Intégralo

Ciencias Naturales

9



Comunicación y Lenguaje
Ciencias Sociales
Matemáticas
Ciencias Naturales

PIEDRASANTA

educar

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 1 4/09/23 3:00 p. m.

Intégralo Ciencias Naturales es una obra colectiva concebida, diseñada y creada por el departamento editorial del Grupo Editorial Educar S.A. a partir del fondo editorial del grupo Educar, bajo la dirección de Luz Dary Hemelberg Rojas.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Ciencias Naturales

Brayan Sneider Saavedra Valbuena , Brigithe Tatiana Ortiz Sanabria, Ana María Cortés Clavijo, Luis Eduardo Castañeda Moreno, Rubén Acevedo Valenzuela, Santiago Antonilez Cortés, Ana María Trujillo Ortegón, Lorena Jidiby Sosa Hernandez

Contextualizador para Guatemala: Nelson Emanuel Cún Bálan
Autoría de Historia, Geografía y Formación Ciudadana: Irene Piedrasanta
Autoría de Expresión artística: Yesenia Hernández Esteban
Coordinación de contextualización y recopilación de proyectos Guatemala: Daniel Caciá

Equipo Editorial

Dirección general editorial: Luz Dary Hemelberg Rojas

Editores: Alejandro Cano, Sara Sarmiento, Luisa Rincón, Jorge Galindo, León Montoya, Ana María Archila, Esteban Forero, Edgar Josué Malagón, Esteban González
Revisión técnica: Alvaro Rafael Campuzano Pineda, Ángela María Martínez Simbaqueba, William Mauricio Buitrago Parra, Carolina Herrera Farfán, Ángela María Martínez Simbaqueba
Revisión técnica, equidad de género y adecuación a la diversidad cultural: Manuel Neftalí Riveros Grajales
Editores de calidad: María Claudia Torres Gil, Sergio Muñoz, Clara Galindo, Cindy Lorena Roa Devia, Nhora Parra
Corrección de estilo: Karen Grisales, Julián León, Sonia Esperanza Bravo Ojeda, Egna Libi Márquez Lancheros, Manuela Fajardo, María José Díaz Granados, Alejandro Cuervo Bojacá, Carolina Salazar Mora, Beatriz Román Campos.
Coordinador de diseño: Edison Andrés Quiñones Jiménez
Diseño: Magda Lorena Morales Sánchez
Diseño de carátula, diseño de páginas interiores: Sthefania Quintero, Claudia Paola González, Edison Quiñones, Ana María Páez
Diagramación: Zulma Hendez, Miguel Guzmán, Edison Quiñones, Jorge Eduardo Leon, Iván Ramirez, Camilo Bautista, Sthefania Quintero, Evely López, Claudia Gonzalez, Mayerlini Bohorquez, María Galindo, Jenny Sánchez, Nórida Ramírez, Ana Melo, Ana Páez, Jorge Barrera, Leidy Aldana, Fabby Torres, Adriana Páez, David Rengifo, Cristina Galindo, Fabián Alba Pereira, Adriana Páez, Fabby Albeiro Torres V., Adriana Páez, Myriam Stella Mora, Nancy Agudelo.
Ilustración: Germán Uriel Gutiérrez Castrillón.
Documentación: Nelson Mendoza, Natalia Herrera, Jorge Rodríguez, Agustín Mena.
Apoyo documentación gráfica: Jenny Dorado, María Ceballos.
Laboratorio: Colegio Santa Luisa, Bogotá. Beryeni Rodríguez (Rectora), Yamile Monsalve (Subdirectora Académica), Lizeth Bernal (Licenciada en Biología)
Producción: Fabby Albeiro Torres Velásquez

© 2023 Educar Editores S. A.

ISBN libro: 978-958-05-2272-0

Primera impresión 2024

Depósito legal en trámite

Autopista Medellín km 3.4 - Vía Bogotá - Siberia, Centro Empresarial Metropolitano - Edificio CEN Piso 4. Bogotá, D. C., Colombia. PBX: 8 764300 www.educar.com.co - Facebook: Grupo Editorial Educar - Twitter: @EducarEditores

Impreso en Guatemala.

Todos los derechos reservados. Esta obra no puede ser reproducida, ni archivada o transmitida total o parcialmente, por medio alguno sin autorización escrita de la Editorial.

Intégralo cuatro áreas es una propuesta pedagógica del **Grupo Editorial Educar** y de la **Editorial Piedrasanta** para los grados de secundaria, que incluye la posibilidad de que se armen los integrados de acuerdo con las áreas de interés de cada institución en un sólo texto, las cuatro áreas básicas.

- **Comunicación y Lenguaje**
- **Matemáticas**
- **Ciencias Naturales**
- **Ciencias Sociales**

Comunicación y Lenguaje



En esta área, los contenidos y las actividades están orientados a desarrollar en los estudiantes competencias para:

- Expresarse correctamente con el fin de comunicar ideas, sentimientos y opiniones e interactuar con otros seres de su entorno.
- Comprender y producir textos verbales y no verbales que respondan a diferentes situaciones de comunicación.
- Participar de manera constructiva y crítica en cualquier contexto comunicativo.

Matemáticas



En esta área, los contenidos y las actividades están orientados a desarrollar en los estudiantes competencias para:

- Manejar procedimientos y algoritmos matemáticos, y conocer cómo, cuándo y por qué usarlos.
- Formular, plantear, transformar y resolver problemas a partir de situaciones de la vida cotidiana.
- Utilizar diferentes registros de representación y sistemas de datos para expresar ideas matemáticas.

Ciencias Naturales



En esta área, los contenidos y las actividades están orientados a desarrollar en los estudiantes competencias para:

- Conocer, valorar y cuidar el entorno natural.
- Formar parte activa y responsable en la conservación del planeta.
- Aproximarse al conocimiento científico mediante la observación de diferentes fenómenos del entorno.

Ciencias Sociales



En esta área, los contenidos y las actividades están orientados a desarrollar en los estudiantes competencias para:

- Apropiarse de los conceptos propios del área para comprender la realidad.
- Interpretar y comprender hechos sociales con el fin de promover la convivencia pacífica.
- Asumir una posición crítica y ética frente a las injusticias sociales.

Conoce tu libro de Ciencias Naturales

Hipertextos: textos transversales que enriquecen el proceso de aprendizaje.

Glosario

Define conceptos específicos que se requieren a lo largo de la unidad.

Ecología

Amplía información acerca del cuidado del medioambiente y promueve la conciencia ambiental.



Tecnología

Brinda información de contexto que puede comprenderse con cierta profundidad gracias a los conceptos aprendidos en la unidad.

Salud

Amplía los conocimientos mediante información de contexto que se refiere a los avances en la medicina y en la comprensión del cuerpo humano.

Explora tu entorno

Se proponen actividades en las que el estudiante debe interactuar con su entorno para que, de esta forma, pueda reafirmar los conceptos mediante la experimentación y la observación de fenómenos específicos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 4 4/09/23 3:00 p. m.

Aprendo

Sección enmarcada en el saber y el saber hacer, requeridas por el Currículum Nacional Base.



Aplico mis conocimientos

Incluye actividades y preguntas enfocadas a desarrollar competencias que son requeridas en pruebas nacionales e internacionales.



Proyecto ambiental

Esta sección plantea actividades que complementan el conocimiento adquirido en la unidad. Busca fomentar el compromiso personal con la vida, establecimiento de relaciones positivas con el entorno. De esta forma, se presenta como una introducción al tema, seguida de una actividad enfocada en el desarrollo de los Proyectos Ambientales Escolares.



Laboratorios

Sección para que el estudiante experimente y aplique los conocimientos adquiridos y, de esta manera, se acerque al conocimiento de forma natural.



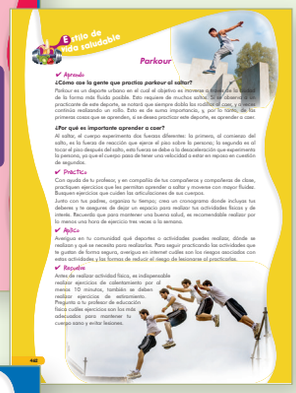
Educación sexual

Su objetivo es brindar a los estudiantes la información necesaria para tomar decisiones responsables acerca de su cuerpo y de su sexualidad. Se busca fortalecer el conocimiento de los derechos humanos, sexuales y reproductivos.



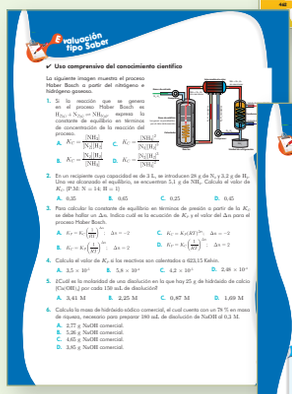
Estilos saludables de vida

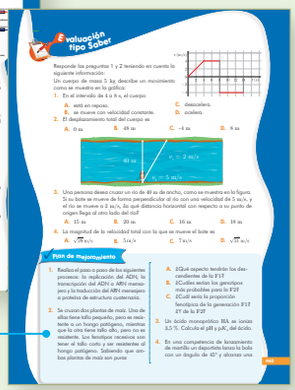
Se busca que los estudiantes adopten actitudes necesarias para el cuidado de su salud física y mental.



Evaluación

La evaluación aparece en todas las unidades. Se realizan preguntas que ayudan a los estudiantes a fortalecer las competencias y habilidades que evalúa la prueba nacional sobre los temas vistos en cada unidad.





Plan de mejoramiento

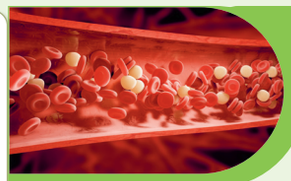
Es una sección que recoge preguntas sobre las temáticas complejas vistas en las anteriores unidades. Se presenta únicamente en la unidad final de cada área del conocimiento.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 5 4/09/23 3:01 p. m.

Contenido

Entorno vivo

Unidad 1

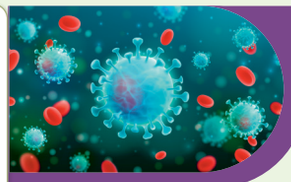


El dogma central

El flujo de la información genética **9**
Los ácidos nucleicos **10**
El ADN **11**
La doble hélice **12**
La ley de Chargaff **13**
El ARN **14**
Aplico mis conocimientos 16
Replicación **17**
Transcripción **18**
Traducción **20**
Genética **23**
Los cromosomas **28**
Aplico mis conocimientos 30
Proyecto ambiental:
El cambio climático 31
Proyecto de educación sexual:
El embarazo precoz y el aborto 32
Evaluación **33**

Entorno vivo

Unidad 2



La evolución de los seres vivos

La teoría evolutiva **35**
El viaje del Beagle **38**
Microevolución **40**
Macroevolución **46**
Evidencias de la evolución darwiniana **49**
Aplico mis conocimientos 52
Proyecto ambiental:
Activismo y participación política ambiental 53
Estilos de vida saludable:
Alimentación saludable 54
Evaluación **55**

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 6 4/09/23 3:01 p. m.

Entorno físico

Unidad 3



Equilibrio químico y acidez

Disoluciones **54**

Aplico mis conocimientos 62

Equilibrio químico **63**

Aplico mis conocimientos 67

Ácidos y bases **68**

Aplico mis conocimientos 74

Laboratorio:
Coeficiente de fricción estático 75

Proyecto educación sexual:
Los métodos de planificación y las relaciones tde pareja 76

Prueba tipo Saber **77**

Entorno físico

Unidad 4



Cinemática y leyes de Newton

Vectores **79**

Aplico mis conocimientos 83

El movimiento **84**

Aplico mis conocimientos 86

Movimiento acelerado en dos dimensiones. 90

Aplico mis conocimientos 94

Laboratorio:
Coeficiente de fricción estático 95

Estilo de vida saludable:
Parkour 96

Prueba tipo Saber **97**

Bibliografía 98

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 7 4/09/23 3:01 p. m.

Unidad 1

El dogma central

La realeza no para de sangrar

Entorno vivo

La reina Victoria I de Inglaterra, más allá de haber sido una gran monarca durante el siglo XIX, es conocida y recordada por ser la portadora inicial de la llamada **enfermedad de la realeza** y por ser la responsable de que esta enfermedad traspasara fronteras hacia España, Rusia y Alemania. La enfermedad de la realeza o la hemofilia, como es conocida hoy en día, es una enfermedad genética recesiva ligada al cromosoma X que ocasiona un trastorno de coagulación produciendo hemorragias internas o externas que pueden causar la muerte. Esto sucede debido a que se genera un déficit del factor VIII de coagulación para la hemofilia A, y un déficit del factor IX de coagulación para la hemofilia B, que impide la correcta coagulación de la sangre.

Aunque no se sabe a ciencia cierta cómo fue que la reina Victoria se convirtió en portadora de esta enfermedad, la hipótesis más acertada de este caso es la aparición de una mutación de Novo (un gen que aparece por primera vez en una familia) en su genoma. De los 9 hijos que tuvo Victoria, 2 hijas (Beatrice y Alice) fueron portadoras, mientras que Leopoldo nació con la enfermedad. De forma que, de la unión matrimonial de sus hijos con diferentes personas de las antiguas familias europeas, dieron paso a que siete de sus nietos heredaran la mutación genética, entre ellos 4 varones contrajeron la enfermedad y 3 mujeres nacieron como portadoras. Asimismo, de la descendencia de sus nietos, nacieron 6 de sus bisnietos varones con esta enfermedad. Gracias a esto, se puede ver cómo la hemofilia se extiende por varias generaciones y dinastías europeas al momento de que sus hijas y nietas contrajeron matrimonio y generaron descendencia.



Preguntas de científicos naturales

- ¿Por qué varios animales como los gatos o los perros tienen varios colores en su pelaje?
- ¿Si mi papá tiene los ojos azules y mi mamá los tiene verdes, yo puedo tener ojos cafés?
- ¿Puedo crear un clon a partir de mí mismo?

Indicadores de logro propuesto por el CNB

- Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.

Aprendo

El flujo de la información genética

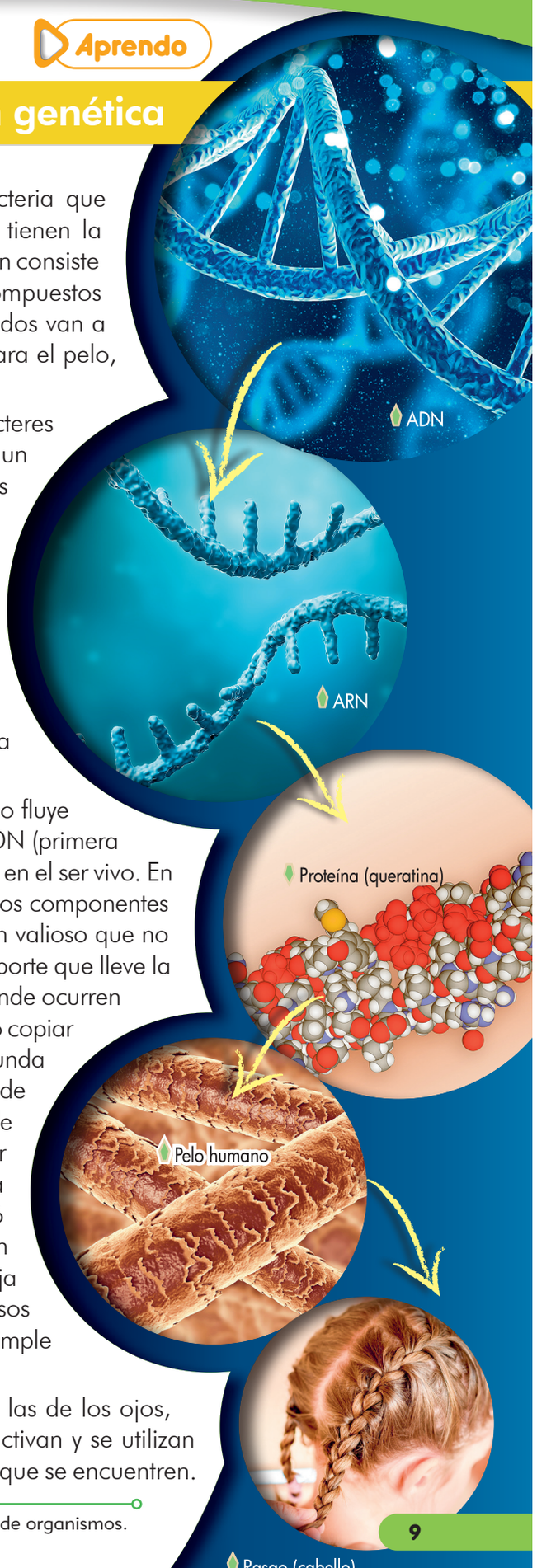
Todos los seres vivos sobre el planeta, desde la bacteria que no hemos descubierto hasta la arquea más primitiva, tienen la información genética guardada en el ADN. Esta información consiste en una organización específica de cuatro o cinco tipos de compuestos que dependiendo del orden en el que se encuentren alineados van a representar el color de los ojos, la estatura, una proteína para el pelo, y cualquier otro de la lista casi infinita de caracteres.

El contenido del ADN, para que logre crear caracteres determinados de la célula o del cuerpo del ser vivo, pasa por un proceso en el que la información genética fluye por distintas etapas llamado **dogma central de la biología**. Lleva su nombre, ya que su generalización en los seres vivos del planeta es tan grande, que se asume que todos ellos sufren el mismo proceso.

Las etapas del dogma central de la biología son: la **replicación** del ADN, la **transcripción** del ADN en ARN, la **traducción** del ARN a proteína y la **expresión de los caracteres**. A lo largo de la unidad se explica individualmente cada paso.

