulo hacia los capilares peritubulares y, en consecuencia, la orina se concentra aún más.

Finalmente, la orina se vierte desde los túbulos colectores hacia la pelvis renal, de allí pasa al uréter, se acumula en la vejiga y se elimina por la uretra durante la micción.

CONCEPTOS CLAVE

- Filtración, concentración, secreción y reabsorción
- Formación y características de la orina
- Micción

Las características de la orina

La orina es un ultrafiltrado del plasma sanguíneo, y, por lo tanto, si se compara la composición química de ambos, se observa que son muy semejantes.

Como puede observarse en el cuadro, la proporción de desechos metabólicos (creatinina y ácido úrico) aumenta más de 100 veces en la orina con respecto al plasma. Por otro lado, aquellas sustancias que le son útiles al organismo, como los iones, no varían demasiado en su proporción en ambos líquidos; otras, como la glucosa, directamente no se encuentran en la orina en condiciones normales.

Con respecto a las características físicas de la orina, el color es amarillo ámbar y se debe a la presencia de un pigmento llamado **urocromo**. Este puede variar, lo que indica la existencia de alguna patología: por ejemplo, la presencia de sangre en la orina (o hematuria) la torna rojiza; la hepatitis y otras enfermedades del hígado pueden resultar en la excreción de pigmentos biliares que le otorgan un color pardo o marrón. La orina suele ser límpida, pero puede enturbarse ante la presencia inusual de células o proteínas. Normalmente tiene un aroma suave, pero cuando se encuentran bacterias presentes, descomponen la urea en amoníaco, lo que le confiere un olor muy fuerte. La orina es usualmente ácida (con un pH menor que 7), y la variación en su pH puede indicar la ocurrencia de alguna enfermedad, como una insuficiencia renal o una infección urinaria.

Comparación de la composición del plasma y de la orina

Componente	Plasma sanguíneo (%)	Orina (%)
Agua	90-93	95
Glucosa	0,08	0
Cl^-	0,38	0,58
Na^+	0,33	0,33
Urea	0,03	2,5
Ácido úrico	0,004	0,06
Creatinina	0,001	0,1

HISTORIA DE LA CIENCIA

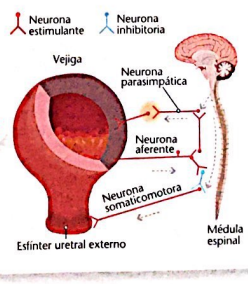
Oro a partir de orina

En el siglo XVII, el comerciante alemán Henning Brand (1630-1710) leyó en un libro de alquimia que se podía obtener oro a partir de las excreciones humanas. Así, durante mucho tiempo, combinó la orina con otros materiales para ver si tenía éxito. En 1669, calentó la orina hasta su punto de ebullición, de manera de eliminar toda el agua que contenía, y obtuvo un residuo sólido que en la oscuridad tenía un leve brillo color blanco. Lo que recolectó Brand era fósforo (que en griego significa "fuente de luz"). Si bien el descubrimiento despertó una gran curiosidad, las propiedades del fósforo no se comprendieron hasta mucho tiempo después. Brand vendió su receta al médico alemán Daniel Kraft para pagar las deudas que había adquirido mientras intentaba encontrar la piedra filosofal, es decir, aquella sustancia que pudiera transformar metales en oro.

La micción y el control muscular

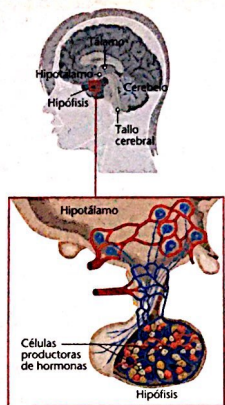
La orina es retenida en la vejiga por la acción de dos esfínteres, uno externo y otro interno; los esfínteres son músculos en forma circular o de anillo que rodean a la vejiga. Estos músculos son fisiológicamente diferentes y están controlados de distinta manera; el **esfínter externo** está constituido por músculo estriado o esquelético, bajo control voluntario, y el **esfínter interno** está constituido por músculo liso, bajo control reflejo o involuntario. Cuando la orina acumulada supera los 300 mililitros, la presión ejercida sobre las paredes de la vejiga es captada por los receptores de estiramiento, que envían la información al sistema nervioso central. Así se dispara el reflejo de distender o relajar el esfínter interno, y eliminar la orina. A partir de los 2 años de edad, aproximadamente, el esfínter externo puede ser controlado de manera voluntaria, de modo que se logra inhibir el reflejo provocado por el esfínter interno. De esta manera se provoca la contracción del esfínter externo, inhibiendo el deseo de orinar. De manera opuesta, si se desea orinar, el esfínter externo se relaja y la musculatura de la vejiga se contrae, y, en consecuencia, la orina es expulsada al exterior a través de la uretra.

Corte de la vejiga. Cuando la vejiga se llena, la neurona aferente advierte el estiramiento del músculo liso y envía un estímulo al sistema nervioso central. Este responde a través de la neurona eferente, induciendo la relajación del esfínter interno. Sin embargo, el esfínter externo puede inhibir esa relajación a través de una neurona inhibitoria, y retener la orina.

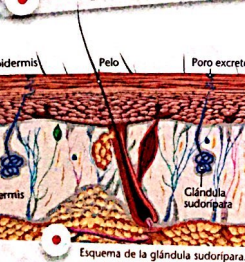


ACTIVIDADES

- 1 Realicen un esquema que resuma los cuatro procesos que llevan a la formación de orina.
- 2 Expliquen cómo varían las proporciones de las diferentes sustancias en la orina respecto del plasma sanguíneo.
- 3 Investiguen cuál es el significado de la presencia de glucosa en la sangre.



La HAD es fabricada en el hipotálamo, ubicado en el cerebro, y almacenada en la glándula hipófisis, también situada en el cerebro. Las células neurosecretoras del hipotálamo se comunican con el lóbulo posterior de la hipófisis.



3. El balance hídrico

El riñón no solo interviene en la eliminación de aquellas sustancias que son tóxicas para el organismo, sino que además ayuda a mantener la composición normal de la sangre y otros líquidos, así como también a regular la presión sanguínea.

La osmorregulación

Los riñones regulan el volumen de agua en el organismo y la cantidad de sales disueltas, es decir, participan de la osmorregulación, también conocida como balance hídrico u homeostasis hidrosalina.

A medida que el agua recorre los túbulos colectores del nefrón, es reabsorbida hacia los capilares sanguíneos por ósmosis. El control de este transporte pasivo del agua es regulado por un mecanismo de retroalimentación negativa del que participa una hormona llamada vasopresina u hormona antidiurética (HAD).

En las paredes del corazón, la aorta y las arterias carótidas, se encuentran receptores que registran estas variaciones en la presión sanguínea, el volumen y la concentración de la sangre. Por ejemplo, si una persona está deshidratada o presenta una hemorragia, el volumen de la sangre disminuye. Entonces, las paredes de los vasos se contraen y disminuye su diámetro; a la vez, la concentración de solutos se eleva. Esta diferencia requiere ser compensada. Los receptores perciben estas variaciones y estimulan la liberación de HAD.

El incremento de esta hormona aumenta la permeabilidad al agua de las células del túbulo renal; por lo tanto, se reabsorbe agua que se incorporará a la sangre para recuperar su volumen y concentración. En consecuencia, se produce un menor volumen de orina. Cuando se ingiere agua, en tanto, se producen un aumento del volumen sanguíneo y la disminución de la concentración de los solutos. Esta variación es detectada por los receptores mencionados, que envían señales a la hipófisis y finaliza la liberación de HAD.

La transpiración

El sistema tegumentario, o piel, también actúa como órgano excretor, ya que a través de las glándulas sudoríparas el cuerpo excreta sales y urea, que llegan a la superficie de la piel disueltas en agua. Si bien las glándulas sudoríparas se hallan distribuidas en todo el cuerpo, son más abundantes en la frente, las axilas, las palmas de las manos y las plantas de los pies. Las glándulas sudoríparas producen el sudor a partir del agua que ha salido de los capilares sanguíneos por filtración, por lo cual su composición es similar a la de la orina, pero más diluida. El sudor está compuesto por urea, sales disueltas y ácido úrico.

El proceso de transpiración o sudor también interviene en la regulación de la temperatura corporal. Por ejemplo, en días de bajas temperaturas, la transpiración disminuye, y a su vez, aumenta la frecuencia de micción de gran cantidad de orina color claro. En los días con altas temperaturas, la situación se invierte. Esto ocurre porque la transpiración enfría la superficie del cuerpo al perder calor, debido a la evaporación del agua del sudor.

Además, cuando la temperatura es baja, se inhibe la producción de HAD; en consecuencia, disminuye la reabsorción de agua y aumenta el volumen de orina eliminado. En los días de calor, el aumento de la transpiración provoca la pérdida de grandes cantidades de agua y sales. Esto es detectado por los receptores que perciben la presión y la concentración de sustancias disueltas en la sangre, con lo que la producción de HAD es estimulada.

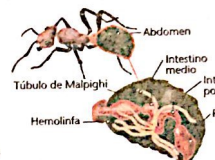
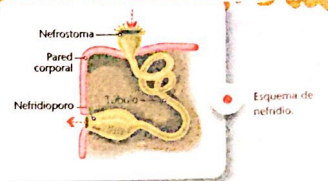
CONCEPTOS CLAVE

- Balance hídrico
- Transpiración

Fisiología comparada del sistema excretor

4. El sistema excretor en otros seres vivos

Los seres vivos poseen una gran diversidad de estructuras que les permiten eliminar los productos de desecho del metabolismo celular. Los organismos más simples pueden hacerlo directamente por difusión a través de la membrana celular, mientras que los más complejos poseen estructuras especializadas.



Esquema de tubos de Malpighi en una hormiga.

Estructuras y función comparadas

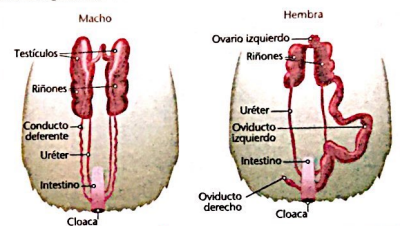
Las plantas carecen de mecanismos de excreción especializados. Los productos resultantes del metabolismo celular, como el O_2 , el CO_2 y el agua, se eliminan principalmente a través de la superficie de las hojas por los estomas. Además, a diferencia de los animales, las plantas no excretan productos nitrogenados, sino que los utilizan y acumulan para sintetizar proteínas.

En los animales unicelulares y en los pluricelulares más simples, como las esponjas y medusas, la eliminación de desechos nitrogenados se realiza directamente por difusión a través de la membrana. El principal residuo eliminado es amoníaco (NH_3). En cambio, la excreción de agua en los organismos unicelulares y en las esponjas de agua dulce se realiza por medio de vacuolas contráctiles. Estas recogen el exceso de agua dentro del citoplasma y, cuando alcanzan cierto tamaño, se contraen y descargan el líquido al exterior.

En los organismos más complejos, como las planarias, las lombrices, los insectos y los vertebrados, los desechos metabólicos se acumulan en el medio interno (sangre, linfa, hemolinfa) y presentan sistemas excretores especializados para eliminarlos. El tipo más simple de sistema excretor está representado por los protonefridios presentes en las planarias. Consisten en túbulos ramificados, donde ocurre la reabsorción de agua y sales, abiertos al exterior a través de un poro, por medio del cual se eliminan los desechos. Estos túbulos poseen en su extremo inferior una célula alargada con cilios o flagelos. Las lombrices y los caracoles tienen un sistema de nefridios, similares a los protonefridios pero con un embudo en el extremo inferior, llamado nefrostoma, el cual posee un borde ciliado que facilita la eliminación de desechos.

Los insectos y arañas poseen estructuras excretoras especiales llamadas **túbulos de Malpighi**. Son tubos delgados y permeables que desembocan en el intestino del insecto. Cada tubo tiene la forma de un dedo de guante, y su extremo cerrado flota en la cavidad del cuerpo en contacto con la hemolinfa. Los productos nitrogenados difunden al interior de los túbulos, de allí pasan al intestino y son eliminados al exterior a través del ano.

El sistema excretor de los vertebrados está formado básicamente por los riñones y los uréteres. Los uréteres de los anfibios, reptiles y mamíferos desembocan en la vejiga urinaria, donde se acumula la orina antes de ser expulsada al exterior. Como una adaptación al vuelo, las aves carecen de vejiga, lo que las hace más livianas. El sistema excretor de los mamíferos conduce la orina al exterior a través de la uretra, en forma independiente del tubo digestivo. En el resto de los vertebrados, los uréteres terminan, junto con el intestino y el aparato reproductor, en una cavidad común denominada cloaca.



Esquema del aparato urogenital de las aves.

ACTIVIDADES

Lean el siguiente texto y, luego, respondan a las preguntas.

"Aquellos peces que viven en agua dulce deben expulsar grandes volúmenes de agua al medio, mientras que los peces marinos excretan un pequeño volumen de orina para evitar la pérdida de agua".

- ¿Por qué los peces de agua dulce expulsan grandes volúmenes de agua?
- ¿Por qué los peces marinos necesitan evitar la pérdida de agua?

Para responder a estas preguntas, tengan en cuenta lo que sucede con la concentración de solutos en el agua respecto del medio interno.

¿Cómo se eliminan los productos de desecho de nuestro cuerpo?

El metabolismo celular genera sustancias de desecho que nuestro cuerpo debe eliminar. El sistema excretor, el respiratorio y las glándulas sudoríparas de la piel realizan esta tarea de manera conjunta.

EL BALANCE HÍDRICO

Además de eliminar sustancias tóxicas para el organismo, el riñón ayuda a mantener la composición normal de la sangre y otros líquidos, así como también regular a la presión sanguínea.

LA MICCIÓN Y EL CONTROL MUSCULAR

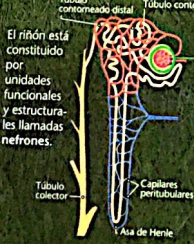
La orina es retenida en la vejiga por la acción de dos esfínteres, uno interno y otro externo.



LA ESTRUCTURA DEL RIÑÓN

Permite distinguir tres zonas:

- La cápsula fibrosa, una membrana resistente que envuelve al riñón.
- La zona cortical o corteza, de textura granular y color más oscuro.
- La zona medular o médula, que es la región más interna.



OSMORREGULACIÓN

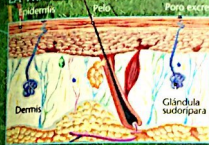
La reabsorción de agua en el nefrón es regulada por la hormona antidiurética (HAD). Esta hormona es fabricada en la hipófisis y almacenada en la glándula hipófisis que la libera a la circulación sanguínea cuando es necesario.

LA IRRIGACIÓN RENAL

Los nefrones filtran la sangre que reciben para elaborar la orina a partir del agua y de las sustancias de desecho que contiene la sangre.



LA TRANSPIRACIÓN



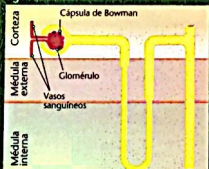
EL SISTEMA EXCRETOR

Está formado por los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra. La orina sale de los riñones por dos conductos, los uréteres, y se dirige a la vejiga.

La piel excreta sales y urea llegan a la superficie disueltas en agua a través de las glándulas sudoríparas. El proceso de transpiración o sudor también interviene en la regulación de la temperatura corporal.

LA FORMACIÓN DE ORINA

Es la principal función del sistema excretor. La orina contiene los productos de desecho del metabolismo celular como sustancias nitrogenadas, sales y agua.



Componente	Plasma sanguíneo (%)	Orina (%)
Agua	90-93	95
Glucosa	0,08	0
Cl	0,38	0,58
Na	0,33	0,33

CIENCIA

Las bacterias como procesadoras de desechos

Un gusano muy particular

El *Olavius algarvensis* es un gusano que se desplaza entre los sedimentos marinos y tiene la particularidad de carecer de boca, de sistema digestivo y de sistema excretor. ¿De dónde obtiene la energía? De una comunidad de bacterias simbióticas que viven bajo su piel y se encargan de todo. El organismo fue hallado en la isla italiana de Elba, en el mar Mediterráneo, por investigadores del Joint Genome Institute, dependiente del Departamento de Energía de los Estados Unidos. Para su identificación se utilizó una técnica novedosa que permite extraer el perfil de la comunidad de bacterias que residen en un ambiente dado a partir de muestras de ADN.

El *Olavius* traslada una comunidad de bacterias hacia las fuentes de energía en las que estas se nutren, y a cambio, las bacterias sintetizan todas las proteínas y los aminoácidos que el gusano necesita para vivir. Del lado de la excreción, la urea y el amoníaco producidos por el metabolismo del gusano son tratados por las bacterias residentes, y utilizados por estas como fuente de nitrógeno.

Los investigadores encontraron muy inusual que la relación de simbiosis se llevara a cabo entre una pluralidad de organismos, ya que distintas bacterias habitan el gusano cumpliendo diferentes funciones en diferentes momentos. También, la simbiosis funciona con gran eficiencia, ya que, a cada momento, la bacteria mejor capacitada para aprovechar la energía química abundante en el medio es la que se encarga de impulsar al gusano.

Fragmento adaptado de la nota "No guts, no worries", publicada en *EurekAlert!*, el 18 de septiembre de 2006. Fuente alternativa: *The Primer*, órgano del Joint Genome Institute, octubre de 2006.

ACTIVIDADES

- Expliquen con sus palabras qué es una relación simbiótica.
- Respondan a las siguientes preguntas.
 - ¿Por qué creen que el Departamento de Energía de los Estados Unidos realiza este tipo de investigaciones?
 - ¿Cómo creen ustedes que las bacterias pueden contribuir en el campo de la energía?
 - ¿Se utilizan bacterias para tratar desperdicios? ¿Conocen algún caso?
- Sinteticen la información de esta nota mediante un gráfico.

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

1. La excreción:

- ☐ a) necesita tanto del sistema excretor como del respiratorio y el tegumentario.
- ☐ b) permite distribuir el agua y otros nutrientes a todas las células del cuerpo.
- ☐ c) se encarga de controlar la composición del medio interno por un proceso llamado *osmorregulación*.
- ☐ d) a y c son correctas.

2. La estructura que lleva la orina al exterior es:

- ☐ a) el túbulo colector.
- ☐ b) la uretra.
- ☐ c) el uréter.
- ☐ d) ninguna de las anteriores.

3. La unidad funcional del riñón es:

- ☐ a) el nefrón.
- ☐ b) la corteza.
- ☐ c) la médula.

4. La sangre es filtrada en:

- ☐ a) el glomérulo.
- ☐ b) el túbulo renal.
- ☐ c) la cápsula de Bowman.
- ☐ d) el corpúsculo de Malpighi.

5. En el túbulo contorneado proximal:

- ☐ a) se lleva a cabo la mayor parte de la reabsorción de agua.
- ☐ b) se produce la secreción de sustancias hacia el interior del túbulo para la formación final de orina.
- ☐ c) se produce el filtrado de sangre.

6. La glucosa es recuperada en el riñón del ser humano por:

- ☐ a) filtración.
- ☐ b) reabsorción.
- ☐ c) secreción.
- ☐ d) concentración.

7. El esfínter interno de la vejiga:

- ☐ a) se halla bajo control voluntario.
- ☐ b) puede ser inhibido por el esfínter externo.
- ☐ c) se halla bajo control involuntario.
- ☐ d) b y c son correctas.

8. La HAD:

- ☐ a) es almacenada en el hipotálamo.
- ☐ b) disminuye la reabsorción de agua en los túbulos colectores.
- ☐ c) está regulada por un mecanismo de *feedback* positivo.
- ☐ d) ninguna de las anteriores.

9. ¿Qué ocurre cuando disminuye el volumen de sangre en el organismo?

- ☐ a) Aumenta la transpiración y se excretan grandes volúmenes de orina.
- ☐ b) Aumenta la liberación de HAD desde la hipófisis.
- ☐ c) La liberación de HAD es inhibida y se excretan grandes volúmenes de orina.

10. Las planarias poseen el siguiente órgano excretor:

- ☐ a) protonefridios.
- ☐ b) nefridios.
- ☐ c) riñones.
- ☐ d) ninguna de las anteriores.

11. Los animales:

- ☐ a) tienen estructuras especializadas que forman el sistema excretor.
- ☐ b) unicelulares carecen de sistema excretor y realizan la eliminación de desechos directamente con el medio que los rodea, a través de la membrana celular.
- ☐ c) vertebrados, a excepción de los mamíferos, presentan una cloaca donde desembocan los sistemas excretor, digestivo y reproductor.
- ☐ d) b y c son correctas.

12. La mayor pérdida de agua en el organismo humano ocurre:

- ☐ a) por transpiración.
- ☐ b) a través de la orina.
- ☐ c) a través del aire espirado.
- ☐ d) con las heces.

13. La mayor diferencia entre la composición del plasma sanguíneo y la orina es:

- ☐ a) en la cantidad de agua.
- ☐ b) en la cantidad de urea.
- ☐ c) en la cantidad de creatinina.
- ☐ d) en la cantidad de glucosa.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El sistema excretor, un aliado en toda situación

La orina se forma a partir de la filtración de la sangre, la reabsorción de agua e iones de sodio y cloruro, la secreción de sustancias como iones de potasio, fosfatos, amoníaco y ácido úrico, entre otros, y la concentración cuando se han absorbido gran cantidad de agua e iones, regulada por la hormona antidiurética.

Los riñones entre otras funciones, controlan la homeostasis hídrica, es decir, el equilibrio en la concentración de sales (potasio, sodio, calcio y magnesio) disueltas en el agua del medio interno. Este control es regulado por procesos de retroalimentación negativa en los que participan diversas hormonas, el sistema nervioso (hipotálamo e hipófisis), la presión sanguínea y el volumen sanguíneo.

Este equilibrio puede ser peligrosamente afectado por una dieta inadecuada, la ingesta de alcohol o el consumo de drogas.

Objetivo:

- Relacionar los procesos renales homeostáticos en el control de la deshidratación corporal y la presión sanguínea en ciclos de desorden interno en la homeostasis.

Materiales:

- Papel afiche.
- Revistas para recortar.
- Marcadores gruesos.
- Libros o sitios de consulta.

Análisis:

1. Lean y analicen la siguiente situación.

Un grupo de adolescentes se reúnen antes de ir a una fiesta en la casa de un amigo. Escuchan música y preparan algunos tragos mientras esperan que todos lleguen. Un grupo bebe cerveza y unos daquiris con vodka (grupo A); otro grupo elige tomar licuados de fruta y helado (grupo B). Al cabo de una hora, quienes solo ingirieron bebidas alcohólicas comienzan a ir al baño para orinar con más frecuencia que quienes solo tomaron bebidas sin alcohol.

El anfitrión pregunta si alguien quiere beber algo más. Los del grupo A dicen tener más sed y, por lo tanto, le piden unos vasos de cerveza más para tomar antes de salir. Solo algunos del grupo B dicen tener sed y vuelven a servirse.

Al llegar a la fiesta, el grupo A se siente sediento. La sensación de sed y la ingesta de alcohol continúan, y sostienen que las bebidas bien frías los aliviarán.

Alguien comenta que no se trata de la temperatura de la bebida, sino del alcohol que estas contienen. Al cabo de un rato, el grupo A vuelve a sentir ganas de orinar. De forma contraria, quienes habían bebido licuados, no sienten sed ni las ganas constantes de orinar.

2. Expliquen a qué se debe que los adolescentes del grupo A y B orinen con diferente frecuencia. Escriban una hipótesis fundamentada con los conceptos vistos en este y otros capítulos.

3. Expliquen a qué se debe que los adolescentes del grupo A sientan más sed que los del grupo B. Escriban una hipótesis fundamentada con los conceptos vistos en este y otros capítulos.

4. Busquen información en otras fuentes, y corroboren y amplíen sus hipótesis. Relacionenla con los efectos del alcohol sobre la homeostasis y el control del medio interno, y expliquen qué mecanismos contrarrestan los efectos que producen los desequilibrios.

5. Lean la siguiente situación hipotética y, luego, respondan a las preguntas:

Durante unas vacaciones de verano, mientras toman sol, un grupo de personas ingieren bebidas alcohólicas un día de mucho calor.

- a) ¿Qué sucederá con el control de la temperatura del organismo?
- b) ¿Se verá alterada la concentración de iones en la sangre? ¿Por qué?
- c) A los fines de mantenerse hidratados y frescos, ¿fue acertada la decisión de tomar bebidas alcohólicas? ¿Por qué?

6. Lean la siguiente situación hipotética y, luego, respondan a las preguntas:

Un grupo de personas se preparan para salir a esquiar en las montañas. Para sufrir menos el frío, una de ellas sugiere beber una copita de licor.

- a) ¿Cómo responde el organismo impidiendo la pérdida de calor corporal? ¿Cómo se relaciona con la vasoconstricción, la presión sanguínea y la deshidratación?
- b) Teniendo en cuenta el aporte energético para enfrentar un día de mucho frío, ¿qué será mejor: ingerir un vaso de vodka, un plato de sopa caliente o una taza de chocolate caliente? ¿Por qué?
- c) Al ser metabolizado por las células, ¿el alcohol aporta energía o kilocalorías? Fundamenten su respuesta.

Divulgación:

7. Después del análisis de las situaciones anteriores y teniendo en cuenta todas las conclusiones a las que llegaron, diseñen carteles de prevención para que lean los alumnos de otros cursos sobre los efectos en el organismo de la ingesta de bebidas alcohólicas. Incluyan esquemas o cuadros comparativos que muestren los datos obtenidos sobre diversas situaciones posibles.

7

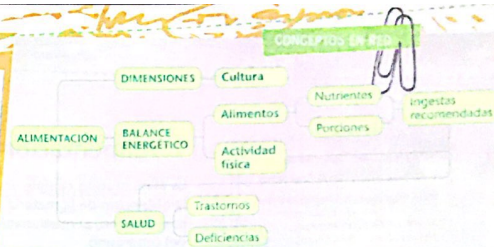
A excepción de la leche materna, no existe un alimento que proporcione todos los nutrientes necesarios a un individuo. Para cubrir los requerimientos nutricionales del organismo, es preciso combinar adecuadamente una diversidad de alimentos. La alimentación se inicia fuera del cuerpo, con la selección y la preparación de los alimentos, que son fuente de nutrientes, e influye en la salud actual y futura.



METAS

Al finalizar este capítulo, podrán:

- reconocer la relación entre la entrada, la transformación y la salida de materia y energía con el equilibrio energético.
- reflexionar sobre las diversas disfunciones en la salud humana ligadas a los aspectos nutricionales.
- comprender el impacto de la inequidad en el acceso a los alimentos.



UN CASO PARA LA CIENCIA

El tubo neural, que da origen al sistema nervioso, se cierra cuatro semanas después de la concepción. Los defectos en el cierre del tubo neural (DCTN) son malformaciones congénitas severas que afectan a aproximadamente tres de cada mil niños recién nacidos. Varios estudios han demostrado que si la mujer consume ácido fólico (una vitamina del complejo B) en las dosis recomendadas durante el periodo previo a la concepción, disminuye el riesgo de DCTN en el niño. Dado que el aporte de ácido fólico de los alimentos suele ser insuficiente, se recomienda incorporarlo en suplementos farmacéuticos. Como alternativa, en la Argentina, en julio de 2002, se sancionó la ley 25.630, que establece la obligatoriedad de enriquecer la harina de trigo con hierro, ácido fólico y otras vitaminas. Esto tuvo resultados positivos: las Estadísticas Vitales revelaron que a partir de 2005 disminuyó la mortalidad por DCTN (incluidas las malformaciones por deficiencia de ácido fólico) en niños menores de un año.

Todo parece indicar que el enriquecimiento de la harina ha sido una política de Salud Pública exitosa en la prevención de los DCTN por deficiencia de ácido fólico, con una óptima relación costo-efectividad. Así se han evitado muertes y severas discapacidades físicas y mentales que requieren una rehabilitación larga y costosa.

ACTIVIDADES

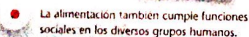
- **Investiguen y respondan**
 - a) ¿Por qué la suplementación con ácido fólico es recomendada a mujeres con posibilidades de embarazo?
 - b) ¿Por qué se elige la harina como vehículo para el ácido fólico?
 - c) ¿Cuáles son las ventajas del enriquecimiento frente a la suplementación?

2.1.1.1. Alimentario Argentino

Pueden descargar el CAA del sitio oficial de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (Anmat):

<http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm>

<http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm>



La alimentación cumple una función biológica, pues permite la obtención de la materia y la energía indispensables para la construcción, el mantenimiento, la reparación y el crecimiento del organismo.

La alimentación influye en la salud actual y futura, y es decisiva para la calidad de vida y la prevención de enfermedades.

A excepción de la leche materna durante el primer semestre de vida, no existe ningún alimento que, por sí solo, proporcione a un individuo todos los nutrientes necesarios. Por eso, la inclusión de una amplia variedad de alimentos es una de las características principales de una alimentación saludable.

Los nutrientes son sustancias aportadas por los alimentos, que desempeñan una función específica en el organismo y cuya carencia ocasiona síntomas y signos característicos. Como los requerimientos, o necesidades mínimas de nutrientes, varían entre los individuos, organismos como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) publican periódicamente las recomendaciones nutricionales. Se entiende por **recomendación nutricional**, o **ración dietética recomendada (RDR)**, a la cantidad diaria de un nutriente determinado que resulte suficiente para hacer frente a las necesidades nutricionales de prácticamente toda la población sana. La RDR se calcula teniendo hacia el nivel superior de las necesidades, por lo cual se puede aplicar a la mayoría de los individuos, y se establece para grupos de edad, sexo y períodos de embarazo y lactancia.

- ★ Alimentación y nutrición
- ★ Dimensiones de la alimentación
- ★ RDR
- ★ Balance energético

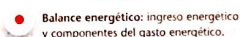
Los nutrientes reguladores participan como coenzimas, amortiguadores u hormonas, en la regulación del metabolismo. Son las vitaminas y los minerales.