En las imágenes al costado se encuentra un ejemplo de cómo fluye la información genética para crear el cabello. Inicia con el ADN (primera imagen), la molécula que contiene las instrucciones para todo en el ser vivo. En él se encuentra una región específica encargada de generar los componentes del cabello como, por ejemplo, la queratina. Este ADN es tan valioso que no puede salir del núcleo celular, por lo que debe haber un transporte que lleve la información del ADN, mas no el ADN, hacia el citoplasma donde ocurren los demás procesos. El encargado de realizar la transcripción o copiar la información del ADN e ir al citoplasma es el **ARN** (segunda imagen). Ya con la información en el citoplasma en forma de ARN, unos organelos llamados **ribosomas** se encargan de leer esta información y, siguiendo las instrucciones, construir la **proteína** que se ordenó desde el ADN, en este caso, la queratina (tercera imagen). Esta nueva proteína que se creó se une junto con muchas otras como ella, así como con otras moléculas también fabricadas, para formar la compleja estructura de un cabello. Imagina todos los complejos procesos que debe haber para crear cada uno de los rasgos de una simple célula y de un cuerpo entero como el nuestro.

Todas las células del cuerpo, desde las del páncreas hasta las de los ojos, tienen exactamente el mismo ADN. Sin embargo, solo se activan y se utilizan aquellas regiones del ADN que se necesiten en el lugar en el que se encuentren.



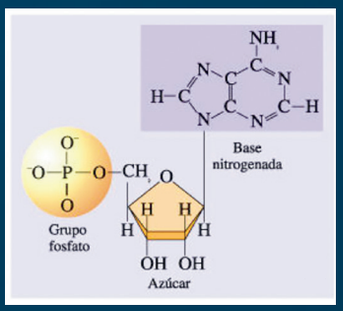
Desempeño: • Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 9 4/09/23 3:01 p. m.

Los ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos son **macromoléculas** biológicas presentes en las células de los seres vivos y en los virus. En los eucariotas, estas macromoléculas se encuentran en el **núcleo celular**, mientras que en los procariotas se encuentran en el **nucleoide**. Los ácidos nucleicos fueron descubiertos por Johan Friedrich Miescher a finales del siglo XIX cuando aisló una sustancia ácida que se hallaba en el núcleo de diferentes células. A esta sustancia la denominó **nucleina**, una sustancia rica en nitrógeno, carbono, hidrógeno, oxígeno y fósforo. Años después, la nucleina fue fragmentada en un componente proteico y en un grupo prostético, el cual por ser ácido recibió el nombre de **ácido nucleico**.

Los ácidos nucleicos resultan de la polimerización de monómeros de **nucleótidos** y pueden ser de dos tipos: **ácido ribonucleico** como el ARN que dirige las etapas de la síntesis de proteínas y **ácido desoxirribonucleico** como el ADN que codifica toda la información genética de las células. Las principales funciones de los ácidos nucleicos son el almacenamiento y transcripción del material genético para la replicación celular y la síntesis de hormonas, proteínas, enzimas y demás sustancias al interior de la célula.

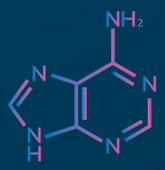


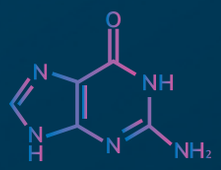
Estructura de una molécula de ácido nucleico o también llamado **nucleótido**.

Los nucleótidos

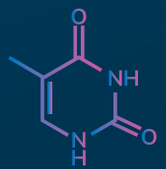
Son los monómeros que constituyen los ácidos nucleicos y se componen de un **azúcar** (**ribosa** en el ARN o **desoxirribosa** en el ADN) unido a un **grupo fosfato** y una **base nitrogenada**. Las bases nitrogenadas pueden ser púricas cuando son derivadas de la purina y pirimidínicas cuando son derivadas del anillo de la pirimidina.

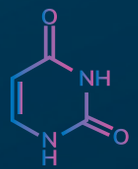
Purinas

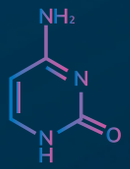

Adenina


Guanina

Pirimidinas


Tiamina


Uracilo


Citosina

Las bases empleadas en el ADN son la guanina (G), adenina (A), timina (T) y citosina (C). Mientras que, en el ARN, la base uracilo (U) ocupa el lugar de la timina.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 10 4/09/23 3:01 p. m.

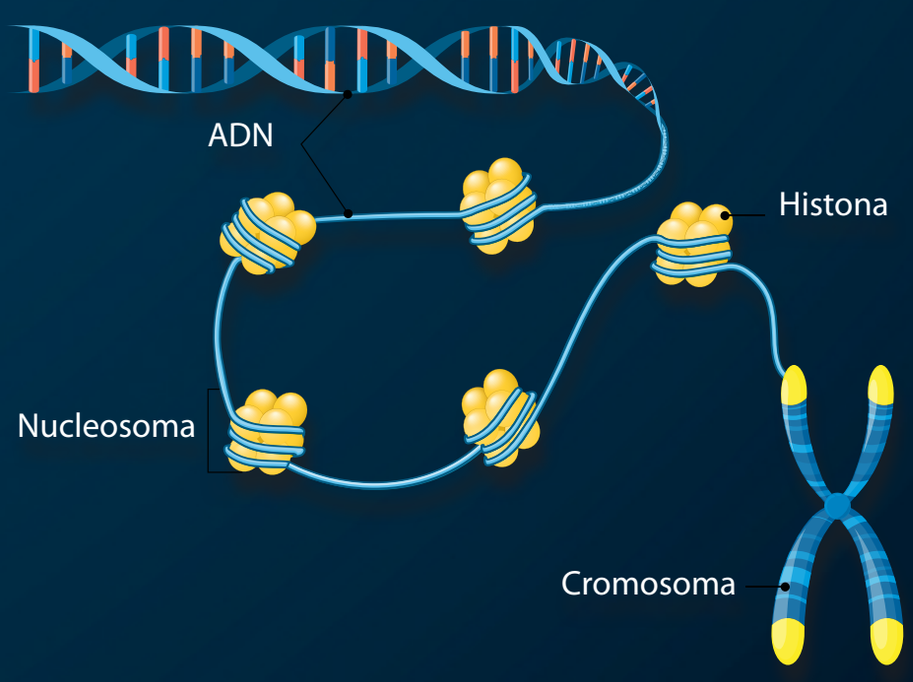
El ADN

El **ADN** o **ácido desoxirribonucleico** es una molécula que contiene la información genética de los seres vivos y hace que cada especie sea única. Asimismo, el ADN contiene las instrucciones para la síntesis de las proteínas de cada organismo. En los organismos eucariotas como los animales, plantas y hongos, el ADN se encuentra dentro del núcleo, mientras que en los organismos procariotas como las bacterias y las arqueas el ADN se encuentra disperso en el citoplasma

El ADN está conformado por varias unidades de **nucleótidos** que contienen una desoxirribosa (un azúcar), uno de los cuatro tipos de bases nitrogenadas, ya sea timina (T), adenina (A), citosina (C) o guanina (G) y un grupo fosfato. Para formar una hebra de ADN, los nucleótidos se unen formando cadenas mediante la unión de los grupos fosfato y los azúcares.

El ADN está organizado estructuralmente en **cromosomas** y a nivel funcional se organiza en **genes**, los cuales se caracterizan por codificar las características físicas específicas de los organismos. Las **histonas** son proteínas que se encargan de empaquetar el ADN en forma de cromatina y cromosomas, y de regular el metabolismo del material hereditario. Para esto, el ADN es empaquetado en varios **nucleosomas**, los cuales están formados por un octámero de histonas y una hebra de ADN de aproximadamente 150 pares de bases que dan 1,7 vueltas alrededor del octámero, con el fin de crear una estructura compacta que dé paso a la estructuración del material genético en cromosomas. En el caso de los humanos, el genoma está conformado de 3 000 millones de bases y 20 000 genes organizados en 23 pares de cromosomas.

Estructura del material genético

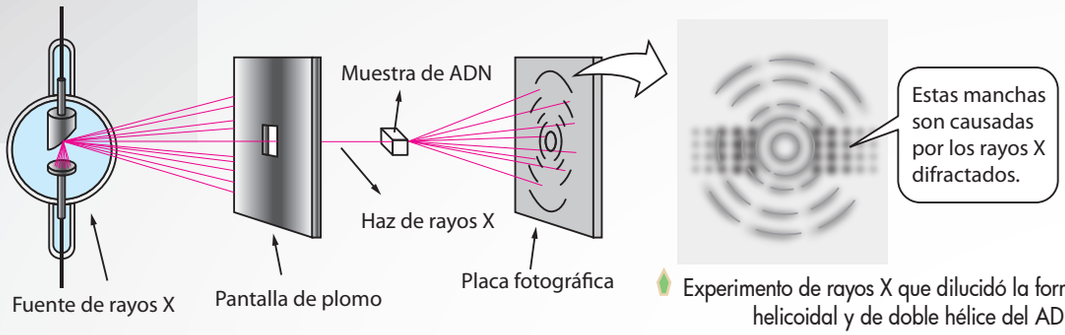


- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 11 4/09/23 3:01 p. m.

La doble hélice

Por muchos años se creyó que el ADN era una molécula sencilla, de menor complejidad y con una amplia variedad de formas. Sin embargo, no fue hasta 1953 que se descubrió la importancia y la estructura del ADN como portador de la información genética, gracias a la labor de **Rosalind Franklin**, **James Watson**, **Francis Crick** y **Maurice Wilkins**. Estos científicos descubrieron que la estructura del ADN consistía en una doble hélice mediante la difracción de rayos X del ADN y la construcción de modelos hipotéticos.



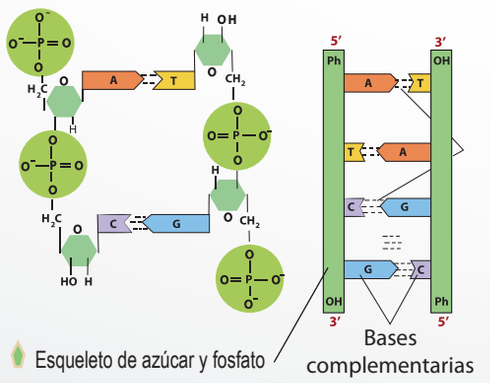
Experimento de rayos X que dilucidó la forma helicoidal y de doble hélice del ADN.

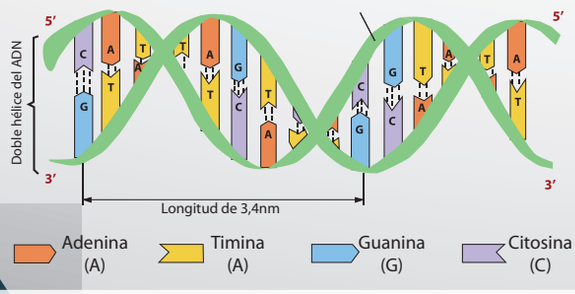
La principal característica de la doble hélice del ADN es su estructura helicoidal de dos hélices conectadas entre sí por medio de las bases nitrogenadas así:

- La adenina (A) y la timina (T) se enlazan entre ellas.
- La guanina (G) y la citocina (C) se enlazan entre ellas.

Asimismo, Las hélices del ADN no son idénticas, sino complementarias y antiparalelas, es decir, las dos hebras están orientadas en sentidos opuestos, siendo una de ellas en el sentido 5′ 3′ y la otra en el sentido 3′ 5′.

La estructura de doble hélice del ADN facilita que la molécula se copie a sí misma durante la división celular, ya que, al separarse temporalmente las dos hebras, permite que una de ellas sea plantilla para que la maquinaria de replicación actúe y produzca un ADN idéntico al original.





Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 12 4/09/23 3:01 p. m.

Ley de Chargaff

La ley de Chargaff establece que **la cantidad de adenina (A) de un ADN es igual a la cantidad de timina (T)**. De igual manera, **hay igual cantidad de guanina (G) que de citosina (C)**. Es decir, el número total de purinas es igual al número total de pirimidinas (A+G=C+T). Esto debido a la complementariedad de las bases nitrogenadas, las cuales nunca se encuentran sin su respectivo par.

Cada genoma de cada ser vivo sobre la Tierra cumple esta regla. Sin embargo, todos tienen una proporción distinta de uniones AT y uniones CG en su genoma. Los organismos procariotas, los virus y las plantas y animales inferiores predominan las uniones CG, mientras que en las plantas y animales superiores predominan las uniones AT. Esto podría indicar que la evolución tiende a desarrollar más enlaces AT que CG conforme avanza la complejidad de la vida. ¿A qué se debe esta drástica distinción entre ambos tipos de enlaces? ¿Cuales son sus consecuencias en el organismo? Aún no se tiene información de las causas de esta distinción.

La relación entre uniones AT y uniones CG varía entre cada especie de ser vivo, e incluso entre cada individuo, de tal manera que se crea una **huella digital** para los seres vivos. Después de secuenciar los genomas completos de algunas especies se puede identificar cuánta parte de su ADN es de enlaces adenina-timina y cuánta parte es de enlaces citosina-guanina. Observa la ligera diferencia en los porcentajes de un organismo modelo procariota (*Escherichia coli*) y los organismos eucariotas.

SER VIVO	TIPO	PORCENTAJE DE ENLACES AT	PORCENTAJE DE ENLACES GC
Humano	Eucariota	59.3 %	40.7 %
Rata		57 %	42.9 %
Pulpo		64.8 %	35.2 %
Saltamontes		58.6 %	41.2 %
Maíz		54.0 %	46.1 %
Bacteria *Escherichia coli*	Procariota	48.3 %	51.7 %

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 13 4/09/23 3:01 p. m.

El ARN

Glosario

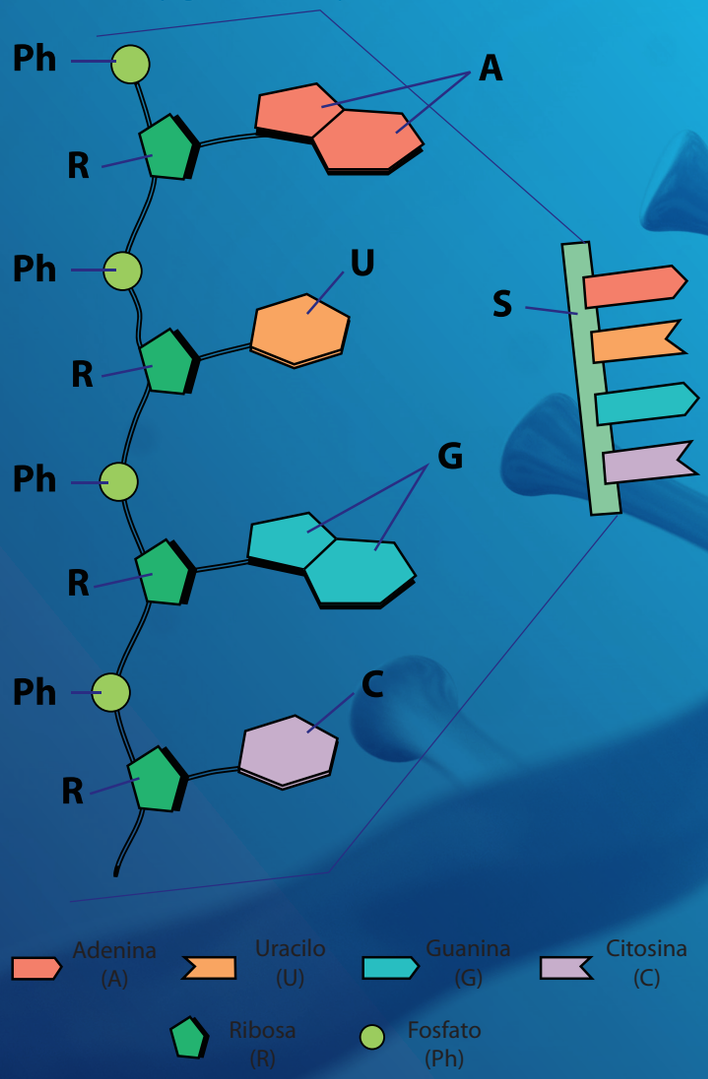
El origen del ARN: la hipótesis del mundo del ARN propuesta por Carl Woese y Leslie Orgel, plantea que las formas de vida primitivas pudieron haber utilizado el ARN para almacenar el material genético. Asimismo, se propone que la vida en la Tierra surgió gracias a la actividad del ARN y su posterior desarrollo en una membrana celular, convirtiéndose así en la primera célula procariota, dando paso a nuevos organismos celulares y al desarrollo de los virus.

Salud

Varias irregularidades en el funcionamiento del ARN están asociadas a las enfermedades neurodegenerativas. Un ARNm específico producido en la corteza prefrontal del cerebro defectuoso por su región CAP, su cuerpo o su cola poli-A, al llegar al ribosoma, generará una proteína disfuncional o incorrecta. Esto genera cúmulos de proteínas inútiles o tóxicas que desembocan en un cuadro clínico de Parkinson, Alzheimer, entre otros. De igual manera, diversas enfermedades ocurren cuando algún otro tipo de ARN es defectuoso.

El ARN, o ácido ribonucleico, es el otro tipo de ácido nucleico. Es una molécula compuesta por **una sola hebra** en sentido 5'- 3' de nucleótidos formados por una ribosa (azúcar), un grupo fosfato y una de las cuatro bases nitrogenadas: citosina, (C) adenina (A), guanina (G) o uracilo (U). Este último sustituye a la timina que se encuentra en el ADN. El ARN, al igual que el ADN, se encuentra en el núcleo de las células eucariotas y en el citoplasma de las células procariotas. Además, algunos virus no poseen ADN y el ARN cumple las veces de material genético principal.

El ARN, junto con los ribosomas, son los encargados de producir todas las proteínas de los seres vivos. Si bien el ADN contiene la información para generar estas proteínas, el ARN transcribe esta información de un modo que los ribosomas puedan entenderlo y generar las proteínas.