- **Actividad física:** es la energía consumida en las actividades voluntarias. Es mucho mayor en deportistas que en personas sedentarias. Es el único gasto que una persona puede modificar voluntariamente cambiando su estilo de vida.

El ingreso y el gasto energético pueden medirse utilizando la unidad de medida kilocaloría por gramo (Kcal/g) o kilojoules por gramo (1 KJ = 4,184 Kcal). El joule es la unidad de medida internacionalmente aceptada para la medición del calor, la energía y el trabajo. Utilizando una misma unidad de medida, es posible estimar la diferencia entre el ingreso y el gasto energético.

El tejido adiposo contiene la principal reserva energética del organismo. Esta se acumula cuando la energía ingerida con los alimentos supera al gasto energético. El balance energético positivo lleva al aumento de peso. Por el contrario, cuando el balance energético es negativo, los depósitos de grasa disminuyen y el peso desciende. Una vez agotados los depósitos grasos, si el balance negativo continúa, el descenso del peso ocurre porque se comienza a consumir la masa muscular. El sostenimiento del peso corporal suele indicar un balance energético en equilibrio.

$$\text{Balance energético} = \text{Ingreso energético} - \text{Gasto energético}$$



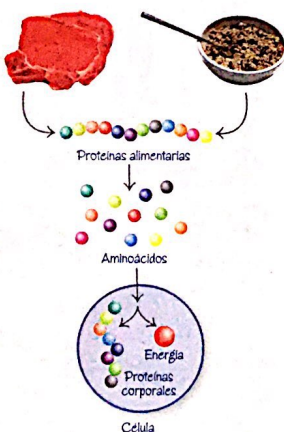
A

b) ¿Por qué los niños y adolescentes tienen un gasto energético relativamente mayor que los adultos?

i (+INFO)

Aminoácidos esenciales

De los veinte aminoácidos naturales que necesita el organismo humano para sintetizar proteínas, ocho son considerados esenciales; son aquellos que el organismo humano no puede fabricar a partir de otras moléculas. Por lo tanto, estos ocho aminoácidos esenciales deben estar presentes en las cantidades necesarias en los alimentos que forman parte de nuestra dieta.



Los aminoácidos obtenidos de las proteínas alimentarias y corporales se usan con fines plásticos o energéticos.



110

2. Los macronutrientes

Las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos son los nutrientes de más alto requerimiento en el organismo; por eso, se los denomina macronutrientes.

Las proteínas

Las proteínas son cadenas de aminoácidos. La función de las proteínas es suministrar al organismo los aminoácidos necesarios para el metabolismo celular. La recomendación diaria de proteínas indicada por la FAO/OMS es de 0,75 g/kg de peso corporal para los adultos. (+INFO)

Las proteínas se encuentran tanto en alimentos de origen vegetal (especialmente, legumbres y cereales) como de origen animal (carne, lácteos y huevos). Estas últimas son consideradas de alto valor biológico o completas, pues contienen todos los aminoácidos esenciales y su composición de aminoácidos es similar a la de las proteínas humanas. Las proteínas de origen vegetal, en cambio, son incompletas. Una forma de mejorar la calidad proteica de la alimentación consiste en realizar una complementación proteica para incorporar todos los aminoácidos esenciales. De esta manera, los aminoácidos que faltan en la proteína de un alimento son aportados por otra, y viceversa. Por ejemplo, combinando trigo y legumbres por partes iguales se logra un valor biológico similar al de las proteínas de la carne.

Los hidratos de carbono o glúcidos

Los glúcidos digeribles y absorbibles de la dieta están representados principalmente por el almidón (un polisacárido) y los azúcares (disacáridos y monosacáridos).

El almidón está presente en los granos de cereales, las harinas obtenidas de estos últimos y sus derivados. También, en las legumbres y en ciertos tallos o raíces subterráneas, como papa, batata y mandioca.

La sacarosa y la lactosa son disacáridos de gran importancia en la alimentación humana. La sacarosa, de origen vegetal, se extrae habitualmente de la caña de azúcar y de la remolacha, y es utilizada como endulzante o azúcar de mesa. La lactosa es el disacárido de la leche.

La fructosa y la glucosa son monosacáridos. Se encuentran en las frutas y en la miel. La fructosa también se obtiene industrialmente a partir del almidón, como jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), y se utiliza como endulzante en reemplazo de la sacarosa, por ejemplo, en la elaboración de bebidas gaseosas.

Si bien las necesidades de glúcidos dependen del gasto energético, se recomienda una ingesta mínima diaria de 130 gramos para niños y adultos, con un máximo tolerable del 25% del total de energía proveniente de azúcares añadidos.

La fibra alimentaria está formada por glúcidos no digeribles y lignina, y se encuentra en los vegetales. La fibra soluble (en avena, legumbres, frutas y hortalizas) disminuye el colesterol y la glucosa en sangre, previene el cáncer de colon y favorece a la microbiota o flora intestinal mutualista. La fibra insoluble (en tallos, hojas, cereal entero, salvado) estimula el tránsito intestinal. Si bien la fibra no es indispensable para la vida, debido a sus efectos favorables, se recomienda una ingesta diaria de 25 a 35 gramos.

Los glúcidos dietarios se absorben mayoritariamente como glucosa, principal combustible celular. El excedente se almacena en forma de glucógeno.

CONCEP P. JOS. GAYE

Macronutrientes
Proteínas: aminoácidos
esenciales

Glúcidos
Lípidos: grasas y aceites
Colesterol

Los lípidos

Los alimentos aportan principalmente dos tipos de lípidos: triglicéridos (aceites y grasas), que representan 93-95% del total de lípidos ingeridos, y colesterol. Los aceites vegetales son utilizados como aderezos o como medio para freír, y en la elaboración de otras preparaciones culinarias como la mayonesa. Las grasas de origen animal se encuentran en las carnes blancas y rojas, las vísceras (hígado, seso, riñón), los embutidos y los fiambres, como también en la grasa láctea y los derivados de la leche ricos en grasa, como manteca, crema y quesos. Las grasas trans, obtenidas por hidrogenación parcial de aceites vegetales o marinos, se encuentran en margarinas y muchos alimentos elaborados, como panes, tortas, etcétera. (+INFO)

Los triglicéridos de la dieta cumplen las siguientes funciones:

- Confieren sabor, textura y aroma a los alimentos, haciéndolos más apetecibles.
- Son el vehículo de las vitaminas liposolubles.
- Se depositan como reserva energética en los adipocitos (las células del tejido adiposo que tienen una gran capacidad de almacenamiento, aumentando tanto en volumen como en cantidad).
- Son fuente de ácidos grasos (AG). Los AG son precursores de componentes estructurales de las membranas celulares y la vaina de mielina (sustancia que cubre los nervios). También cumplen funciones reguladoras. Los ácidos grasos se clasifican en saturados (AGS) e insaturados (AGI).

Saturados	Insaturados		
	Omega-9	Omega-6	Omega-3
Grasas animales, carnes, vísceras, manteca, crema, quesos, leche entera, manteca de cacao.	Aceite de oliva, aceite de canola.	Aceite de maíz, aceite de girasol, aceite de uva.	Pescados de mar de agua fría (caballa, arenque, salmón, sardina, atún), maní, soja, frutos secos, chia.

Es necesario que los lípidos de la dieta incluyan los ácidos grasos linoleico (omega-6) y linolénico (omega-3), pues estos son esenciales. Además, los ácidos grasos omega-3 tienen un efecto cardioprotector.

Los aceites (conocidos vulgarmente como grasas insaturadas) deben predominar en la dieta sobre las grasas saturadas, ya que estas últimas, al igual que las grasas trans, aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El techo para la ingesta de grasas es del 35% de la energía total en personas activas y del 30% en personas sedentarias. La grasa saturada no debe superar un aporte del 10% de la energía ingerida. La ingesta de grasas trans debería reducirse a menos del 1% de la energía.

El colesterol es un componente de las membranas celulares y precursor de sales biliares, hormonas y vitamina D. Puede ser sintetizado en el hígado o ingerido con la dieta. La ingesta de colesterol inhibe su producción hepática. Los alimentos fuente de colesterol son de origen animal y coinciden con las fuentes de grasas: yema de huevo, hígado, riñón, carnes rojas y blancas, embutidos y quesos.

El colesterol es transportado en la sangre e incorporado a las lipoproteínas, principalmente a las denominadas LDL (en inglés, *Low Density Lipoprotein*) y HDL (en inglés, *High Density Lipoprotein*). Un exceso de colesterol en sangre (hipercolesterolemia) predispone a enfermedades cardiovasculares. Las LDL tienden a la formación de placas llamadas ateromas, que obstruyen los vasos sanguíneos.

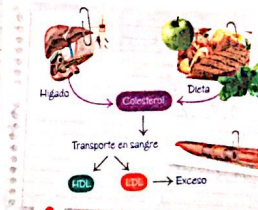
i (+INFO)

Grasas trans

En la Argentina, desde 2006, las normas de etiquetado de alimentos del Código Alimentario Argentino establecen la obligatoriedad de declarar el contenido de grasas trans de los productos alimentarios, si este es significativo, es decir, igual o mayor que 0,5 gramo por porción.



Los triglicéridos de la dieta se reservan en el tejido adiposo y proporcionan AG.



Colesterol: fuentes y transporte en sangre.

ACTIVIDADES

A

- 1 Construyan un cuadro comparativo de los macronutrientes teniendo en cuenta: fuentes alimentarias, forma de transporte en sangre, depósitos, rendimiento energético, requerimientos y funciones.
- 2 Averigüen y respondan: ¿de qué manera se conoce comúnmente a las LDL y HDL? ¿Por qué se las llama así?

111

HISTORIA DE LA CIENCIA

El descubrimiento de las vitaminas

El descubrimiento de las vitaminas surgió de la observación de que algunas enfermedades se curan con ciertos alimentos.

A fines del siglo XIX, el científico británico Frederick Gowland Hopkins (1861-1947) demostró que sus animales de laboratorio no sobrevivían con macronutrientes y ni minerales purificados. Pero crecían normalmente si se añadían a su dieta pequeñas cantidades de alimentos naturales. Era evidente que en el alimento existían otros nutrientes indispensables para la vida.

El nombre *vitamina* (aminas vitales) se utilizó por primera vez en 1912, pues se pensó, erróneamente, que en todas ellas se hallaba presente el grupo químico amino.



Frederick Hopkins.

Vitaminas hidrosolubles. Estas vitaminas se disuelven en agua. Excepto la B12, no se acumulan en el organismo. Su exceso se elimina por orina.

Vitaminas liposolubles. Estas vitaminas se disuelven en grasas y aceites. Se depositan en los órganos, y su exceso puede generar toxicidad.

3. La importancia de los micronutrientes

Las vitaminas y los minerales, aunque necesarios en cantidades ínfimas, son imprescindibles para la buena salud.

Las vitaminas

Las vitaminas son nutrientes orgánicos necesarios en pequeñas cantidades para el crecimiento, el desarrollo y el mantenimiento de la homeostasis de los animales que no son capaces de sintetizarlas. Son micronutrientes esenciales; es decir, no pueden ser obtenidos por el organismo a partir de otras sustancias y, por lo tanto, requieren ser ingeridos con los alimentos. Su deficiencia (hipovitaminosis) o carencia (avitaminosis) ocasionan enfermedades nutricionales y pueden conducir a trastornos irreversibles o incluso a la muerte, en casos severos.

Las RDR de vitaminas van del orden de los miligramos al de los microgramos. Las vitaminas A, B1, B2, B3, C y D son de gran importancia nutricional, y su carencia afecta a muchas personas en todo el mundo.

Vitamina	Función	Fuentes alimentarias
B1 (tiamina)	Interviene como coenzima en el metabolismo energético.	Cereales enteros, legumbres, carne porcina, hígado vacuno.
B2 (riboflavina)	Interviene como coenzima en el metabolismo proteico y energético.	Leche, huevos, hígado vacuno, carne porcina y de pescado.
B3 (niacina)	Interviene como coenzima en las coenzimas NAD y NADP (necesarias en muchos pasos del metabolismo celular).	Carne de pescado y de ave, huevos, legumbres.
B5 (ácido pantoténico)	Participa en muchas vías metabólicas como coenzima de la coenzima A.	Yema de huevo, hígado, riñón, cereales enteros.
B6 (piridoxina)	Interviene como coenzima en el metabolismo de los aminoácidos. Previene la anemia y conserva la estructura ósea.	Carnes vacuna, porcina o de ave, hígado, huevos, leche, cereales.
B12 (cobalamina)	Participa en la síntesis de ácidos nucleicos y la maduración de glóbulos rojos.	Alimentos de origen animal y por síntesis de la flora intestinal.
C (ácido ascórbico)	Participa en la síntesis de colágeno.	Frutas cítricas, melones, tomates, pimientos verdes.
Ácido fólico	Participa en la síntesis de ácidos nucleicos.	Carnes, lechuga, espinaca, brócoli.
H (biotina)	Interviene en la formación de ácidos grasos (en reacciones de carboxilación).	Yema de huevo, hígado, riñón, tomates.

Vitamina	Función	Fuentes alimentarias
A (retinol)	Es precursor del pigmento visual. La vitamina A, mantiene la integridad de los epitelios y actúa en la diferenciación celular.	Leche entera, manteca, crema, hígado, pescados grasos. Los vegetales de hoja verde, zanahoria y zapallo contienen betacaroteno, precursor de la vitamina.
D (calciferol)	Aumenta la absorción intestinal de calcio, la liberación de calcio y fósforo a nivel renal, y la reabsorción ósea.	Huevo y grasas lácteas. Se sintetiza en la piel ante la exposición a rayos UV.
E (tocoferol)	Antioxidante.	Aceites vegetales, grasas animales, huevos, manteca, cereales.
K (filoquinona, menaquinona)	Antihemorrágica.	Vegetales verdes.

CONCEPTOS CLAVE

- Micronutrientes
- Relación salud-minerales

Los minerales

Los minerales intervienen en numerosas funciones, como la regulación del equilibrio ácido-base, de la presión osmótica y de la actividad enzimática, el crecimiento y la conducción nerviosa, y también forman parte de estructuras corporales. En general, cuando se dispone de variedad de alimentos, se asegura un aporte adecuado de minerales. Los minerales más abundantes en el organismo son: calcio, fósforo, magnesio, azufre, sodio, cloro y potasio. En cantidades menores se hallan hierro, cromo, fluor, zinc, iodo y selenio; mientras que de otros, como cobalto y níquel, solamente se encuentran trazas. (+INFO)

El sodio está presente en la mayoría de los alimentos, en la sal común (cloruro de sodio) y en aditivos alimentarios. El exceso de consumo de sodio constituye un problema nutricional. Numerosas pruebas demuestran que su ingesta excesiva se relaciona con la hipertensión arterial y las enfermedades cardiovasculares.

La mayor parte del hierro corporal se localiza en los glóbulos rojos, como componente de la hemoglobina. La anemia (disminución del número de glóbulos rojos o de la concentración de hemoglobina) afecta a gran parte de la población mundial y tiene como principal causa la carencia de hierro.

El hierro se encuentra en los alimentos en dos formas: como hierro hemínico y como hierro no hemínico. El hierro hemínico, presente en las carnes, es el de mayor absorción. El hierro no hemínico, por ejemplo, el de las legumbres, tiene menor absorción, pero esta mejora si las legumbres se acompañan con hierro hemínico o vitamina C. La ingesta de hierro recomendada es de 10 a 20 miligramos por día.

El iodo es esencial e interviene en la síntesis de la hormona tiroxina, secretada por la glándula tiroidea. La tiroxina regula el metabolismo y en los niños apoya el crecimiento y el desarrollo normales, incluso el desarrollo mental. Incorporamos el iodo principalmente a través de los vegetales y el agua. El iodo es abundante en las zonas marítimas, y escaso en las zonas alejadas del mar. Los pescados de mar, las algas y los vegetales cultivados en zonas marítimas son importantes fuentes de iodo.

El calcio es el mineral más abundante en el organismo. El 99% del calcio corporal se encuentra como elemento estructural en los huesos y los dientes, junto con el fósforo. Durante toda la vida, los huesos sufren una remodelación, por procesos de formación y resorción ósea, que implican un recambio continuo de calcio.

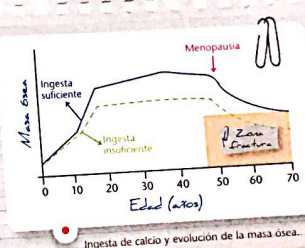
Durante la etapa de crecimiento (que habitualmente en el ser humano puede extenderse hasta los 25 años de edad), predomina la formación de tejido óseo. Al concluir esta etapa, se alcanza el máximo de masa ósea y de depósito de calcio. A medida que ocurre el envejecimiento, la masa ósea disminuye, más rápidamente en las mujeres que en los varones. Para prevenir la fragilidad ósea en la adultez y la ancianidad, la ingesta de calcio debe ser alta en la niñez y la adolescencia (RDR en adolescentes = 1300 mg/d). También están aumentadas las necesidades de calcio durante el embarazo y la lactancia. La vitamina D y el ejercicio físico estimulan el depósito de calcio en los huesos.

Las principales fuentes de calcio son la leche, los yogures y los quesos, por lo cual resulta muy difícil cubrir los requerimientos de calcio con dietas carentes de lácteos. Los vegetales de hoja verde, los frutos secos y algunos pescados, como las sardinas, también son fuente de calcio.

i (+INFO)

Prevención de los trastornos por carencia de iodo (TCI)

Cuando falta iodo, la tiroides se agranda y ocasiona una condición denominada bocio. La carencia de iodo durante el embarazo puede llevar al retardo mental del bebé. El bocio suele ser endémico en las zonas alejadas del mar, como la región andina. Una medida económica y efectiva para controlar esta carencia nutricional es iodar la sal de mesa. En la Argentina, desde 1967, se exige que la sal destinada al consumo humano sea enriquecida con iodo. También, desde 1990, es obligatoria la Pesquisa Neonatal de Hipotiroidismo Congénito, antes del séptimo día de vida.



ACTIVIDADES A

- 1 Confeccionen una tabla donde consignen las fuentes alimentarias de sodio, hierro, iodo y calcio.
- 2 Observen el gráfico de ingesta de calcio y respondan.

a) ¿Cómo varía la masa ósea a lo largo de la vida cuando la ingesta de calcio es suficiente?

b) ¿En qué se diferencia la curva cuando la ingesta de calcio es insuficiente?

c) ¿Cómo y cuándo se manifiestan los efectos de la ingesta insuficiente?

3 Expliquen el fundamento de la siguiente afirmación: "No es aconsejable el consumo de suplementos vitamínicos sin prescripción médica".

BIOTECNOLOGÍA

Nutrigenómica y nutrigenética

El conocimiento del genoma ha permitido identificar la influencia de ciertos nutrientes en la expresión de los genes. Se ha denominado **nutrigenómica** al estudio de la interacción entre sustancias de la dieta y la expresión genética. Por otra parte, existen variaciones genéticas individuales, o polimorfismos genéticos, que responden diferencialmente a algunos nutrientes. La **nutrigenética** permitirá ajustar la alimentación según la variante genética que porta un individuo.

Si bien tanto la nutrigenómica como la nutrigenética son especialidades incipientes, abren una nueva perspectiva en la prevención de enfermedades relacionadas con la dieta.

i (+INFO)

¿Qué es la salud?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como "el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedades".

TIC

La desnutrición crónica

Adrián Paenza entrevista a la antropóloga Patricia Aguirre sobre la desnutrición en la Argentina: <http://encuentro.gov.ar/nota-2656-Video-Desnutricion.html>

La antropología alimentaria

En la entrevista "Dime qué comes y te diré quién eres", Aguirre explica en qué consiste la antropología alimentaria y su quehacer científico: <http://www.conicet.gov.ar/NOTICIAS/portal/noticia.php?n=1652&t=3>

4. Alimentación y salud

Una alimentación adecuada combinada con actividad física es fundamental para promover y mantener la salud.

La alimentación saludable

Una **alimentación saludable** es aquella que permite a un individuo cubrir sus requerimientos de nutrientes y energía, así como mantener un peso adecuado. La alimentación es óptima si, además, incluye sustancias que aumentan el bienestar y previenen enfermedades. Una alimentación insuficiente, excesiva o desequilibrada en sus componentes ocasiona la malnutrición, es decir, un estado de condiciones físicas indeseables o de enfermedad, relacionadas con la nutrición. (+INFO)

Anorexia y bulimia

La **anorexia** y la **bulimia** son trastornos alimentarios que tienen en común un miedo patológico al aumento de peso. Se inician habitualmente en la adolescencia y suelen afectar principalmente a las mujeres. Ambos son de origen multicausal, es decir, que existen factores personales, familiares y socioculturales que se combinan. Las pautas culturales han determinado que la delgadez sea sinónimo de éxito social. Adolescentes y mujeres jóvenes son más vulnerables a este mandato cultural, al cual se suman las presiones ejercidas por la sociedad de consumo, por ejemplo, las que provienen de la industria de la moda y los productos adelgazantes. Al mismo tiempo, la industria alimentaria ofrece alimentos cada vez más "engordantes". En la **anorexia nerviosa**, existe una distorsión de la imagen corporal (la persona se ve "gorda", aun cuando su peso esté por debajo de lo normal). La anorexia se caracteriza por la pérdida de peso intencional, que es autoinducida mediante la evitación de "alimentos que engordan". También pueden estar presentes los vómitos y purgas autoinducidos, el ejercicio excesivo, el uso de supresores del apetito y/o diuréticos. El trastorno se asocia con desnutrición de diversa gravedad y alteraciones endocrinas que producen amenorrea en las mujeres y pérdida del interés sexual y la potencia en los varones.

La **bulimia nerviosa** se caracteriza por una preocupación persistente por comer, y un deseo irresistible de alimentos. La persona incurre en episodios en los que consume grandes cantidades de alimentos en cortos períodos (atracones). Luego, intenta mitigar los efectos de dichos episodios por medio de vómitos autoinducidos, abuso de purgantes, supresores del apetito y/o diuréticos, o alternando con períodos de hambre.

Tanto la anorexia como la bulimia pueden llevar a la muerte. La recuperación de quienes padecen estos trastornos debe ser abordada por un equipo multidisciplinario de profesionales de la salud.

Sobrepeso y obesidad

El **sobrepeso** es un estado en el cual el peso excede un estándar basado en la altura. La **obesidad** es un exceso de adiposidad, general o localizada. Puede haber sobrepeso sin obesidad (por ejemplo, en un deportista con gran desarrollo de la masa muscular) y obesidad con un peso normal. La obesidad es causada por factores ambientales y genéticos, en una interrelación compleja, en la cual influyen variables psicológicas, culturales y mecanismos fisiológicos reguladores.

La obesidad es en sí misma una enfermedad y es factor de riesgo para otras enfermedades, como dislipidemias (alteración de los valores de lípidos en sangre), hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y diabetes.

- Trastornos de la conducta alimentaria
- Sobrepeso y obesidad
- Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria

Tal como se enunció en la Cumbre Mundial de la Alimentación, en 1996, existe **seguridad alimentaria** cuando todas las personas tienen en todo momento acceso a alimentos suficientes y adecuados para llevar una vida sana. La seguridad alimentaria es un derecho de todas las personas. (+INFO)

Actualmente, la producción de alimentos en el mundo es suficiente para garantizar su disponibilidad a toda la población del planeta. Sin embargo, más de mil millones de personas sufren subnutrición porque carecen de los recursos para acceder a los alimentos.

La **malnutrición proteinoenergética (MPE)**, la carencia de vitamina A, los trastornos por carencia de yodo (TCl) y las anemias por carencia de hierro son los problemas nutricionales más frecuentes en casi todos los países de Asia, África, América latina y el Cercano Oriente.

La mayor parte de la malnutrición en los países en desarrollo se debe a MPE, a causa de dietas basadas exclusivamente en cereales o tubérculos. La MPE a menudo se asocia con enfermedades infecciosas. Las infecciones virales, bacterianas y parasitarias tienen un impacto negativo en el estado nutricional, pues generan malabsorción y pérdida de nutrientes. A su vez, la malnutrición aumenta la gravedad de las enfermedades infecciosas, por debilitamiento del sistema inmune.

Las secuelas de la desnutrición son muerte, discapacidad, retraso del crecimiento mental y físico, y, en consecuencia, retraso del crecimiento socioeconómico.

La alimentación y las epidemias del siglo XXI

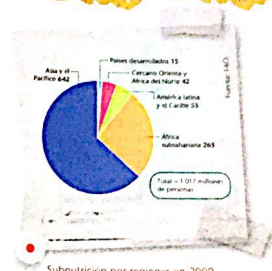
Desde mediados del siglo XX, los procesos de urbanización, industrialización y globalización, entre otros, produjeron cambios que afectaron el modo de vida y el régimen alimentario de la población, por ejemplo, el transporte motorizado, la mecanización de las tareas y pasatiempos que no incluyen actividad física. Si bien dichos cambios aumentaron la disponibilidad de alimentos, también impactaron negativamente en los hábitos alimentarios. La transición nutricional de las últimas décadas se caracteriza y define por un aumento en el consumo de alimentos muy energéticos, con alto contenido de grasas (principalmente, saturadas y trans) y de azúcares, y menor contenido de glúcidos complejos y fibra.

Los cambios en la alimentación sumados al sedentarismo provocaron una **epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)** como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. De acuerdo con un informe presentado por expertos de la FAO/OMS, ya en 2001, las ECNT fueron causa del 60% de las defunciones de la población mundial y se prevé que para 2020 ocasionarán casi las tres cuartas partes de las defunciones. El otro problema es que estas enfermedades aparecen a edades cada vez más tempranas.

Las ECNT, antes llamadas **enfermedades de la opulencia**, pues eran más frecuentes en las sociedades más ricas, ya se han extendido a los países pobres y a la población más desfavorecida de los países ricos.

En la actualidad, los países en desarrollo enfrentan una **doble carga de enfermedad**: las enfermedades causadas por las carencias y las debidas al exceso. Las dietas accesibles a las personas de menores recursos conducen a la obesidad al mismo tiempo que generan carencias de micronutrientes. Además, hay cada vez más evidencia de que la carencia de nutrientes y energía en la vida intrauterina y en la infancia predispone a la aparición de ECNT en el futuro.

Tanto la dieta como la actividad física son factores modificables y deben ser tenidos en cuenta en la planificación de las acciones preventivas. También es necesario el compromiso de la industria alimentaria, mediante la oferta de alimentos más saludables, así como la responsabilidad de la publicidad y los medios masivos de comunicación en la transmisión de mensajes claros a la población.



i (+INFO)

Alimentos funcionales

Los **alimentos funcionales** son aquellos que, en su estado natural o por modificación intencional, contienen compuestos que incrementan el bienestar de la persona o disminuyen el riesgo de enfermedades. Entre otros, otorgan funcionalidad a los alimentos: la fibra alimentaria; los AG omega-3; el ácido oleico (induce un aumento de HDL); los fitoquímicos, como flavonoides, taninos, polifenoles (previenen el cáncer); los fitoesteroles (disminuyen la colesterolemia); los probióticos (contienen bifidobacterias y lactobacilos, beneficiosos para la microbiota); y los prebióticos (componentes de la fibra favorables a las bifidobacterias).

ACTIVIDADES

A

1 Respondan a estas preguntas

- ¿Cuáles son las carencias nutricionales más frecuentes? ¿Cuáles son sus causas?
- ¿En qué consiste la transición nutricional iniciada a mediados del siglo XX?
- ¿Por qué se habla de una "doble carga de enfermedad"?
- ¿Cómo pueden prevenirse las ECNT?

2 Expliquen el círculo vicioso que se produce entre malnutrición y atraso socioeconómico en los países más pobres.

¿Comer es lo mismo que nutrirse adecuadamente?

La alimentación influye en la salud actual y futura de las personas, y es decisiva para la calidad de vida y la prevención de enfermedades. Sin embargo, la alimentación involucra muchas otras dimensiones además de la biológica. Los gustos y prácticas alimentarias varían de un grupo a otro y forman parte importante de su cultura e identidad.

LA NUTRICIÓN

Es un proceso que comienza en la selección y preparación de los alimentos, y continúa en el aparato digestivo. Allí se producen la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes.

El techo para la ingesta de grasas es de 30% en personas sedentarias y de 35% de la energía total en personas activas.

UNA ALIMENTACIÓN INSUFICIENTE, EXCESIVA O DESEQUILIBRADA en sus componentes ocasiona la malnutrición, es decir, un estado de condiciones físicas indeseables o de enfermedad, relacionadas con la nutrición.

• LA ANOREXIA Y LA BULIMIA

Son trastornos de la alimentación que se inician con un miedo patológico al aumento de peso. Tanto la anorexia como la bulimia pueden llevar a la muerte.

• LA OBESIDAD

Es una enfermedad que se manifiesta con exceso de adiposidad en el cuerpo. Es factor de riesgo para otras enfermedades, como hipertensión arterial, afecciones cardiovasculares y diabetes.

• LA DESNUTRICIÓN

Puede estar ocasionada por la falta de ingesta de alimento o por el acceso a dietas poco equilibradas con carencias de nutrientes.

LA ACTIVIDAD FÍSICA

Es un complemento fundamental para mantener un buen estado físico, y es una de las formas de regular el gasto energético.

LA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

Es aquella que permite a un individuo cubrir sus requerimientos de nutrientes y energía, así como mantener un peso adecuado. La alimentación es óptima si, además, incluye sustancias que aumentan el bienestar y previenen enfermedades. Algunas herramientas nos pueden brindar orientación al respecto.