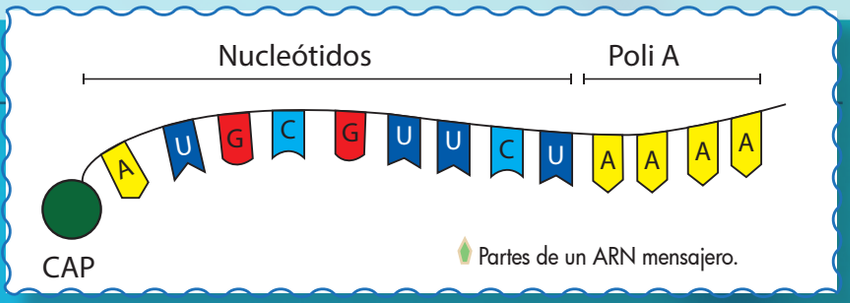
Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 14 4/09/23 3:01 p. m.

Tipos de ARN

Existen muchos tipos de ARN. Varios de ellos intervienen en la producción de proteínas, mientras que otros regulan la expresión de los genes o cumplen funciones similares a proteínas. Esto hace del ARN un ácido nucleico mucho más versátil que el ADN. Los tres tipos de ARN implicados en la síntesis de proteínas son el **ARNm**, el **ARNt** y el **ARNr**.

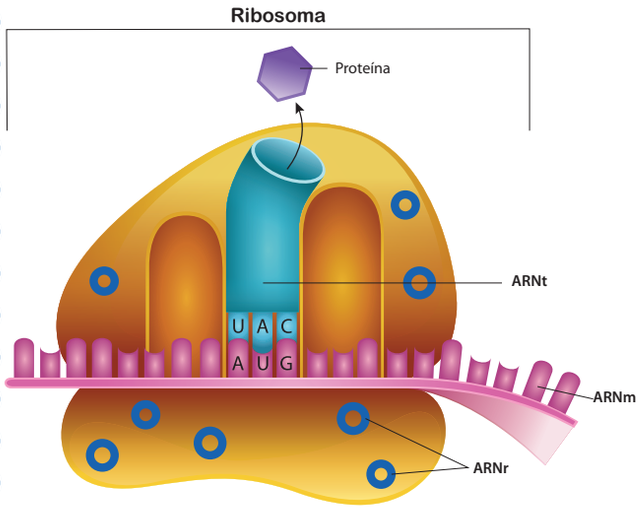
ARNm o **ARN mensajero:** este ARN representa el 5 % del ARN total en una célula. Su principal función es transcribir la información del ADN y sacarla del núcleo celular. En el citoplasma, el ARNm lleva la información a los ribosomas, encargados de crear las proteínas a partir de las instrucciones del ADN. Para que esta molécula soporte las condiciones agitadas del interior celular y no se dañe o modifique en su viaje, cuenta con una estructura en su extremo 3′ llamada **cola poli-A**. Esta es una sección removible de adeninas en serie que evita que la molécula reaccione con cualquier otra cosa diferente a un ribosoma. Además, en el otro extremo, en el 5′, tiene una región llamada **caperuza** o **CAP**, cuya función es adherirse exclusivamente a los ribosomas. Dos estrategias que demuestran la importancia de este tipo de ARN. Realizando una analogía, el ARNm es la información que un computador (ADN) envía a una impresora (ribosoma) para que esta imprima los documentos (proteínas).



Partes de un ARN mensajero.

ARNr o **ARN ribosomal:** es el ARN más abundante, ya que representa el 80 % del ARN total de la célula. Son porciones de ARN que, junto con las proteínas, forman la estructura física o el esqueleto de los ribosomas. Siguiendo la analogía anterior, el ARNr haría parte de la carcasa de plástico que conforma la impresora.

ARNt o ARN de transferencia: el ARNt, al igual que el ARNr, también se encuentra en los ribosomas. Sin embargo, el ARNt es el motor del ribosoma encargado de sintetizar las proteínas. Cuando el ARNm llega a un ribosoma con la información necesaria para fabricar una proteína, el ARNt se encarga de leer estas instrucciones y construir aminoácido por aminoácido, a la proteína. Siguiendo la analogía anterior, el ARNt sería el motor y la tinta de la impresora.



- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 15 4/09/23 3:01 p. m.



Aplico mis conocimientos

✔ Uso comprensivo del conocimiento científico

1. ¿Cuál es la principal diferencia entre las bases púricas y las bases pirimídicas?

2. ¿Cuáles son las evidencias que apoyan la presencia de una doble hélice del ADN?

3. ¿Por qué el ARN está compuesto de solo una hebra? ¿Crees que esto representa alguna ventaja evolutiva para los seres vivos?

4. ¿De qué están hechos el ADN y el ARN?

5. Se secuenció el genoma completo del ornitorrinco y, con su genoma, se desea saber la cantidad aproximada de cada tipo de nucleótido. Los científicos contaron 50 millones de adeninas y 20 millones de citosinas. La cantidad de timinas y guaninas, por Ley de Chargaff, debería ser entonces:

   A. 20 millones de timinas y 50 millones de citosinas.
   B. 70 millones de timinas y citosinas en conjunto.
   C. 50 millones de timinas y 20 millones de citosinas.
   D. Es necesario contar la cantidad de una de las dos, timinas o citosinas, para saber la cantidad del restante.

6. Una célula tiene un mal funcionamiento en la generación de ciertas proteínas debido a que la información para su fabricación, que se encuentra en el núcleo celular, no está llegando a los ribosomas. ¿Cuál tipo de ARN debe ser el responsable de esta falla?

   A. ARNt o de transferencia.
   B. ARNm o mensajero.
   C. ARNn o nuclear.
   D. ARNr o ribosomal.

✔ Indagación

7. Mira el video de YouTube llamado *LA CROMATINA* del canal **Biología y Ciencia**, publicado el 17 de agosto de 2015, y responde las siguientes preguntas:

   a. ¿Qué unidades conforman un nucleosoma?
   b. ¿Cuál es la función de un proteína histónica o histona?
   c. ¿Qué es la cromatina?
   d. ¿En qué momentos de la vida celular los cromosomas son visibles y están armados? ¿Cuándo no lo están?

8. Realiza una investigación sobre la hipótesis del mundo del ARN y la hipótesis de las arcillas, y enfatiza en los argumentos y evidencias en contra y a favor de cada una de ellas. Luego discute con tus compañeros de clase si crees que el mecanismo planteado en alguna de estas hipótesis pudo dar origen a la vida. Posterior a esto, responde: ¿existen otras hipótesis o teorías sobre el origen de la vida?, ¿cuáles?

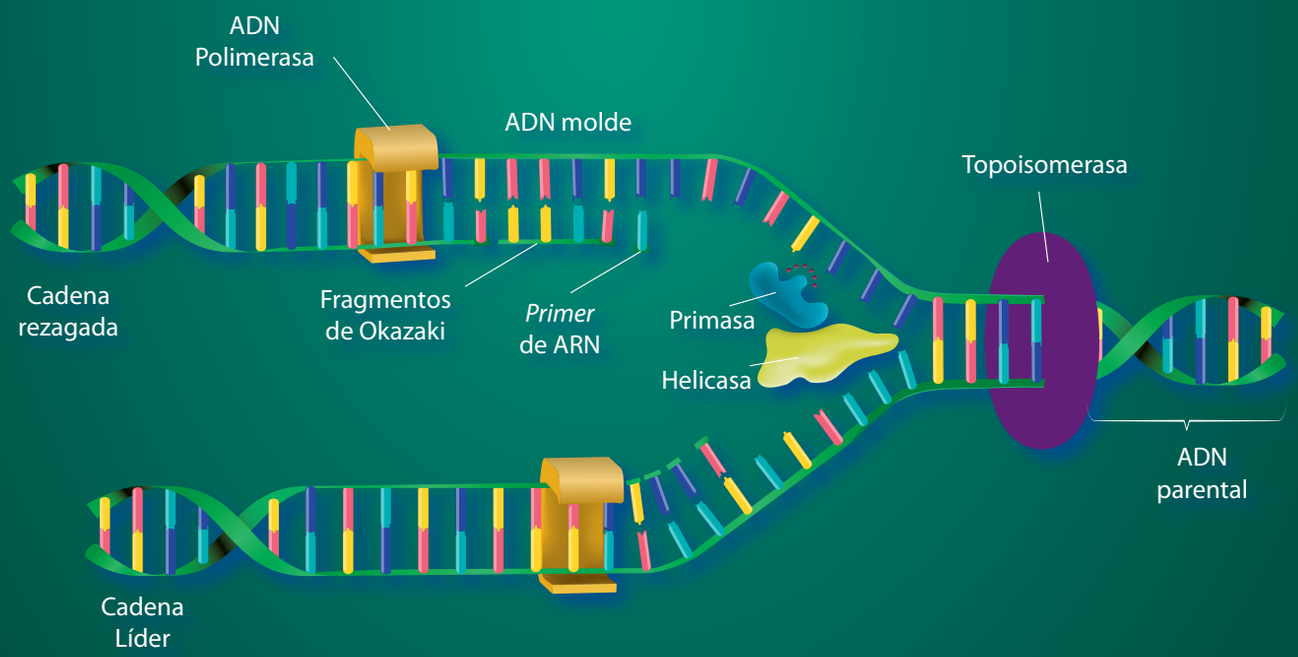
Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 16 4/09/23 3:02 p. m.

Replicación

La **replicación** es el proceso en el cual el ADN se duplica para la división celular. Cuando una célula realiza mitosis o meiosis debe dar origen a dos células hijas con el mismo material genético de la madre, y para ello requiere que todo el ADN se duplique.

Este proceso inicia con la separación de las dos hebras del ADN gracias a la acción de la proteína **helicasa**. Este rompimiento genera una tensión física en el resto de la cadena que la **topoisomerasa** alivia para evitar daños en el resto del ADN. Conforme se abre el ADN, se empieza a formar un área conocida como **burbuja de replicación** en donde entrará la maquinaria copiadora. La proteína llamada **ADN polimerasa 3** se encargará de unir los nucleótidos nuevos y crear las nuevas hebras. Los nucleótidos nuevos, también llamados ***primers* de ARN**, son fabricados por la proteína **primasa**. Cuando se separa el ADN quedan sus dos hebras separadas que reciben el nombre de **cadena líder** y **cadena rezagada**; teniendo en cuenta que la polimerasa solo puede recorrer el ADN en una sola dirección, de 5′ a 3′, la diferencia entre las hebras radica en que en la cadena líder la polimerasa une los nucleótidos sin parar (de izquierda a derecha en el gráfico), mientras que en la cadena rezagada la polimerasa debe separarse y volverse a unir continuamente. Esto provoca que, en la cadena rezagada, la hebra nueva se genere en fragmentos llamados **fragmentos de Okazaki**. Al final, la proteína **ADN polimerasa 1** se encargará de reemplazar los *primers* de ARN ya unidos por nucleótidos de ADN.



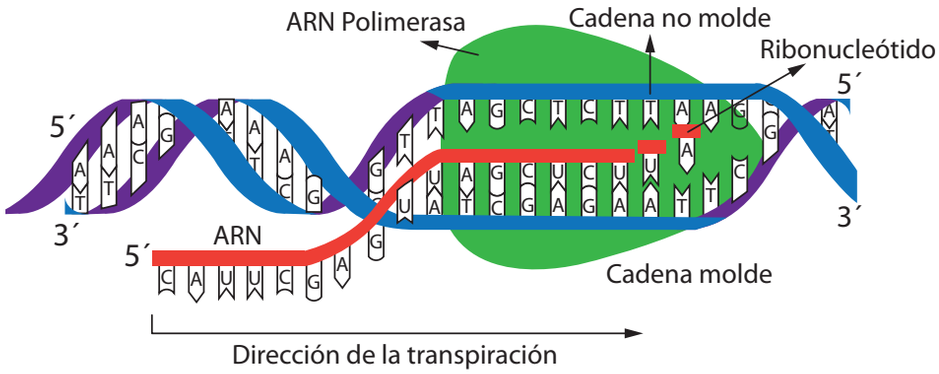
Un error mínimo en este proceso y en esta maquinaria durante la división celular puede tener graves implicaciones para la célula y el organismo. Por ejemplo, una replicación defectuosa en la que hay déficit o malfuncionamiento de alguna proteína, o incluso una falla en las polimerasas, generan mutaciones y son una característica distintiva del cáncer y los problemas del desarrollo embrionario.

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 17 4/09/23 3:02 p. m.

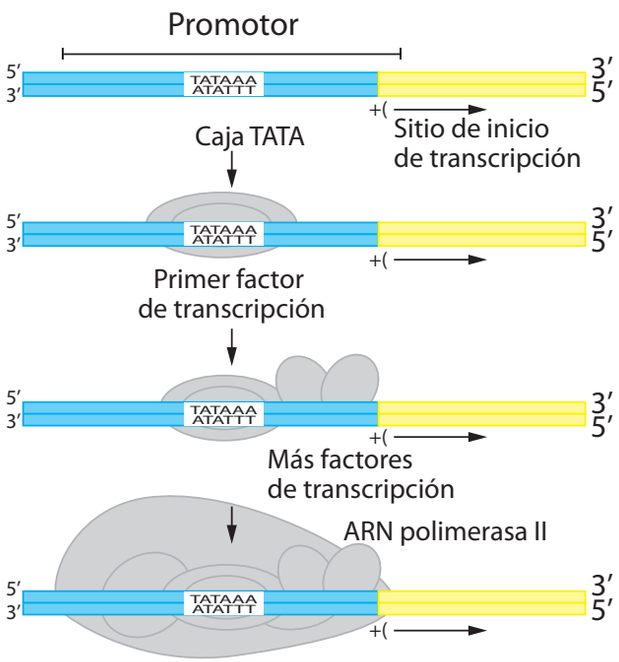
Transcripción

El ADN es tan importante que no puede salir del núcleo celular donde se encuentra protegido. Por tanto, la información debe ser trascrita en un manuscrito especial que salga del núcleo. Este manuscrito es el ARN mensajero producto del proceso de la **transcripción**. El ADN es transcrito en ARNm, el cual sí puede salir del núcleo celular y llevar la información.



1. El proceso inicia con la separación de la sección de ADN que se va a transcribir. Las dos hebras de ADN se separan en la sección requerida para abrir la llamada **burbuja de transcripción**, donde ocurre todo el proceso. En la etapa de **iniciación**, la proteína **ARN polimerasa** se unirá al ADN en una **región promotora**, región de ADN encargada de indicarle a la ARN polimerasa dónde iniciar la transcripción. Esta región promotora también es llamada **caja TATA** debido a la alta presencia de timinas y adeninas por la que es característica y distinguible del resto de ADN. Allí se unirán **factores de transcripción** encargados de preparar el terreno y adherir a la ARN polimerasa.

2. En la etapa de **elongación**, la ARN polimerasa comienza a fluir en dirección 3' 5' (contrario a la ADN polimerasa en la replicación) y comienza a formar la cadena de nucleótidos complementaria. Es decir, si la cadena de ADN es GGGGG, la cadena de ARN fabricada será CCCCC. De igual manera, si en la cadena de ADN hay una adenina, la cadena de ARN no tendrá una timina, sino un uracilo, ya que el ARN no tiene timinas.

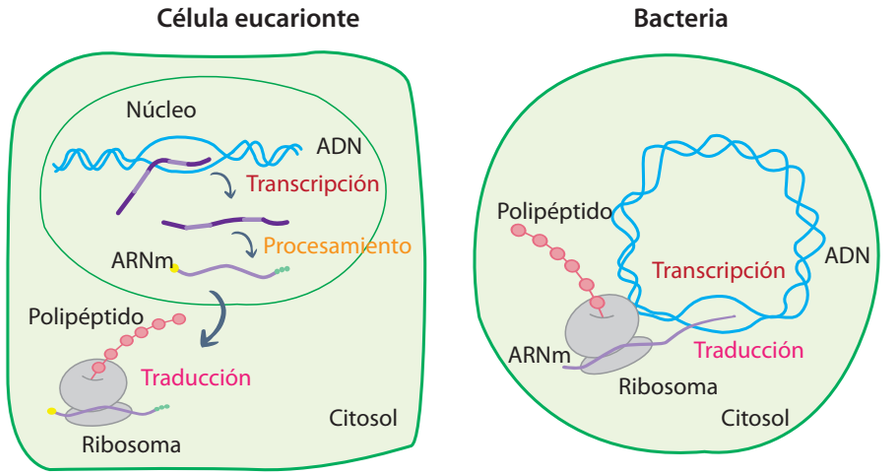


Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 18 4/09/23 3:02 p. m.

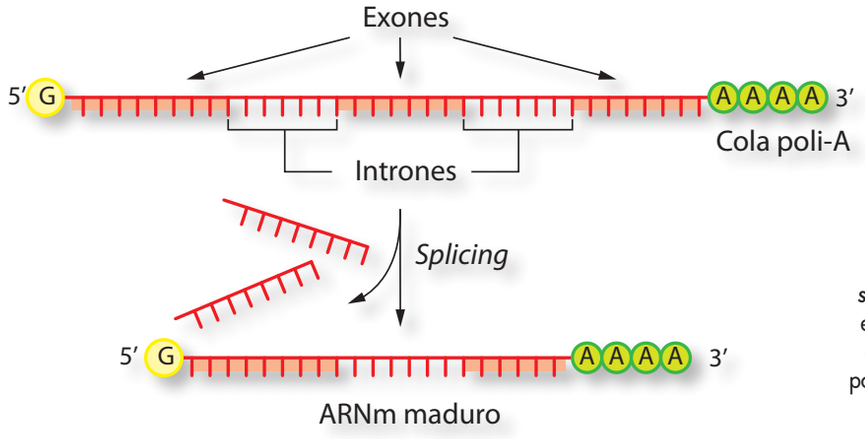
3. En la etapa de terminación, el ARN polimerasa se desliga del ADN. Esto puede suceder por dos mecanismos. El primero se llama **terminación independiente de *rho*** en el que el mismo ADN le indica que no debe transcribir; el mensaje de parada es una sección del ADN, rica en citosinas y guaninas que, por causas químicas, provoca que la polimerasa se detenga. El segundo se llama **terminación dependiente de *rho*** en el que una proteína llamada **factor *rho*** separa el ADN del ARN y termina la transcripción.

El proceso de transcripción es levemente diferente en las células procariotas y eucariotas. En procariotas solo existe un tipo de ARN polimerasa, mientras que en eucariotas hay muchos tipos de polimerasas dependiendo del tipo de proteína que se quiera producir. En los eucariotas la transcripción ocurre en el núcleo, al igual que un procesamiento o etapa de maduración del transcrito llamado **modificaciones postranscripcionales**. En los procariotas, la transcripción ocurre en el citoplasma y no hay modificaciones postranscripcionales.



Proceso de transcripción en células procariotas (bacteria) y células eucariotas.

Existen muchas modificaciones postranscripcionales en los eucariotas encargados de madurar el transcrito (el ARNm) y prepararlo para su viaje a través del núcleo celular hacia el citoplasma. Los tres más comunes e importantes son la **cola poli-A**, la **caperuza** y el ***splicing***.



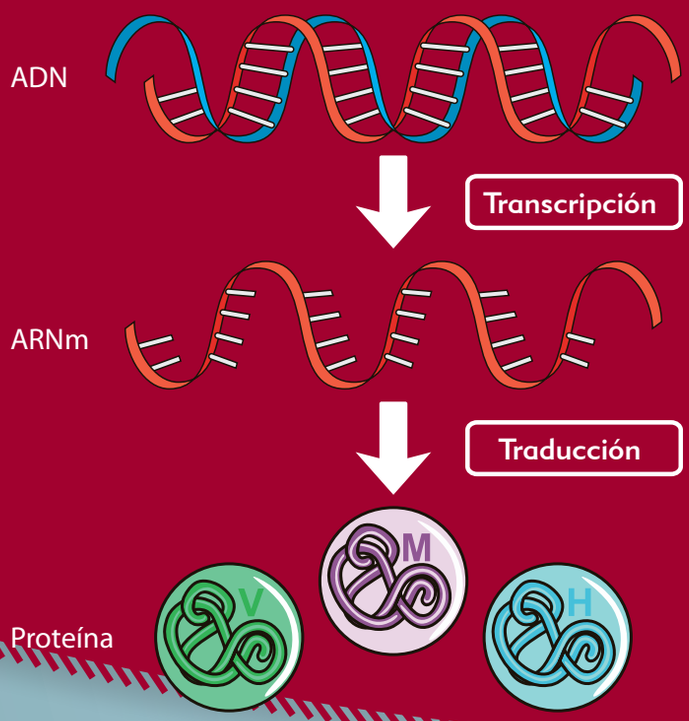
Proceso de *splicing* en el que se eliminan los intrones en el procesamiento postranscripcional del ARNm.

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 19 4/09/23 3:02 p. m.

Traducción

La **traducción** es el proceso mediante el cual, a partir de una cadena de ARNm, se crea una cadena o secuencia de aminoácidos que conformarán todas las proteínas en la célula. Este proceso lo llevan a cabo los ribosomas, encargados de seguir las instrucciones que el ADN le envía, en forma de ARNm, para fabricar proteínas.



Aminoácidos

Son los ladrillos que componen las proteínas. Cuando se unen varios aminoácidos se forma una cadena llamada **péptido** o **polipéptido**, y cuando esta cadena supera los 100 aminoácidos, se considera como una proteína. La célula es capaz de sintetizar 20 aminoácidos diferentes: alanina, arginina, asparagina, aspartato, cisteína, fenilalanina, glicina, glutamato, glutamina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptófano y valina. El ribosoma lee el ARNm de a tres bases nitrogenadas de ARNm llamados **codones**. Cada conjunto de tres bases nitrogenadas que dará lugar a un aminoácido recibe el nombre de **codón**. Cada combinación de bases nitrogenadas le indicara al ribosoma qué aminoácido debe hacer.

El codón **AUG** codifica para metionina y es el que le indica al ribosoma que debe iniciar la maquinaria para traducir, por lo que lleva el nombre de **codón de inicio**. El ribosoma puede leer la secuencia de ARNm, pero no iniciará la traducción y formación de proteína hasta que no lea el codón AUG de inicio. Por otro lado, los codones UAA, UAG y UGA

Segunda letra

Primera letra	U		C		A		G		Tercera letra
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C
	UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	STOP	UGA	STOP	A
	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	STOP	UGG	Tyr	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C
	CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gin	CGA	Arg	A
	CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gin	CGG	Arg	G
A	AUU	Iso	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC	Iso	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C
	AUA	Iso	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C
	GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A
	GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G

Tabla de código genético con los 64 codones existentes.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 20 4/09/23 3:02 p. m.

no codifican para ningún aminoácido y le indican al ribosoma que debe apagar la maquinaria para traducir, por lo que lleva el nombre de **codón de parada**. Le indican al ribosoma que la cadena de aminoácidos está terminada y lista y que puede detener la maquinaria.

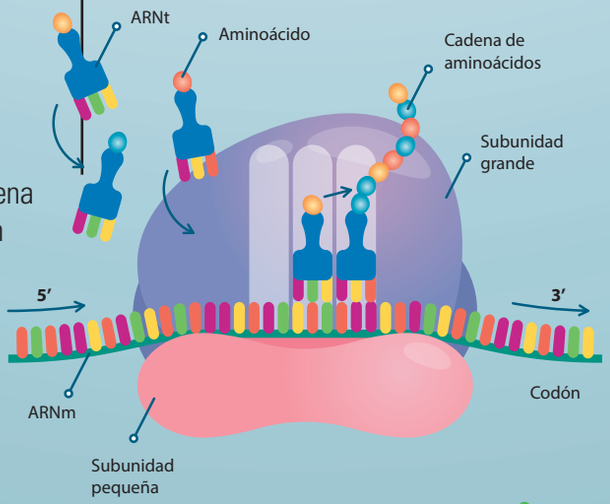
El glutatión es una péptido o proteína pequeña que juega el papel de ser el principal antioxidante de las células. Se conforma de solo tres aminoácidos: cisteína (Cys), glutamato (Glu) y glicina (Gly). Con esta fórmula y la tabla del código genético es posible identificar qué nucleótidos pudo haber tenido el ARN que llegó al ribosoma y formó esta proteína. Del mismo modo, es posible saber con exactitud qué cadena de aminoácidos formará una cadena de ARN. Por ejemplo, un ARN con la secuencia CAC-ACU-GAG-UCG formará una proteína con una secuencia de los aminoácidos Prolina-Triptófano-Glutamato-Serina.

Síntesis de proteínas

1 En la primera etapa, llamada **la iniciación**, el ARNm (específicamente el codón AUG de iniciación) se une con la subunidad pequeña del ribosoma.

2 En la etapa de **elongación** el protagonista es el ARNt. Este ARN hace parte de los ribosomas y es el encargado de traer y unir a cada codón el llamado **anticodón**. Un anticodón es el conjunto de tres bases nitrogenadas que se emparejan a los codones del ARNm. Por ejemplo, si el codón de ARNm que llega es CCC, entonces el anticodón que tendrá el ARNt es GGG. El anticodón es necesario para que el ARNt se pueda unir al ARNm. Una vez el ARNt se una al ARNm, va a añadir el aminoácido correspondiente a la cadena en formación y hará fluir la cadena de ARNm para pasar al siguiente codón y traducirlo. En el ribosoma pueden funcionar más de un ARNt al tiempo.

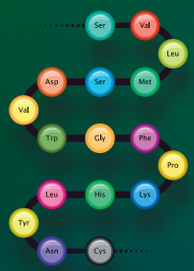
3 La traducción finaliza cuando la maquinaria se encuentra con un codón UAA, AGA o UAG o codones de parada. En ese momento, las subunidades grande y pequeña del ribosoma se separan, se rompe el ribosoma, se detiene la traducción y se libera la cadena de aminoácidos terminada. Los polipéptidos resultantes pueden sufrir **modificaciones postraduccionales** al liberarse que preparan al polipéptido para cumplir su función en la célula.



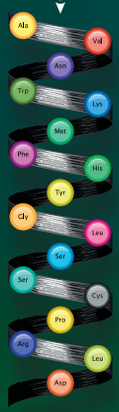
- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 21 4/09/23 3:02 p. m.

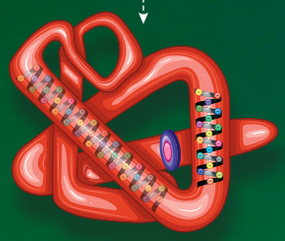
Estructura de las proteínas



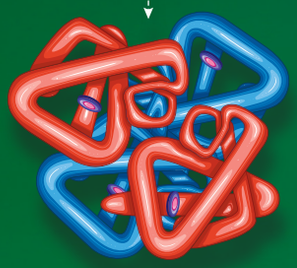
Estructura primaria
(Residuos de aminoácidos)



Estructura
secundaria
(Hélice alfa)



Estructura terciaria
(Cadena de polipéptidos)



Estructura cuaternaria
(Subunidades ensambladas)

Estructura primaria

La estructura primaria de una proteína viene determinada por **la secuencia de aminoácidos** de la cadena polipeptídica, es decir, el número de aminoácidos presentes y el orden de colocación de los mismos a lo largo de la cadena. La secuencia de aminoácidos empieza por un grupo amino y finaliza con un grupo carboxilo. El número de posibilidades de estructuración de las proteínas viene dado por la variación y repetición de los 20 aminoácidos diferentes unidos por enlaces peptídicos.

Estructura secundaria

La estructura secundaria de una proteína se debe al modo característico de plegamiento de la cadena polipeptídica debido a la formación de puentes de hidrógeno entre los átomos que forman el enlace peptídico.

- **Hélice alfa:** en las hélices alfa, el grupo carbonilo de un aminoácido se une por un puente de hidrógeno al grupo amino de otro aminoácido que está cuatro lugares más adelante en la cadena formando una estructura helicoidal **dextrógira**.
- **Lámina beta:** en las láminas beta, dos o más cadenas polipeptídicas se alinean formando una estructura laminar unida por puentes de hidrógeno entre los grupos amino y carbonilo del esqueleto de la proteína.

Estructura terciaria

La estructura terciaria de una proteína se debe a la disposición **tridimensional** de los átomos que componen la proteína al plegarse sobre sí misma, originando una conformación globular. Este plegamiento de la proteína se debe a la presencia de enlaces entre los radicales R de los aminoácidos y la aparición de **puentes disulfuro** entre ellos.

Estructura cuaternaria

La estructura cuaternaria de una proteína se debe a la unión de varias subunidades o cadenas polipeptídicas por medio de interacciones no covalentes como puentes de hidrógeno, puentes salinos o interacciones hidrofóbicas. Estas proteínas también son conocidas como proteínas **oligoméricas.**

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 22 4/09/23 3:02 p. m.

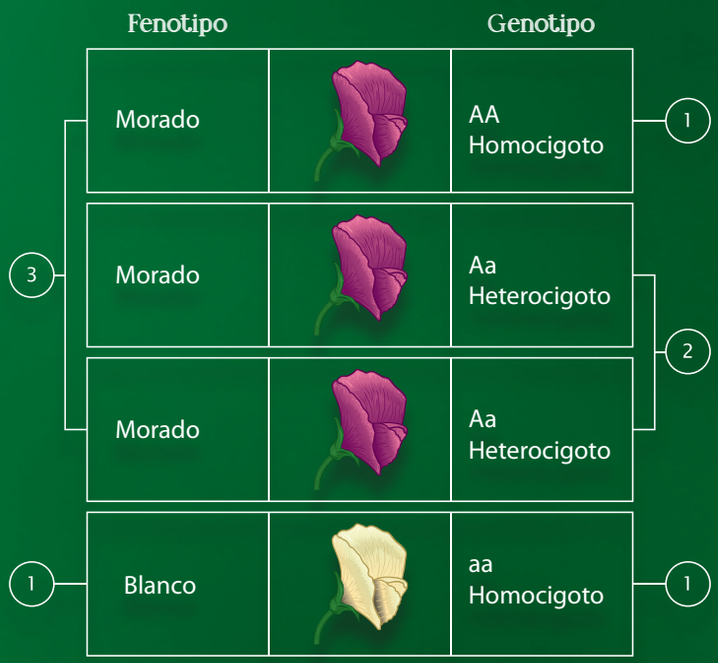
Genética

La **genética** es una rama de la biología que estudia los fenómenos relativos de la herencia y cómo sus caracteres hereditarios se transmiten de generación en generación. Los **genes** son las unidades de información que contienen las instrucciones codificadas por el ADN para sintetizar las proteínas necesarias de un organismo, las cuales darán paso a los caracteres de un individuo que podrá transferir a su descendencia.

Herencia

La **herencia** es la suma de las características morfológicas, fisiológicas o bioquímicas de los seres vivos, y es transmitida de los progenitores a sus descendientes por medio de los **genes**. Cada gen posee dos copias llamadas **alelos**, los cuales proceden de cada progenitor e informan sobre un mismo carácter. El conjunto de genes que tiene cada organismo heredado por sus progenitores recibe el nombre de **genotipo**; en los organismos **diploides (2n)** la mitad de los genes son aportados por el padre y la otra mitad por la madre. Por otro lado, el **fenotipo** es la manifestación y expresión de las características codificadas en el genotipo, siendo el resultado entre la interacción del genotipo con el ambiente.

Un individuo es **homocigoto** cuando para un gen dado tiene en cada cromosoma homólogo el mismo tipo de alelo. Mientras que un individuo **heterocigoto** tiene un alelo distinto para un gen dado en cada cromosoma homólogo.



Ejemplo de fenotipo y genotipo en flores; siendo el tipo de color el fenotipo, y A , los alelos que componen el genotipo.

Salud

La queratina es una proteína que se encuentra de forma natural en el cabello y cumple una función estructural mediante la formación de cadenas unidas por enlaces disulfuro, los cuales, según su posición, determinan la forma del cabello. Un cabello liso se caracteriza por tener enlaces disulfuros rectos que forman una cadena de queratina paralela. Mientras que, para el cabello rizado, los enlaces se disponen de forma diagonal evitando que las cadenas de queratina se ubiquen paralelamente, formado así, formas en espiral.

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

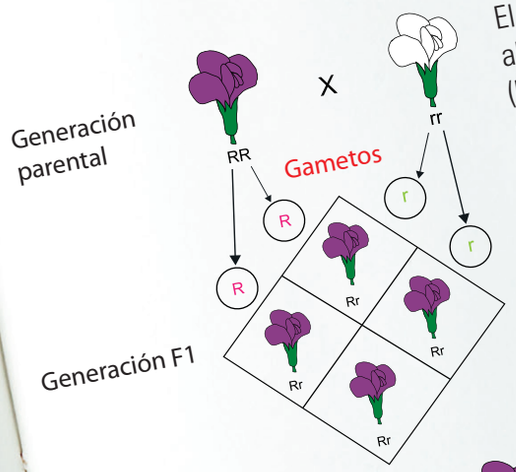
Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 23 4/09/23 3:02 p. m.

Genética mendeliana

Gregor Mendel fue un monje y naturalista austriaco que dio origen a la herencia genética mediante el estudio de cruces de semillas de arvejas. Gracias a estos experimentos, Mendel encontró cómo se transmitían los caracteres hereditarios de generación en generación y estableció que los **alelos dominantes** son aquellos que determinan el efecto de un gen, mientras que los **alelos recesivos** no se expresan en estado heterocigoto, sino solamente en estado homocigoto. Asimismo, dio paso al establecimiento de lo que hoy se conoce como **las leyes de Mendel**.

Primera ley de Mendel: principio de uniformidad

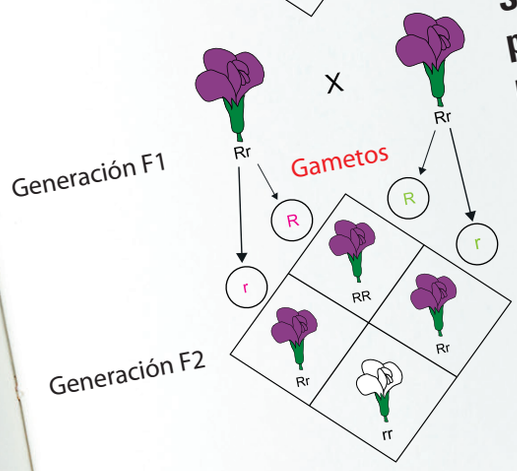
El principio de uniformidad establece que al cruzar dos individuos de **raza pura** (homocigotos) la primera generación filial será heterocigota e igual fenotípicamente al progenitor que posea el genotipo dominante.



En este ejemplo, al cruzarse dos flores de raza pura con coloración morada (RR) y blanca (rr) se obtiene 100 % una generación filial heterocigota que expresa el color morado debido al alelo dominante R.

Segunda ley de Mendel: principio de segregación

El principio de segregación establece que, del cruce de dos individuos heterocigotos de la primera generación, se recupera el fenotipo y genotipo del individuo recesivo de la generación parental en uno de cada cuatro descendientes.



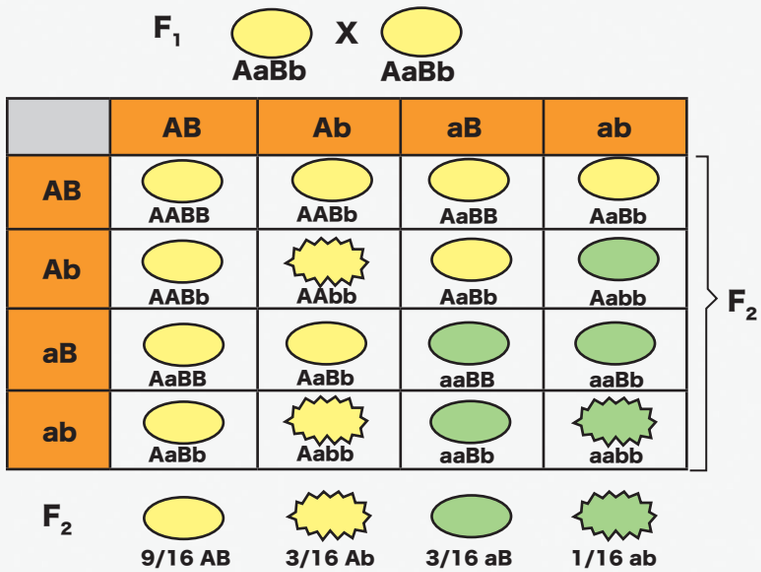
En este ejemplo, del cruce de dos flores heterocigotas (Rr) se obtienen dos individuos heterocigotos (Rr), un individuo homocigoto dominante (RR) y un individuo heterocigoto recesivo (rr).