EL BALANCE ENERGÉTICO

Es la diferencia entre el ingreso energético y el gasto energético:

INGRESO ENERGÉTICO

GASTO ENERGÉTICO

BALANCE ENERGÉTICO

LOS ALIMENTOS

Son sustancias puras o mezclas de sustancias desde las cuales el cuerpo obtiene nutrientes. Pueden ser naturales o productos de elaboración. Ningún alimento, con excepción de la leche materna, proporciona a un individuo todos los nutrientes que su organismo necesita. Una alimentación saludable implica el consumo de alimentos variados.

LOS NUTRIENTES son las sustancias específicas que el organismo requiere para la satisfacción de sus funciones vitales. Según su función, se clasifican en:

PLÁSTICOS: contribuyen a la formación y reparación de los tejidos, y al crecimiento. Por ejemplo, las proteínas.

REGULADORES: participan en la regulación de procesos metabólicos en el organismo. Por ejemplo, vitaminas y minerales.

ENERGÉTICOS: sustancias ricas en energía, necesaria para las funciones orgánicas y la actividad física y mental. Por ejemplo, glúcidos, grasas y proteínas.

LAS PROTEÍNAS son cadenas de aminoácidos. La función de las proteínas en la alimentación es suministrar al organismo los aminoácidos necesarios para el metabolismo celular.

LOS GLÚCIDOS digeribles y absorbibles de la dieta están representados principalmente por el almidón (un polisacárido) y los azúcares (disacáridos y monosacáridos).

LA FIBRA ALIMENTARIA está formada por glúcidos no digeribles y lignina, y se encuentra en los vegetales. Si bien la fibra no es indispensable para la vida, debido a sus efectos favorables, se recomienda una ingesta diaria de 25 a 35 gramos de fibra.

LOS LÍPIDOS los alimentos son aportados por principalmente dos tipos: triglicéridos (aceites y grasas), que representan 93-95% del total de lípidos ingeridos, y colesterol.

LAS VITAMINAS son nutrientes orgánicos necesarios en pequeñas cantidades para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la homeostasis de los animales que no son capaces de sintetizarlas.

LOS MINERALES intervienen en la regulación del equilibrio ácido-base, de la presión osmótica y de la actividad enzimática, el crecimiento y la conducción nerviosa, y también forman parte de estructuras corporales. Los más abundantes en el organismo son: calcio, fósforo, magnesio, azufre, sodio, cloro y potasio.

LA RACIÓN DIETÉTICA RECOMENDADA (RDR)

es la cantidad diaria de un nutriente determinado que es suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales de una persona sana. Suele informarse en las etiquetas de los alimentos.

EL ÓVALO NUTRICIONAL es una representación que muestra los grupos alimenticios ordenados respetando las proporciones en las que se sugiere que sean consumidos. Se incorpora al agua, un elemento imprescindible para el metabolismo.

CIENCIA

La relación entre la dieta y la evolución ✓

¿Somos lo que comemos?

Hace casi 2 millones de años, un grupo de ancestros del ser humano se asentó en las costas de un antiguo lago o río de la actual Kenia. Se las ingenaron para atrapar peces y otros animales acuáticos, y usando herramientas de piedra, prepararon su comida con los animales que habían capturado. Los restos que dejaron -huesos y herramientas- son la principal evidencia que permite datar el ingreso del pescado en la dieta de los homínidos. La cuestión parece menor, si no consideramos que los ácidos grasos presentes en esos alimentos posibilitan el desarrollo de cerebros más grandes. Es decir, comer pescado puede haber impulsado la evolución de la especie.

El yacimiento fue hallado en 2004, al noreste de Koobi Fora, en Kenia, por el arqueólogo norteamericano David Braun, de la Universidad Rutgers de New Jersey. Allí se hallaron restos de 48 animales acuáticos y terrestres, como tortugas y cocodrilos, y más de 50 huesos de pescado. El aumento notorio del cerebro humano se registró en el *Homo erectus*, hace casi 1,8 millones de años. Los expertos determinaron que esto se debió a un previo aumento de la proporción de carne en la dieta. También dedujeron que por entonces se habría iniciado el consumo de pescado, ya que los ácidos grasos tales como el ácido docosapentaenoico o el ácido araquidónico, conocidos como omega-3 y omega-6, son imprescindibles para el desarrollo del cerebro.

Fragmento adaptado de la nota "The world's first fish supper", de Ann Gibbons, publicada en el suplemento Science de The Guardian, el 1 de junio de 2010.

ACTIVIDADES

- 1 En la nota, ¿cuál es la relación entre evolución y alimentación? Justifiquen su respuesta.
- 2 ¿Qué ácidos grasos aporta el pescado? Averigüen en qué otros alimentos se encuentran, qué funciones cumplen en el organismo y cuál es la ingesta diaria recomendada.
- 3 Organicen un debate sobre la base del siguiente eje: ¿qué hubiera podido pasar si los primeros homínidos no hubieran consumido carnes rojas ni pescado?

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen la opción correcta.

1. El balance energético conduce a un aumento de peso si este es:

- ☐ a) positivo.
☐ b) negativo.
☐ c) en equilibrio.

2. Las fuentes de proteínas de alto valor biológico son las:

- ☐ a) frutas y hortalizas.
☐ b) legumbres.
☐ c) carnes.

3. La grasa se reserva principalmente en:

- ☐ a) el hígado.
☐ b) los músculos.
☐ c) el tejido adiposo.

4. Las principales fuentes de AG omega-3 son:

- ☐ a) las frutas.
☐ b) los cereales.
☐ c) los pescados de mar.

5. En la Argentina, la sal de mesa se fortifica con:

- ☐ a) iodo.
☐ b) calcio.
☐ c) hierro.

6. La anemia ocurre por carencia de:

- ☐ a) vitaminas.
☐ b) proteínas.
☐ c) hierro.

7. La transición nutricional iniciada a mediados del siglo XX provocó una epidemia de:

- ☐ a) anemia, bocio y MPE.
☐ b) obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares.
☐ c) bulimia y anorexia.

8. Para prevenir las ECNT, debería reducirse el consumo de:

- ☐ a) grasas trans.
☐ b) frutas.
☐ c) fibra.

9. La leche, los yogures y los quesos son la mejor fuente de:

- ☐ a) glúcidos.
☐ b) calcio.
☐ c) vitamina C.

10. Para incorporar hidratos de carbono y fibra, hay que consumir:

- ☐ a) carnes y huevos.
☐ b) frutas y hortalizas.
☐ c) aceites y grasas.

11. La leche entera contiene 5 gramos de lactosa, 3 gramos de proteínas y 3 gramos de grasas por cada 100 gramos o cm³. La energía que aporta 1 litro de leche equivale a:

- ☐ a) 590 Kcal.
☐ b) 59 Kcal.
☐ c) 440 Kcal.

12. La principal causa de subnutrición en el mundo es:

- ☐ a) la insuficiente producción de alimentos.
☐ b) la falta de acceso a los alimentos.
☐ c) la falta de educación alimentaria.

13. El consumo de sal agregada se relaciona con riesgo de:

- ☐ a) obesidad.
☐ b) hipertensión arterial.
☐ c) diabetes.

14. Las vitaminas que consumidas en exceso pueden generar toxicidad, pues se almacenan en el organismo, son:

- ☐ a) A y D.
☐ b) A y B.
☐ c) B y C.

15. Un nutriente esencial es aquel que:

- ☐ a) forma parte del organismo.
☐ b) se requiere para un óptimo crecimiento.
☐ c) no puede ser obtenido en el organismo por transformación de otras moléculas.

16. Con respecto a los componentes del gasto energético, el único que se puede modificar voluntariamente es:

- ☐ a) el gasto energético en reposo.
☐ b) la actividad física.
☐ c) el efecto térmico de los alimentos.

17. La RDR es:

- ☐ a) la cantidad de un nutriente contenida en el organismo.
☐ b) la cantidad de un nutriente contenida en un alimento.
☐ c) la cantidad diaria de un nutriente que cubre las necesidades de la mayor parte de la población.

18. Los ateromas se originan por un exceso de:

- ☐ a) colesterol-HDL.
☐ b) colesterol-LDL.
☐ c) proteínas.

19. Las vitaminas son nutrientes con función:

- ☐ a) energética.
☐ b) plástica.
☐ c) reguladora.

PROYECTO DE EXPERIMENTACIÓN

La energía contenida en los alimentos

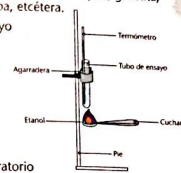
Desde la célula más pequeña hasta el individuo más grande, todos requieren materia y energía para subsistir.

Objetivos:

- Comparar el contenido calórico de diferentes alimentos.
- Caracterizar el concepto de capacidad calórica específica.

Materiales:

- Cuatro muestras de alimentos varios: pan, galletita, uvas pasas, maní, papa, etcétera.
- Cuatro tubos de ensayo
- Agua destilada
- Balanza
- Etanol
- Fósforos
- Gotero
- Soporte con gancho
- Termómetro de laboratorio
- Vaso medidor o pipeta con graduación
- Cuchara para quemar, o pinzas o tenedor con mango de material aislante



Procedimiento:

1. Pesen el vaso y registren su peso. Luego, añadan 15 cm³ de agua destilada y vuélvanlo a pesar. Registren el nuevo peso para determinar la masa del agua.
2. Armen el dispositivo mostrado en el esquema.
3. Pasen el agua destilada al tubo de ensayo. Midan la temperatura inicial del agua y registrenla.
4. Tomen muestras de cada uno de los alimentos y pénsenlos para determinar la masa inicial. Registren los datos.
5. Apliquen tres gotas de etanol (0,2 cm³) a cada una de las muestras, así será posible y más fácil prenderlas.
6. Tomen la muestra con la pinza o colóquenla en la cuchara y préndanla con un fósforo.
7. Colóquenla rápidamente debajo del tubo de ensayo hasta que se queme completamente. Si se apaga enseguida, enciéndanla de nuevo rápidamente y continúen.
8. Una vez que la combustión del alimento termine, registren la temperatura final del agua. El bulbo del termómetro no debe tocar el fondo del tubo.
9. Repitan el procedimiento con una nueva muestra de alimento.
10. Repitan el procedimiento con solo el etanol.

Datos	Tipo de alimento	Etanol
Masa del agua (g)		
Temperatura inicial del agua (°C)		
Temperatura final del agua (°C)		
Masa inicial del alimento (g)		
Cambio en la temperatura del agua (°C)		
Calor absorbido por el agua (Q) (kcal)		
Contenido energético del alimento (kcal/g)		

Resultados:

11. Calculen la diferencia en la temperatura de cada muestra ($\Delta t = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$).
12. Calculen el calor (Q) absorbido por el agua para cada muestra. Utilicen la siguiente ecuación: $Q = m \times c \times \Delta t$, donde Q es energía en forma de calor, m es la masa del agua, c es el calor específico del agua (que es 1 cal/g°C cuando está aproximadamente a 15 °C) y Δt es el cambio de temperatura. Se supone que el calor absorbido por el agua es igual al calor liberado por los alimentos.
13. Calculen el valor energético en kilocalorías por gramo de cada alimento.
14. Comparen los valores obtenidos del contenido energético de cada alimento con los obtenidos por otros grupos y:
 - a) Registren la información de otros grupos en la tabla de datos generales.
 - b) Respondan: ¿hubo diferencias? ¿A qué pudo deberse?

Conclusiones:

15. Ordenen los alimentos analizados en orden de menor a mayor contenido energético.
16. Investiguen la composición promedio en macronutrientes de los alimentos utilizados y calculen el contenido energético a partir del contenido de macronutrientes.
17. Respondan.
 - a) ¿Qué errores en el procedimiento experimental conducen a valores inexactos?
 - b) ¿Existe alguna relación entre la composición del alimento (grasas, carbohidratos, proteínas) y el contenido calórico?
 - c) ¿Por qué es importante conocer el contenido calórico de los alimentos?

[BLOQUE 5]

15

Metabolismo celular: transformaciones de materia y energía a nivel celular

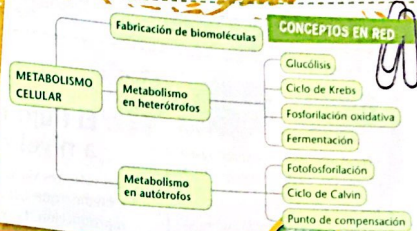
A excepción de la leche materna, no existe un alimento que proporcione a un individuo todos los nutrientes necesarios. Para cubrir los requerimientos nutricionales del organismo, es preciso combinar adecuadamente una diversidad de alimentos. La alimentación se inicia fuera del cuerpo, con la selección y la preparación de los alimentos, que son fuente de nutrientes, e influye en la salud actual y futura.



METAS

Al finalizar este capítulo, podrán:

- conocer la diferencia entre los procesos de fotosíntesis y respiración y los de quimiosíntesis y fermentación;
- interpretar las reacciones involucradas en el metabolismo en relación con la nutrición;
- vincular las reacciones de síntesis con procesos que requieren energía y las de descomposición con procesos que la liberan;
- interpretar representaciones de las transformaciones que ocurren durante la fotosíntesis y la respiración.



UN CASO PARA LA CIENCIA

Un cambio metabólico digno de la ciencia ficción.

Los "atolondrados"

Brian Aldiss es un escritor de ciencia ficción inglés, nacido en 1925. Una de sus mejores novelas es *La nave estelar*. En ella, se nos presenta un cazador que parece vivir en un mundo extraño y retrógrado, en el que existen gigantes. Al avanzar la historia, nos enteramos de que el cazador, en realidad, vive en una gigantesca nave espacial semi abandonada.

Cientos de años atrás, la Tierra, superpoblada, había despachado una nave a otro planeta para crear una colonia. Como el viaje llevaría años, la nave estaba diseñada para acoger vida: la tripulación era numerosa, y las provisiones, desde el aire hasta el alimento, se creaban según procesos biológicos regulares. El agua, en cambio, era imposible de reproducir, pero se reciclaba periódicamente.

La novela nos muestra la nave, cientos de años después, orbitando alrededor de la Tierra. ¿Por qué los viajeros son tan primitivos? Hacia el final se aclara que cuando la nave llegó al planeta de destino y dejó a los colonos, tomó una carga de agua fresca. El agua contenía un nuevo aminoácido, que posibilitó nuevas combinaciones de proteínas, que pasaron a las plantas, los animales y las personas. Muchos de estos organismos no pudieron asimilar las nuevas proteínas, y enfermaron y murieron. Pero otros sanaron, y se adaptaron. El metabolismo se les aceleró y con el tiempo comenzaron a encogerse y a vivir muy rápido.

Cuando los habitantes de la Tierra alcanzaron la nave, llamaron a los pasajeros los "atolondrados"; ellos recibieron el nombre de gigantes.

ACTIVIDADES

1. La película *Inteligencia Artificial* (2001), de Steven Spielberg, está basada en un relato de Aldiss. Si vieran esa película, ¿observan alguna similitud entre esa historia y la que aquí se sintetiza?
2. ¿Por qué encogieron los viajeros? ¿Qué relación suponen que hay entre el metabolismo y las proteínas?
3. En la novela, para los "atolondrados" un día dura seis horas, es decir, un día terrestre constituye para ellos cuatro de sus días. ¿Qué consecuencias suponen que esto tiene para los "atolondrados" en términos de longevidad? ¿Qué otras consecuencias puede tener la reducción del tamaño?

HISTORIA DE LA CIENCIA

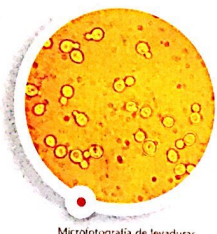
Metabolismo biotecnológico

Desde hace miles de años, el ser humano aprovecha los productos del metabolismo de algunos microorganismos para la elaboración de bebidas alcohólicas, por ejemplo, en la fabricación de cerveza a partir de la fermentación de cereales hace unos 4 mil años, y la fermentación de jugo de manzanas para la fabricación de sidra. En todos estos procesos intervienen microorganismos que transforman componentes del jugo de frutas o de cereales en alcohol a través de la fermentación alcohólica.

Algo similar ocurre en la fabricación de pan mediante el uso de levaduras y en la elaboración de quesos mediante el agregado de bacterias. El yogur también es un producto que se obtiene mediante procesos biotecnológicos desde la Antigüedad.



Chopp de cerveza.



Microfotografía de levaduras.

1. El flujo de materia y energía a nivel celular

Los sistemas vivos convierten la energía de un tipo en otro a medida que cumplen funciones como el crecimiento y la reproducción. En estas conversiones energéticas, parte de la energía se pierde en forma de calor con cada paso.

Las transformaciones de la energía

Existen diferentes tipos de energía. Por ejemplo, la energía química es aquella que se utiliza en las reacciones químicas y biológicas, como los procesos metabólicos; la energía cinética está relacionada con los movimientos; y la energía eléctrica está presente en los impulsos nerviosos.

Los seres vivos convierten la energía almacenada en los enlaces químicos de los nutrientes en otras formas de energía. Por ejemplo, una luciérnaga convierte la energía química en energía cinética, en calor, en destellos de luz y en impulsos eléctricos que se desplazan a lo largo de los nervios de su cuerpo. Las plantas captan la energía luminosa proveniente del Sol y la convierten en energía química en la fabricación de azúcares.

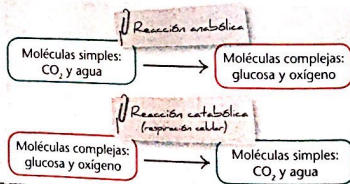
Al estudiar la forma en que los seres vivos obtienen la energía, se comprenderá la importancia acerca de cómo se administran los diferentes tipos de energía, ya que esta es la que les permite sobrevivir y permanecer en el tiempo.

Conceptos generales sobre metabolismo celular

El total de las reacciones químicas que ocurren en las células, como la respiración celular o la fotosíntesis, constituyen el **metabolismo**. Las reacciones metabólicas ocurren en series llamadas vías, cada una de las cuales sirve a una función determinada en la célula. Cada paso en una vía es controlado por una enzima específica. Las reacciones escalonadas de las vías enzimáticas les permiten a las células llevar a cabo sus actividades químicas con una notable eficiencia.

La mayor parte del metabolismo es notablemente similar aun en los organismos más diversos; las diferencias en muchas de las vías metabólicas de los seres humanos, los árboles, los hongos y las medusas son muy leves. Algunas vías, como la glucólisis y la respiración celular, están en casi todos los sistemas vivos.

Dentro de las diferentes reacciones químicas se destacan dos tipos: las **reacciones anabólicas**, que están involucradas en la síntesis (fabricación) de compuestos complejos a partir de otros simples; y las **reacciones catabólicas** que están involucradas en la degradación (ruptura) de moléculas complejas a moléculas simples. Este último tipo de reacciones cumple con dos propósitos: liberar la energía que será usada por reacciones anabólicas y otras reacciones de la célula, y suministrar la materia prima que será usada en los procesos anabólicos.

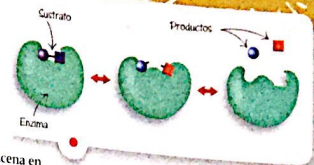


- Metabolismo
- Enzima, sustrato y producto
- Reacción química
- ATP

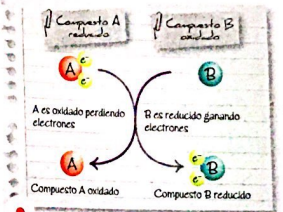
Las enzimas y las reacciones químicas

La presencia de las enzimas es fundamental para que las reacciones químicas puedan ocurrir dentro de una célula, ya que estas son las encargadas de acelerar y regular dichas reacciones; así, la energía se almacena en enlaces químicos específicos de los que puede ser liberada en pequeñas cantidades cuando la célula lo necesite. Esta función queda a cargo de las enzimas. Si esa energía fuera liberada de una sola vez, la mayor parte se disiparía como calor sin poder utilizarse. Esto no solamente sería un desperdicio de energía, sino que la alta temperatura resultante sería letal para la célula.

Las enzimas son moléculas altamente específicas presentes en todas las células de todos los organismos vivos. Existen muchas variedades de enzimas y cada una actúa solamente sobre ciertas moléculas denominadas sustratos. El sustrato recibe algún tratamiento por parte de la enzima, por ejemplo: un corte, un cambio en su forma, la adhesión de alguna molécula, etc.; por esto, la sustancia liberada por la enzima luego del tratamiento es diferente del sustrato. A esta nueva sustancia se la denomina **producto**. Es posible que se unan a la enzima algunas moléculas muy similares al sustrato, pero como la enzima es sumamente específica, esta sustancia no será procesada como las moléculas del sustrato. A estas moléculas se las denomina **inhibidores** y disminuyen la velocidad de trabajo de la enzima.



La enzima recibe el sustrato y, luego de procesarlo, el sustrato se convierte en producto.

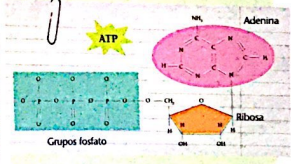


El compuesto A cede sus electrones al compuesto B, por lo que A se oxida y B se reduce.

i (+INFO)

ATP

Cada molécula de ATP está formada por un azúcar de cinco carbonos llamado **ribosa**, unida a tres grupos fosfato y a una base nitrogenada llamada **adenina**, un azúcar de cinco carbonos y tres grupos fosfato. Los tres grupos fosfato están unidos por dos enlaces covalentes que se rompen con facilidad.



ACTIVIDADES A

Respondan:

- ¿Qué significa que una sustancia se reduzca? ¿Y que se oxide?
- ¿Qué diferencias existen entre reacciones anabólicas y catabólicas? ¿Y entre endergónicas y exergónicas?
- ¿Cuál es el rol de las enzimas?

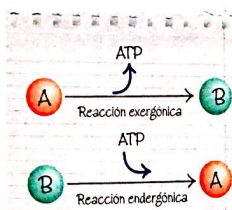
Las reacciones de oxidación-reducción

Las transformaciones energéticas en las células vivas implican el movimiento de electrones de un átomo o molécula a otra. Químicamente, se dice que un átomo o molécula que pierde electrones **se oxida**, mientras que el que los gana se **reduce**. Otro significado del término **oxidación** es la pérdida de uno o más átomos de hidrógeno o la ganancia de un átomo de oxígeno, y la **reducción** es la ganancia de un átomo de hidrógeno. La oxidación y la reducción siempre ocurren simultáneamente, porque el electrón que pierde el átomo oxidado es aceptado por otro átomo que se reduce en el proceso.

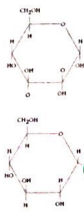
Las reacciones exergónicas y endergónicas

Una forma de clasificar a las reacciones químicas es diferenciando aquellas que liberan energía (reacciones **exergónicas**) de aquellas que la consumen o requieren (reacciones **endergónicas**).

Todas las actividades de la célula, muchos de sus procesos de transporte y una diversidad de otras actividades requieren energía. Una gran proporción de esta energía es suministrada por una sola sustancia: el **adenosín trifosfato** o **ATP**. La glucosa y otros carbohidratos son formas de almacenamiento de energía y, también, formas en las que se transfiere energía de célula a célula y de organismo a organismo. En cierto sentido, la glucosa es una reserva, mientras que el ATP es la energía de la célula que puede usarse de inmediato. (+INFO)



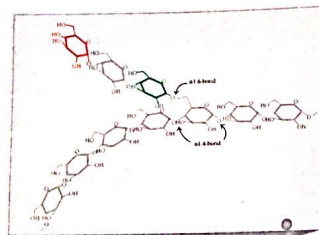
En los sistemas biológicos, las reacciones endergónicas se producen gracias a la energía liberada en las reacciones exergónicas con las que están acopladas. En las reacciones acopladas, el ATP es el intermediario que conduce la energía de una reacción a otra.



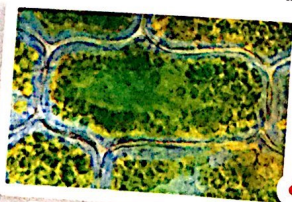
● Molécula de glucosa. Está formada por seis átomos de carbono, 12 átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno.



● Molécula de sacarosa. Está formada por un azúcar de seis carbonos, la glucosa asociado a uno de cinco carbonos, la fructosa.



● Glucógeno. Varias moléculas de glucosa unidas entre sí forman una estructura ramificada, es decir, glucógeno.



2. La célula como fabricante de biomoléculas

Las moléculas orgánicas son todas aquellas que están formadas por átomos de carbono y que además son fabricadas por seres vivos. Estas moléculas son fundamentales para las células.

La materia orgánica dentro de la célula

En todas las células, y por lo tanto en todos los seres vivos, el carbono es un átomo que forma múltiples enlaces covalentes. Puede combinarse con otros átomos de carbono y con otros elementos como oxígeno, hidrógeno y nitrógeno para formar una gran variedad de moléculas diferentes. A estos tipos de moléculas se las denomina biomoléculas y pueden agruparse en cuatro tipos: los glúcidos, utilizados por las células como fuente de energía inmediata; los lípidos, que funcionan como reserva de energía a largo plazo; las proteínas, que tienen funciones estructurales, enzimáticas y de transporte; y los ácidos nucleicos, que portan la información genética y además forman enlaces de alta energía.

Los glúcidos: una fuente de energía

Los glúcidos son las moléculas utilizadas por las células como fuente de energía inmediata en la mayoría de los seres vivos. Los glúcidos, también llamados *carbohidratos*, pueden ser moléculas pequeñas (azúcares simples), o moléculas más grandes y complejas. Hay tres tipos principales de glúcidos, clasificados de acuerdo con el número de moléculas de azúcares que contienen:

- Los monosacáridos, como la glucosa y la fructosa, contienen solo una molécula de azúcar. La fructosa está presente en casi todas las frutas.
- Los disacáridos están formados por dos moléculas de azúcar simples unidas. Los ejemplos más conocidos son la sacarosa, que es el azúcar de mesa (glucosa + fructosa), y la lactosa, que forma el azúcar de la leche (glucosa + galactosa).
- Los polisacáridos, como el glucógeno y el almidón presentes en animales y plantas, contienen muchas moléculas de azúcar simples unidas entre sí (glucosa), y constituyen una reserva de energía.

Los animales, entre los que está incluido el ser humano, fabrican glucógeno, que es una reserva energética. Cuando el cuerpo tiene muy elevado el nivel de glucosa en la sangre, fabrica grandes cantidades de glucógeno que almacena en los músculos y en el hígado. Cuando el nivel de glucosa baja, el páncreas libera insulina, un mensajero químico que activa la degradación de glucógeno transformándolo en muchas moléculas de glucosa y liberándolas a la sangre. De esta manera se mantiene constante el nivel de glucosa. Esto es fundamental, dado que hay órganos, por ejemplo, el cerebro, que tienen a la glucosa como única fuente de alimento y no pueden realizar sus funciones sin este azúcar.

El almidón es de origen vegetal y en las células se lo encuentra en pequeñas organelas llamadas *plastos*. Los alimentos que contienen mayor cantidad de almidón son los granos de cereales, semillas, raíces, tubérculos y diversas harinas.

● Microfotografía de células vegetales. Se observan plastos llenos de almidón.

Biomoléculas Funciones en el organismo

Los lípidos: almacenamiento de energía y comunicación

Los lípidos son un grupo de sustancias orgánicas que no se disuelven en agua, lo que es altamente beneficioso para las células porque permite que haya estructuras como las membranas, que impiden el paso del agua. Además, los lípidos son utilizados como reserva de energía a largo plazo, usualmente en forma de grasas o aceites, y cumplen funciones de protección. Algunos lípidos, sin embargo, desempeñan funciones como mensajeros químicos (*hormonas*), tanto dentro de las células como entre células. Un ejemplo de una hormona lipídica es la testosterona. Esta hormona, fabricada por los machos, es responsable de la fabricación de espermatozoides. En los animales, los lípidos son almacenados dentro de células llamadas *adipocitos*, mientras que en las plantas son almacenados dentro de la célula en pequeñas vesículas.

Los lípidos pueden ser transformados en el citoplasma en AcetilCoA, un componente fundamental del ciclo de Krebs, que será explicado más adelante en este capítulo.

En los animales, cuando la cantidad de glucosa sanguínea aumenta, los lípidos son convertidos en grasas. Con los lípidos de las plantas ocurre algo similar, pero el producto acumulado especialmente en semillas y frutos es el aceite. En promedio, las grasas y los aceites producen tres veces más energía que los glúcidos.

Una molécula de grasa formada por tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol (un tipo de alcohol) forma un *triglicérido*. En promedio, los lípidos almacenan tres veces más energía por gramo que el glucógeno. Por otro lado, las células utilizan en primer lugar la energía proveniente de los glúcidos; cuando esta se agota, comienzan los procesos para utilizar los lípidos como fuente energética. Por eso, una persona debe realizar un esfuerzo durante más tiempo para consumir grasas que para consumir glucosa. La ventaja de los alimentos ricos en carbohidratos es que la energía que almacenan puede ser usada mucho más rápidamente que la que está contenida en los lípidos.

Las proteínas: estructura, canalización y transporte

Las proteínas son macromoléculas compuestas por una cadena de péptidos, que son un conjunto de varios aminoácidos. Los aminoácidos son compuestos orgánicos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, por lo general, azufre y fósforo. El conjunto de varios aminoácidos unidos forman un *péptido*. La unión de aminoácidos se llama *enlace peptídico*. Una combinación de 20 aminoácidos diferentes constituye una *proteína*.

Las proteínas tienen funciones estructurales, de transporte, enzimáticas (aceleran reacciones biológicas) y forman canales en las membranas de las células. En condiciones fisiológicas extremas, es posible utilizar proteínas como fuente de energía. Los organismos pueden degradar proteínas a aminoácidos, y convertir a estos en glucosa.



● Fibras formadas por la unión de diferentes aminoácidos que dan una proteína fibrosa.



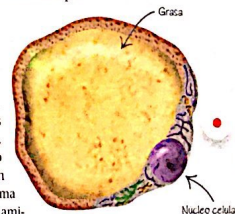
● Esquema de una molécula de testosterona, que es una hormona lipídica. Este compuesto es la hormona sexual masculina.

i (+INFO)

Los ácidos nucleicos y su rol en el metabolismo celular

Los ácidos nucleicos son los componentes del material genético o ADN (ácido desoxirribonucleico) y son los encargados de transmitir las características físicas de una generación a otra.