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 24 4/09/23 3:02 p. m.

Tercera ley de Mendel: Principio de segregación independiente

El principio de segregación independiente establece que los alelos de dos o más genes se **reparten independientemente** el uno del otro. Esto sucede principalmente cuando los genes se encuentran en cromosomas diferentes y no intervienen ni interactúan entre sí, o cuando los genes se encuentran en el mismo cromosoma, pero en diferentes zonas. En este ejemplo, se cruzan entre sí dos individuos heterocigotos para ambos rasgos (color y textura) de la primera generación, y se obtiene una generación filial 2 en una proporción de 9 individuos con el fenotipo amarillo y liso, 3 individuos amarillo y rugoso, 3 individuos verdes y rugosos y 1 individuo verde y liso.

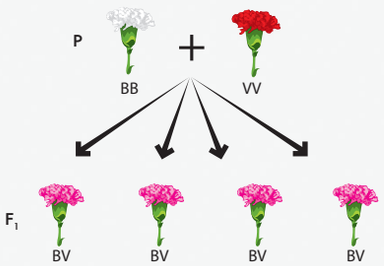


Ecología

Para sus experimentos, Gregor Mendel utilizó más de 28 000 plantas de arveja, estudió y probó por más de 8 años, 34 variedades de arvejas eligiendo entre siete características como color, altura, textura, coloración de la flor, entre otros.

Variaciones de las leyes de Mendel

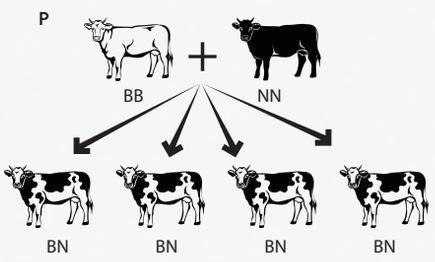
Dominancia incompleta: existen características que no dominan una sobre la otra, pudiendo generar fenotipos intermedios al momento de mezclarse dos genotipos dominantes. Como ejemplo, del cruce entre una flor roja y una flor blanca se producen flores rosadas.



Ejemplo de dominancia incompleta.

Codominancia: ambos alelos pueden expresarse simultáneamente cuando se presenta un heterocigoto. Como ejemplo, del cruce de una vaca blanca y una vaca negra se obtienen vacas con manchas de ambos colores.

Alelos múltiples: son variaciones de un gen que posee múltiples alelos; sin embargo, solo pueden expresarse dos alelos para generar un fenotipo. Un ejemplo de esto es lo que ocurre en los tipos sanguíneos.



Ejemplo de codominancia.

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 25 4/09/23 3:02 p. m.

Los cuadros de Punnett

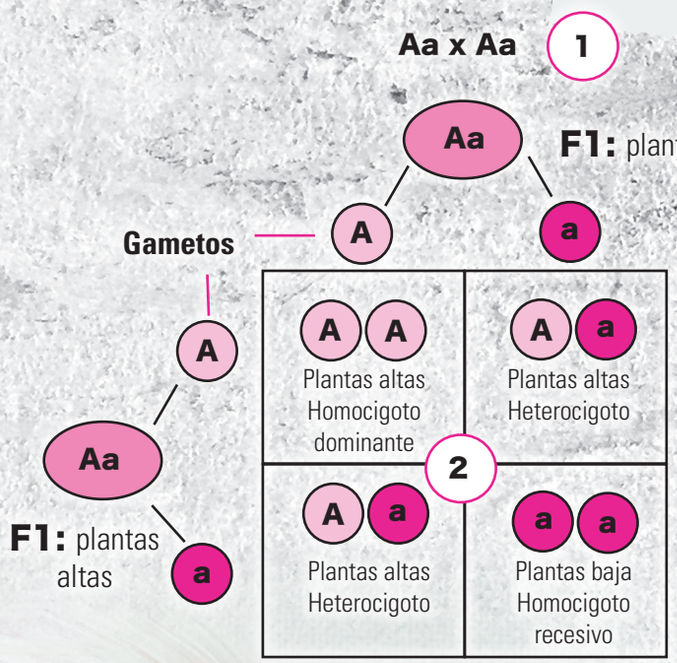
Los **cuadros de Punnett** son representaciones gráficas que sirven para reconocer cuáles son las posibles combinaciones de alelos presentes en un nuevo gameto, con el fin de distinguir las proporciones en la descendencia y los posibles genotipos y fenotipos que tendrán.

¿Cómo se realizan?

1. Se establecen los alelos correspondientes de cada gameto y se divide el cuadro en el número de combinaciones posibles de la unión de cada alelo.

2. Se realiza el cruce entre cada alelo de la generación parental para obtener la primera generación filial.

3. Se establece la proporción de cada genotipo y fenotipo obtenido.



3

Alelo dominante (A)

Alelo recesivo (a)

Genotipos 1:2:1

- 25 % Homocigoto dominante.
- 50 % Heterocigoto
- 25 % Homocigoto recesivo

Fenotipos 3:1

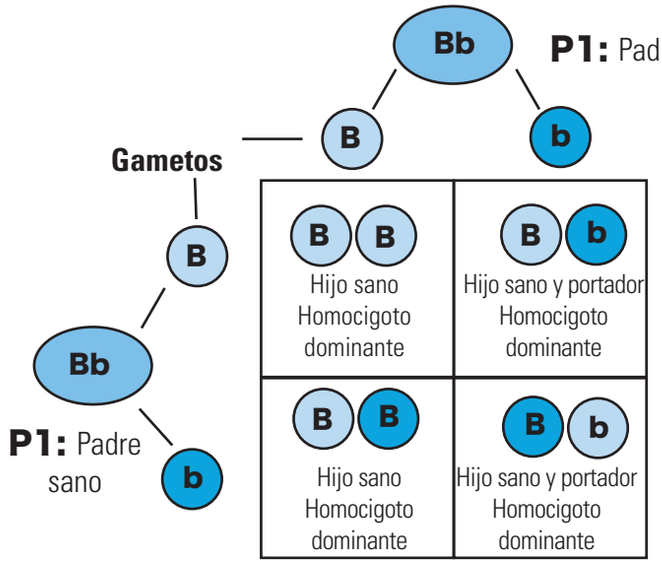
- 75 % Plantas altas
- 25 % Plantas bajas



A modo de ejemplo, el albinismo es una enfermedad autosómica recesiva que produce una reducción total o parcial del pigmento melánico del pelo, piel y ojos. El albinismo se hereda como un carácter recesivo simple (b), mientras que la condición normal se produce por el alelo dominante (B). Determina la posibilidad de que dos padres, uno portador del alelo b y uno sano, tengan un hijo con albinismo.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 26 4/09/23 3:03 p. m.



Alelo dominante (B)
Alelo recesivo (b)

Genotipos

- 50 % Homocigoto dominante.
- 50 % Heterocigoto

Fenotipos

- 100 % Hijos sano

No hay ninguna probabilidad de que estos padres tengan un hijo con la enfermedad.

Salud

La acondroplasia, un tipo de enanismo, es un trastorno genético que afecta el crecimiento óseo generando un desarrollo anormalmente lento, especialmente en los huesos largos como brazos y piernas. Esta enfermedad sigue un patrón autosómico dominante, es decir, una copia del gen defectuoso es suficiente para adquirir la enfermedad. Sin embargo, el 80 % de los nuevos casos se deben a nuevas mutaciones en el gen responsable.

En algunas razas de perros, el pelo rizado (H) domina sobre el pelo liso (h). Mientras que el color negro de su pelo es producido por un gen dominante (N) y el color café es producido por un gen recesivo (n). Ambas características se segregan independientemente. ¿Cómo serían los genotipos y fenotipos de los cachorros cuando se cruza una hembra café de pelo rizado (Hhnn) con un macho negro de pelo liso (hhNn)?



Hhnn → Generación parental

hhNn → Generación parental

	Hn	Hn	hn	hn
hN	HhNn Pelo rizado y negro	HhNn Pelo rizado y negro	hhNn Pelo liso y negro	hhNn Pelo liso y negro
hn	Hhnn Pelo rizado y café	Hhnn Pelo rizado y café	hhnn Pelo liso y café	hhnn Pelo liso y café
hN	HhNn Pelo rizado y negro	HhNn Pelo rizado y negro	hhNn Pelo liso y negro	hhNn Pelo liso y negro
hn	Hhnn Pelo rizado y café	Hhnn Pelo rizado y café	hhnn Pelo liso y café	hhnn Pelo liso y café

Alelo rizado dominante (H)
Alelo liso recesivo (h)
Alelo negro dominante (N)
Alelo café recesivo (n)

Genotipos

- 25 % HhNn
- 25 % Hhnn
- 25 % hhNn
- 25 % hhnn

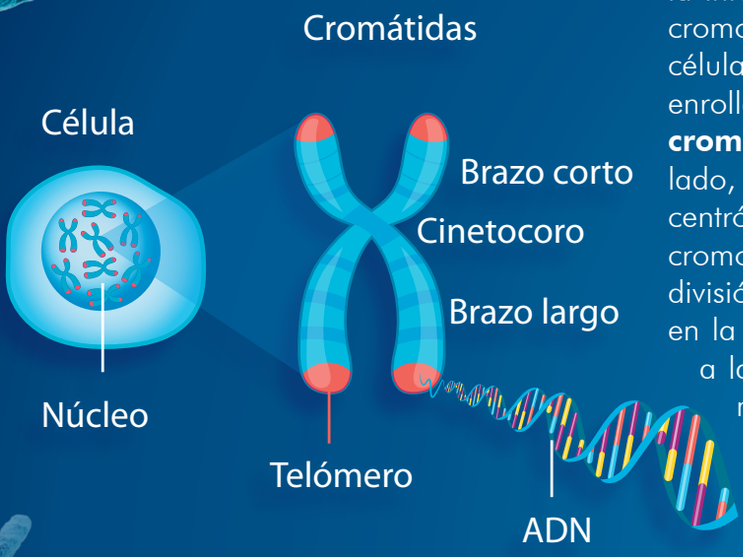
Fenotipos

- 25 % pelo rizado y negro
- 25 % pelo rizado y café
- 25 % pelo liso y negro
- 25 % pelo liso y café

- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 27 4/09/23 3:03 p. m.

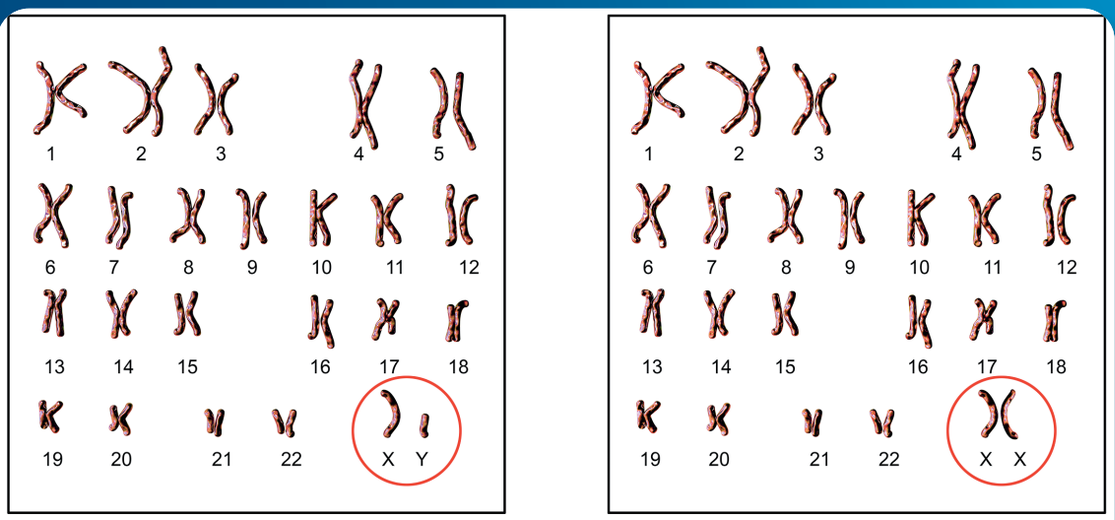
Los cromosomas



Los **cromosomas** son estructuras que contienen la información genética de los organismos. Los cromosomas se encuentran en el núcleo de las células y poseen fragmentos largos de ADN enrollados por las **histonas** y las **proteínas cromosómicas no histónicas**. Por otro lado, los cromosomas están constituidos por centrómeros, los cuales ayudan a mantener a los cromosomas correctamente alineados durante la división celular. Asimismo, el cinetocoro situado en la zona céntrica de cada cromosoma ayuda a la polimerización de microtúbulos del huso mitótico para su desplazamiento. Mientras que los **telómeros,** tramos repetitivos de ADN, ubicados en los extremos, impiden el desenrollamiento del cromosoma.

El cariotipo humano

El cariotipo es el conjunto de cromosomas de un individuo. El cariotipo humano consta de 46 cromosomas agrupados en 23 pares, los cuales se organizan en **22 pares autosómicos** y **un par sexual** (mujer XX y hombre XY). Gracias a los cariotipos, se pueden estudiar enfermedades producidas por anomalías cromosómicas.



Cariotipo humano masculino por sus cromosomas sexuales X y Y (izquierda), y femenino por su doble cromosoma sexual X (derecha).

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 28 4/09/23 3:03 p. m.

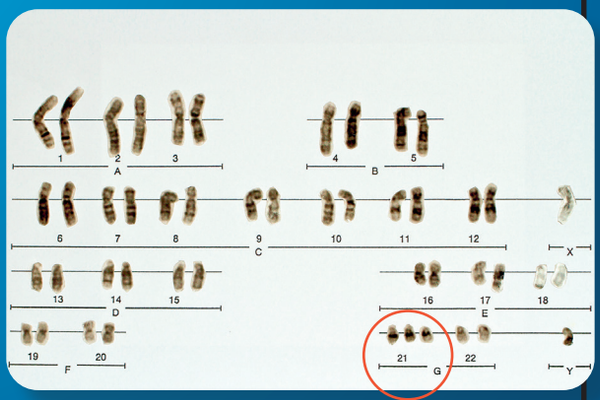
Enfermedades genéticas humanas

Una **enfermedad genética** es una afección patológica producida por una mutación, una alteración en un gen o en varios genes. Esto puede generar cambios en las instrucciones de la síntesis de proteínas provocando una falta de proteínas o un mal funcionamiento de las mismas.

Las enfermedades genéticas pueden ser heredadas de generación en generación o adquiridas durante la vida. Además, pueden ser divididas en tres categorías: **trastornos cromosómicos**, donde sucede un cambio o falta de un cromosoma; **defectos monogenéticos**, los cuales afectan a un solo gen y **multifactoriales**, en donde hay mutaciones en dos o más genes.

Síndrome de Down

El síndrome de Down es una enfermedad genética ocasionada por la presencia de una copia adicional total o parcial del **cromosoma 21**. Este cromosoma adicional genera incapacidad intelectual, retrasos en el desarrollo y cambios en las características físicas de las personas que padecen esta enfermedad.

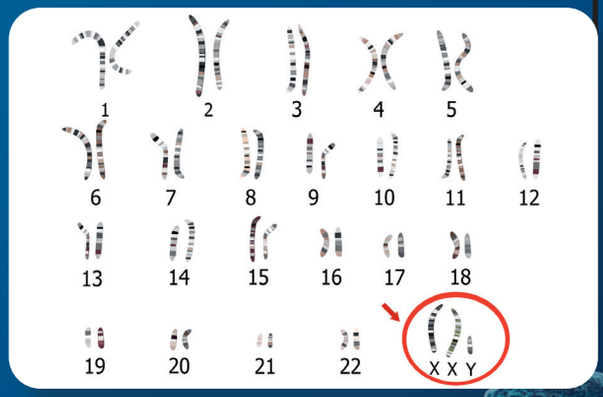


Tecnología

El análisis de vellosidades coriónicas es una prueba diagnóstica realizada durante las 10 y las 13 semanas de embarazo para detectar posibles enfermedades genéticas y cromosómicas como el síndrome de Down. Esta prueba consiste en la extracción de células de la placenta para analizar los cromosomas del feto.

Síndrome de Klinefelter

El síndrome de Klinefelter es una enfermedad genética que afecta a los hombres cuando nacen con una copia adicional del **cromosoma X**. Esto afecta el crecimiento testicular, promueve la reducción de la masa corporal, del vello corporal y facial y el agrandamiento del tejido mamario.



- Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
- Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
- Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 29 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

✔ Uso comprensivo del conocimiento científico

1. Realiza el paso a paso de los procesos de replicación, transcripción y traducción. Enlista, para cada uno de los procesos, cada uno de los agentes implicados con su respectiva función.