Además, tienen una función independiente y vital para la vida celular: cuando un nucleótido se modifica por la unión de dos grupos fosfato, se convierte en un transportador de energía. Esto es fundamental para que se produzcan numerosas reacciones metabólicas, dado que la energía no puede viajar libremente. El transportador es el ATP.



● Adipocito. Estas células son propias de los animales y conforman el tejido adiposo.

ACTIVIDADES

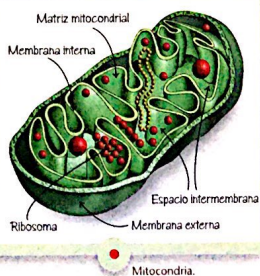
A

- 1 Enumeren las diferencias entre glúcidos y lípidos.
- 2 Nombren el componente presente en los cuatro tipos de biomoléculas y cuáles son sus roles dentro y fuera de la célula.
- 3 Expliquen la utilidad del ATP para la célula.

i (+INFO)

Las mitocondrias

Cada mitocondria está limitada por dos membranas altamente especializadas que desempeñan un papel crucial en las actividades de esta. Ambas membranas distinguen dos compartimentos: la matriz, que es el interior de la mitocondria, y el espacio intermembranas. La membrana externa posee varias proteínas que funcionan como canales, mientras que la membrana interna posee gran cantidad de crestas, ya que se encuentra empaquetada y contenida por la membrana externa. La membrana interna posee diversas proteínas implicadas en el transporte de electrones y la fosforilación oxidativa.



Mitocondria.

i (+INFO)

La modulación alostérica

Los moduladores son sustancias que se unen a una región de la enzima y sirven para regular su actividad; a esta región se la conoce como *sitio alostérico* y a las enzimas que lo contienen se las denomina *alostéricas*. Los moduladores positivos aceleran la catálisis, mientras que los negativos la disminuyen.

3. El metabolismo celular

La ruptura de la molécula de glucosa es el inicio de una serie de reacciones que tienen como objetivo obtener energía para las diferentes funciones de la célula. Estas reacciones ocurren en diversos lugares de la célula y están controladas por distintos tipos de enzimas.

Procesos integrados

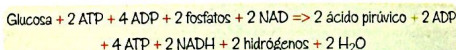
La fuente principal de energía en la mayoría de las células proviene de las moléculas de glucosa. Cuando la glucosa se degrada, una porción de la energía contenida en la molécula se empaqueta en moléculas de ATP.

La primera fase en la degradación de la glucosa es la glucólisis, que se lleva a cabo en el citoplasma de la célula. La segunda fase es la respiración celular, que utiliza oxígeno y tiene lugar en las mitocondrias. Esta comprende el ciclo de Krebs y el transporte de electrones junto con la fosforilación oxidativa. Todos estos procesos, que se irán explicando sucesivamente, están íntimamente relacionados. Esto implica que, de no producirse algunos de estos procesos, tampoco se llevarán a cabo los que ocurren a continuación y, en consecuencia, no se obtendrá energía.

La primera fase: la glucólisis

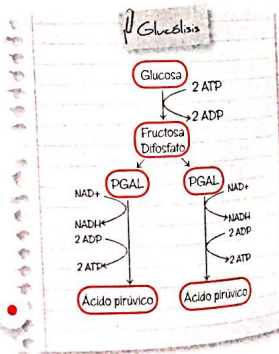
En la glucólisis, una molécula de glucosa de seis carbonos es dividida, luego de una serie de reacciones, en dos moléculas de tres carbonos denominada ácido pirúvico o piruvato, liberando dos coenzimas NADH. Esta conversión involucra una secuencia de pasos enzimáticos en los que se crean diferentes moléculas. La célula utiliza dos moléculas de ATP para poner en marcha los primeros pasos del proceso, pero al final produce cuatro moléculas de ATP, por lo que hay una ganancia neta de dos ATP.

El balance general de la glucólisis es el siguiente:



De la glucólisis, la respiración celular y la fotosíntesis, participan el NADH y el FADH. Estas coenzimas son capaces de aceptar y donar electrones e hidrógenos. Las coenzimas son sustancias producidas por los seres vivos que colaboran en las reacciones enzimáticas funcionando como intermediarios entre una enzima y otra, uniéndose o desprendiéndose del sustrato, o aceptando y cediendo electrones y átomos de hidrógeno.

Interacción entre los compuestos implicados en la glucólisis.



CONCEPTOS

- Glucólisis
- Ciclo de Krebs
- Vías metabólicas

El ciclo de Krebs

El ciclo de Krebs culmina con el proceso de obtención de energía. Es una vía metabólica, es decir, una sucesión de reacciones químicas que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas. En organismos aeróbicos, el ciclo de Krebs realiza la oxidación de glúcidos hasta producir CO_2 , liberando energía de manera utilizable, y tiene lugar en la matriz mitocondrial de las células eucariotas.

El ácido pirúvico que se genera al final de la glucólisis entra rápidamente en las mitocondrias y se une a un compuesto llamado AcetilCoA; luego, estos dos compuestos unidos se incorporan al ciclo de Krebs.

Igual que en la glucólisis, en cada paso interviene una enzima específica. Por cada vuelta del ciclo de Krebs se producen una molécula de ATP, tres moléculas de NADH y una molécula de FADH2.

Se necesitan dos vueltas del ciclo para completar la oxidación de una molécula de glucosa. Así, el rendimiento energético total del ciclo de Krebs para una molécula de glucosa es dos moléculas de ATP, seis moléculas de NADH y dos moléculas de FADH2.

Mecanismos que regulan el ciclo de Krebs

Muchas de las enzimas del ciclo de Krebs son reguladas por retroalimentación negativa, por modulación alostérica del ATP (el ATP es un producto del ciclo de Krebs y un indicador del nivel energético de la célula). En la modulación alostérica, el ATP se une a la enzima temporalmente y cambia su forma disminuyendo su rendimiento; por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de ATP en el medio, menor será el rendimiento de la enzima.

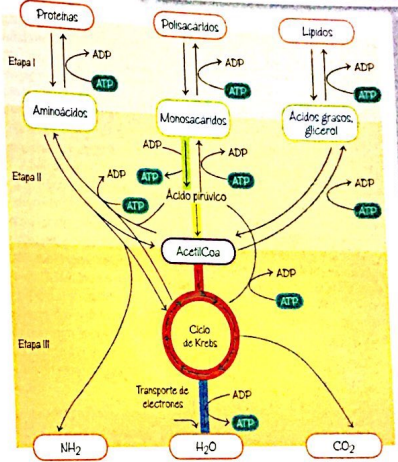
Algunas enzimas son también reguladas negativamente cuando el NADH de la célula es elevado. El mecanismo que se realiza es una inhibición competitiva por producto (por NADH) de las enzimas que emplean NAD^+ como sustrato. En otras palabras, el NADH compite con el NAD^+ por ingresar en la enzima y, por consiguiente, la enzima a veces toma NAD y otras NADH. Cabe destacar que la enzima solo trabaja con NAD^+ ; por eso, su rendimiento baja cuando el NADH es muy elevado.

Principales vías del ciclo de Krebs

La mayoría de las vías catabólicas (degradativas) convergen en el ciclo de Krebs. En el catabolismo de proteínas, los enlaces peptídicos de las proteínas son degradados por acción de enzimas proteasas en el tubo digestivo, dejando aminoácidos como residuo. Estos aminoácidos penetran en las células, donde pueden ser empleados para la síntesis de proteínas o ser degradados para producir energía en el ciclo de Krebs.

En el catabolismo de lípidos, los triglicéridos son degradados liberando ácidos grasos y glicerol. En el hígado, el glicerol puede ser convertido en glucosa. En muchos tejidos, especialmente en el corazón, los ácidos grasos son degradados en la matriz mitocondrial mediante sucesivos ciclos de oxidación que liberan unidades de AcetilCoA, que pueden incorporarse al ciclo de Krebs.

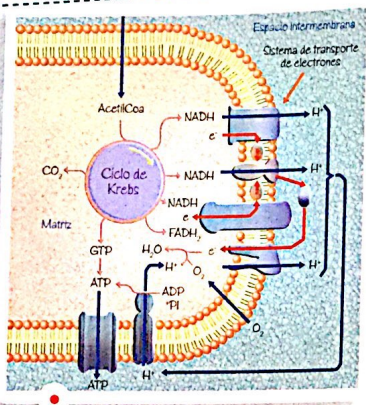
Ciclo de Krebs completo



Diferentes vías metabólicas, en donde las proteínas, los azúcares y los lípidos son convertidos en AcetilCoA.

ACTIVIDADES

- 1 Respondan: ¿cuáles son los productos que se obtienen en la glucólisis, en el ciclo de Krebs y en la respiración celular?
- 2 Expliquen detalladamente cómo es la estructura de la mitocondria, qué sustancias entran y cuáles salen de ella.



Esquema de la cadena transportadora de electrones en la membrana interna de la mitocondria. Ingresa NADH y sale NAD, y, mas adelante, ingresa FADH2 y sale FAD. Los electrones del NADH y del FADH2 son cedidos a la cadena transportadora de electrones. Tambien se produce la síntesis de ATP a partir de la enzima ATP-sintetasa, cuando los protones pasan a través de ella, del espacio intermembrana a la matriz mitocondrial.

La fosforilación oxidativa

La fosforilación oxidativa es una ruta metabólica que utiliza energía liberada por la oxidación de nutrientes para producir ATP. En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico entra en el ciclo de Krebs unido al AcetilCoA. Inmediatamente, una enzima específica actúa sobre este compuesto liberando una molécula de CO₂ y transfiriendo electrones y protones a las coenzimas NAD y FAD. Estas coenzimas aceptadoras de electrones transfieren su carga a la cadena transportadora de electrones a lo largo de la cual, paso a paso, los electrones se transfieren de una molécula a otra. A medida que esto ocurre, se fabrica gran cantidad de ATP. Al final de la cadena transportadora, los electrones se reúnen con los protones y se combinan con el oxígeno, formándose agua. En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede convertirse en ácido láctico o etanol. Este proceso, llamado fermentación, no produce ATP, pero regenera las moléculas de coenzima aceptadoras de electrones, necesarias para que la glucólisis continúe.

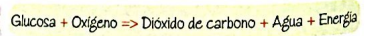
En la cadena respiratoria, las principales proteínas transportadoras de electrones son grandes proteínas: flavina mononucleótido (FMN), coenzima Q (CoQ) y los citocromos b, c, a y a₃. Los electrones transportados por el NADH entran en la cadena transfiriendo al FMN, que entonces se reduce. Casi instantáneamente, el FMN cede los electrones a la CoQ. El FMN vuelve así a su forma oxidada, listo para recibir otro par de electrones, y la CoQ se reduce y pasa los electrones al siguiente aceptor, volviendo a su forma oxidada. Los electrones, al pasar por la cadena respiratoria, saltan niveles energéticos sucesivamente inferiores. Los electrones que son transportados por el FADH₂ se encuentran en un nivel energético ligeramente inferior que los del NADH. En consecuencia, entran en la cadena de transporte más abajo, a la altura de la CoQ. Los electrones finalmente son aceptados por el oxígeno, que se combina con protones (iones hidrógeno) en solución, y forman agua.

Algunos transportadores de electrones de la membrana mitocondrial interna, como la coenzima Q, también bombean protones desde la matriz hacia el espacio intermembrana, generando un gradiente electroquímico transmembrana, llamado fuerza proton-motriz.

Los protones vuelven a través de la membrana interna, atravesando una enzima denominada ATP-sintetasa. Esta enzima sintetiza ATP a partir de ADP y un átomo de fósforo inorgánico (Pⁱ) por cada uno de los protones que bombea. De este modo, el ciclo de Krebs no utiliza oxígeno directamente, pero lo requiere al estar acoplado a la fosforilación oxidativa.

Por cada molécula de glucosa, la energía obtenida mediante la glucólisis, seguida del ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa, es de 32 moléculas de ATP.

El balance global para ambos conjuntos de reacciones es:



Desacople de la cadena de electrones

La glucólisis y el ciclo de Krebs están acoplados a la respiración celular. Esto implica que ambos procesos están encadenados y si alguno de los dos se altera, inevitablemente esto afecta la síntesis de ATP y, por consiguiente, la posibilidad de obtención de energía por parte de la célula.

Interacción entre acoplamiento de la glucólisis, el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones.

- Fosforilación oxidativa
- Desacople de la cadena de electrones
- Fermentación láctica
- Fermentación alcohólica

La fermentación

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que sucede en ausencia de oxígeno y tiene como objetivo regenerar los NAD que serán utilizados nuevamente en la glucólisis. Además, se generan como productos diferentes moléculas orgánicas. Estos productos finales son los que caracterizan a los diversos tipos de fermentaciones.

El proceso de fermentación es anaeróbico, ya que ocurre en ausencia de oxígeno; eso significa que el aceptor final de los electrones del NADH producido en la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá para poder reoxidar el NADH a NAD⁺.

La fermentación se produce en la mayoría de las células de los animales (incluido el hombre), excepto en las neuronas, que mueren rápidamente si no pueden realizar la respiración celular. Otras células, como los eritrocitos, carecen de mitocondrias y se ven obligadas a fermentar.

Desde el punto de vista energético, las fermentaciones son muy poco eficientes si se comparan con la respiración aeróbica, ya que a partir de una molécula de glucosa solo se obtienen dos moléculas de ATP, mientras que en la respiración se producen 36. Esto se debe a la oxidación del NADH, que en lugar de penetrar en la cadena respiratoria, cede sus electrones a compuestos orgánicos con poco poder oxidante, y dado que los electrones no entran en la cadena respiratoria, no se produce ATP. Es por eso que la fermentación no es una vía alternativa para generar energía.

La fermentación tiene algunos usos exclusivos para la producción de alimentos. Puede producir nutrientes importantes y tener funciones de conserva, ya que a partir de la fermentación de algunos alimentos, se pueden crear condiciones inadecuadas para la proliferación de organismos indeseables. Por ejemplo, el vinagre inhibe el crecimiento de microorganismos, lo que permite almacenar alimentos.

La fermentación láctica

La fermentación láctica es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en el citosol de la célula, en la cual se oxida parcialmente la glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico. Este proceso lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas), hongos, algunos protozoos y muchos tejidos animales. (+INFO)

En condiciones de ausencia de oxígeno (anaeróbicas), la fermentación responde a la necesidad de la célula de generar la molécula de NAD⁺, que ha sido consumida en el proceso energético de la glucólisis. Para que puedan tener lugar las reacciones de la glucólisis, es necesario reoxidar el NADH; esto se consigue mediante la cesión de dos electrones del NADH al ácido pirúvico, que se reduce a ácido láctico. Por ejemplo, en el tejido muscular de los animales, cuando el aporte de oxígeno a las células musculares no es suficiente para el metabolismo aeróbico, las células musculares realizan la fermentación láctica. El producto de este tipo de fermentación es el ácido láctico. Cuando las células del músculo acumulan mucho ácido láctico, puede aparecer un calambre en el músculo.

La fermentación alcohólica

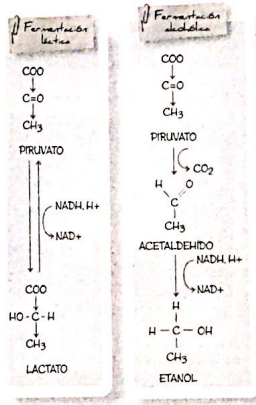
La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno. Para ello, disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo alcohol y CO₂ como desechos. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y los cereales, y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de O₂.

i (+INFO)

Citosol

El citosol o hialoplasma es el medio acuoso del citoplasma. En su composición se encuentran proteínas y varias de las enzimas que catalizan la mayoría de las reacciones del metabolismo celular. En él se producen las reacciones de la glucólisis y la síntesis de las biomoléculas. Sumergidos en él, se encuentran las organelas de la célula.

Su estructura interna está formada por filamentos proteicos, que en conjunto constituyen el citoesqueleto de la célula.



ACTIVIDADES A

Expliquen:

- ¿Qué significa que el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones estén acoplados?
- ¿Cuál es el objetivo principal de la fermentación?
- ¿Qué tipos de fermentaciones se producen?

HISTORIA DE LA CIENCIA

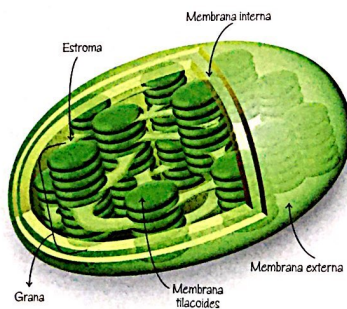
Fotosíntesis, un poco de historia

Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) definió a las plantas como los "seres vivos que crecen y se multiplican sin salir a buscar y devorar su alimento en forma visible". Aunque para él las plantas se alimentaban del suelo, su crecimiento era una incógnita.

Muchos años después, el médico y físico belga Jan Baptiste van Helmont (1577-1644) colocó en un macetero 100 kilogramos de tierra y plantó un saúco pequeño de 2,5 kilogramos. Durante cinco años, solo lo regó con agua, manteniendo tapada la boca del macetero. Al cabo de cinco años, pesó nuevamente la tierra del macetero y comprobó que pesaba 50 gramos menos, mientras que el árbol pesaba 85 kilogramos. Supuso, erróneamente, que el árbol había ganado masa solo por el agua que había tomado, sobre todo de las lluvias.



La luz blanca no es más que la suma de todas las longitudes de onda del espectro visible. Dicho de otra manera, es la suma de luces de los siete colores del arco iris. Al mismo tiempo, la luz está compuesta por pequeños paquetes de energía, denominados cuantos de luz o fotones.



Estructura de un cloroplasto.

4. El metabolismo de los autótrofos

La vida sobre la Tierra depende de la luz. La energía lumínica es capturada por los organismos fotosintéticos que la usan para formar carbohidratos y oxígeno libre a partir del dióxido de carbono y del agua, en una serie compleja de reacciones.

Recepción de la luz y pigmentos

Los organismos autótrofos utilizan la energía lumínica para realizar una serie de complejas reacciones denominadas fotosíntesis, que consiste en transformar esa energía luminosa en energía química. La luz (energía luminosa) es capturada por estos organismos por medio de pigmentos. En las células eucariotas ocurre dentro de organelas rodeadas por una doble membrana, llamadas cloroplastos. Dentro de las membranas del cloroplasto están contenidos una solución de compuestos orgánicos e iones, o matriz, llamada estroma, y un sistema complejo de membranas internas fusionadas que forman sacos llamados tilacoides. Los tilacoides se apilan formando los grana.

Los pigmentos y otras moléculas responsables de la captura de la luz están situados en las membranas tilacoides. En los procariotas fotosintéticos, que no contienen organelas internas, los tilacoides pueden formar parte de la membrana celular, aparecer aislados en el citoplasma o constituir, como en el caso de las cianobacterias, una compleja estructura en la membrana interna.

Un pigmento es cualquier sustancia que absorbe luz. Algunos pigmentos absorben luz de todas las longitudes de onda y, por lo tanto, parecen negros. Otros solamente absorben ciertas longitudes de onda, y reflejan las longitudes de onda que no absorben. Las plantas se ven de color verde porque las clorofilas allí presentes absorben todo el espectro visible salvo el verde, que es reflejado.

Los pigmentos que intervienen en la fotosíntesis de los eucariotas incluyen las clorofilas y los carotenoides. Distintos grupos de plantas y algas usan varios pigmentos en la fotosíntesis. Hay varios tipos diferentes de clorofila que varían ligeramente en su estructura molecular. En las plantas, la clorofila a es el pigmento involucrado directamente en la transformación de la energía lumínica en energía química. La mayoría de las células fotosintéticas también contienen un segundo tipo de clorofila (en las plantas es la clorofila b). Los carotenoides son pigmentos rojos, anaranjados o amarillos. En las hojas verdes, su color está enmascarado por las clorofilas, que son más abundantes. En algunos tejidos, sin embargo, como los del tomate maduro, predominan los colores rojos reflejados por los carotenoides. Lo mismo ocurre en las células foliares de las hojas de los árboles cuando dejan de fabricar clorofila en el otoño, y por eso se ven de color marrón rojizo.

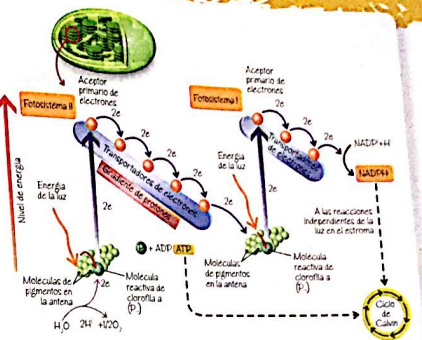
Conceptos clave

- Fotosíntesis
- Fotosistemas I y II
- Fotofosforilación

Las etapas de la fotosíntesis

Durante la fotosíntesis, es posible distinguir dos etapas: la primera, dependiente de la luz y llamada etapa lumínica, y la segunda, una etapa enzimática independiente de la luz, llamada etapa oscura. Estas reacciones se llaman así porque no requieren la luz como tal, sino solamente los productos químicos de las reacciones lumínicas, y pueden ocurrir tanto en la luz como en la oscuridad.

Existen diferentes tipos de pigmentos que son sensibles a distintas longitudes de onda, denominados fotosistemas I y II. El grupo de pigmentos llamados fotosistema I es sensible a luz cuya longitud de onda sea menor o igual a 700 nanómetros, mientras que el grupo de pigmentos llamados fotosistema II es sensible a longitudes de onda menores o iguales a 680 nanómetros.



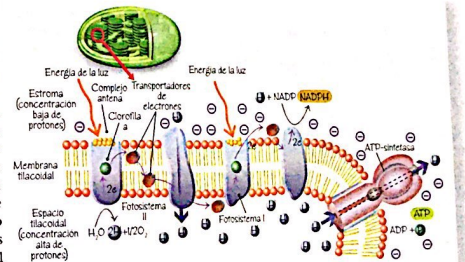
Principales reacciones que forman parte de la cadena transportadora de electrones en cada uno de los fotosistemas y el ciclo de Calvin.

La fotofosforilación

En presencia de luz, en la etapa lumínica, los fotones inciden sobre el fotosistema II, excitando y liberando dos electrones, que pasan a una primera molécula aceptora de electrones. Los electrones liberados son repuestos con los electrones procedentes de la ruptura de una molécula de agua en el interior del tilacoide (la molécula de agua se divide en $2H^+ + 2e^- + O$). A este proceso de ruptura en presencia de luz se lo denomina fotólisis. Los protones de la fotólisis se acumulan en el interior del tilacoide generando un gradiente de protones; además, el oxígeno proveniente de la fotólisis del agua es liberado a la atmósfera.

Los electrones pasan a una cadena de transporte de electrones, donde se producirá la fotofosforilación. La teoría quimiosmótica explica que los electrones son cedidos a unas proteínas llamadas plastoquinonas, las cuales captan dos protones del estroma. Los electrones y los protones pasan a un complejo proteico llamado citocromos b_6 , que bombea los protones al interior del tilacoide. De esta manera se genera una gran concentración de protones dentro del tilacoide (entre estos y los resultantes de la fotólisis del agua). Estos protones regresan al estroma a través de las proteínas ATP-sintetasas, que fabrican ATP mientras son atravesadas por los protones. La síntesis de ATP en la fase fotoquímica se denomina fotofosforilación.

Los electrones de los citocromos pasan a la plastocianina, que los cede al fotosistema I. La energía lumínica produce la liberación de dos electrones y son captados por el primer aceptor. De ahí pasan a través de una serie de proteínas hasta llegar a la ferredoxina. Esta molécula cede los electrones a la enzima NADP-reductasa, que capta también dos protones del estroma. Con los dos protones y los dos electrones, reduce un $NADP^+$ en NADPH.



Cadenas transportadoras de electrones pertenecientes al fotosistema II y al fotosistema I, incluida la ATP-sintetasa, ubicados en la membrana del tilacoide.

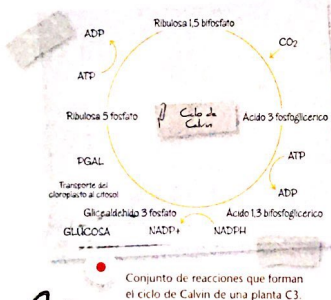
ACTIVIDADES A

- Expliquen qué función tienen los cloroplastos y cómo están compuestos.
- Respondan:
 - ¿Qué diferencias existen entre clorofilas y carotenoides?
 - ¿Por qué las hojas caídas en otoño son marrón rojizas si antes fueron verdes?

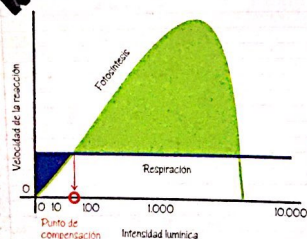
BIOTECNOLOGÍA

Células encerradas

En 2005, un equipo de investigadores argentinos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires logró que grupos de células vegetales, atrapadas dentro de un cerámico especial, pudieran no solo reproducirse, sino también fabricar proteínas, con el propósito de obtener productos de interés farmacológico, como la insulina. El material debe tener poros del tamaño justo para permitir que lleguen los nutrientes y se difundan los metabolitos al medio de cultivo, y a su vez no permite la entrada de bacterias u otro tipo de contaminantes. Esto es sumamente importante, ya que se trata de células vegetales de metabolismo lento, que tardan meses en crecer y ser productivas, lo que implica esfuerzo y dinero. Para leer más al respecto, pueden ingresar a: http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=752284



Conjunto de reacciones que forman el ciclo de Calvin de una planta C3.



El ciclo de Calvin

La etapa oscura de la fotosíntesis se produce tanto en presencia como en ausencia de la luz. El ciclo de Calvin tiene lugar en el estroma de los cloroplastos; la energía en forma de ATP y el NADPH que se obtuvo en la fase luminosa se usan para fabricar azúcares y esqueletos carbonados que servirán de precursores para diferentes tipos de moléculas, a partir de dióxido de carbono inorgánico proveniente de la atmósfera.

En primer lugar, se produce la fijación del dióxido de carbono. En el estroma del cloroplasto, el dióxido de carbono atmosférico se une a un azúcar de cinco carbonos, la ribulosa-1,5-disfosfato, gracias a la enzima RuBisCO, y origina un compuesto de seis carbonos, que se descompone rápidamente en dos moléculas de tres carbonos. Por eso, las plantas que siguen esta vía metabólica se llaman C3.

Existen muchas especies vegetales tropicales que crecen en zonas desérticas. Estas modifican el ciclo de tal manera que el primer producto fotosintético no es una molécula de tres átomos de carbono, sino de cuatro; así, se constituye un método alternativo denominado vía de la C4, al igual que este tipo de plantas.

Luego se produce la reducción del dióxido de carbono fijado. Por medio del consumo de ATP y del NADPH obtenidos en la fase luminosa, después de una serie de complejas reacciones se regeneran la ribulosa-1,5-disfosfato y la glucosa, mientras que otra porción de los productos se utiliza para fabricar aminoácidos, ácidos grasos y almidón.

Una molécula de dióxido de carbono entra a esta serie de reacciones tomando contacto con una primera molécula y, al final de esas reacciones, esta molécula se regenera, mientras que el dióxido de carbono forma parte de una nueva sustancia. Se necesitan seis vueltas del ciclo para fabricar una molécula de glucosa.

El punto de compensación

Las plantas respiran y realizan fotosíntesis al mismo tiempo; por eso, se define el punto de compensación para la luz como la intensidad luminosa a la cual se igualan las velocidades de fotosíntesis y de respiración. De manera similar, se define el punto de compensación para el dióxido de carbono como la concentración de dióxido de carbono a la cual se igualan las velocidades de ambos procesos. Por debajo del punto de compensación de la luz o del dióxido de carbono, la respiración excede a la fotosíntesis. Esto significa que la planta en su conjunto consume más oxígeno en la respiración que el que libera como producto de la fotosíntesis. En orden inverso ocurre con el dióxido de carbono: libera más como producto de la respiración que la cantidad que ingresa a la planta en el ciclo de Calvin.

Es importante considerar que las raíces u otros órganos subterráneos como los tubérculos de papa, así como las flores y los frutos, no suelen realizar fotosíntesis. Por lo tanto, las plantas para mantenerse y, más aún, para poder crecer necesitan que la tasa de fotosíntesis exceda largamente la tasa de respiración, no solo de las hojas, sino también de estos otros órganos subterráneos.

Punto de compensación. En este gráfico, se observa en el eje X la intensidad luminosa y en el eje Y la velocidad de la reacción. La línea horizontal representa la respiración; esta es la misma en todas las intensidades luminosas. La curva representa la tasa fotosintética que aumenta a medida que aumenta la luz, pero luego de un nivel de luz determinado comienza a disminuir. El punto donde la curva cruza la recta, es decir, donde el valor de la tasa de respiración es igual al valor de la tasa fotosintética, es el punto de compensación.

Fotosíntesis y luz disponible

La fotosíntesis en las plantas acuáticas

Los cloroplastos de plantas acuáticas, al igual que las terrestres, realizan fotosíntesis en presencia de luz. Sin embargo, existen numerosos factores que alteran el proceso fotosintético de las plantas acuáticas. El primero de ellos es la coloración del agua. Algunas sustancias disueltas alteran el color del agua, aumentando la resistencia al paso de la luz a través de ella. Por esta razón, algunos ecosistemas acuáticos carecen completamente de plantas sumergidas.

Otro factor similar es la presencia de sustancias en suspensión que bloquean el paso de la luz a través del agua. Estas sustancias pueden ser arcillas, algas en suspensión o restos de materia orgánica.

La cantidad de luz también es un factor fundamental para las células vegetales fotosintetizadoras; por eso, la nubosidad es una variable muy importante en la cantidad de luz solar que recibe un ecosistema acuático. Una zona geográficamente propensa a un clima nublado recibe al cabo del año menor irradiación solar que una zona cuya geografía permite que el Sol incida directamente sobre las aguas.

En relación con esto, no debemos dejar de considerar a la profundidad del agua, ya que, a mayor profundidad, menor es la cantidad de luz que penetra. Por eso, se define como **capa fótica** la profundidad en donde incide luz suficiente para que las plantas sumergidas puedan realizar la fotosíntesis; más allá de esa capa, la cantidad de luz es insuficiente para realizarla.

Por otro lado, la concentración de oxígeno y la de dióxido de carbono en el agua son dos factores que influyen directamente en la fotosíntesis. Por regla general, y hasta cierto valor límite, cuanto mayor es la cantidad de CO₂ en el agua, mayor es la tasa fotosintética. Inversamente, cuanto mayor es la cantidad de O₂ disuelto en el agua, menor es la tasa fotosintética, de tal modo que una presión parcial de oxígeno baja en el agua favorece el rendimiento del proceso fotosintético, igual que una alta presión parcial de dióxido de carbono.

TIC

El lactosuero y la biotecnología

Científicos argentinos se encuentran trabajando en biotecnología a partir del estudio del metabolismo. Algunos desarrollos surgieron de la inquietud sobre qué hacer con el lactosuero, un residuo que se produce en grandes cantidades en la industria láctea. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Producción de combustible (bioetanol): <http://biotecnologia.com.ar/1394/bioenergias-el-coproducto-desarrollan-etanol-derivado-de-leche>

- Reciclaje para producción de alimentos y farmacos: <http://www.argenpress.info/2009/05/argentina-desarrollan-alimentos.html>

- En Youtube.com, podrán encontrar entrevistas sobre este tema.

En los ríos con gran carga de sedimentos, se observa el agua color marrón. En estos ríos, el crecimiento de plantas sumergidas se ve imposibilitado, ya que la alta cantidad de partículas en suspensión, así como también la coloración de sus aguas, impide el ingreso de luz.

ACTIVIDADES

A

1. Respondan:
 - a) ¿Qué es el punto de compensación para la luz? ¿Cómo será para el dióxido de carbono?
 - b) ¿Qué factores pueden obstaculizar la fotosíntesis en las plantas acuáticas?
2. Confeccionen un cuadro comparativo entre el fotosistema I y el II.
3. Expliquen la diferencia entre las plantas C3 y las C4.

¿Cómo obtienen energía las células?

El metabolismo está constituido por el conjunto de reacciones químicas que ocurren en las células, como la respiración celular o la fotosíntesis. Estas reacciones hacen posible la transformación de los nutrientes en energía para diversos procesos y la síntesis de biomoléculas indispensables para la fabricación de estructuras celulares.

LAS REACCIONES METABÓLICAS

Las células de todos los seres vivos requieren obtener la energía y la materia necesarias para realizar sus funciones vitales; esto se logra a partir de dos tipos de reacciones metabólicas:

- Las reacciones anabólicas involucran la síntesis de compuestos complejos a partir de otros simples.

Moléculas simples: CO₂ y agua → Moléculas complejas: glucosa y oxígeno

- Las reacciones catabólicas producen compuestos simples a partir de la degradación de sustancias complejas.

Moléculas complejas: glucosa y oxígeno → Moléculas simples: CO₂ y agua

El tejido muscular está formado por células musculares que presentan una morfología distinta de otras células. Para facilitar la comprensión de los conceptos, se muestra un modelo de célula simplificado.



EL METABOLISMO DE LA GLUCOSA

La ruptura de la molécula de glucosa es el inicio de una serie de reacciones que tienen como objetivo obtener energía para las diversas funciones de la célula.

LA GLUCÓLISIS es la primera fase en la degradación de la glucosa.



EL CICLO DE KREBS es una vía metabólica, es decir, una sucesión de reacciones químicas, que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas.

El rendimiento energético total del ciclo de Krebs para una molécula de glucosa es ses mil moléculas de NADH, dos moléculas de FADH y dos moléculas de ATP.

EL ADENOSÍN TRIFOSFATO es la moneda de cambio energética de los procesos celulares.



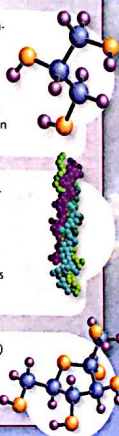
LAS BIOMOLÉCULAS

Están formadas por átomos de carbono y además, son fabricadas por seres vivos. Algunos son:

LOS LÍPIDOS son moléculas insolubles en agua capaces de almacenar altas cantidades de energía. Dada su característica de no disolverse en agua, cumplen funciones estructurales, integrando membranas celulares. Ciertos lípidos cumplen funciones reguladoras en el organismo.

LAS PROTEÍNAS son macromoléculas compuestas por cadenas de unidades fundamentales llamadas aminoácidos. Las proteínas tienen funciones estructurales, de transporte, enzimáticas (aceleran reacciones biológicas) y forman canales en las membranas de las células.

LOS GLÚCIDOS (o carbohidratos) son las moléculas utilizadas por las células como fuente de energía inmediata.



LAS REACCIONES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN

Están caracterizadas por el paso de electrones desde una molécula (que se oxida) hacia otra que los recibe (se reduce). La oxidación y la reducción son reacciones que ocurren simultáneamente.



LA FERMENTACIÓN es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que se produce en ausencia de oxígeno y tiene como objetivo regenerar el NAD que serán utilizados nuevamente en la glucólisis, generando diversas moléculas orgánicas como productos. Estos productos finales son los que caracterizan a los diversos tipos de fermentaciones.

LA FERMENTACIÓN LÁCTICA

Es una ruta metabólica anaeróbica, en la cual se oxida parcialmente la glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico.

LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Es una ruta metabólica anaeróbica. En este caso, produce alcohol y dióxido de carbono como desechos.

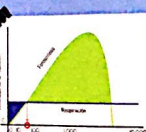
LOS ORGANISMOS AUTÓTROFOS utilizan la energía luminosa para realizar una serie de complejas reacciones denominadas fotosíntesis, que consiste en transformar esa energía luminosa en energía química. La fotosíntesis se divide en dos etapas:

LA ETAPA LUMÍNICA, que ocurre únicamente en presencia de luz, en los grana del cloroplasto. La clorofila capta la energía de la luz, que se utiliza para romper las uniones químicas entre los átomos de la molécula de agua y produce oxígeno gaseoso (O₂), que es liberado a la atmósfera.

LA ETAPA OSCURA se produce en el estroma del cloroplasto y consiste en una serie de reacciones químicas en que los átomos de hidrógeno provenientes de la etapa anterior se combinan con moléculas de dióxido de carbono (CO₂) para formar glucosa.



EL PUNTO DE COMPENSACIÓN está definido como la intensidad luminosa a la cual se igualan las velocidades de fotosíntesis y de respiración de un organismo fotosintetizador.



EL INGRESO DE MATERIA Y ENERGÍA

A través de la ingesta de alimentos y líquidos y de la respiración se incorpora materia que sufre una serie de transformaciones a partir de las que se obtienen y liberan al medio energía y materia. La célula recibe esta materia descompuesta en biomoléculas, que también sintetiza.



CIENCIA CIERTA

El consumo de energía en los animales

Eficiencia

No todos los animales consumen energía del mismo modo. Los mamíferos placentarios utilizan más energía que los marsupiales al realizar la misma tarea. En general, los animales con cuerpo más voluminoso consumen más energía, aunque esto no siempre es así. Una investigación encabezada por el antropólogo Herman Pontzer, de la Universidad Washington en Saint Louis, demostró que los orangutanes son una auténtica rareza en cuanto a consumo energético.

Los orangutanes son grandes simios que en posición vertical miden 1,75 metros aproximadamente y los machos llegan a pesar 120 kilogramos. Viven en las selvas del sudeste asiático (originarios de Malasia y Borneo) y son extremadamente activos. Su consumo energético es un 30% inferior al que se calcularía según la masa corporal, y se supone que esto se debe a su lento metabolismo, que es un 20% más bajo que el esperable según el tamaño. Un orangután corriendo por la selva consume menos energía que la que consume una persona sentada que mira televisión.

Para controlar el consumo de energía, se dio a beber a los monos un líquido denominado doubly labeled water, que es idéntico al agua excepto porque el hidrógeno y el oxígeno son permutados por isótopos más pesados y fáciles de rastrear; una vez exhalados con la orina, estas moléculas trazadoras son utilizadas por los científicos para calcular el consumo de energía del animal. El líquido es inofensivo. Las particularidades de consumo de energía de los orangutanes se relacionan con la adaptación del animal a su medio y a la periódica escasez de alimento.

Fragmento adaptado de la nota "Orangutans Go Green", de Dolly J. Krishnaswamy, publicada en la revista Science, el 2 de agosto de 2010.

ACTIVIDADES

- 1 Respondan ¿con qué variables se conecta directamente el consumo de energía de los animales?
- 2 Respondan ¿cómo hicieron los científicos para estudiar el consumo energético de los orangutanes?
- 3 Expliquen con sus palabras por qué el orangután consume menos energía de la que se espera según su tamaño.

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

1. ¿Cuál es el átomo que forma los esqueletos de las biomoléculas?

- ☐ a) Hidrógeno.
☐ b) Carbono.
☐ c) Oxígeno.

2. Los glúcidos son:

- ☐ a) Lípidos.
☐ b) Proteínas.
☐ c) Hidratos de carbono.

3. Los lípidos:

- ☐ a) funcionan como reserva energética a largo plazo.
☐ b) aceleran reacciones biológicas.
☐ c) portan la información genética.

4. Las proteínas están formadas por:

- ☐ a) aminoácidos.
☐ b) glucógeno.
☐ c) almidón.

5. Las enzimas son:

- ☐ a) glúcidos.
☐ b) lípidos.
☐ c) proteínas.

6. Cuando una molécula se reduce:

- ☐ a) pierde un electrón.
☐ b) gana un electrón.
☐ c) gana un átomo de oxígeno.

7. Cuando una molécula se reduce:

- ☐ a) gana un átomo de hidrógeno.
☐ b) gana un átomo de oxígeno.
☐ c) pierde un átomo de hidrógeno.

8. Las reacciones anabólicas:

- ☐ a) están relacionadas con la degradación.
☐ b) están relacionadas con la síntesis.
☐ c) ninguna de las anteriores es correcta.

9. La glucólisis:

- ☐ a) es una reacción exergónica.
☐ b) es una reacción catabólica.
☐ c) solo es exergónica en presencia de oxígeno.

10. En la glucólisis participan las siguientes moléculas:

- ☐ a) NAD.
☐ b) Glucosa.
☐ c) FAD.

11. La glucólisis se produce en:

- ☐ a) la matriz mitocondrial.
☐ b) la membrana de la mitocondria.
☐ c) el citoplasma.

12. El ciclo de Krebs se produce en:

- ☐ a) el citoplasma.
☐ b) el espacio intermembrana de las mitocondrias.
☐ c) la matriz mitocondrial.

13. La fosforilación oxidativa ocurre en:

- ☐ a) la membrana interna de las mitocondrias.
☐ b) la membrana externa de las mitocondrias.
☐ c) la matriz mitocondrial.

14. El gradiente electroquímico se forma por:

- ☐ a) acumulación de electrones en el espacio intermembrana.
☐ b) acumulación de NAD en el espacio intermembrana.
☐ c) acumulación de protones en el espacio intermembrana.

15. Para la obtención de energía, es fundamental la presencia de:

- ☐ a) oxígeno.
☐ b) dióxido de carbono.
☐ c) almidón.

16. La concentración de ATP aumenta en la célula cuando:

- ☐ a) hay una gran cantidad de energía disponible.
☐ b) falta de energía.
☐ c) escasean las proteínas.

17. La fermentación se produce en ausencia de oxígeno con el objetivo de:

- ☐ a) una vía energética alternativa.
☐ b) una vía alternativa para la oxidación de la glucosa.
☐ c) una vía para la reoxidación de coenzimas.

18. Las plantas:

- ☐ a) liberan dióxido de carbono en presencia de luz.
☐ b) liberan oxígeno en presencia de luz.
☐ c) liberan oxígeno y dióxido de carbono solo en condiciones de oscuridad.

19. La fotólisis del agua se produce solo en:

- ☐ a) la etapa oscura.
☐ b) la etapa luminica.

20. Como consecuencia de la fotólisis del agua:

- ☐ a) se libera O_2 a la atmósfera.
☐ b) ingresa CO_2 a la planta.
☐ c) el fotosistema II se oxida.

21. El ciclo de Calvin solo se produce en:

- ☐ a) plantas C3.
☐ b) plantas C4.

22. El punto de compensación de la luz:

- ☐ a) es la cantidad de luz donde se igualan el CO_2 liberado y el incorporado.
☐ b) es la cantidad de luz donde se igualan el O_2 liberado y el incorporado.
☐ c) ambas son correctas.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Fermentación: un proceso biológico en la industria

En términos generales, la biotecnología es una disciplina que utiliza organismos vivos o compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor para el ser humano. Las técnicas desarrolladas son aprovechadas para la obtención de una gran variedad de productos como alimentos, componentes químicos y proteínas, entre otros; como también para el reciclado y tratamiento de basura, la recuperación de ambientes contaminados (biorremediación) o para producir armas biológicas. Desde la Antigüedad, el hombre ha aprovechado el descubrimiento de la fermentación con diferentes fines. Por ejemplo, para la elaboración de alimentos fermentados, es decir, alimentos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y actividad de microorganismos, incluyendo hongos o levaduras y bacterias. Hoy en día lo continúa haciendo de formas más especializadas.

Objetivos:

- Comprender el concepto de biotecnología y su alcance.
- Reconocer que el proceso de fermentación es de gran importancia para la industria.

Recopilación de información:

1. Representen de manera esquemática los procesos de fermentación láctica y alcohólica. Señalen cuáles son los puntos comunes y diferentes entre los dos procesos.
2. Averigüen qué se entiende por biotecnología tradicional y biotecnología moderna y redacten una definición para cada caso, incluyendo la mención de técnicas utilizadas por cada disciplina.
3. Busquen la información respecto de la materia prima, el microorganismo que se utiliza para su producción, el tipo de fermentación que sucede y la ventaja de su utilización, de los siguientes productos: queso, vinagre, vino tinto, cerveza, yogur, biocombustible (bioetanol) y salsa de soja tradicional.
4. Reúnanse en grupos y elijan dos productos de los investigados (prepararán luego un material de divulgación científica sobre ellos).
5. Confeccionen un esquema general del proceso de fermentación industrial en cada caso. Indiquen claramente sus etapas: propagación de cultivos, fermentación y purificación del producto.
6. Analicen y enumeren las limitaciones que pueden tener los procesos de fermentación a gran escala en la industria.

Divulgación de resultados:

7. Con la información recopilada y el esquema que confeccionaron, elaboren una presentación de conclusiones. Elijan una de las siguientes situaciones. En todos los casos, deberán incluir las referencias de la bibliografía consultada.

PRESENTACIÓN

Simulen que son un grupo de científicos que presentan un proyecto de elaboración de productos biotecnológicos (los productos que eligieron en el ítem 4) a un grupo de inversores para que los financien. La presentación deberá ser preparada en Power Point o en láminas. Debe quedar en claro cómo se elaborarán los productos, cuáles son las ventajas del método de producción presentado y cuáles, los límites de la producción. Dado que se trata de personas ajenas al ámbito científico, incluyan la explicación de algunos conceptos básicos como: fermentación y biotecnología.

PÓSTER

Supongan que los invitan a participar de un número especial sobre biotecnología de una revista de divulgación científica. Les encargarán presentar casos de aplicación de la fermentación en la industria. El artículo debe contener: una introducción a la fermentación y su relación con la biotecnología, análisis de dos casos (los productos que eligieron en el ítem 4) y conclusiones sobre ventajas y desventajas de la utilización de las técnicas descriptas. Dado que los lectores no están especializados en el tema, será de gran ayuda la inclusión de esquemas explicativos.

PÓSTER

Imaginen que los invitan a participar de unas jornadas de capacitación en biotecnología. Les han solicitado que diseñen un poster que describa y compare dos procesos biotecnológicos aplicados a la elaboración de productos. El poster deberá incluir: título, introducción, esquemas, cuadros comparativos y conclusiones.

[BLOQUE 6]

17

Los ecosistemas

En los ecosistemas, conformados por una comunidad y el medio físico en el cual vive, constantemente circulan materia y energía entre sus componentes. Para comprender estas relaciones, los ecólogos abordan el estudio de los ecosistemas como sistemas abiertos. Al igual que otros sistemas biológicos estudiados, estos también se caracterizan por su capacidad de autorregulación, llamada *homeostasis*. Gracias a esta propiedad, los ecosistemas mantienen su estructura y su funcionamiento, tolerando o compensando los cambios que se producen en su interior.

AMBIENTE

POBLACIÓN

DEPREDAADORES

COMUNIDAD

DESCOMPONEDORES

CARNIVOROS

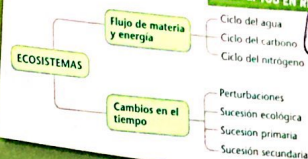
HERBÍVOROS

Al finalizar este capítulo, podrán:

- caracterizar los ecosistemas como sistemas abiertos;
- comprender el flujo de materia y energía entre los componentes de los ecosistemas;
- conocer los ciclos del agua, del carbono y del nitrógeno;
- comprender los cambios que atraviesan los ecosistemas en el tiempo.

METAS

CONCEPTOS EN RED



UN CASO PARA LA CIENCIA

El nacimiento y la proliferación de especies en la isla de Surtsey.

Nace una isla, nace un ecosistema

El 14 de noviembre de 1963, un buque pesquero navegaba por el Atlántico Norte, a 35 km de Islandia. De repente, una fuerte ola hizo tambalear la nave. Un tripulante observó humo y, cuando la embarcación comenzó a acercarse, se sintieron explosiones. El capitán avisó a las autoridades para que envíen auxilio, pues pensó que se trataba de otro buque en emergencia. Pero no se encontró ninguna embarcación. Sin querer, habían sido testigos del nacimiento de una isla. Un volcán submarino había hecho erupción y había crecido hasta alcanzar la superficie.

Periodistas y científicos arribaron rápidamente a la zona. Dos días después, se podía observar una forma extraña entre el humo y las cenizas. Pasado un mes, la erupción se aquetó, aunque no lo suficiente como para acercarse. En 1964, se iniciaron los estudios científicos en la isla. Al ser un territorio recién formado, se podía establecer allí un verdadero laboratorio natural. En poco tiempo, se observaron algas en la playa, y algunas bacterias y mohos. Cinco años más tarde se encontraron musgos en las rocas, y se comprobó que habían germinado algunas semillas y crecido algunos líquenes. En 1970 había diez especies distintas de plantas y algunas aves, como los petreles y los aros, ya anidaban en la isla.

En 2008 la UNESCO declaró patrimonio de la humanidad a Surtsey. Para entonces ya se habían catalogado en la isla 160 especies de plantas, 89 de aves y 335 de invertebrados.

ACTIVIDADES

1. El gobierno de Islandia llamó Surtur al volcán y Surtsey a la isla, en alusión a un famoso personaje de la mitología escandinava. Averigüen las características de este personaje y establezcan cuál es la relación con la isla.
2. Tracen una línea de tiempo y sitúen en ella los datos que se mencionan en el texto.
3. Respondan a las preguntas:
 - a) ¿Cómo creen que llegaron las diferentes especies a colonizar la isla?
 - b) ¿Por qué les parece que las aves se encuentran tan a gusto en la isla?

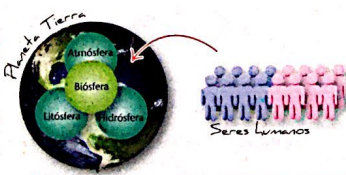


Flujo de energía y ciclo de la materia en un sistema ecológico. En los sistemas ecológicos ingresa y egresa energía, que fluye a través de sus componentes. Además, la materia también circula y se transforma.

i (+INFO)

El caso de la represa de Asuán

La construcción de la represa de Asuán, a principios del siglo XX, en Egipto, sobre el río Nilo, es uno de los casos en que el hombre modificó el ambiente sin considerar los factores del medio en los cuales incidiría. La gran obra retuvo las inmensas cantidades de sedimentos que, a través de las inundaciones, fertilizaban los suelos, que se convirtieron en pobres sustratos. Además, permitió la expansión de una enfermedad, llamada *esquistosomiasis*, que utiliza como vector a caracoles que viven en ambientes de aguas lentas.



Los seres humanos influyen sobre los subsistemas terrestres.

1. La homeostasis en los ecosistemas

En los ecosistemas se producen constantes intercambios de materia y energía a través de las relaciones entre sus integrantes y entre estos y el resto de la biósfera. En situaciones ideales estos intercambios se mantienen en ciertos márgenes de equilibrio, pero existen ocasiones en las cuales se producen modificaciones.

Los ecosistemas como sistemas abiertos

Para comprender la estructura y la dinámica de los ecosistemas, los ecólogos emplean el concepto de **sistema**. Cuando se estudia la estructura de un sistema, se analiza la organización de sus componentes en el espacio y en el tiempo. Estos componentes pueden ser descriptos y clasificados de diversas maneras, de acuerdo con sus reservorios de materia, de energía y de información.

Los ecosistemas, conformados por una comunidad y el medio físico en el cual vive, constantemente intercambian materia y energía, por eso se consideran sistemas abiertos. Una de las características de los ecosistemas es su capacidad de autorregulación, llamada **homeostasis**. Gracias a esta propiedad, los ecosistemas mantienen su estructura y su funcionamiento, tolerando o compensando los cambios que se producen en su interior.

Entre los organismos presentes en un ecosistema y que componen una comunidad, circulan materia y energía, desde los productores (organismos que sintetizan sus propios nutrientes, por ejemplo a través de la fotosíntesis) hacia los consumidores primarios (generalmente animales herbívoros), y desde estos hacia los consumidores secundarios, terciarios, etc. (animales carnívoros y omnívoros); finalmente los descomponedores utilizan estos elementos y permiten que se reintegren al medio. Para comprender estas relaciones, los ecólogos construyen y estudian cadenas y tramas alimentarias. De esta manera, pueden descubrir que los materiales realizan recorridos cíclicos desde el medio físico hacia los organismos y desde estos hacia el medio físico.

En los sistemas ecológicos más estudiados, las plantas producen materiales complejos a partir de materiales de composición más sencilla. La producción está equilibrada por el consumo de los animales y la descomposición que realizan bacterias, hongos y algunos invertebrados, como las lombrices y los bichos bolita.

Los ecosistemas y el hombre

El estudio de los ecosistemas se fundamenta en el análisis de las relaciones entre los organismos y el ambiente; el ambiente, a su vez, supone la interacción entre la litósfera (el suelo), la atmósfera (el aire), la hidrósfera (el agua) y la biósfera (los seres vivos). La población humana consume energía y recursos que emplea como materia prima, por ejemplo, y produce desechos. Esta extracción de lo necesario y la devolución de lo innecesario inciden considerablemente en la homeostasis de los ecosistemas. Por un lado, el impacto de las actividades humanas sobre los sistemas naturales interrumpe procesos ecológicos y genera la extinción de especies. Y por otro lado, a medida que se produce la expansión de las actividades humanas sobre los ecosistemas naturales, se deterioran los ambientes.

Una de las formas más extendidas de obtención de energía eléctrica se da a través de centrales hidroeléctricas. Estas represas y sus embalses modifican los procesos y relaciones que ocurren en los ecosistemas. (+INFO)

CONCEPTOS

- Ecología
- Ecosistemas
- Homeostasis

Niveles ecológicos de organización

En los sistemas biológicos pueden apreciarse distintos niveles de organización. Uno de ellos es el que corresponde a las células, que pueden agruparse en tejidos y estos, a su vez, en órganos, los cuales forman parte de un individuo. Cada uno de estos niveles presenta facultades propias que permiten diferenciarlos. Los niveles estudiados por los ecólogos están por encima de un individuo, y son las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas.

Una **población** es el conjunto de individuos de la misma especie que comparten un lugar, en un momento determinado, y establecen relaciones entre sí. Las comunidades están integradas por las poblaciones que conviven en un ambiente físico, en un momento dado. En cambio, un **ecosistema** incluye a la comunidad que vive en un lugar determinado y al conjunto de factores del ambiente físico con los cuales interactúa. Todos los ecosistemas se relacionan en la biósfera, que incluye todos los ambientes y los organismos de la superficie de la Tierra.



Niveles de organización que corresponden al estudio de la ecología.

Principios generales de los ecosistemas

Para comprender mejor las características de los ecosistemas, los ecólogos consideran algunos principios, los cuales permiten entender cuestiones básicas aplicables a diversos ecosistemas y a diferentes niveles de organización ecológica.

Los ecosistemas son entidades físicas

Las propiedades físicas, tanto como la composición química, así como las reacciones que pueden generar, condicionan las características de los seres vivos y su evolución. La transformación de la energía indispensable para la vida, el intercambio de gases en la respiración (producido por la difusión a través de superficies, como ocurre en los pulmones de muchos animales) y la circulación de líquidos a través de vasos que pueden resistir presión son algunos ejemplos. La vida no puede cambiar las propiedades físicas de la materia y la energía, pero presenta respuestas adaptativas que le permiten aprovecharlas.

Los ecosistemas se encuentran en equilibrio

Los elementos que integran un ecosistema intercambian materia y energía de forma continua con su entorno. Existen situaciones en las que el ingreso y la salida se mantienen en cierto equilibrio. Si se produce un cambio en el ecosistema, el balance de lo que ingresa y de lo que sale se desequilibra. En un ecosistema lluvioso, el suministro constante de agua por medio de la lluvia permite la existencia de abundante vegetación, y esto favorece que muchos animales vivan allí, ya sea empleando las plantas como alimento o como lugar para vivir. Si este ecosistema sufriera una temporada extendida de sequía no habría suficiente humedad para permitir la vida de esa frondosa vegetación y, por lo tanto, todo el ecosistema tendría que buscar nuevamente un equilibrio en las condiciones preponderantes.

Los ecosistemas evolucionan en el tiempo

Las estructuras, el comportamiento y las funciones de los seres vivos evolucionan condicionados por las circunstancias del ambiente en donde viven. Estas características que se desarrollan por la evolución en los organismos se denominan **adaptaciones** y se encuentran sometidas a una selección natural. Solo sobreviven y dejan mayor descendencia los individuos que presentan adaptaciones acordes a las condiciones ambientales, mientras que otros fracasan por no sobrevivir o dejan poca descendencia. Este proceso ha sido explicado inicialmente por Charles Darwin. El cambio de estas poblaciones determinaba cambios en el ecosistema, y estos condicionaban a las otras poblaciones a iniciar procesos evolutivos. El resultado de dichas interacciones origina la variabilidad que encontramos en los ecosistemas.

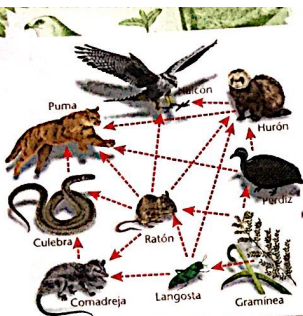


La cantidad de agua existente en un ambiente determina la estructura de su comunidad.

ACTIVIDADES

A

- Supongan que tienen que estudiar a un animal, un perro o un gato, por ejemplo, como si fuera un sistema. Detallen qué elementos ingresan en su cuerpo y salen de él.
- Expliquen mediante qué tipos de actividades los seres humanos pueden alterar la homeostasis de un ecosistema. Aporten sugerencias para evitarlo.
- Investiguen entre todos las propiedades físicas que influyeron en la evolución del insecto zapatero y le permitieron apoyarse sobre el agua sin hundirse. ¿Cómo podrían imitarlo?



Red trófica de la región pampeana. Las redes tróficas son herramientas que elaboran los ecólogos para interpretar la dinámica de los ecosistemas. Las flechas que van de la presa al predador señalan la dirección de la transmisión de energía y materia.



Los hongos son descomponedores y, como tales, responsables de utilizar los restos y los desechos de otros organismos para reciclar los nutrientes presentes en ellos.



Pirámide trófica de la región pampeana. No solo la energía disminuye a lo largo de las redes tróficas, sino también la biomasa de cada nivel trófico. Esto se representa a través de pirámides tróficas.

2. El ciclo de la materia y el flujo de la energía en los ecosistemas

Los ecosistemas se pueden analizar según cómo reciclen los materiales y cómo sea el flujo de energía entre sus integrantes. Para realizar esta interpretación, los ecólogos estudian la transferencia que se produce a través de las relaciones alimentarias y el vínculo con los elementos abióticos.

Las comunidades como sistemas termodinámicos

Una manera de estudiar los ecosistemas es a través de consideraciones energéticas. Mediante esta interpretación cada sistema puede ser descrito por un conjunto de ecuaciones que representan intercambios de masa y energía entre sus componentes. Estos intercambios involucran la asimilación de dióxido de carbono en compuestos orgánicos en las plantas, el consumo de vegetales por los herbívoros y el consumo de animales por los carnívoros. Estas secuencias alimentarias, a través de las cuales pasan la energía y la materia en el ecosistema, se denominan cadenas alimentarias. Una cadena alimentaria tiene varios eslabones denominados niveles tróficos. El primer nivel trófico corresponde a los productores y lo ocupan los organismos fotosintéticos, que son los únicos que captan la energía proveniente del sol y la utilizan para sintetizar moléculas orgánicas a partir de sustancias inorgánicas. Los organismos heterótrofos ocupan el resto de los niveles, y obtienen la energía y los materiales mediante la transformación de las sustancias orgánicas ya transformadas por los productores de los cuales se alimentan. Si se alimentan de productores, se denominan *consumidores primarios*; si lo hacen de otros consumidores, se llaman *consumidores secundarios*, *terciarios*, etc. Un grupo especial de consumidores está integrado por organismos que aprovechan, como fuente de materia y energía, la materia orgánica de los restos y los desechos de otros seres vivos. Estos son conocidos como *descomponedores*.