2. Las espinas de mi planta favorita son codificadas por el gen E. Para este gen, ambos cromosomas homólogos tienen el mismo alelo o versión del gen. De igual manera, si mi planta favorita se cruza con otra que no tenga espinas, toda la descendencia no tendrá espinas. Esto significa que mi planta favorita para el rasgo de espinas codificado por el gen E es

A. heterocigoto dominante.
B. heterocigoto recesivo.
C. homocigoto dominante.
D. homocigoto recesivo.

✔ Explicación de fenómenos

3. En las afueras de la ciudad se ha cometido un homicidio. En el lugar del crimen se han encontrado rastros de saliva del posible autor/a de los hechos. Se extrae el ADN de los restos, se compara con el ADN de tres sospechosos/as y se obtienen los siguientes resultados:

ADN Asesino/a	A	T	C	G	A	A	T	T	T	G	C	G	C	A	G	T	A	T	T	C	C	C	A	G	T	C	A	A	T	G	C
ADN Sospechoso/a 1	T	A	G	C	A	T	T	A	A	G	G	T	A	T	T	A	A	G	C	G	G	G	T	G	C	A	G	A	T	C	G
ADN Sospechoso/a 2	T	A	G	C	T	T	A	A	A	C	G	C	G	T	C	A	T	A	A	G	G	G	T	C	A	G	T	T	A	C	G
ADN Sospechoso/a 3	A	T	C	G	A	A	G	C	G	A	T	G	C	C	G	T	A	T	T	G	G	G	G	C	A	T	G	A	T	G	C

¿Cómo se podría resolver este caso? ¿Qué sospechoso/a es el/la culpable?

4. ¿Crees que es necesario el ADN para fabricar proteínas o es suficiente solo tener una cadena de ARN?, ¿por qué?

5. El color amarillo del cuerpo de la mosca *Drosophila* está determinado por el gen dominante A, su alelo recesivo genera el color negro. Cuando una mosca amarilla de raza pura se cruza con una mosca de cuerpo negro, ¿cuáles son los genotipos y fenotipos que se obtienen en la F2?, ¿cuál es la proporción de heterocigotos?



6. Dos conejos grises se han reproducido varías veces y dieron una descendencia de 191 conejos grises y 54 conejos blancos. ¿Cuáles son los genotipos de los padres?

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 30 4/09/23 3:03 p. m.

Proyecto ambiental





El cambio climático

El cambio climático es un proceso en el que los patrones climáticos de la Tierra se ven alterados. A lo largo de la historia del planeta se han dado periodos de cambio climático de manera natural. Sin embargo, en los últimos 200 años, la actividad humana ha sido uno de los principales factores que ha contribuido a la aceleración del cambio climático.



Algunas de las principales consecuencias del cambio climático son la acidificación del océano, la contaminación del aire, el aumento de los fenómenos meteorológicos y la muerte y posible extinción de muchas especies.

El calentamiento global es la causa más importante del cambio de temperatura a nivel global. Este fenómeno ocurre debido al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, la quema de combustibles fósiles, la excesiva contaminación y la deforestación. En la actualidad, el cambio climático es la problemática ambiental más importante. El estilo de vida de la mayoría de las personas se basa en el consumo masivo de productos y servicios poco sostenibles. La contaminación aumenta de manera desmesurada, las actividades de producción de alimentos, como la ganadería y la agricultura masiva, requieren la deforestación de grandes extensiones de bosque y las principales fuentes de energía siguen siendo los combustibles fósiles. Es claro que si no se toman las medidas necesarias para reducir el ritmo del cambio climático es posible llegar a un punto de no retorno.

Para poder mitigar los efectos del cambio climático es necesario generar grandes cambios en cuanto al consumo, tanto a nivel colectivo como a nivel individual. Cada decisión de consumo debe ser tomada conscientemente, teniendo en cuenta que estas pueden afectar tanto a las personas como a las demás especies. Existen algunas alternativas que las personas pueden integrar en su día a día para tener un estilo de vida más sostenible. Por ejemplo, el uso de fuentes de energía renovables, como la energía solar y eólica, el consumo de productos de origen orgánico y artesanal, cuya producción no requiere deforestar grandes extensiones de bosque y el reemplazo de los materiales contaminantes como el plástico por materiales reutilizables y biodegradables.

✔ Toma acción

En grupos de cinco estudiantes preparen una presentación sobre el cambio climático y propongan acciones cotidianas que pueda realizar cada persona para mitigar esta problemática, por ejemplo, reciclar, consumir productos orgánicos o reducir el consumo de carne. Para presentar su idea pueden hacer un video, una exposición, una canción o una infografía; la idea es que puedan exponer la información de manera creativa y comprensible. Finalmente, compartan esta presentación con sus compañeros y familiares.



Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 31 4/09/23 3:03 p. m.

Proyecto educación sexual

Conociendo el Plan Nacional de Prevención de Embarazo en Adolescentes

✔ Aprendo

"A nivel mundial, el 11% de los nacimientos proceden de madres adolescentes, de los cuales el 95% ocurre en países en desarrollo (OMS, 2012). La región de América Latina tiene la segunda tasa más alta de embarazos en adolescentes del mundo (75.67 por cada 1,000 mujeres entre 15 y 19 años).

En Guatemala se ha reportado un registro de embarazo en mujeres menores de 20 años desde el 2009, que correspondía al 18%, y que presentó un incremento en el 2012 al ubicarse en 22%. Estas cifras, que para el 2016 continúan aún en un 18% (INE, 2016b), se sitúan en la media establecida de la región (18%). Para algunas madres jóvenes, el embarazo y el parto son algo previsto y deseado. Sin embargo, para muchas otras, no. Son múltiples los factores que contribuyen a esta situación: las adolescentes pueden encontrar presión para casarse y tener hijos temprano, las perspectivas educativas o de trabajo pueden ser limitadas, existe desconocimiento sobre cómo evitar un embarazo u obtener métodos anticonceptivos, limitadas capacidades para rehusar relaciones sexuales no deseadas, o la resistencia al sexo bajo coacción. Adicionalmente, las adolescentes tienen menos posibilidades que una mujer adulta para acceder a cuidados calificados prenatales, de parto y postparto. En países de bajos y medianos ingresos se presentan más complicaciones durante el embarazo y el parto, que incluso llegan a producir la muerte.

El Plan Nacional de Prevención de Embarazo en Adolescentes (PLANEA) 2018 – 2022 busca definir un modelo de intervención interinstitucional, que toma las recomendaciones internacionales y propone una forma de abordar algunas de ellas con el fin de formular una acción integrada para resolver esta problemática. Entre las líneas de acción intersectorial destacan: asegurar que las y los adolescentes finalicen la educación obligatoria, asegurar la prestación de los servicios de salud, garantizar procesos de formación y capacitación al profesorado, al personal de salud, y desde luego, fortalecer el liderazgo juvenil."

Ejes estratégicos del PLANEA 2018-2022



Tomado del Plan nacional de Prevención de Embarazo en Adolescentes

✔ Aplico

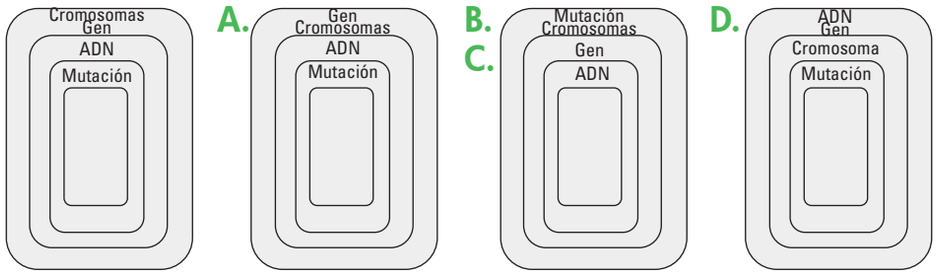
1. Investiga qué son y cómo funcionan los ejes estratégicos en el PLANEA.
2. ¿Qué ideas aportarías a una campaña de prevención del embarazo en adolescentes?
3. Forma grupos y crea un afiche o cartel para difundir ideas sobre la prevención del embarazo en adolescentes.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 32 4/09/23 3:04 p. m.

Evaluación tipo Saber

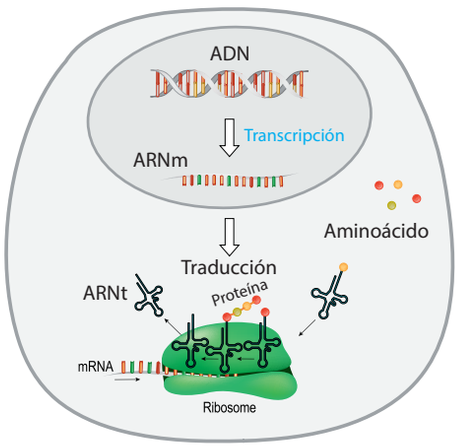
✔ Uso comprensivo del conocimiento científico

1. Las mutaciones son fenómenos que ocurren principalmente en el ácido desoxirribonucleico (ADN) por factores aleatorios o por procesos de inducción como la radiación. A su vez, los genes se constituyen a través de biomoléculas de ADN y se encuentran formando parte de los cromosomas, por lo cual, dichos genes son responsables de transmitir la información. Según el enunciado anterior, ¿cuál gráfica representa mejor la organización de los componentes anteriormente mencionados?



2. De acuerdo al modelo que se representa en la siguiente imagen, si la información del ADN al ARNm no se copia correctamente, ¿qué sucedería con el proceso de síntesis de proteínas?

A. Los aminoácidos no podrían unirse al ARNr en el citoplasma.
B. Se formaría una cadena de aminoácidos que no corresponde con la secuencia del ADN.
C. No se podría unir la ARN polimerasa a la cadena de ADN.
D. El ribosoma no podría entrar al núcleo para poder sintetizar las proteínas.



✔ Explicación de fenómenos

3. La fenilcetonuria es una enfermedad causada por un trastorno metabólico hereditario, la cual genera una baja presencia o carencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa. Carlos y Samantha tuvieron dos hijos, un niño sano y una niña que presenta la enfermedad. Según la información anterior, podemos deducir que esta enfermedad es

A. autosómica recesiva porque basta con un solo alelo recesivo dañado para adquirir la enfermedad.
B. autosómica dominante porque basta con un solo alelo dominante dañado para adquirir la enfermedad.
C. autosómica recesiva porque se necesita que los dos alelos recesivos estén dañados para adquirir la enfermedad.
D. autosómica dominante porque los padres le heredaron a su hija los cromosomas X dañados.

Ciencias Naturales 9 Unidad 1.indd 33 4/09/23 3:04 p. m.

Unidad

2

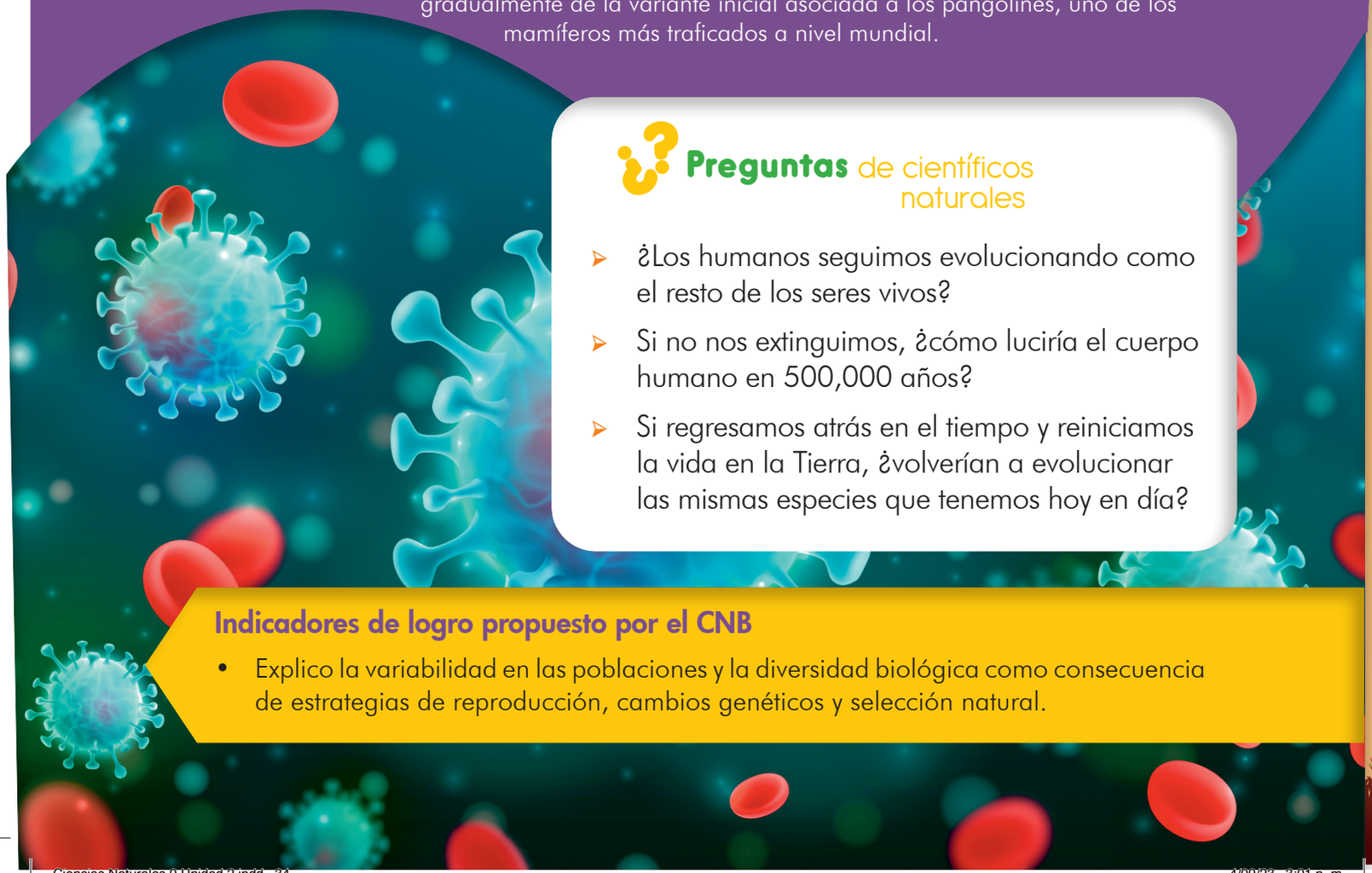
La evolución de los seres vivos

El *nuevo* coronavirus

Entorno vivo

El nuevo coronavirus (COVID-19) fue catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una emergencia en salud pública de importancia internacional. Los coronavirus son una familia de virus que surgen periódicamente y causan infección respiratoria aguda, la cual puede llegar a ser leve, moderada o grave, dado el alto grado de contagio, se convirtió en una pandemia. Con la ayuda de recientes estudios, se logró evidenciar que este virus se transmite de humano a humano cuando un individuo contagiado tose o estornuda y expulsa partículas que contienen el patógeno. Adicionalmente, se conoce que puede afectar a todo el rango de edades en la población, desde niños hasta adultos mayores. No obstante, se ha documentado que la enfermedad es mortal en individuos de edad avanzada con comorbilidades como diabetes, asma o hipertensión.

El primer gran paso que dio la comunidad científica fue realizar el análisis filogenético con el cual se logró establecer que el COVID-19 es genéticamente similar a otros dos coronavirus ya conocidos previamente: el SARS y el MERS. Investigadores de Cambridge, de Reino Unido y de Alemania construyeron *los caminos evolutivos tempranos* del virus en seres humanos. Lo anterior permitió extrapolar los efectos de los coronavirus ya conocidos al coronavirus emergente. Así mismo, los científicos sostienen que los análisis filogenéticos pueden ayudar a predecir los sitios calientes futuros de la transmisión a nivel global. Con estos análisis, lograron inferir el probable origen del virus y definir que hay variantes más estrechamente relacionadas a algunas zonas geográficas. Dichas variantes se encuentran determinadas por mutaciones que se fueron derivando gradualmente de la variante inicial asociada a los pangolines, uno de los mamíferos más traficados a nivel mundial.



Preguntas de científicos naturales

- ¿Los humanos seguimos evolucionando como el resto de los seres vivos?
- Si no nos extinguimos, ¿cómo luciría el cuerpo humano en 500,000 años?
- Si regresamos atrás en el tiempo y reiniciamos la vida en la Tierra, ¿volverían a evolucionar las mismas especies que tenemos hoy en día?

Indicadores de logro propuesto por el CNB

- Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.

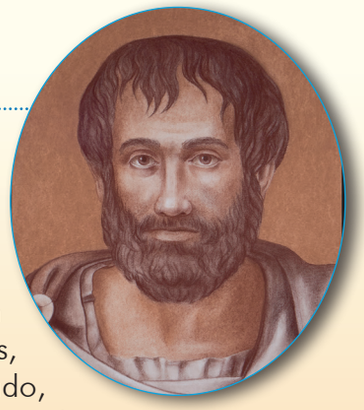
Aprendo

La teoría evolutiva

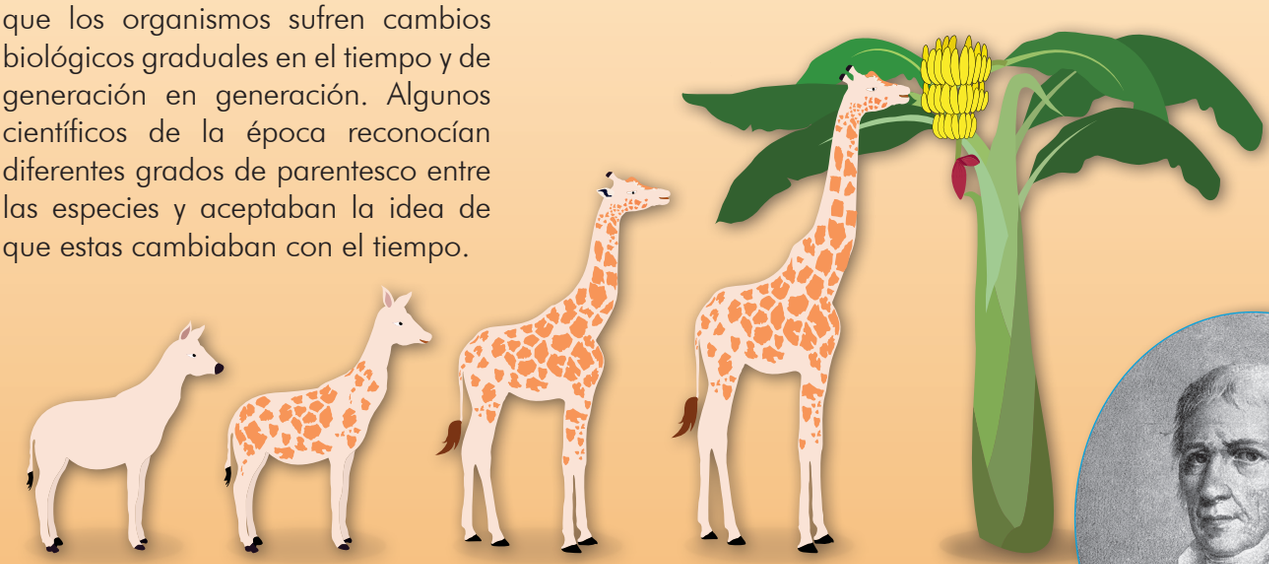
La **teoría evolutiva** es un conjunto de conocimientos apoyados por evidencias científicas que explican la **evolución biológica**. Esta consta del proceso de cambio a partir del cual se forman nuevas especies basadas en las preexistentes. Por tal razón, se considera como el proceso histórico de transformación de unas especies en otras descendientes; y el mecanismo por el cual se dio lugar a la gran diversidad de seres vivos que se encuentran en la Tierra.