El estudio del reciclado de la materia y el flujo de la energía permite caracterizar la estructura y el funcionamiento del ecosistema en cuestión. De esta manera, se pueden comparar diferentes ecosistemas en términos de la energía y los materiales contenidos y transferidos entre las plantas, los animales, los microorganismos y las fuentes abióticas de energía y nutrientes.

La comprensión de la transferencia de la materia y la energía en un ecosistema se hace más evidente mediante la elaboración de modelos de *tramas* o *redes tróficas*. Con estas herramientas se intenta representar las alternativas alimentarias por las cuales fluye la energía y circulan los materiales. Los organismos fotosintéticos, como las plantas, son los responsables de capturar energía lumínica, proveniente del sol, la cual fluye por el ecosistema. La energía solar empleada en el mantenimiento de los organismos de un ecosistema es muy pequeña en relación con la cantidad total de esta energía que llega a nuestro planeta. El proceso fotosintético solo utiliza el 0,1 % de la energía solar recibida en el ecosistema. Sin embargo, con esta pequeña cantidad los productores elaboran grandes toneladas de materia orgánica.

Más de la mitad de la energía retenida en la fotosíntesis es utilizada y transformada en la propia respiración de las plantas, y la otra mitad puede ser utilizada por el resto de los seres vivos de la comunidad. Los productores elaboran moléculas orgánicas, almacenando energía por medio de la fotosíntesis. En las plantas, la mayor parte de estos productos es utilizada en la producción de tejidos o como material de reserva y para la reproducción; otra parte es usada para la obtención de energía. La restante se pierde como calor hacia el ambiente. Los organismos

CONCEPTOS

- Sistemas termodinámicos
- Relaciones tróficas
- Biomasa

descomponedores aprovechan la materia y la energía presentes en los tejidos vegetales muertos.

Los consumidores primarios aprovechan los compuestos orgánicos fabricados por los productores. Al igual que las plantas, degradan una porción para obtener energía, con pérdidas a través de la liberación de calor, y otra es consumida en la producción de tejidos y en la reproducción. Lo mismo ocurre con la materia y la energía que incorporan los otros consumidores de los siguientes niveles tróficos.

A partir de esta interpretación de la transferencia de la materia y la energía, los ecólogos pueden medir el flujo de energía y el reciclado de los nutrientes en el ecosistema. Estos científicos describen los ecosistemas como diagramas de flujo. Para un nivel trófico determinado, un diagrama de este tipo consiste en una caja que representa el conjunto de energía disponible en un momento dado; los trayectos a través de la caja representan el flujo de energía. Estos esquemas simplifican la naturaleza, pero permiten observar cómo la energía pasa de un eslabón de la cadena de consumidores al siguiente, disminuida por la respiración y la desviación de productos alimentarios no utilizados.

La masa total de una comunidad se denomina *biomasa* y determina la cantidad total de materia disponible para el grupo de organismos del ecosistema en estudio. Como biomasa se consideran todas las partes vivas y muertas que forman parte del cuerpo de los organismos. En el momento en que estas partes se separan de ellos y se convierten en parte del suelo, ya no son consideradas como biomasa. Los productores representan la mayor cantidad de biomasa presente en los distintos niveles tróficos de una trama alimentaria. A medida que la materia circula por la red, cada nivel trófico disminuye en biomasa, como en cantidad de organismos, con respecto al nivel anterior.

El flujo de la energía a través de las tramas alimentarias se puede interpretar mediante la denominada *ley del 10 %*, según la cual solo esta fracción de la energía que ingresa en cualquier población de organismos, queda disponible para los siguientes niveles tróficos.

Los ecólogos representan la transferencia de la energía, entre un nivel trófico y otro, por medio de la elaboración de *pirámides tróficas*. En estos gráficos se evidencia que a los niveles tróficos superiores llega cada vez menos energía, pues se pierde en cada nivel por el trabajo realizado por los organismos y por la ineficiencia de las transformaciones biológicas, que hace que se pierda en forma de calor.



Esquema de las transformaciones de la energía a través de las cadenas alimentarias por medio de la ley del 10 %.

BIOTECNOLOGÍA

Organismos transgénicos

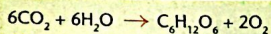
Desde hace varios años se encuentra instalado en la sociedad el tema de la utilización y consumo de organismos modificados o creados artificialmente. Desde el punto de vista de muchos investigadores esto no debe tomarse más que como una continuación del proceso que vienen realizando los seres humanos desde que empezaron a ser pastores y agricultores, seleccionando las variedades más productivas, solo que en la actualidad se cuenta con herramientas genéticas que aceleran este proceso. Pero otras posturas sostienen que los seres humanos, con estas actividades, están modificando considerablemente la dinámica de los ecosistemas. La utilización de soja transgénica limita significativamente las cadenas alimentarias de los campos cultivados. La polémica está instalada y hay que tener en cuenta todos los factores que intervienen (sociales, económicos y naturales).



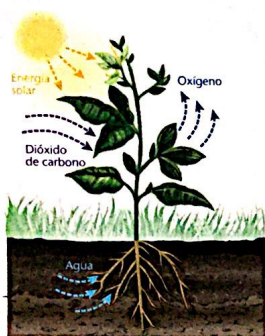
La soja es una planta muy cultivada en los campos argentinos.

ACTIVIDADES

1. Expliquen por qué los ecólogos pueden considerar que un ecosistema (por ejemplo, la selva misionera) presenta una estructura y un funcionamiento más complejos que otros (por ejemplo, la estepa patagónica).
2. Comenten la necesidad de utilizar tramas tróficas para comparar los ecosistemas mencionados en el ítem anterior. ¿Qué diferencias encontrarían entre ambos?
3. Enumeren las razones por las cuales llegan menores proporciones de energía y materia a los últimos eslabones de las tramas tróficas.



Ecuacon correspondiente a la reaccin produca por la fotosntesis



Las plantas utilizan compuestos inorgánicos, y por esto son los productores primarios de muchos ecosistemas.

BIOTECNOLOGÍA

Ecosistemas quimiosintéticos

No todos los ecosistemas dependen de la energía del sol. En los fondos marinos, donde se evidencia la actividad tectónica a través de fisuras volcánicas, el agua aumenta de temperatura y se mezcla con otros nutrientes. Estos son utilizados por bacterias que realizan reacciones químicas para obtener energía. A partir de ellos se inician cadenas alimentarias. De estas bacterias, conocidas como *extremófilas*, se extraen enzimas que resisten altas temperaturas y son utilizadas en la aplicación de técnicas genéticas, como la PCR (reacción en cadena de la polimerasa).

3. La eficiencia energética de los ecosistemas

Los ecólogos miden la cantidad de energía y de nutrientes que se transfiere en un ecosistema. Para ello consideran el ingreso, lo que se captura y las proporciones que se almacenan en cada nivel trófico. Estos parámetros son utilizados para estudiar la dinámica de los distintos sistemas naturales.

La producción primaria

El proceso de la fotosíntesis es fundamental para los ecosistemas. La cantidad de biomasa disponible en ellos está determinada por la capacidad de las plantas de fijar carbono mediante este mecanismo. Las plantas capturan energía luminosa y la transforman en la energía de los enlaces químicos de los hidratos de carbono. La fotosíntesis une dos compuestos inorgánicos: el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O), para formar glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), con la liberación de oxígeno (O_2).

De esta manera las plantas fijan carbono; sin embargo, no todo el carbono fijado permanece en el cuerpo de estos organismos. Al respirar utilizan oxígeno para degradar los alimentos que ellas mismas producen. Como resultado de este proceso, disponen de energía para sus actividades y liberan al medio dióxido de carbono, vapor de agua y calor. Así, las plantas solo conservan un porcentaje del carbono que fijan durante la fotosíntesis.

El proceso de fotosíntesis

Los vegetales se ubican en la base de las cadenas alimentarias y por esta razón se los denomina **productores primarios**. La energía total asimilada por ellos mediante la fotosíntesis es la **producción primaria bruta** del ecosistema. Las plantas utilizan parte de esta energía para el crecimiento y mantenimiento y, de ese modo, sus biomásas contienen menos energía que el total asimilado. La energía acumulada en las plantas, que además se encuentra disponible para los consumidores, se denomina **producción primaria neta**. La diferencia entre la producción primaria bruta y la neta es la energía de la respiración y la cantidad utilizada para su mantenimiento.

En un ecosistema en equilibrio, la producción primaria neta se mantiene casi constante. A pesar de que la acción de los descomponedores y los consumidores tiende a disminuirla, se produce un permanente recambio de la biomasa mediante la regeneración de las partes perdidas en las plantas y la propia reproducción.

La producción secundaria

Los organismos heterótrofos, como los hongos, las bacterias y los animales, no producen sus propios alimentos, por lo tanto obtienen la materia y la energía consumiendo total o parcialmente otros organismos. Parte de la energía sale del cuerpo en forma de heces, orina y otros desechos. De la energía que se retiene, parte es utilizada como calor para el metabolismo. El resto queda disponible para el mantenimiento o para la realización de actividades: recolección o captura de alimento, trabajo muscular y sustento del desgaste corporal, en el caso de los animales. La energía utilizada para el mantenimiento del organismo se pierde como calor.

El sobrante de la energía se utiliza en la producción de nuevos tejidos y de nuevos individuos. Esta energía neta de producción se llama **producción secundaria** y depende de la producción primaria como fuente de energía. Cualquier cambio ambiental que incida sobre la productividad primaria, como por ejemplo en el clima, también afectará la productividad secundaria.

CONCEPTOS CLAVE

- Producción primaria
- Flujo de energía
- Eficiencia ecológica

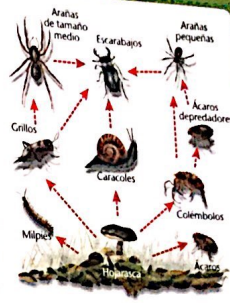
El flujo de energía en las cadenas alimentarias

Cuando los ecólogos estudian e interpretan el recorrido del flujo de energía a través de un ecosistema, tienen que considerar el flujo de energía entre los distintos niveles tróficos. Para esto deben incluir el recorrido entre las distintas cadenas alimentarias, midiendo las pérdidas del sistema a través de la respiración.

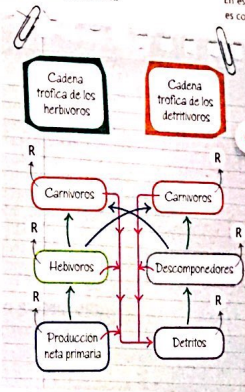
La cantidad de energía que fluye en un determinado nivel trófico disminuye en cada nivel trófico superior. Este patrón se debe a que no toda la energía se utiliza en la producción. Como ya se ha mencionado, la energía se reduce 10 veces al pasar de un nivel trófico a otro. Por ejemplo, si los herbívoros ingieren 1000 kcal de energía vegetal, aproximadamente 100 kcal se convertirán en tejido de esos herbívoros; 10 kcal, en tejidos de los carnívoros primarios, y 1 kcal, en tejido de los carnívoros secundarios. Los herbívoros y los carnívoros son más activos que las plantas y, por lo tanto, gastan más que la energía que asimilan para su mantenimiento. Los ecólogos se refieren al porcentaje de energía transferido de un nivel trófico al siguiente como **eficiencia de la transferencia ecológica** o **eficiencia ecológica**.

Una vez consumida, la energía proveniente de los alimentos puede seguir distintos caminos a través del organismo. Esta energía que aportan los alimentos, una vez digeridos y absorbidos por el organismo, constituye la **energía asimilada** y posibilita el mantenimiento, construye los tejidos del cuerpo o permite la reproducción. La parte de la energía asimilada utilizada para satisfacer las necesidades metabólicas escapa del organismo como calor y constituye la **energía respirada**. En menor cantidad, los animales excretan otra porción de la energía asimilada en forma de desechos orgánicos que contienen nitrógeno. Estos compuestos también pueden tener amoníaco, urea o ácido úrico, producidos cuando los alimentos presentan exceso de nitrógeno, y este tipo de energía se llama **energía excretada**. La energía asimilada por el organismo queda disponible para la síntesis de nueva biomasa a través del crecimiento y la reproducción, cuyo producto puede ser el alimento de los animales de los niveles tróficos superiores. Existen muchos elementos de la alimentación que resisten la digestión y la asimilación, como las plumas, los pelos, el exoesqueleto de insectos, cartilagos y huesos de los animales, y celulosa y lignina de los vegetales. Estos elementos pueden ser eliminados a través de los excrementos o el vómito, y la energía que contienen se denomina **energía egestada**. Estos elementos pueden ser utilizados por otros organismos, como los descomponedores.

Las plantas terrestres, especialmente las que tienen gran cantidad de tejido leñoso, elaboran estructuras difíciles de ingerir y, más aún, de digerir. Como consecuencia, la mayor parte de la producción de las plantas es consumida como detritos (restos muertos de plantas y excrementos de herbívoros) por organismos especializados en utilizar madera, hojas, etc. A partir de estos organismos se dan cadenas alimentarias que pueden cruzar o ir paralelas a las cadenas provenientes de los productores fotosintéticos. Las cadenas se inician cuando los animales relativamente grandes se alimentan de vegetación con hojas, tallos, frutos, semillas o flores; en cambio, la otra se origina cuando los animales relativamente pequeños y los microorganismos consumen detritos en el manto que cubre y forma parte de la superficie del suelo. Estas cadenas se entremezclan considerablemente en niveles tróficos superiores, pero la energía proveniente de los detritos tiende a moverse mucho más lentamente que la energía consumida por los herbívoros.



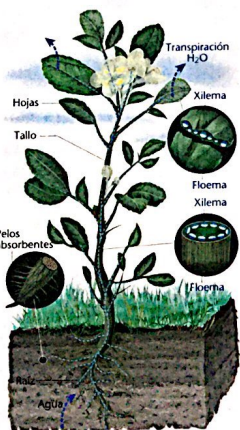
Red trófica de detritos. En esta cadena, la hojarasca es consumida como detrito.



Combinación de cadenas alimentarias. En estos esquemas es posible analizar las interacciones de las cadenas alimentarias iniciadas por productores y por detritívoros.

ACTIVIDADES

- 1 Expliquen por qué se considera a las plantas como productores primarios y cuáles son las diferencias entre la producción primaria neta y la bruta que ellas realizan.
- 2 Describan las características de la producción secundaria y su relación con la producción primaria.
- 3 Confeccionen un cuadro comparativo entre las siguientes energías: asimilada, respirada, excretada y egestada.



● La circulación del agua en las plantas. A través del agua, las plantas incorporan nutrientes que se encuentran disueltos en el suelo. Y por medio de la transpiración, el agua pasa a la atmósfera.

HISTORIA DE LA CIENCIA

El descubridor del nitrógeno en la atmósfera
Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), considerado el padre de la química moderna, fue quien describió claramente la presencia principal de dos gases en la atmósfera. Otros notables químicos de su época ya sospechaban esto, pero fue él quien pudo determinarlo. Llamó a uno de los gases *oxígeno*, y lo relacionó con la vida; y al otro *azoe* (sin vida). En 1790, otro químico, Jean Antoine Chaptal (1756-1832), rebautizó este elemento con su nombre actual: *nitrógeno*.



Antoine Laurent Lavoisier.

4. La circulación de los materiales en el ecosistema

En los ecosistemas, los nutrientes circulan desde los componentes no vivos hasta los vivos, y luego vuelven a los componentes no vivos, siguiendo una vía casi cíclica, en donde las plantas ocupan un rol muy significativo.

El reciclado de los materiales

A diferencia de la energía, los materiales, formados por los nutrientes, permanecen en el ecosistema, donde pasan continuamente por ciclos entre los organismos y el ambiente físico. Muchos de los nutrientes se originan a partir de la meteorización de rocas de la corteza terrestre o a través de reacciones provenientes de la atmósfera, pero dentro del ecosistema son reutilizados constantemente por las plantas, los animales y los microorganismos antes de ser transportados hacia otros ecosistemas, perderse en sedimentos o acuiferos, o liberarse hacia la atmósfera en forma de gases. De esta manera, la mayor parte de los nutrientes utilizados por las plantas ha sido utilizada anteriormente. Por ejemplo, el dióxido de carbono asimilado por una planta podría haber sido eliminado recientemente, producto de la respiración, por un animal, una planta o algún microorganismo.

Cada uno de los elementos sigue una vía única a través del ecosistema, determinada por las propias reacciones bioquímicas. Los seres vivos modifican los compuestos químicos en la búsqueda de nutrientes destinados a construir sus propias estructuras y a obtener la energía necesaria para sus procesos metabólicos.

Para realizar este análisis en las dinámicas de los sistemas naturales, los ecólogos utilizan el **modelo compartimentado**, en el cual el ecosistema puede ser analizado mediante compartimientos. Estas unidades de análisis reciben ingresos de otras unidades y entregan egresos hacia las demás.

¿Cómo circula el agua en los ambientes?

El agua es el medio por el cual los elementos químicos y otros materiales se combinan permitiendo el recorrido a través del ecosistema. Sin el ciclo del agua no se podrían producir la descomposición ni la circulación de los nutrientes; los ecosistemas no podrían funcionar y no existiría la vida tal cual la conocemos.

El agua se moviliza a través de procesos físicos de evaporación, transpiración y precipitación. La energía solar calienta la atmósfera terrestre y evapora el agua, además de promover la transpiración en los organismos; el vapor de agua que circula por la atmósfera cae en forma de lluvia, nieve o granizo cuando se producen las precipitaciones. Parte del agua cae directamente sobre el suelo terrestre y los sistemas acuáticos. Otra es interceptada por las plantas, la hojarasca del suelo, etcétera.

El agua que cae se escurre y se filtra a través del suelo. Una parte importante queda retenida en el suelo y otra sigue infiltrándose aún más abajo, hasta encontrar una capa impermeable de arcilla o roca, donde queda en forma de agua subterránea, formando parte de los acuiferos. Cuando los suelos ya no tienen la capacidad de filtrar agua, esta se escurre hacia los arroyos y ríos, y así llega a lagos, lagunas, mares y océanos.

Al final, toda el agua vuelve a la atmósfera. Se evapora de la superficie del suelo y la vegetación, así como de las corrientes y de los lugares en donde se acumula. El agua del suelo se evapora directamente o a través de las plantas por transpiración.

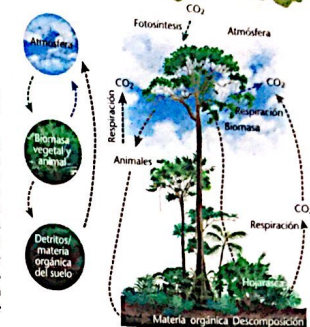
- Ciclo de la materia
- Ciclo del agua
- Ciclo del carbono
- Ciclo del nitrógeno

¿Cómo circula el carbono en los ambientes?

El carbono es un elemento fundamental para los seres vivos, debido a que es un constituyente básico de todos los compuestos orgánicos y está asociado a la fijación de energía en la fotosíntesis.

La fuente del carbono presente en los organismos vivos y en los depósitos fósiles es el dióxido de carbono de la atmósfera. De la misma manera que la energía fluye a través de las cadenas tróficas, el carbono circula desde los productores, que con la fotosíntesis utilizan dióxido de carbono de la atmósfera y agua, y así lo incorporan a los componentes vivos del ecosistema. De los productores primarios pasa a los herbívoros y de estos a los carnívoros. Los productores y los consumidores liberan carbono nuevamente a la atmósfera por la respiración, en forma de dióxido de carbono. Además, el carbono presente en tejidos de animales y plantas puede quedar retenido temporalmente en sus cuerpos. Una vez muertos, los descomponedores lo liberan a la atmósfera mediante sus actividades.

La velocidad de circulación del carbono a través del ecosistema está determinada por varios factores; los más importantes son la producción primaria y la descomposición. Estos procesos están fuertemente influidos por condiciones ambientales, como la temperatura y las precipitaciones.



● Ciclo del carbono

¿Cómo circula el nitrógeno en los ambientes?

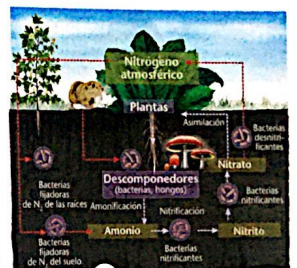
El nitrógeno también resulta de gran importancia para los seres vivos porque es un constituyente esencial de las proteínas, componente básico de todos los tejidos vivos. Además, constituye el 79 % de la atmósfera. Pero, a pesar de ser fundamental para los seres vivos y de su gran abundancia atmosférica, no es aprovechable para la mayoría de las formas vivas. El nitrógeno presente en la atmósfera es inerte y antes de poder ser utilizado debe sufrir transformaciones hacia formas químicas más reactivas.

El nitrógeno molecular que se encuentra en la atmósfera debe ser fijado para su aprovechamiento. Esta fijación se produce de dos maneras. La primera, que demanda grandes cantidades de energía, es una fijación por acción química. Esta puede provenir, por ejemplo, de las tormentas eléctricas, y combina el nitrógeno con el oxígeno y el agua. El resultado: amoníaco y nitratos que serán arrastrados hacia la superficie de la tierra mediante las precipitaciones.

La segunda forma, que fija una mayor cantidad de nitrógeno, es a través de procesos biológicos. Esta fijación la llevan a cabo ciertas bacterias fijadoras de nitrógeno. Algunas de ellas se encuentran en simbiosis con plantas y se relacionan a través de las raíces, y otras se encuentran en vida libre.

Otra fuente de nitrógeno es la que proviene de la descomposición de materia orgánica muerta. Después de la putrefacción, se libera nitrógeno al ecosistema en forma de amoníaco; es el punto de inicio de otras fases del ciclo del nitrógeno: la nitrificación y la desnitrificación.

La **nitrificación** es un proceso en el cual el amoníaco es transformado por bacterias nitrificantes en nitritos y nitratos. El nitrógeno en forma de nitrato puede transformarse mediante el proceso de **desnitrificación** en nitrógeno molecular gaseoso, y gracias a la acción de bacterias desnitrificantes vuelve a la atmósfera. El nitrato también puede ser utilizado por las plantas mediante la asimilación en la producción de aminoácidos. Como los aminoácidos integran sus tejidos, de esta manera ingresan en las cadenas alimentarias.



● Ciclo del nitrógeno

ACTIVIDADES

A

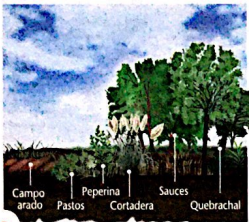
- 1 Expliquen la importancia de utilizar el modelo de compartimientos en el estudio de un ecosistema.
- 2 Si consideramos a la atmósfera con sus formaciones de nubes como un compartimiento del ciclo del agua, ¿cuáles podrían ser otros compartimientos?
- 3 Fundamenten por qué el agua, el carbono y el nitrógeno son esenciales para los seres vivos.

BIOTECNOLOGÍA

Modelos de simulación en ecología

No siempre es posible realizar un estudio y un análisis sobre las características de un ecosistema y de esta manera tomar decisiones sobre la utilización de recursos. Las actividades humanas (agropecuarias, extractivas y turísticas) modifican el medio ambiente. ¿Hasta qué punto se puede seguir su explotación? Los ecólogos tienen una herramienta que les permite predecir qué sucederá en el futuro si las condiciones de un ecosistema se mantienen o se agravan. Mediante un software especializado y utilizando datos de parámetros ambientales puede predecirse qué sucederá en un ambiente y de esta manera actuar para prevenir posibles desastres ecológicos, como la desertización o la extinción de especies.

La diversidad de organismos presentes en el bosque andino-patagónico representa la etapa de comunidad climax de ese ecosistema.



Sucesión ecológica en la región pampeana. Si un campo arado para su cultivo queda abandonado puede ocurrir una sucesión ecológica. Primero se instalan especies pioneras, hierbas anuales como las vinagritas; luego, pueden ser reemplazadas por arbustos de mayor porte, como las cortaderas; después, pueden desarrollarse árboles como los sauces y los quebrachos.

266

5. Dinámica de los ecosistemas

Los ecosistemas sufren cambios a través del tiempo. Algunos son insignificantes y la dinámica misma del ecosistema los compensa. Otros cambios se producen por perturbaciones muy significativas, modifican el ambiente original e inician un proceso de restauración que permite reintegrar el ecosistema a la estructura inicial.

Cambios en los ecosistemas

Las comunidades de organismos en los ecosistemas se encuentran en constante cambio. Algunos mueren, mientras otros nacen o migran. Mientras tanto, a través de ellos, la energía y los nutrientes circulan en la comunidad. Aunque parezca que la apariencia y la composición no cambian de forma significativa en el tiempo, los ceibos son reemplazados por otros ceibos, los zorales son reemplazados por otros de su misma especie, y así sucesivamente. Pero puede ocurrir que un ecosistema sufra una perturbación, por ejemplo, un incendio, la tala de un bosque, una erupción volcánica, etc.; en ese caso, la comunidad recorrerá un lento camino de reconstrucción. Las primeras especies que aparecen estarán adaptadas a esos ecosistemas alterados, pero serán reemplazadas sucesivamente por otras, hasta que esa comunidad recupere su estructura y composición previas. La sucesión de cambios que ocurren en ese ecosistema, después de la perturbación, se denomina sucesión, y la comunidad final se llama comunidad climax.

Sucesión ecológica

Los ecosistemas, después de haber sufrido una perturbación, experimentan un cambio gradual para asegurar la estructura de la comunidad a través del tiempo. Este proceso se denomina sucesión ecológica.

En un ecosistema que se encuentra en una costa marina se puede estudiar cómo la comunidad que vive sobre las rocas cambia a lo largo del tiempo. La perturbación, en este caso, se produce cuando las rocas son volteadas por el oleaje. Las caras inhabitadas de las rocas, que se encontraban en el fondo, quedan expuestas como sustrato y sobre ellas empiezan a habitar especies iniciales, llamadas especies pioneras. Habitualmente, estas especies se caracterizan por tener una alta tasa de reproducción, un pequeño tamaño, un rápido crecimiento y una dispersión muy amplia. Cuando las especies pioneras se instalan en ese ambiente, lo modifican y determinan las condiciones ideales para que otras especies puedan instalarse allí. Estas especies tardías de la sucesión desplazan a las primeras, pero también pueden ser reemplazadas por otras, hasta que la comunidad alcanza una composición similar a la presente antes de la perturbación; así llega a la etapa de climax o estabilidad. Las especies tardías se caracterizan generalmente por tener una tasa de dispersión y colonización menores, una menor tasa de crecimiento, mayor tamaño y vida más larga.

En una sucesión hay distintas etapas. Se denominan etapas serales o seres, y en cada una de ellas pueden encontrarse comunidades distintas entre sí y unas reemplazan a las otras. Por ejemplo, en un campo de cultivo abandonado, los terrenos son rápidamente cubiertos por plantas anuales. Después de unos años, la mayoría de estas plantas es reemplazada por hierbas de mayor crecimiento y arbustos. Al cabo de un tiempo, estas pueden ser reemplazadas por árboles. Cada una de estas comunidades es una etapa seral.

CONCEPTOS CLAVE

- Sucesión ecológica
- Comunidad climax
- Perturbaciones
- Regresión

Sucesión primaria y secundaria

Las sucesiones ecológicas pueden producirse por perturbaciones tales como la remoción de la vegetación para su cultivo, un incendio o una erupción volcánica. Sin embargo, la sucesión que ocurre a partir de estos hechos no es la misma. Según la perturbación, puede darse una sucesión primaria o una sucesión secundaria. La sucesión primaria ocurre en ambientes que previamente no estaban ocupados por una comunidad, una superficie nueva expuesta a la colonización, como las rocas que después de una erupción volcánica se producen por el enfriamiento de coladas volcánicas. La roca desnuda será cubierta inicialmente por musgos y líquenes, los pocos organismos que pueden vivir en esas condiciones. La acción de estos modificará el sustrato y permitirá la vida de plantas con otros requerimientos. La isla de Hawai presenta varios volcanes activos y en ellos se han estudiado estos procesos de cambio en las comunidades.

En cambio, la sucesión secundaria ocurre en sitios previamente ocupados, que se han iniciado por alguna perturbación en la comunidad presente en ese ecosistema. Este proceso consiste en el restablecimiento de la comunidad a partir de estructuras de propagación de plantas, tales como semillas, raíces, troncos, etc. En este caso, las perturbaciones pueden ser muy significativas, como un incendio o el arado de un terreno para su cultivo, o pueden ser menos significativas, como la caída de un árbol en una selva.

Perturbaciones y sucesiones

Como ya se ha mencionado, las perturbaciones son eventos que ocurren en el tiempo y modifican las comunidades o poblaciones, cambiando la disponibilidad de recursos y sustratos; pero además crean oportunidades para nuevos individuos o nuevas comunidades. Las perturbaciones siempre suceden en un tiempo y un espacio determinados, y pueden analizarse considerando el tamaño del área involucrada, la cantidad de perturbaciones que se producen en un determinado tiempo, su intensidad y el rigor.

Según la magnitud de las perturbaciones puede establecerse una escala. Existen perturbaciones frecuentes y de pequeña significatividad, como la muerte de un árbol en un bosque, y perturbaciones de mayor magnitud, por ejemplo, cuando un incendio devastó un amplio territorio y ocasiona la muerte de gran cantidad de especies.

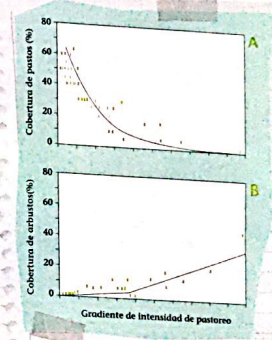
Una perturbación causada por la caída de pocos árboles generaría un claro en la selva. En este lugar sería mayor la disponibilidad de luz, suelo y nutrientes, y aumentaría la temperatura. Este incremento de los recursos activaría el crecimiento de muchas plantas que ya se encontraban en el lugar, pero que no podían desarrollarse debido a la presencia de los árboles de mayor porte. En cambio, cuando la perturbación es severa, a menudo cambia la comunidad original. El cambio puede ser tan riguroso que la comunidad se vea incapacitada de volver a su estado original. En esos casos, una comunidad diferente tomará su lugar. La tala o el incendio de un bosque puede permitir que los árboles que se encontraban en el lugar sean reemplazados por otros que no dominan el ecosistema.

Si el agente perturbador se mantiene constante y no permite que la comunidad alcance su climax, el proceso se denomina regresión. En el caso de las perturbaciones ocasionadas por los seres humanos son comunes las regresiones, por ejemplo, cuando se extraen ciertas especies de árboles de un bosque. Mientras las personas sigan con sus actividades de extracción, la perturbación se mantendrá.



Perturbación producida por lava volcánica en un ecosistema hawaiano.

Terreno perturbado por el corte del pasto.



Consecuencias de la acción del pastoreo en ecosistemas patagónicos. Este modelo de simulación demuestra cómo las poblaciones de gramíneas disminuyen (A) y las poblaciones de arbustos crecen (B) por acción de la ganadería en la Patagonia. Fuente: Ciencia Hoy, N° 77, pag. 54.

ACTIVIDADES

A

- 1 Realicen un cuadro comparativo entre los organismos pioneros y los tardíos en la sucesión.
- 2 En los últimos años se han producido en el sur de Chile importantes erupciones volcánicas que modificaron con sus cenizas los ecosistemas del bosque andino-patagónico. ¿Qué tipo de sucesión creen que ocurrió después de estas perturbaciones?
- 3 Mencionen actividades del hombre que causan un proceso de regresión.

267

La circulación de la materia y la energía en los ecosistemas

En los ecosistemas se producen intercambios de materia y energía a través de las relaciones entre sus integrantes y entre estos y el resto de la biósfera. Los ecólogos construyen modelos como las cadenas y tramas tróficas, que facilitan el estudio de este fenómeno.

LAS PIRÁMIDES TRÓFICAS



Evidencian el hecho de que a los niveles tróficos superiores llega menos energía. Solo un 10% de la energía que ingresa en cualquier población de organismos, queda disponible para los siguientes niveles tróficos.



Permiten estudiar el recorrido cíclico de la materia y la energía desde el medio físico hacia los organismos y desde estos hacia el medio físico.

EL CICLO DEL AGUA

El agua es el medio por el cual los elementos químicos y otros materiales se combinan permitiendo el recorrido a través del ecosistema. Sin el ciclo del agua no se podrían producir ni la circulación de los nutrientes.



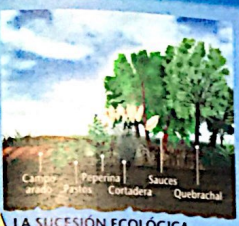
EL CICLO DEL CARBONO

El carbono es un constituyente básico de todos los componentes orgánicos. La fuente principal es el dióxido de carbono de la atmósfera.



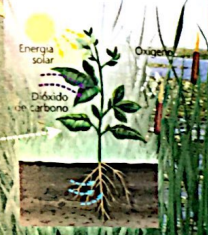
LA SUCESIÓN ECOLÓGICA

Es el cambio gradual en la estructura de las comunidades que se produce en respuesta a una perturbación. Este fenómeno restituye la conformación del ecosistema y asegura su continuidad en el tiempo.



PRODUCCIÓN PRIMARIA

Es el parámetro de la energía que fluye por los organismos productores. La producción primaria bruta (PPB) considera la energía incorporada por los productores durante la fotosíntesis. La producción primaria neta (PPN) es la resta de la energía de la respiración a la PPB.



LA PRODUCCIÓN SECUNDARIA

Considera la energía aprovechada por los consumidores en la construcción de tejidos y nuevos individuos. Depende directamente de la producción primaria.



CICLO DEL NITRÓGENO

El nitrógeno es un constituyente esencial de las proteínas, presente en el cuerpo de todos los organismos vivos. Contribuye al ciclo de la materia.



CIENCIA

El calentamiento global y la destrucción de los ecosistemas

Más calor, menos lagartijas

Según un estudio realizado por un equipo internacional de biólogos, el calentamiento global estaría afectando seriamente a los reptiles, si la tendencia climática no se corrige, los investigadores predicen que para 2080 el 20 % de las actuales especies de lagartijas podría desaparecer. Barry Sinervo, herpetólogo de la Universidad de California, estudió la progresiva desaparición en Francia de la *Lacerta vivipara*, la lagartija europea común. Mientras esto ocurría, otros investigadores en México constataban, desde 1975, la desaparición del 12 % de las especies de lagartijas, haciendo evidente que el problema de los reptiles era global. Sin otra hipótesis válida, los investigadores trabajaron sobre las complicaciones que el aumento de las temperaturas acarrea a los reptiles. Las lagartijas son muy sensibles a la temperatura del aire, y las prolongadas búsquedas de alimento a altas temperaturas pueden resultarles fatales. Para mantenerse frescas, por tanto, deben permanecer a resguardo; y esto basta para que las especies desaparezcan. Sinervo desarrolló un modelo para predecir qué tanto deben elevarse las temperaturas diurnas para producir la extinción de las lagartijas, y comprobó la operatividad del mismo con datos de otras 34 familias taxonómicas en 12 países donde las altas temperaturas habían barido las poblaciones de lagartijas. De este modo calculó las posibles extinciones para 2080.

Fragmento adaptado de la nota "Climate Change Causing Lizards to 'Wink Out of Existence'", de Michael Price, publicada en Science, el 13 de mayo de 2010.

ACTIVIDADES

- 1 Expliquen de qué modo afecta las lagartijas el aumento de las temperaturas a las lagartijas.
- 2 Averigüen cuáles son la dieta usual y los hábitos comunes de las lagartijas. Sobre la base de esto, ¿qué consecuencias traería la desaparición de las lagartijas a los ecosistemas afectados?
- 3 Investiguen acerca del calentamiento global y hagan una lista de diez iniciativas que las personas podrían practicar en el ámbito doméstico para combatir este problema. ¿Es suficiente con la iniciativa privada o hace falta un compromiso en el nivel gubernamental y empresarial? Justifiquen sus respuestas.

A

LABORATORIO DE CIENCIAS

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

- ¿Cuáles de los siguientes niveles de organización de los seres vivos son los principales objetos de estudio de los ecólogos?
 - ☐ a) La población.
 - ☐ b) La comunidad.
 - ☐ c) La célula.
- ¿Cuál es el principio ecológico que está vinculado con las adaptaciones de los organismos?
 - ☐ a) Los ecosistemas son entidades físicas.
 - ☐ b) Los ecosistemas se encuentran en equilibrio.
 - ☐ c) Los ecosistemas evolucionan en el tiempo.
- Algunas cadenas alimentarias comienzan con el siguiente nivel trófico:
 - ☐ a) Descomponedores.
 - ☐ b) Herbívoros.
 - ☐ c) Detritívoros.
- ¿Cómo se denomina la porción de energía que reservan las plantas?
 - ☐ a) Producción primaria neta.
 - ☐ b) Producción primaria bruta.
 - ☐ c) Producción secundaria.
- ¿Cuál es el nombre que recibe la energía que los animales no pueden aprovechar de sus alimentos?
 - ☐ a) Energía asimilada.
 - ☐ b) Energía respirada.
 - ☐ c) Energía egestada.
- ¿Cuál de los siguientes elementos no puede utilizar la planta en estado gaseoso?
 - ☐ a) El oxígeno.
 - ☐ b) El nitrógeno.
 - ☐ c) El dióxido de carbono.
- ¿Cuál de los siguientes acontecimientos se considera como iniciador de una sucesión ecológica primaria?
 - ☐ a) La instalación de un complejo habitacional.
 - ☐ b) La construcción de un embalse hidroeléctrico.
 - ☐ c) La instalación de postes y alambrados en un campo.
- La biomasa es:
 - ☐ a) la cantidad de excrementos producidos por los consumidores primarios.
 - ☐ b) la suma de las partes secas de origen vegetal en un ecosistema.
 - ☐ c) la cantidad total de materia presente en los organismos de un ecosistema.

9. La utilización y consumo de organismos transgénicos comenzó:

- ☐ a) con el descubrimiento de la estructura del ADN.
- ☐ b) con la selección de plantas y animales producidos por los primeros agricultores y granjeros.
- ☐ c) con el uso de la clonación como herramienta de producción.

10. La energía proveniente de las tormentas eléctricas permite:

- ☐ a) la asimilación del carbono.
- ☐ b) la fijación del nitrógeno.
- ☐ c) el aumento del vapor de agua en la atmósfera.

11. El proceso por el cual los ecosistemas tienen la capacidad de autorregularse se denomina:

- ☐ a) producción primaria.
- ☐ b) homeostasis.
- ☐ c) eficiencia ecológica.

12. En las cadenas alimentarias de una pradera, el siguiente eslabón es el que presenta mayor cantidad de biomasa:

- ☐ a) productores.
- ☐ b) consumidores primarios.
- ☐ c) consumidores secundarios.

13. Las plantas terrestres destinan gran parte de la energía a:

- ☐ a) producción de frutos.
- ☐ b) producción de tejidos leñosos.
- ☐ c) producción de flores.

14. El proceso por el cual algunas bacterias presentes en el suelo transforman el nitrógeno atmosférico en una forma utilizable para la planta se denomina:

- ☐ a) fijación.
- ☐ b) nitrificación.
- ☐ c) desnitrificación.

15. La quimiosíntesis es:

- ☐ a) la obtención de nutrientes por algunas bacterias a través de reacciones químicas sin la utilización de luz.
- ☐ b) la sintetización de minerales disueltos en el suelo y tomados por las plantas.
- ☐ c) el conjunto de las reacciones químicas ocurridas en el sistema digestivo de los animales.

16. ¿Quién reconoció que el aire estaba compuesto, principalmente, por dos gases?

- ☐ a) Charles Darwin.
- ☐ b) Antoine Laurent Lavoisier.
- ☐ c) Jean Antoine Chaptal.

Proyecto de Investigación

Las ecorregiones de la Argentina

En nuestro país se pueden distinguir 18 ecorregiones de acuerdo con el tipo de suelo, las temperaturas, la cantidad de lluvias a lo largo del año y la altura.

Cada ecorregión tiene características propias y enfrenta problemas específicos, muchos de los cuales están relacionados con la forma en que las personas modifican los ambientes naturales para desarrollar actividades productivas. Así como la erupción de un volcán puede "hacer retroceder" la sucesión de una comunidad a etapas más tempranas, la deforestación, la agricultura y la ganadería con técnicas inadecuadas, la minería, la pesca excesiva y otras tantas actividades humanas pueden cambiar la dinámica de los ecosistemas e, incluso, hacerlos desaparecer.

Para saber más al respecto, realicen la siguiente investigación.

Objetivos:

- Conocer las características de los ecosistemas del lugar en que viven y determinar qué amenazas enfrentan.

Fuentes de información:

Mapa de las ecorregiones de la Argentina, revistas de divulgación, boletines informativos de organizaciones ambientalistas, libros, etcétera. Pueden recurrir a páginas de Internet de organizaciones oficiales y de organizaciones no gubernamentales (ONG) relacionadas con el tema.

Procedimiento:

- Identifiquen la ecorregión a la que pertenece el lugar en que viven.
- Consulten las fuentes de información y respondan a las siguientes preguntas:
 - ¿Qué características tienen los ambientes naturales de la ecorregión? ¿Hay especies amenazadas de extinción?
 - ¿Cuáles son las principales amenazas a los ambientes y las especies? ¿Indiquen si son naturales o causadas por los seres humanos.
 - ¿Qué actividades productivas se desarrollan en la zona?
 - Determinen la actividad productiva que, a su criterio, causa el mayor impacto. Realicen un listado de las modificaciones que produce en los ecosistemas. Por ejemplo, si trabajan con la agricultura, deberán considerar la modificación del suelo y la vegetación por la siembra; pero también la alteración en el ciclo de nutrientes a causa de los fertilizantes y los efectos del uso de plaguicidas en la cadena trófica.

- ¿Existen áreas protegidas en la ecorregión, como parques nacionales o provinciales, o reservas privadas? ¿Son suficientes? Consideren que los convenios internacionales recomiendan proteger el 10 % de cada sistema natural.

3. Averigüen si existen formas de producción alternativas para esa actividad que resulten más amigables con el ambiente.

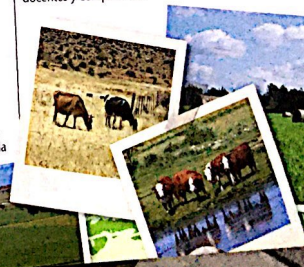
Divulgación:

Ustedes trabajan en una consultora orientada al estudio del impacto ambiental de las actividades productivas. Un grupo de productores de la región los ha contratado. Está interesado en conocer cómo sus actividades productivas impactan en el ecosistema de la región, dado que planea realizar modificaciones en sus procesos "para lograr ser una empresa más amigable con el medio ambiente", según dijeron algunos integrantes.

Ustedes ya han realizado la investigación. Ahora:

- Con la información reunida, diseñen un plan de acción para disminuir el impacto ambiental de la actividad sobre la que investigaron.
 - Preparen una presentación con láminas (en papel o en PowerPoint) para exponer las conclusiones: cómo es la actividad productiva, cómo era la región antes, cómo es la región ahora, qué consecuencias podría tener a futuro si no se modificase la actividad.
- Incluyan al final la presentación de su plan. Consideren que el plan de acción deberá ser viable, tendrán que indicar tiempos requeridos y etapas de implementación.
- Dado que se trata de una presentación, acuerden con sus compañeros el tiempo de exposición que tendrá cada grupo.
 - Recuerden que deberá ser atractiva, clara, y ajustarse al tiempo de exposición previsto.
 - Los compañeros que sean oyentes podrán interpretar el rol de empresarios y presentar objeciones. Ustedes tendrán que poder responder a sus consultas.

Nota: si no contaran con tiempo para realizar la presentación oral, pueden redactar un informe con los mismos datos y esquemas para ser entregado a sus docentes y compañeros.



[BLOQUE 6]

18

Los agroecosistemas

Desde la antigüedad, los seres humanos han modificado la naturaleza con el fin de obtener los recursos necesarios para alimentarse, vestirse y realizar todo tipo de actividades, pero recién en las últimas décadas se ha tomado conciencia de la necesidad de hacerlo de manera tal de no perjudicar a las generaciones futuras.



soja

SILOS



MILANESA DE SOJA



Desertificación



Pesticidas



DESMONTE

LECHUGA

PAPAS



IBRIDACIÓN



Industria vitivinícola

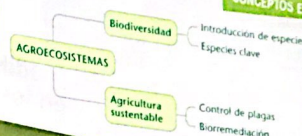


METAS

Al finalizar este capítulo, podrán:

- identificar las alteraciones que los seres humanos producen en los ecosistemas;
- reconocer la importancia de la biodiversidad;
- conocer las bases de la agricultura sustentable.

CONCEPTOS EN RED



UN CASO PARA LA CIENCIA

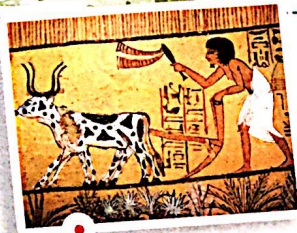
El paisaje de Sierra de la Ventana.

Darwin decepcionado, turistas encantados

Sierra de la Ventana es un destino muy aceptado entre los turistas. Sin embargo, Charles Darwin se sintió decepcionado al recorrer la zona. Así lo plasmó en *Diario de un naturalista a bordo del Beagle*: "Como aún era temprano en el momento de nuestra llegada, tomamos caballos de recreo y un soldado para guiarnos y salimos en dirección a la Sierra de la Ventana. [...] El capitán Fitz-Roy estima su altura en 3.340 pies (1.000 metros), altitud muy notable en la parte oriental del continente. [...] Se repetían toda clase de historias acerca de las capas de carbón, las minas de oro y plata, las cavernas y los bosques que contenía, historias que espoleaban mi curiosidad; pero me aguardaba un cruel desengaño. Desde la posta a la montaña hay unas seis leguas a través de una planicie tan llana y tan yerma como la que por la mañana habíamos atravesado. [...] Nos costó mucho trabajo encontrar agua. [...] Al cabo concluimos por descubrirla buscando en las laderas; pues, aun a la distancia de algunos centenares de metros, los arroyuelos quedan absorbidos por las piedras calcáreas quebradizas y los montones de piedrecillas que las rodean. No creo que la naturaleza haya producido nunca una roca más árida y solitaria. La montaña es escarpada, abrupta en extremo, llena de grietas y desprovista tan en absoluto de árboles y hasta de monte bajo, que a pesar de todas nuestras pesquisas no pudimos encontrar con qué hacer un asador de palo. [...] El extraño aspecto de esta montaña está realizado por la llanura circundante, parecida al mar".

ACTIVIDADES

1. Busquen en folletos turísticos o en Internet imágenes de Sierra de la Ventana en la actualidad y comparen el paisaje actual con el descrito por el naturalista.
2. Elaboren una hipótesis que explique los cambios en el paisaje.
3. A partir de los conocimientos que poseen, hagan un listado de especies animales que podrían habitar actualmente en la Sierra de la Ventana.



Los egipcios tuvieron un rol importante en la evolución de los métodos de labranza.

i (+INFO)

¿Desde cuándo se domestican los animales?

Existen evidencias que demuestran desde cuándo se domestican algunos animales:

- Cerdo, 10.000 años.
- Cabra, 9.000 años.
- Oveja, 9.000 años.
- Vaca, 8.000 años.
- Llama, 7.000 años.
- Alpaca, 7.000 años.
- Caballo, 6.000 años.
- Burro, 6.000 años.



Existen muchos registros paleontológicos que demuestran que los seres humanos cazaban gliptodontes y otros animales ahora extinguidos.

1. Modificaciones del hombre en los ecosistemas

A través del tiempo, los seres humanos fueron desarrollando técnicas que les permitieron utilizar mejor los recursos del ambiente. Pero tanto la recolección y la caza como las modernas alteraciones genéticas de los cultivos modifican los procesos y la dinámica de los ecosistemas.

Los orígenes de la agricultura

En los inicios de la historia de la humanidad, la economía estuvo basada en la caza y la recolección de los recursos disponibles en la naturaleza. Cuando los seres humanos comenzaron a desarrollar la domesticación de plantas y animales, aparecieron nuevas economías y estructuras sociales, y esto posibilitó también la invención y la aplicación de innovaciones tecnológicas de distinto tipo.

Los primeros pueblos cazadores-recolectores eran tribus que se movilizaban en forma de manada, cazando y recogiendo animales y plantas para la satisfacción de diferentes necesidades: alimentación, abrigo, vestimenta, herramientas, etcétera.

En el Holoceno, la era geológica que comenzó hace aproximadamente 12.000 años y continúa hasta la actualidad, empezaron a replegarse las grandes masas de hielo que cubrieron el planeta en la última era glacial y el clima fue cambiando hasta adquirir las características actuales. En la última glaciación se extinguieron algunas de las especies animales que habitaban la Tierra, como por ejemplo los megaterios y los gliptodontes, y muchos científicos creen que los seres humanos fueron los responsables. Probablemente, estos animales se encontraban en un proceso de extinción, debido a diversos factores, y los seres humanos fueron uno de ellos.

En un momento determinado, los seres humanos se dieron cuenta de que la naturaleza podía proveerles muchos recursos solo a cambio de ciertos cuidados. Aprendieron, por ejemplo, que con algunos desechos vegetales podían generar otras plantas idénticas y que podían criar en cautiverio muchos de los animales de los cuales obtenían recursos, así podrían disponer de ellos cuando los necesitaran, sin tener que salir de cacería. De esta manera, se fueron seleccionando las especies y las variedades de plantas y animales domésticos, de acuerdo con sus niveles de productividad y con la forma en la que se adaptaban al cautiverio. (+INFO)

El cultivo de cereales significó un gran cambio en la forma de apropiación de alimentos y otros recursos, y tuvo un impacto muy importante desde el punto de vista social, porque implicó el paso del estilo de vida nómada al sedentario. Para eso, primero hubo que seleccionar las semillas más adecuadas, crear los ambientes favorables para el crecimiento y combatir las plagas. Los cultivos exigían cuidados, tanto para evitar que otras plantas crecieran en ese lugar como para disuadir a animales herbívoros u otras tribus que quisieran aprovecharse de los esfuerzos realizados. El estilo de vida sedentario dio origen a las primeras aldeas, que luego se transformaron en pueblos, y así hasta llegar a las ciudades como las conocemos en la actualidad.

Esa serie de cambios en los hábitos de vida de los humanos se denominó **primera revolución agrícola**. Luego se produjo una **segunda revolución**, cuando se perfeccionaron los métodos de labranza y se implementó el uso de animales de tiro.

CONCEPTO CLAVE

- ★ Ambiente
- ★ Modificación
- ★ Agricultura

Las actividades humanas y los ecosistemas

Todas las actividades humanas tienen consecuencias para el ambiente, y las actividades agrícolas no son la excepción. Como el objetivo de estas actividades es obtener recursos alimentarios para el consumo humano, al optimizarse la obtención de recursos se agotan los ecosistemas.

En los ecosistemas algunas interacciones logran un estado de equilibrio. En esos casos, cuando la explotación de un recurso comienza a ser insuficiente, las poblaciones de consumidores que dependían de él declinan o buscan recursos alternativos para alcanzar el equilibrio.

Al extraer recursos de un sistema natural, los seres humanos modifican el equilibrio. Cuando un recurso se torna escaso, aumenta su valor y disminuye su demanda; las personas pueden prescindir de él o buscar alternativas más económicas. Sin embargo, la demanda humana crece constantemente y lleva al límite el desequilibrio de los ecosistemas. En consecuencia, muchos ecosistemas que a través de la historia sostuvieron el crecimiento de la población humana fueron convertidos para otros usos; es el ejemplo de extensos territorios de bosques convertidos en terrenos para cultivar cereales.

Por otra parte, la necesidad de la población humana de consumir carne llevó a que extensas áreas de bosques se convirtieran en pastizales para alimentar el ganado. En muchos países tropicales también se destruyó la vegetación nativa para producir productos de exportación, como café, azúcar o banana. Muchos de estos países no tienen los recursos para elaborar productos manufacturados y dependen de la producción agrícola que importan para mantener el estándar de vida de la población.

La introducción de especies

Las personas siempre han trasladado especies de un lugar a otro, intencionalmente o no. Esta dispersión ha ocurrido desde los tiempos primitivos y se ha intensificado considerablemente en la actualidad. De manera intencionada se han introducido especies de plantas comestibles y hortalizas, árboles de valor comercial, animales domésticos de trabajo o para la obtención de carne, aves de corral, etcétera; pero con ellos han viajado plagas, microorganismos patógenos y otros seres indeseados, como las cucarachas y las plantas llamadas dientes de león. El resultado de esta dispersión está constituido por una flora y una fauna que han desplazado o destruido las comunidades de los ecosistemas locales primitivos.

En el mar, por ejemplo, muchas algas y pequeños invertebrados llegan adheridos a los cascos de buques provenientes de diversos lugares del mundo. Tal es el caso de la *Undaria pinnatifida*, un alga de gran tamaño que actualmente se extiende por las costas de Puerto Madryn.

También la introducción de la trucha marrón, la trucha arcoiris y la trucha salmónada en los cauces de agua dulce, con el fin de fomentar la pesca deportiva, ha resultado perjudicial para las especies nativas.

Hace décadas, en Tierra del Fuego el clima frío permitió la instalación de industrias peleteras, y se introdujeron visones, zorros, conejos y castores, entre otras especies. Poco después, la propaganda a favor de la conservación de estos animales hizo que los tapados de piel pasaran de moda. La industria dejó de ser rentable y muchos animales fueron liberados y comenzaron a interactuar con los otros elementos del ecosistema. Los conejos se reprodujeron de manera incontrolable, por la falta de predadores; los zorros y los visones empezaron a predaer animales pequeños, principalmente roedores nativos; y los castores modificaron los cursos de agua con la construcción de inmensos diques. (+INFO)



Modificaciones producidas por el hombre con la intención de obtener mayor cantidad de recursos.

i (+INFO)

Los castores y sus diques

La introducción de los castores tuvo un gran impacto en los ecosistemas de Tierra del Fuego, pues talan desde el tronco muchos árboles nativos para construir sus diques.

Por otra parte, los diques limitan la circulación de los cursos de agua y crean embalses que inundan los bosques adyacentes y ahogan las plantas vecinas. La alteración es tan impactante que ya forma parte del recorrido turístico del lugar.



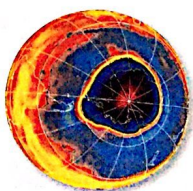
Castor y su dique.

ACTIVIDADES A

- 1 Expliquen cómo se originó la domesticación de cultivos y animales. Comenten las incidencias sociales que trajo este cambio.
- 2 Elaboren una red conceptual que explique cómo los seres humanos modifican los ecosistemas.
- 3 Comenten entre todos de qué manera llegaron los castores y otros animales a Tierra del Fuego y qué pasó luego con estas poblaciones.



Aún en la actualidad existen poblaciones originarias en la selva amazónica que viven en un cierto equilibrio natural.



A pesar de la reducida presencia humana en la Antártida, este continente sufre los efectos de la contaminación originada por el hombre. Los gases CFC (cloro fluor carbonados) son responsables de la reducción de la capa de ozono que afecta especialmente a este punto del planeta.



Las vacas fueron introducidas por el hombre y forman parte de la fisonomía de los campos argentinos.



cultivo de soja

El aumento del cultivo de soja es uno de los cambios agropecuarios que se producen en nuestro país desde hace unos años.

2. La materia y la energía en los ecosistemas subsidiados

Cuando los seres humanos interfieren en el ambiente, modifican la dinámica de los ecosistemas. Los agroecosistemas son producto de la intervención humana con el fin de obtener recursos.

Los agroecosistemas

Los agroecosistemas son ecosistemas en donde interviene el hombre con el fin de obtener recursos. En estos sistemas, la comunidad está compuesta especialmente por especies cultivadas o animales domesticados o criados. Pero también existen otros organismos que se relacionan con ellos, que no son utilizados por los seres humanos pero ejercen una influencia significativa en la producción agropecuaria.

En la actualidad es muy difícil comprobar la existencia de ecosistemas puramente naturales, debido a que todos ellos se modifican con la interacción de las personas. Incluso la selva amazónica o los hielos antárticos sufren las consecuencias de la influencia humana.

En la selva amazónica existen desde hace siglos poblaciones humanas que evolucionaron y se adaptaron empleando los recursos existentes y viviendo en armonía. Esto es posible porque se trata de una población escasa y dispersa en la selva.

Por otro lado, la dinámica de los ecosistemas permite que lleguen a lugares lejanos productos de la actividad humana. Las corrientes marinas y atmosféricas transportan elementos que inciden hasta en la Antártida, por ejemplo, en la reducción en la capa de ozono.

Algunos científicos describen los agroecosistemas como sistemas subsidiados en donde, además de darse los procesos ecológicos de circulación de materia y energía, los seres humanos influyen mediante las labores agrícolas y agregando fertilizantes y otros agroquímicos.

Uno de los factores limitantes en el rendimiento de los suelos es la baja fertilidad debido a la excesiva utilización. Por eso, en la mayoría de los agroecosistemas se restablece la fertilidad mediante el uso de fertilizantes, que pueden ser de origen químico u orgánico o la combinación de ambos, de acuerdo con los requerimientos del cultivo, el tipo de suelos y el ambiente. De esta manera, los seres humanos intervienen con la adición de nutrientes que participan en el ciclo de la materia y la energía.

En la Argentina, la región pampeana ha sido modificada hasta convertirse, prácticamente, en un agroecosistema. Esta transformación comenzó a principios del siglo XX. A partir de entonces, el paisaje fue cambiando considerablemente. En estos suelos se cultivaron plantas anuales de verano, como el maíz; o invernales, como el trigo, la avena, el centeno y el lino. También se usaron para la plantación de pastos y alfalfa, como alimento para el consumo de animales destinados a la producción de lana (ovejas) o carne (vacas) y de los utilizados en el transporte de tracción a sangre (caballos).

En este período de expansión agropecuaria, los cambios causados por los seres humanos y sus actividades de producción afectaron a las especies de la región. Los organismos silvestres de las comunidades originales quedaron relegados a los lugares en donde se produjeron menos perturbaciones, principalmente a los costados de los caminos y de las vías de los ferrocarriles, así como a las orillas de ríos y arroyos. Las especies introducidas por los seres humanos se dispersaron por el territorio productivo y por los pocos lugares naturales restantes.

CONCEPTOS CLAVE

- Agroecosistemas
- Agroquímicos
- Cultivo de soja

La soja en los agroecosistemas argentinos

Hace unos años se produjo en la región pampeana, y luego en otras regiones, la expansión del cultivo de soja. Esto hizo que se reemplazara gradualmente la producción tradicional de la zona.

Este boom de la soja es parte de un fenómeno que comenzó con el creciente protagonismo de la agricultura en la producción agropecuaria argentina, que dejó de lado parte de la tradición ganadera. Esto no solo ocurre en nuestro país, sino en hacen del suelo y en la manera en que aprovechan los ecosistemas terrestres. Esta transformación integra el cambio global, junto con las alteraciones climáticas y las modificaciones en la composición atmosférica. De esta manera, las consecuencias superan el ámbito local. La expansión agrícola influye sobre los ciclos del agua, del nitrógeno y del carbono en el ambiente, así como en el clima, las emisiones de gases y la biodiversidad.