Más aún, la teoría evolutiva afirma que los organismos sufren cambios biológicos graduales en el tiempo y de generación en generación. Algunos científicos de la época reconocían diferentes grados de parentesco entre las especies y aceptaban la idea de que estas cambiaban con el tiempo.

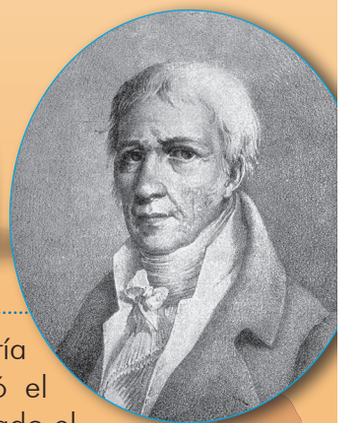
Evolución según Aristóteles



Aristóteles (384-322 a.C.) es el primer zoólogo reconocido gracias a la clasificación que llevó a cabo de los animales. Su concepto se fundamentaba en un avance de las cosas vivientes, que empezaba desde lo inanimado, seguido a las plantas, luego a los animales y finalmente al ser humano.



Evolución según Lamarck

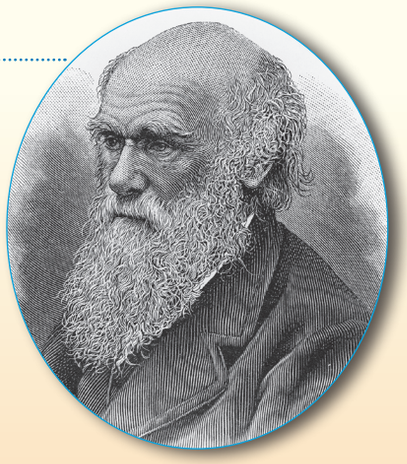


Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) fue un naturalista francés que propuso que los organismos más complejos evolucionaron a partir de los más simples preexistentes. Asimismo, planteó la **herencia de los caracteres adquiridos**, ya que consideró que los organismos tenían la capacidad de trasladar a sus herederos las características que adquirían al adaptarse a nuevos entornos. Su teoría se denomina **lamarckismo** y señaló el cambio de las especies en el tiempo dado el **uso o desuso** de los órganos. Para ejemplificar su propuesta usó el **cuello de la jirafa** y explicó que su dimensión se debe a que sus antepasados ganaron progresivamente cuellos cada vez más largos dado el esfuerzo que hacían para alcanzar la comida de los árboles en niveles cada vez más altos.

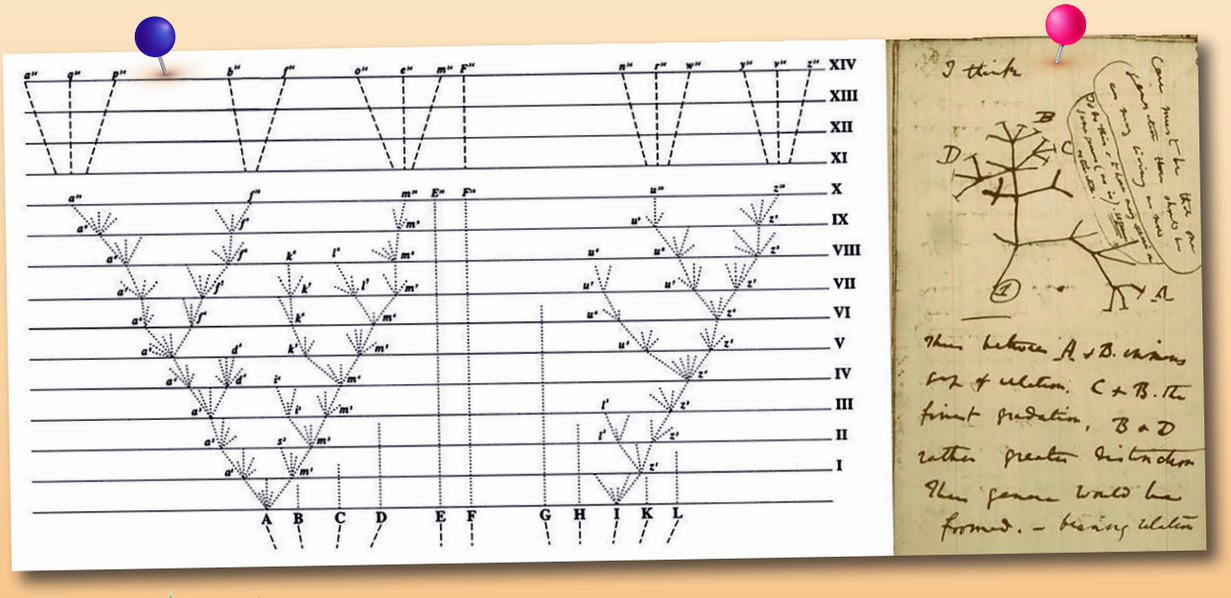
Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 35 4/09/23 3:01 p. m.

Evolución según Darwin



Charles Darwin fue un naturalista inglés (1809-1882) que propuso la teoría evolutiva por **selección natural**. De esta manera, Darwin se basó en el cambio que llevan a cabo las especies con el tiempo, adicional a que las especies nuevas provienen de otras preexistentes y que todas comparten un ancestro común. Bajo esta propuesta, un ancestro común hereda un conjunto de características (genéticas) a sus descendientes, las cuales se fijan en periodos de tiempo muy amplios. A este proceso le llamó **descendencia con modificaciones** y lo propuso en su libro *El origen de las especies* publicado en 1859.



Fotografía de los apuntes de Darwin sobre su árbol de la vida. ¿Qué dirá en ese ilegible texto?

El árbol de la vida de Darwin fue su representación de los eventos de ramificación que se desprenden de un ancestro común y generan un *árbol* con muchos niveles, en los cuales se encuentran todos los seres vivos.

Otra obra destacable entre todas las que publicó Darwin es *El viaje del Beagle*, publicado en 1839, en el cual narra su expedición a bordo del *HSM Beagle* durante cinco años. En este libro se encuentran sus observaciones y experimentos relacionados con la biología, la geología y la antropología; las notas que años después le dieron una base robusta a su teoría de la evolución por la **selección natural**. Fue así como Darwin suministró un mecanismo para explicar las adaptaciones complejas y características de los seres vivos.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 36 4/09/23 3:01 p. m.

Teoría neodarwiniana

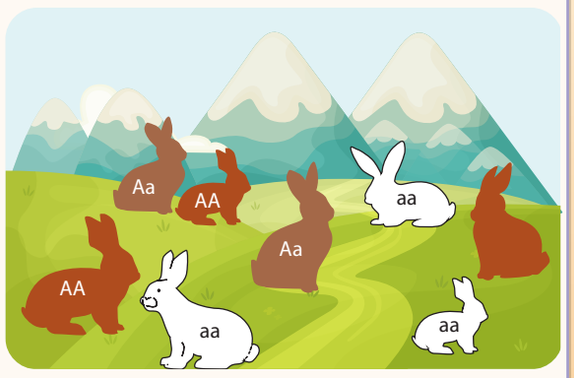
Como lo vimos anteriormente, ni Darwin ni Wallace lograron definir cómo pasaban las variaciones de una generación a otra. En el año 1900 se redescubrieron los trabajos de Gregor Mendel y fue así como la genética permitió esclarecer el modo como ocurre la evolución. El neodarwinismo o *la teoría sintética de la evolución* parte de ciertos principios darwinistas y de la combinación de tres disciplinas: genética mendeliana, paleontología y sistemática.

Los postulados de esta teoría son:

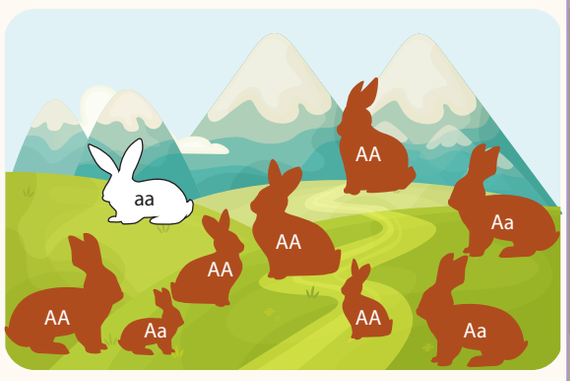
- La unidad evolutiva es la **población** entera de individuos y el conjunto de sus genotipos.
- Los individuos son los portadores de los diferentes **alelos** (distintas formas de un gen) que se han originado por el proceso de **mutación**, es decir, cambios en la secuencia de ADN; así como el producto de la recombinación génica que se lleva a cabo en la meiosis. A partir de este mecanismo se generan las diferentes **variaciones**.
- Si la población evoluciona para un gen, las frecuencias de dichos alelos (**frecuencias alélicas**) pueden cambiar durante generaciones y se dice que los supuestos de **Hardy-Weinberg** para dicho gen **no** se cumplen; es decir, puede haber mutación, el apareamiento no se da de forma aleatoria, puede existir flujo de genes, el tamaño de la población es finito y puede haber selección natural.
- Ciertos **fenotipos** determinados por dichos alelos confieren a los individuos un mayor **éxito reproductivo**, por lo que ciertos rasgos pueden volverse más frecuentes en la población. Posteriormente, esto va a derivar en otra rama que se conoce como **genética de poblaciones**.

Explora tu entorno

Seguramente si has tenido una pareja macho y hembra de conejos como mascotas, has logrado observar que no todos los individuos de su descendencia tienen el mismo color (**fenotipo**). Esta situación podemos extrapolarla a un ecosistema de conejos silvestres donde existen **dos alelos diferentes** para el color de pelaje: **alelo A** (pelaje oscuro) y el **alelo a** (pelaje claro).



Teniendo en cuenta que existen depredadores y recursos limitados, los conejos de pelaje oscuro se ven mayormente favorecidos en ese ambiente y dejan más descendencia, ya que son menos visibles. Finalmente, el alelo A, generación tras generación se vuelve **más frecuente**, mientras que el alelo a puede desaparecer de la **población**. Este fenómeno forma parte de la selección natural.



El viaje del *Beagle*

Siendo muy joven, Darwin tuvo interés por la geología y la naturaleza, y tuvo la oportunidad de ser parte de una expedición de investigación realizada a bordo del barco HMS Beagle de 1831 a 1836. Esta expedición tuvo paradas en Suramérica, Australia y el sur de África, donde Darwin logró hacer observaciones exhaustivas para estudiar y catalogar la fauna y flora que veía en cada lugar. Por esta razón, actuó como naturalista recogiendo todo tipo de información para el Imperio inglés y la tripulación.

A medida que realizaba sus anotaciones y analizaba sus datos, Darwin identificó una serie de **patrones** en la distribución de los organismos, como, por ejemplo, las especies similares de pinzones que se encontraban sobre las islas Galápagos, en Ecuador. De este modo, Darwin notó que los picos de los pinzones tenían una morfología acorde con el entorno que habitaban e intuyó que esto debería lograrse de forma gradual, de generación en generación y durante largos periodos de tiempo. Por ejemplo, aquellas especies que se alimentaban de semillas grandes tenían picos grandes y duros, mientras que las especies que se alimentaban de insectos tenían picos delgados y puntiagudos. Con todo esto, Darwin logró reflexionar sobre las **especies que se veían diferentes, pero se encontraban emparentadas entre sí**. Más aún, examinó que los animales de estas islas eran más parecidos a las especies ecuatorianas continentales, mas no a otras especies que habitaban las islas en el resto del mundo. Adicionalmente, logró articular sus observaciones con sus conocimientos geológicos y la influencia de varios conocidos, entre ellos, su abuelo, para proyectar la idea de la evolución en los seres vivos.



Si la idea de Darwin era correcta, ¿de qué manera se podría explicar que cada población de pinzones había adquirido características que se ajustaban al entorno en el que vivían? En su libro *El origen de las especies*, Darwin explicó el proceso evolutivo por **selección natural**.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 38 4/09/23 3:01 p. m.

Darwin retornó a Inglaterra en 1836 y comenzó a catalogar su colección con la ayuda de numerosos especialistas. De esta manera, fijó varios puntos de su teoría:

1 Adaptación

Todos los organismos se adaptan al entorno en el que habitan. Por medio de la adaptación, los seres vivos adquieren de manera gradual unas características, que pueden ser morfológicas para establecerse y **reproducirse exitosamente.**

2 Variación

Para que se genere un **cambio evolutivo** sobre un rasgo, debe existir variación entre individuos para este rasgo, ser **heredable** y tener un efecto sobre el **éxito reproductivo** de los individuos. Darwin observó que la descendencia entre generaciones tenía rasgos **ligeramente distintos** entre sí. Los caracteres variables son una cuestión de azar y aparecen en cada población natural; a menudo ofrecen valores adaptativos positivos o negativos.

Si estas condiciones se cumplen, las frecuencias de las **variantes alélicas** asociadas con la expresión de un **rasgo** determinado **variarán** entre generaciones, y por lo tanto habrá **evolución.**

3 Reproducción y sobreproducción

Darwin observó que todos los organismos tienden a reproducirse más allá de la **capacidad de carga**, es decir, de la posibilidad de su medio ambiente para mantenerlos. Por esta razón, existe una competencia por los recursos limitados. Se basó en los postulados de **Thomas Malthus**, puesto que él relacionó el **tamaño de la población** con algunas restricciones como la **disponibilidad de alimento**, e indicó que la población tiende a crecer de manera geométrica hasta llegar a su límite dadas esas restricciones.

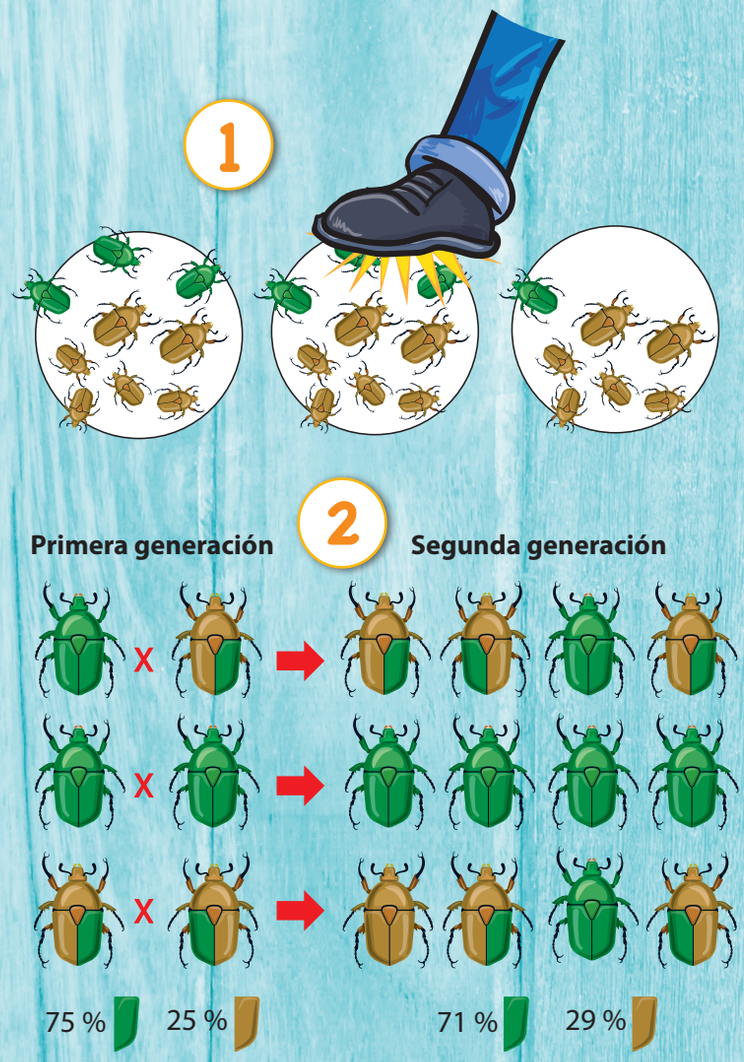
4 Selección natural

Es el mecanismo bajo el cual Darwin basó su teoría sobre el proceso evolutivo. Dicha *fuerza* consta que hay una **adaptación diferencial** de los organismos a su medio ambiente, es decir, solo algunos individuos se adaptarán y son los que **sobrevivirán** y se **reproducirán** mejor que otros. Bajo esta premisa, se benefician los individuos con mayores **logros reproductivos.**

Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 39 4/09/23 3:01 p. m.

Microevolución



Por una cuestión de **azar**, en dicha población de escarabajos hay más genes para color marrón en la descendencia que en los parentales.