Principalmente, disminuyó la actividad ganadera y se introdujo un sistema de cultivo que alterna el trigo con la soja y produce tres cultivos cada dos años, en lugar de uno por año. También hubo una significativa transformación tecnológica, pues se comenzó a implementar la siembra directa, basada en el control de malezas mediante un herbicida, llamado *glifosato*, capaz de matar la vegetación indeseada pero no la soja. Esto es posible porque, innovación tecnológica mediante, se desarrolló una soja transgénica resistente al glifosato. Así es posible el control de las malezas durante el ciclo de cultivo, sin dañar la cosecha. Estas innovaciones reemplazaron el sistema tradicional de cultivo en el que se removía el suelo con máquinas para prepararlo para el control de malezas y la siembra de los cultivos anuales.

El glifosato se aplica cuando la plántula comienza a emerger de la semilla. Específicamente, actúa en las rutas que sintetizan los aminoácidos, y lo hace sobre enzimas esenciales para la síntesis de proteínas. Estas enzimas se encuentran en plantas y microorganismos, pero no en los animales, por lo cual el herbicida es inofensivo para ellos. Actualmente, la soja ha incorporado mediante técnicas genéticas un gen obtenido a partir de una bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens*, que es el responsable de la codificación de una enzima insensible a este herbicida. De esta manera, cuando se dispersa el glifosato sobre el área de cultivo, solamente mueren las plantas que podrían competir con la soja, sin alterar su crecimiento.

ACTIVIDADES

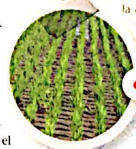
A

- Comenten por qué podemos considerar que no existen ecosistemas puramente naturales.
- Expliquen los aspectos que se tienen en cuenta para considerar los agroecosistemas como sistemas subsidiados.
- Entre todos, interpreten los gráficos de evolución del cultivo en nuestro país.

BIOTECNOLOGÍA

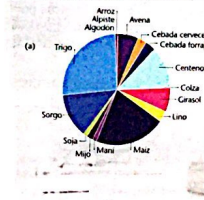
Alimentos para todos

En 2001 se completó el borrador de la secuencia del genoma humano, pero el del hombre no fue el único organismo en el cual se estaba realizando este tipo de investigaciones. Ese mismo año se secuenciaron los genomas de plantas como el arroz y la banana, de suma importancia para países en vías de desarrollo. Muchos investigadores consideran que, de la mano de estos avances, se debe realizar una revolución verde en los próximos años, para garantizar la alimentación de la creciente población del planeta.

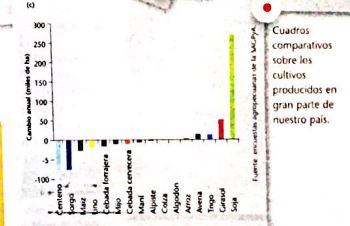
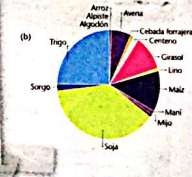


Uno de los avances tecnológicos producidos por manipulación genética es la obtención de arroz mejorado con vitamina A.

Promedio del quinquenio 1969/70 - 1973/74



Promedio del quinquenio 1998/99 - 2002/03



Cuadros comparativos sobre los cultivos producidos en gran parte de nuestro país.



Los bordes de los caminos son ecosistemas de gran biodiversidad.

3. La biodiversidad en los agroecosistemas

Los ecosistemas presentan componentes que son **esenciales** para los organismos que los integran. Sin ellos, muchos procesos fundamentales, como la polinización, no se podrían llevar a cabo, y esto incidiría en la producción de los ecosistemas agropecuarios.

La importancia de la biodiversidad

Desde hace tiempo existe en la comunidad científica una discusión, que ha sido trasladada a la opinión pública a través de la prensa, sobre si la expansión agropecuaria y las nuevas tecnologías asociadas conducen a un deterioro ambiental. Existe cierta disyuntiva entre expandir la producción agropecuaria y conservar los ambientes naturales para preservar la posibilidad de satisfacer las necesidades biológicas de los seres vivos que habitan en el planeta, con un impacto mínimo en la biodiversidad de los ecosistemas.

La biodiversidad es el conjunto de todos los organismos vivos que componen un ecosistema. Los agroecosistemas son ecosistemas particulares, pues su dinámica está parcialmente regulada por los seres humanos. La estructura de estos ecosistemas está compuesta, principalmente, por vegetales cultivados o animales domesticados; pero en todo agroecosistema existe una comunidad asociada que no es aprovechada directamente por los seres humanos, aunque influye en la productividad agropecuaria. Por ejemplo, las aves, que predan insectos, reducen el uso de plaguicidas.

Las especies clave

En los agroecosistemas, algunas especies cumplen funciones únicas e irremplazables, como los microorganismos responsables en la descomposición de materia orgánica. Si en el ciclo de algún elemento llegara a faltar la población de una de estas especies, a las que los ecólogos denominan **especies clave**, dicho ciclo se interrumpiría y esto afectaría la dinámica de todo el ecosistema.

Cuando una función es realizada por múltiples organismos, la pérdida de una de las especies que la llevan a cabo tiene un escaso efecto sobre el ecosistema. Si en un ecosistema existe una gran diversidad de especies, estas pueden cumplir varias funciones en el ciclo de los materiales y en el flujo de la energía.

Algunos ecosistemas poseen una gran variedad de organismos porque se desarrollan en ambientes muy heterogéneos. Por ejemplo, tienen distintos tipos de plantas (hierbas, arbustos, árboles), así como relieves variados o algún curso de agua, por ejemplo un arroyo. Esta diversidad de ambientes permite la existencia de diferentes organismos, lo cual es beneficioso para ese ecosistema. En cambio, cuando el ambiente es homogéneo, como ocurre en un campo de monocultivo, existen pocas posibilidades de una diversidad de organismos.

Esto último ocurre en las grandes extensiones de campo cultivadas con soja. En algunos casos, este hecho está agravado porque muchos productores emplean terrenos que antes no se destinaban al cultivo, como los dedicados a la cría de ganado, los bordes de los campos, las banquinas de las rutas y los caminos. En estos lugares podían vivir organismos beneficiosos para los agroecosistemas vecinos, como por ejemplo especies polinizadoras.

CONCEPTOS CLAVE

- Biodiversidad
- Especies clave
- Introducción de especies

Los polinizadores como especies clave

Una de las especies clave para los ecosistemas es la de los polinizadores, en especial para los agroecosistemas productores de semillas, porque contribuyen en la productividad. Los polinizadores son animales que transportan el polen de las partes masculinas de las flores a las femeninas, y aseguran así el desarrollo de los frutos y la formación de semillas. En la actualidad, la comunidad científica reconoce la importancia de estos organismos como elementos de diversidad agrícola que colaboran con la subsistencia de las personas. Sin embargo, en los agroecosistemas se observa que las poblaciones de estos animales están declinando.

La importancia de los polinizadores reside en que la gran mayoría de especies que producen flores solo pueden ser fecundadas con la intervención de animales de esta clase, especialmente insectos. Si esta función no se realizara, muchas especies vinculadas a muchos procesos de los ecosistemas desaparecerían. La polinización es esencial para el mantenimiento de la diversidad biológica.

La diversidad de polinizadores, así como la manera en que realizan este proceso, es asombrosa. Las abejas, sin lugar a dudas, son los polinizadores más conocidos, pero no son los únicos; existen otros insectos, como las polillas, las mariposas, los escarabajos, las moscas y las avispas, que realizan la misma función. Entre los polinizadores vertebrados se encuentran algunos mamíferos (murciélagos, roedores, ardillas, monos) y ciertas aves (colibríes, loros).

Debido a las prácticas agropecuarias modernas y a los cambios en los patrones del uso de la tierra, los polinizadores están perdiendo muchos de sus hábitats naturales. Los polinizadores deben tomar del medio elementos que les permitan alimentarse, reproducirse, nidificar y obtener cobijo; si no se cumpliera alguna de estas acciones, podrían llegar a extinguirse.

Por otra parte, también la utilización de plaguicidas de amplio espectro elimina a estos animales. Y por último, existen especies invasivas o introducidas que pueden ser perjudiciales para los polinizadores, mediante la predación, el parasitismo o la competencia.

Las especies introducidas

Se denomina **especies introducidas** a aquellas que no se encuentran de manera natural en un ecosistema, sino que fueron introducidas por los seres humanos de forma intencional o por accidente. Algunas de ellas pueden no prosperar en el nuevo ecosistema, pero otras tienen ciertas ventajas para su desarrollo en relación con las especies naturales del ecosistema invadido y, por lo tanto, terminan volviéndose silvestres. Estas nuevas especies pueden generar un impacto negativo en los procesos naturales o en las actividades humanas, con el riesgo de producir pérdidas monetarias.

Los invasores, también llamados **especies exóticas**, constituyen un peligro para las especies del lugar, que son las **autóctonas**. Los recursos de un ambiente no son infinitos y, por lo tanto, los organismos que los requieren compiten para apropiárselos.

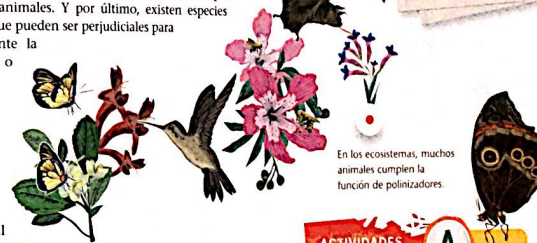
Los ligustros, el paraíso, la rosa mosqueta y la retama son ejemplos de plantas introducidas; la liebre europea, el jabalí o los ciervos colorados son ejemplos de mamíferos de este tipo. Los dos primeros son herbívoros que pueden afectar directamente los agroecosistemas mediante la búsqueda de alimentos.

i (+INFO)

Las abejas africanizadas

A mediados del siglo pasado se introdujo en América del Sur una especie de abeja llamada **abeja africana** (*Apis mellifera scutellata*). Las abejas africanas se cruzaron con las especies locales y dieron origen a las **abejas africanizadas**, que rápidamente se dispersaron por todo el continente americano.

Estas abejas también son conocidas como **abejas asesinas**, porque existen casos de personas que han muerto por perturbar sus colmenas. Estas abejas compiten con las locales para obtener polen y néctar, pero producen poca miel, por lo tanto su proliferación resultó negativa en términos económicos.



En los ecosistemas, muchos animales cumplen la función de polinizadores.

ACTIVIDADES

A

- 1 Expliquen el rol de las especies clave en los ecosistemas. Amplíen con algunos ejemplos.
- 2 Desarrollen las características de un monocultivo como ambiente homogéneo y las desventajas que presenta con respecto a un ambiente heterogéneo.
- 3 Comenten de qué manera las especies exóticas pueden perjudicar a las autóctonas.

TIC <http://>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Para obtener más información sobre la biodiversidad en los agroecosistemas, consulten el sitio de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación:

<http://www.fao.org/biodiversity/ecosystems/bio-agroecosystems/es/>

También encontrarán información actualizada sobre diferentes programas de lucha contra el hambre.

HISTORIA DE LA CIENCIA

El origen del maíz

El maíz es la planta cerealera con mayor volumen de producción en el mundo y constituye en muchos países la base de la alimentación, especialmente en América Central o los países andinos de nuestro continente. Sobre su origen se ha discutido mucho, porque no existe una planta similar en estado silvestre. Investigaciones recientes revelan que el maíz está vinculado con otra planta, llamada *teocinte*, la cual fue sometida a selección artificial por los antiguos pobladores del continente americano. Como el *teocinte* se desarrollaba naturalmente en México, se cree que la hibridación la produjeron los mayas.



En el proceso de transformación del *teocinte* al maíz se redujeron las ramas laterales, lo cual dio origen a las mazorcas.

4. A favor de una agricultura sustentable

Los seres humanos desarrollan y utilizan diversos productos para mejorar el rendimiento de los campos. Muchos de estos productos perjudican a algunos organismos, y esto incide directa o indirectamente sobre el ecosistema. Sin embargo, en la actualidad la tendencia es buscar alternativas menos invasivas.

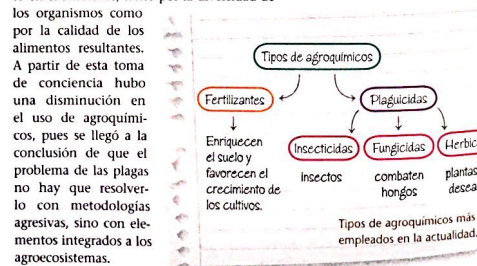
El control de plagas

En los últimos años, la agricultura ha incorporado grandes avances tecnológicos en el manejo de los suelos y de las semillas utilizadas para la producción, en el uso de fertilizantes y en el control de malezas, enfermedades y plagas. Este control es posible, en gran medida, gracias a los agroquímicos. Desde el momento en que aparecieron estos productos, se creyó que constituirían la manera más eficaz de erradicar las malezas y controlar las plagas, y así se convirtieron en el método más utilizado por los productores agropecuarios. Pero a pesar de los esfuerzos que se realizan por desarrollar día a día herbicidas más sofisticados, las plagas siguen interfiriendo en la producción de alimentos.

Las plagas son organismos indeseados por los productores, debido a que disminuyen el rendimiento de los cultivos por varias causas. En primer lugar, las malezas compiten con las plantas cultivadas para obtener luz solar, agua y nutrientes del suelo; en segundo lugar, la presencia de semillas, hojas, frutos, gusanos y huevos ajenos al cultivo disminuye el valor de la cosecha; y en tercer lugar, las plagas consumen parte de la producción y disminuyen su volumen.

Los agroquímicos combaten las plagas, pero su uso reiterado trae aparejadas consecuencias en los agroecosistemas. Entre ellas se encuentran la aparición de organismos resistentes a dichas sustancias, así como la disminución de poblaciones naturales de otros organismos. La desaparición de plantas y animales originarios permite la aparición de otras plagas o enfermedades que eran controladas anteriormente por las especies desaparecidas. Los agroquímicos también pueden perjudicar directamente la salud humana cuando se acumulan en ríos, en lagos o en las napas subterráneas de las cuales se extrae agua.

Hace ya un tiempo que la comunidad científica, los productores y la población en general se interesan por las consecuencias de las prácticas actuales y su impacto en el ambiente, tanto por la diversidad de



- Sustentabilidad
- Control de plagas
- Biorremediación

El control biológico de las plagas

En muchas ocasiones, el control biológico de las plagas resulta eficaz para mantener bajo control a las poblaciones de organismos indeseados, sin los efectos desfavorables de los pesticidas químicos. Para ello se recurre a los principios ecológicos de predación y parasitismo, y se utilizan predadores o parásitos para controlar las poblaciones de los organismos causantes de daños en los agroecosistemas. De esta manera, se emplean agentes bióticos para suprimir o reducir una población de organismos que incide en el desarrollo del cultivo u otra producción agropecuaria. En la actualidad existen tres métodos de control biológico:

Liberación inoculativa. Se introduce un agente patógeno en el ecosistema una sola vez, con la intención de que se instale, se convierta en una población y, de esta manera, controle a los organismos perjudiciales.

Aplicación progresiva. Se pretende aumentar la población de un organismo controlador ya presente en el medio. El control consiste en incrementar esta población para limitar el desarrollo de la perjudicial.

Método de saturación. Consiste en elevar la población del agente controlador de forma rápida, para así asegurar la supresión de la población dañina. Este es el método más eficaz debido a que brinda una mejor respuesta al control de organismos indeseados.

Para el control de malezas se emplean hongos patógenos que se aplican cuando la situación no puede ser superada por otros mecanismos. Ya existen varios bioherbicidas (controladores de hierbas indeseadas de origen biológico) desarrollados y registrados a partir de hongos. Estos hongos actúan de forma selectiva sobre las poblaciones que se desea erradicar. Existen otros hongos que están siendo investigados para controlar malezas como cardos, diente de león, etcétera.

La biorremediación

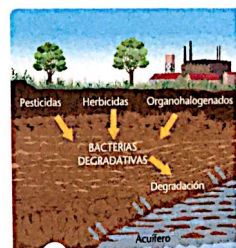
Para el control de poblaciones de organismos perjudiciales, en los agroecosistemas se utilizan sustancias tóxicas producidas en laboratorios. Aunque estos compuestos actúan favorablemente en el control de plagas, muchos se acumulan en ciertas partes de los ecosistemas y afectan de forma adversa a las poblaciones silvestres. Estos efectos colaterales surgen por la dificultad de elaborar pesticidas específicos y por la persistencia de las sustancias en el ambiente, sus efectos se incrementan en los sucesivos eslabones de las cadenas alimentarias.

El uso incorrecto y el abuso de los pesticidas pueden ser solucionados mediante una aplicación correcta, en cantidades mínimas y efectivas. Pero como muchos de los organismos no deseados son resistentes a estos elementos, se incrementan las dosis utilizadas. Todavía se están buscando alternativas apropiadas para resolver este problema.

Algunos microorganismos obtenidos mediante ingeniería genética pueden ser utilizados para metabolizar pesticidas y otros compuestos tóxicos hasta transformarlos en inofensivos. Esta metodología que utiliza agentes biológicos para limpiar el ambiente, se denomina **biorremediación**. No solo se utiliza en los agroecosistemas, sino también en la contaminación por otros elementos químicos, como los derrames de petróleo, en donde los microorganismos utilizan estos elementos para nutrirse y, de esta manera, se incorporan a los ciclos naturales.



Las vaquitas de San Antonio y algunas avispas tienen un importante rol como controladores biológicos, debido a que depredan plagas de varias especies.



Acción de bacterias utilizadas en la biorremediación.

- actividades**
- 1 Comenten cuáles son las consecuencias de la existencia de organismos considerados plagas en los agroecosistemas.
 - 2 Mencionen cuál es el método más utilizado, en la actualidad, en el control biológico de plagas y comenten en qué consiste.
 - 3 Desarrollen la importancia de la biorremediación en los ecosistemas.

¿Existen alternativas de producción agrícola más saludables para los ecosistemas?

Los agroecosistemas son ecosistemas de gran interés para los seres humanos. Gracias a ellos, obtenemos materias primas que satisfacen muchas de nuestras necesidades. Sin embargo, los agroecosistemas pueden ocasionar fuertes impactos en los ecosistemas naturales. ¿Pueden realizarse actividades agrícolas reduciendo los impactos negativos en las comunidades naturales?

LOS AGROECOSISTEMAS

Son ecosistemas en donde interviene el hombre con el fin de obtener recursos. En estos sistemas, la comunidad está compuesta especialmente por especies cultivadas o animales domesticados o criados.

● Disminución de la actividad ganadera

Desde principios del siglo XX, la región pampeana ha sido modificada hasta convertirse, prácticamente, en un agroecosistema. Sus suelos se emplearon para cultivar plantas anuales de verano, como el maíz; o invernales, como el trigo, la avena, el centeno y el lino.

LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

Busca alternativas de producción que reduzcan los impactos ocasionados por las técnicas de producción tradicional en las comunidades naturales y en la salud humana. Hasta el momento, los científicos no han logrado generar un nivel de producción que logre satisfacer las altas demandas de la sociedad.

EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

Implica la regulación de poblaciones de organismos indeseados en los agroecosistemas mediante predadores y parásitos específicos. Esta actividad reemplaza el uso de insecticidas y herbicidas perjudiciales para los ecosistemas.

LA BIORREMEDIACIÓN

Implica el uso de microorganismos obtenidos mediante ingeniería genética que metabolizan pesticidas y compuestos químicos tóxicos empleados en la producción agrícola hasta transformarlos en sustancias inofensivas.

LA SOJA

Es un cultivo muy difundido en la Argentina, que en los últimos años ha reemplazado los cultivos tradicionales de muchas regiones del país. Entre otras consecuencias, la difusión de la soja ocasionó:

- La siembra directa, basada en el control de malezas mediante un herbicida, llamado glifosato, capaz de matar la vegetación indeseada pero no la soja.
- La transformación del esquema de producción tradicional, caracterizado por un único cultivo anual, en un esquema de alternación con trigo que produce tres cultivos cada dos años.

● El control de plagas

Los seres humanos desarrollan y utilizan agroquímicos para combatir organismos indeseados en la producción agrícola. Muchos de estos productos ocasionan graves impactos negativos en los ecosistemas y en la salud de las personas.

LAS ESPECIES CLAVE

son aquellas que cumplen una función en los ecosistemas que no es realizada por otros organismos. Su eventual desaparición podría ocasionar graves impactos en el ecosistema. Los animales polinizadores son ejemplos de especies claves.

Durante la expansión agropecuaria, los cambios producidos por los seres humanos y sus actividades de producción afectaron a las especies de la región. Los organismos silvestres originales quedaron relegados a los lugares menos transformados, como los costados de los caminos y de las vías de los ferrocarriles, y también en las orillas de ríos y arroyos.

● Las especies introducidas:

Se denomina especies introducidas a aquellas que no se encuentran de manera natural en un ecosistema, sino que fueron introducidas por los seres humanos de forma intencional o por accidente. Ante la ausencia de predadores naturales, las especies introducidas pueden competir con ventaja con las especies nativas, desplazándolas.

CIENCIA CIERTA

Los beneficios de la agricultura sustentable ✓

¿Es posible hacer negocios con el carbono?

El cambio climático no solo es una amenaza para la agricultura, por los mayores riesgos de inundaciones y sequías; también puede ser una oportunidad para los productores que demuestren que sus cultivos capturan mayores cantidades de carbono y reducen las emisiones de gases que producen el efecto invernadero.

A nivel global, la agricultura es responsable del 13 % de las emisiones de carbono —cifra altamente superada por el sector energético, la industria y el transporte—, pero tiene la posibilidad de reducir el 20 % de las emisiones. Esto posibilitaría una nueva fuente de ingresos para los productores, a través del Mercado de Bonos de Carbono. Una forma de bajar las emisiones es secuestrando carbono del suelo, y esto se logra, en gran medida, con la agricultura sustentable y la siembra directa. Mediante esta técnica, el dióxido de carbono permanece en el suelo y se evitan también las pérdidas de óxido nítrico, que es otro de los gases causantes del calentamiento global. En la provincia de Alberta, Canadá, se estableció un protocolo de labranza que fija compensaciones, en dólares, para los agricultores que emplean la siembra directa y otras formas certificadas de cultivo. Los bonos acumulados son comprados por empresas del sector energético, de transporte o de la industria que tienen dificultades para bajar sus emisiones. Por ahora no es mucho el dinero que los productores consiguen por la venta de sus bonos, pero es una tendencia. ¿Llegará a la Argentina?

Adaptado de la nota "El carbono es un buen negocio", de Gastón Nefen, publicada en Clarín Rural, el 20 de agosto de 2010.

ACTIVIDADES A

- 1 Respondan: ¿les parece que daría resultado en la Argentina un plan como el que se llevó a cabo en Canadá? ¿Por qué?
- 2 Reúnanse en grupos de tres o cuatro integrantes y desarrollen un plan para fomentar la agricultura sustentable.
- 3 Expongan al resto de la clase el plan que desarrollaron. Pueden acompañarse con afiches o con un documento de PowerPoint.

NOS PONEMOS A PRUEBA

Marquen las opciones correctas.

- El período Holoceno, correspondiente al desarrollo del hombre, comenzó cuando:
 - ☐ a) se estrelló un gran meteorito en nuestro planeta.
 - ☐ b) empezaron a separarse los continentes.
 - ☐ c) finalizó la última de las eras de hielo.
- La primera revolución agrícola tuvo lugar cuando el hombre:
 - ☐ a) perfeccionó los métodos de labranza.
 - ☐ b) utilizó animales para arar.
 - ☐ c) se convirtió en sedentario para poder trabajar la tierra.
- El primer animal domesticado por los seres humanos para ser empleado como recurso fue:
 - ☐ a) la vaca.
 - ☐ b) la oveja.
 - ☐ c) el cerdo.
- Los castores que habitan en la isla de Tierra del Fuego están allí porque:
 - ☐ a) evolucionaron desde hace miles de años en ese lugar.
 - ☐ b) fueron liberados allí.
 - ☐ c) llegaron en balsas naturales impulsadas por las corrientes marinas.
- El ecosistema argentino más modificado para el cultivo es:
 - ☐ a) la región mesopotámica.
 - ☐ b) la región patagónica.
 - ☐ c) la región pampeana.
- Los agroecosistemas se consideran sistemas subsidiados porque:
 - ☐ a) el hombre introduce materia y energía a través de los agroquímicos.
 - ☐ b) los cursos de agua transportan materiales entre distintos ecosistemas.
 - ☐ c) los seres vivos mueren y se descomponen en el lugar.
- En el continente antártico, como en el resto del planeta, las actividades humanas repercuten en el ambiente. Allí se produce el mayor adelgazamiento de la capa de ozono debido a:
 - ☐ a) el NOx (óxido nítrico).
 - ☐ b) el DDT (dicloro difenil tricloretano).
 - ☐ c) el CFC (cloro flúor carbonado).
- El efecto directo del agroquímico glifosato es:
 - ☐ a) un crecimiento mayor del tamaño de las semillas de soja.
 - ☐ b) la muerte de las plantas consideradas malezas.
 - ☐ c) el desarrollo de microorganismos favorables a la producción de soja.
- La soja que se cultiva actualmente en nuestro país es resistente al glifosato. Esta resistencia se debe a:
 - ☐ a) una bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens*.
 - ☐ b) una lombriz del género *Eisenia*.
 - ☐ c) un hongo llamado *Armillaria bulbosa*.
- Existe una gran diversidad biológica en:
 - ☐ a) un cultivo de soja.
 - ☐ b) los bordes de un cultivo de soja.
 - ☐ c) un establo de ganado vacuno.
- La función de los polinizadores es:
 - ☐ a) transportar las semillas hacia lugares distantes.
 - ☐ b) transportar el polen de las partes masculinas a las femeninas de las flores.
 - ☐ c) espantar a las plagas de los cultivos.
- Las especies introducidas, como la liebre europea y la rosa mosqueta, son:
 - ☐ a) especies exóticas.
 - ☐ b) especies autóctonas.
 - ☐ c) especies en extinción.
- La planta americana conocida como teocinte es la que dio origen al:
 - ☐ a) arroz.
 - ☐ b) maíz.
 - ☐ c) trigo.
- La metodología más utilizada actualmente en el control biológico de plagas es:
 - ☐ a) la liberación inoculativa.
 - ☐ b) la aplicación progresiva.
 - ☐ c) el método de saturación.
- La biorremediación es un proceso que consiste en:
 - ☐ a) establecer cuáles son las especies que forman parte del ecosistema.
 - ☐ b) medir la cantidad de energía que circula a través de las cadenas alimentarias.
 - ☐ c) utilizar organismos para limpiar un ecosistema.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La categorización de los bosques nativos

En los últimos 80 años, la Argentina perdió el 70 % de sus bosques nativos, los cuales han sido transformados en campos de cultivo y pasturas para el ganado. Esta alarmante situación se contraponen a una realidad que no podemos ignorar: con el constante aumento de la población global, producir alimentos es tan importante como conservar la biodiversidad. En un intento por armonizar ambos objetivos, en diciembre de 2007, el gobierno nacional sancionó la ley 26.331 que obliga a las provincias a identificar sus bosques y, sobre la base de diez criterios, decidir si pueden ser modificados o deben ser conservados sin alteración.

Para saber más al respecto, realicen la siguiente investigación.

Objetivos:

- Conocer si la provincia en donde viven ha cumplido con el mandato de la ley 26.331 y estimular formas de participación cívica.

Fuentes de información:

Ley nacional y provincial, páginas de internet y boletines informativos de organizaciones ambientalistas, etcétera.

TIC <http://>

Pueden recurrir a páginas de Internet de organizaciones oficiales y de organizaciones no gubernamentales (ONG) relacionadas con el tema.

<http://www.greenpeace.com/>

<http://www.wwf.es/>

<http://www.bioparques.org/>

Las leyes nacionales pueden encontrarlas en:

<http://www.infoleg.com.ar/>

Procedimiento:

- Busquen en Internet la ley 26.331 y analicenla teniendo en cuenta la siguiente guía:
 - a) ¿Cuáles son los diez criterios de sustentabilidad que establece para categorizar los bosques nativos?
 - b) ¿Cuáles son las tres categorías posibles para los bosques? ¿Qué actividades están permitidas en cada una de ellas?
 - c) ¿Cómo resuelve la ley el hecho de que muchos de los bosques que deben conservarse estén en propiedades privadas y, por lo tanto, su conservación perjudica al dueño?
 - d) ¿Cuándo se vence el plazo de las provincias para finalizar el ordenamiento territorial?
- Analicen el documento de ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN) de la provincia en la que viven y respondan:

- a) ¿Utiliza los diez criterios fijados en la ley nacional para categorizar los bosques?
 - b) ¿El OTBN ayudará a conservar bosques nuevos, es decir, que no sean áreas protegidas ni bosques en las riberas de los ríos, que ya están protegidos por otras leyes?
3. A partir de lo que investigaron, conversen entre todos si les parece que los bosques provinciales están adecuadamente protegidos de la actividad humana. Consulten en Internet las opiniones más difundidas sobre el tema.

Divulgación:

4. Redacten una carta a sus representantes (diputados y senadores provinciales) manifestando su opinión sobre este tema. Tengan en cuenta que la nota puede ser tanto de apoyo como de crítica a lo realizado.
- Si la provincia en que viven aún no ha realizado el OTBN, pueden analizar el documento de una provincia vecina, de la misma ecorregión. En este caso es particularmente importante que envíen las notas a sus representantes exigiendo la realización del ordenamiento.

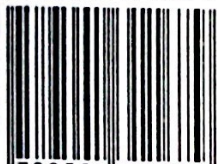


BIOLOGÍA PARA PENSAR

Intercambios de materia y energía de los sistemas
biológicos: de la célula a los ecosistemas



CC 29011017
ISBN 978-950-13-1167-9



9 789501 311679

Kapelusz
norma