La **microevolución** es la evolución a pequeña escala, es decir, los cambios que se producen dentro de una única **población**. Una población es un grupo de organismos que tienen la posibilidad de **reproducirse entre sí**, de modo que comparten un **acervo genético**.

En este orden de ideas, debido a la **breve escala temporal** de este tipo de cambio evolutivo, a menudo pueden observarse directamente. Debido a esto y como se mencionó anteriormente, los procesos que pueden afectar las **frecuencias alélicas** en una población son: mutación, migración, deriva genética y selección natural.

Deriva genética aleatoria

Es uno de los mecanismos que explica el cambio en las proporciones de genotipos en una **escala corta de tiempo**, de manera que se puede generar el cambio evolutivo en una población.

Los cambios se deben **netamente al azar,** es decir, la deriva genética afecta la constitución genética de la población mediante un proceso **totalmente aleatorio**; por lo que no necesariamente produce adaptaciones a su entorno.

Aunque la deriva genética ocurre en poblaciones de todos los tamaños, tiende a tener un mayor efecto en **poblaciones pequeñas**. Lo anterior, porque las poblaciones grandes tienen pocas probabilidades de cambiar drásticamente en tan corto periodo de tiempo.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 40 4/09/23 3:01 p. m.

Si consideramos el escenario donde hay una población muy pequeña de conejos silvestres, compuesta por 8 individuos con fenotipo de pelaje oscuro (genotipo *BB* o *Bb*) y 2 individuos con fenotipo de pelaje claro (genotipo *bb*), tendremos en un primer momento las *frecuencias alélicas* iguales, correspondientes a los alelos *B* y *b*.

Suponiendo que solo los individuos señalados con el círculo rojo son los que se reproducen, en la descendencia habrá una frecuencia del alelo *B* de 0.7, y del alelo *b* de 0.3. Estos individuos hacen parte de la segunda generación para dicha población.

Posteriormente, si de esta última generación solo sobreviven y se reproducen los individuos señalados con genotipo *BB*, se esperaría tener una tercera generación en la cual el alelo *b* haya sido eliminado, mientras que el alelo *B* se haya fijado en la población. Para este caso, podríamos considerar que se trata de un evento de deriva genética.

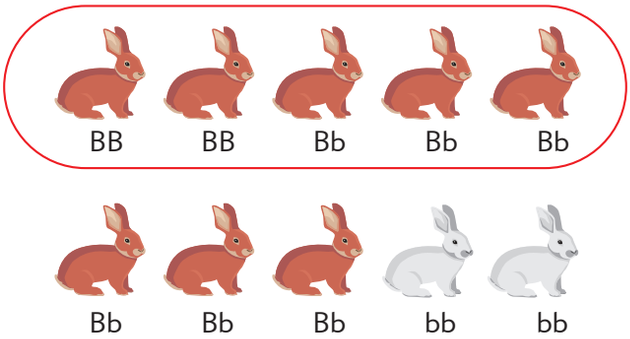
Como se mencionó previamente, la deriva genética, al ser un proceso que se debe al **azar**, no tiene el efecto de producir características que se adapten al entorno. Por este motivo, no se tiene en cuenta el daño o beneficio que un alelo proporcione: un alelo ventajoso puede desaparecer de la población, mientras que un alelo perjudicial puede fijarse en la misma y todo esto puede ocurrir de manera aleatoria.

La deriva genética puede verse representada cuando una población disminuye drásticamente su tamaño debido a un desastre natural, a lo que se denomina como **efecto de cuello de botella**. Asimismo, puede ocurrir cuando un grupo de individuos se separan de su población y forman una colonia, lo que recibe el nombre de **efecto fundador**.

Primera generación

p (frecuencia gen *B*) = .5

p (frecuencia gen *b*) = .5

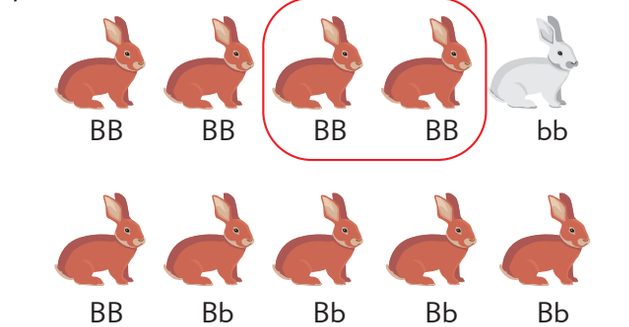


Se reproducen 5 conejos

Segunda generación

p = .7

p = .3

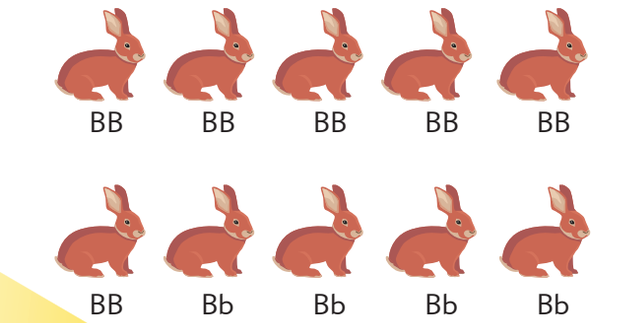


Se reproducen 2 conejos

Tercera generación

p = 1

p = 0

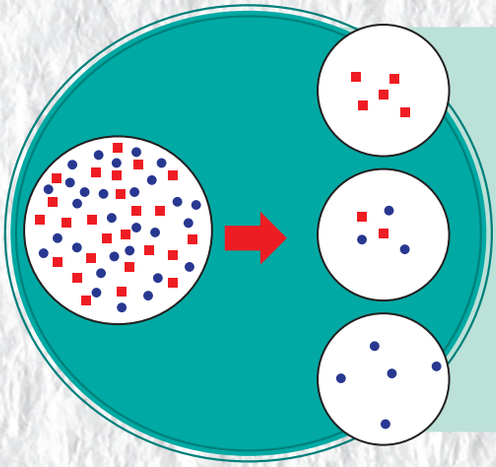


Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

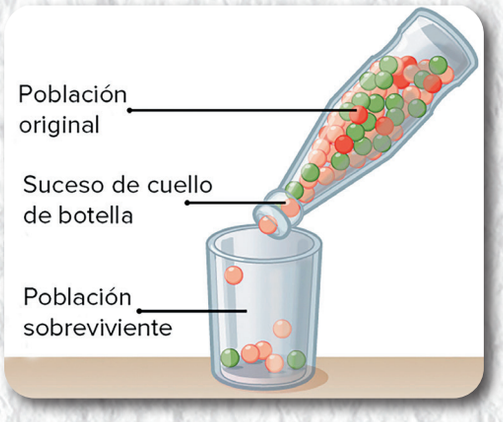
Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 41 4/09/23 3:01 p. m.

Efecto fundador

Se produce cuando unos **pocos individuos** de la población migran y **establecen una colonia**. Esto implica que el nuevo asentamiento puede tener **poca variabilidad genética** debido a que puede ser una muestra no aleatoria y poco representativa de la diversidad de genes de la población original. Por esta razón, es posible que algunos alelos se eliminen o se fijen en los individuos de la población que conformen la nueva colonia.



De acuerdo con la representación gráfica, podemos suponer que el círculo grande contiene a la población original, mientras que los grupos pequeños son las nuevas colonias que se establecieron a partir de pocos individuos. Dichas colonias pueden tener frecuencias alélicas (círculos y cuadrados) que no representan la diversidad genética de la población original (**frecuencias alélicas cambian**).



Si ocurre un cuello de botella, solo una porción de individuos sobrevivirá y determinará la composición genética de la población.

Cuello de botella

Se establece que una población ha sufrido un cuello de botella poblacional cuando se **reduce** su cantidad de individuos durante al menos una generación.

Los cuellos de botella por lo general se deben a **desastres naturales** como incendios, terremotos o inundaciones, así como la caza intensiva llevada a cabo por el ser humano.

Dado que los efectos de deriva genética son más drásticos en **poblaciones pequeñas**, se producirá una reducción considerable de la variabilidad genética en dicha población. Debido a esto, las frecuencias alélicas para el grupo reducido de individuos sobrevivientes pueden ser muy diferentes del grupo inicial, de manera que se puede producir la **pérdida de uno o más alelos**. Como consecuencia de la **variabilidad genética reducida**, los individuos de la población pueden tener problemas para adaptarse a las presiones de selección de su entorno tales como un cambio en las condiciones climáticas o cambios en la composición de los recursos disponibles.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 42 4/09/23 3:01 p. m.

Mutaciones genéticas

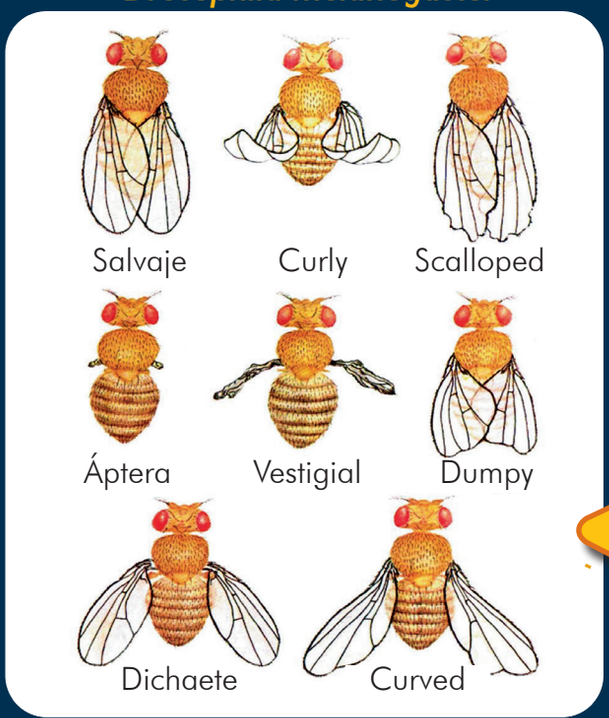
La **mutación** es una fuerza direccional de cambio de las **frecuencias genéticas**. Por medio de este proceso, los elementos genéticos representados en los cromosomas, más específicamente lo alelos, cambian en otros con funciones alternativas. Suelen originarse mediante procesos de recombinación que tienen lugar en la meiosis, así como por eventos externos como radiación o contacto con agentes químicos. Adicionalmente, se pueden producir durante la replicación del material genético (ADN). Cabe destacar que dichas mutaciones pueden ser beneficiosas, neutras o perjudiciales para el organismo; asimismo, son **aleatorias**, pues no están relacionadas con lo útiles que pueden llegar a ser.

Las **mutaciones recurrentes** son las que ocurren de manera sistemática en cada generación con una **frecuencia** determinada, la cual nunca es tan baja como para que se elimine en poblaciones grandes.

Por otro lado, las **mutaciones no recurrentes** son aquellas que producen un mutante **único**. En este caso, el cambio en la frecuencia génica es mínimo y la probabilidad de que se fije en la población depende de cuán **favorecido** esté por la **selección natural**.

Algunas de las mutaciones pueden resultar visibles (**fenotipo**) cuando en una generación, los descendientes poseen características diferentes en comparación con los individuos parentales.

Mutaciones en *Drosophila melanogaster*



Drosophila melanogaster, comúnmente conocida como "mosca de la fruta" es un animal modelo en biología para la investigación de diferentes enfermedades en el ser humano, debido a la existencia de genes con funciones paralelas en estos dos organismos.

Thomas Morgan las estudió en los años 20 y desde entonces se han producido diferentes mutantes; tales como se muestran en la imagen:

- **Tipo silvestre:** forma normal salvaje de la mosca.
- **Curly:** mutación dominante que se caracteriza por una curvatura de las alas.
- **Vestigial:** mutación recesiva que se caracteriza por el reducido tamaño de las alas.

Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 43 4/09/23 3:01 p. m.

Selección natural

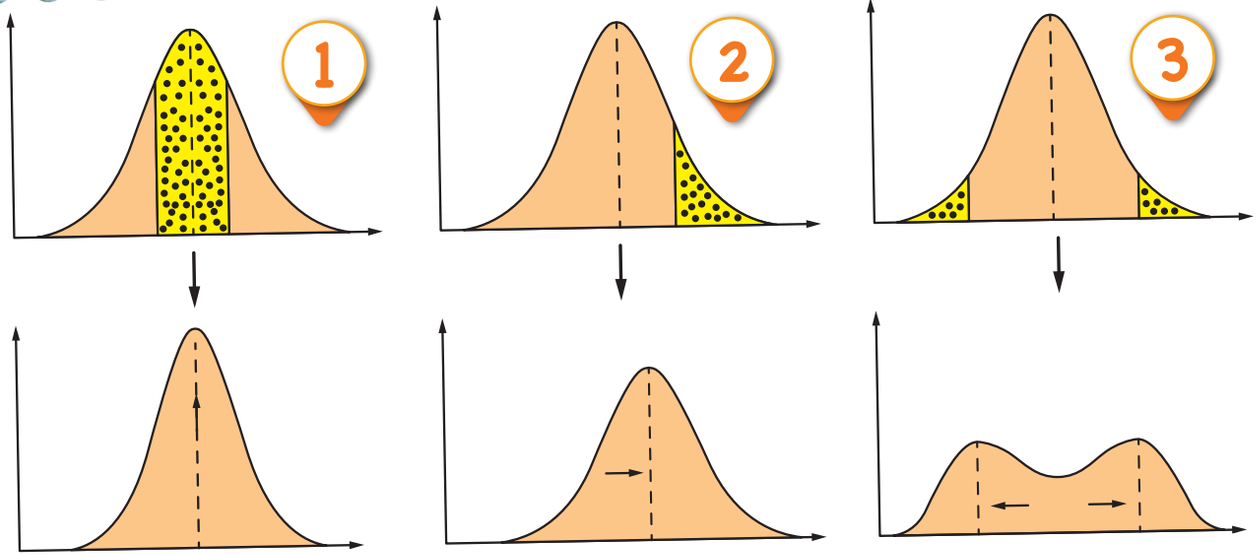
Es el único mecanismo que, de manera consistente, permite que las poblaciones se **adapten** a su entorno con el paso del tiempo. Adicional a los principios darwinistas, en términos de genética de poblaciones:

La selección natural puede producir **microevolución**, puesto que **puede aumentar la frecuencia** de los alelos que producen cierta **ventaja** para la población y le confieren una mejor supervivencia y un éxito reproductivo considerable. De este modo, la selección natural puede **favorecer** o no ciertos rasgos.

Los genotipos favorecidos por selección natural, y por ende los fenotipos, no son únicamente los que permiten una supervivencia mejor. La **adecuación** es una medida de la supervivencia y la reproducción en los organismos, por lo que, a su vez, tiene en cuenta el **éxito reproductivo**. Dicha adecuación depende del medio ambiente.

La selección natural puede actuar sobre características controladas por muchos genes, como por ejemplo la altura en los seres humanos. (**rasgos poligénicos**).

Existen tres tipos de selección natural: **selección estabilizadora**, **selección direccional** o **selección disruptiva**.



1. **Selección estabilizadora:** favorece a los individuos que cuentan con un valor **promedio** para un fenotipo determinado. Por esta razón, se considera que cuando una característica tiene varias formas, se favorece el **valor intermedio** y este es el más apto para dicho entorno.
2. **Selección direccional:** favorece a los individuos que presentan un fenotipo **extremo** con respecto al promedio de la población, es decir, se favorece un extremo de una característica.
3. **Selección diversificadora:** favorece de manera **simultánea** a los individuos que se ubican en los **extremos fenotípicos** de la población, es decir, ambos extremos de una característica resultan ventajosos en el entorno. Se representa por dos o más fenotipos favorecidos a la vez.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 44 4/09/23 3:01 p. m.

Por ejemplo, dada una población de escarabajos con genes que codifiquen para los colores verde y marrón, aquellos individuos que tengan la coloración oscura evitarán ser cazados por el ave, puesto que son menos visibles. De esta manera, sobrevivieron para reproducirse con mayor frecuencia que los escarabajos de color verde, por lo que puede haber un aumento en los genes para el color marrón en la siguiente generación. Este podría ser un caso de selección natural direccional, debido a que se favorece solo un extremo de la característica.

Existe un amplio espectro de adaptaciones en la naturaleza que surgen como resultado de la selección natural:



El depredador come los escarabajos que no tienen el gen marrón, lo cual resulta en un aumento de la frecuencia de genes marrones.

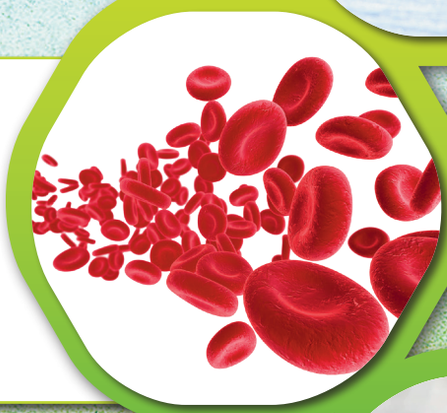
Adaptaciones morfológicas

Hacen referencia a la **aparición** o **modificación de estructuras** o partes de un organismo. Uno de los factores abióticos que actúa como presión de selección en la mayoría de los seres vivos es la temperatura, por eso, los animales que viven en frío extremo han desarrollado una gruesa capa de grasa que funciona como aislante térmico.



Adaptaciones fisiológicas

Se refieren a la aparición de **rutas metabólicas** o **moléculas** que mejoran la eficacia para llevar a cabo algún **proceso**. Por ejemplo, la respiración anaerobia que desempeñan algunas bacterias o el desarrollo de moléculas de hemoglobina más eficientes para transportar oxígeno en organismos que habitan entornos donde hay escasez del mismo.



Adaptaciones etológicas

También llamadas *adaptaciones comportamentales*, son aquellos **comportamientos** que se desarrollan en un organismo confiriéndole una **ventaja reproductiva** y le permiten aprovechar mejor las herramientas que les provee el entorno. Por ejemplo, algunas iguanas y lagartijas toman el sol en las piedras para activar su metabolismo.



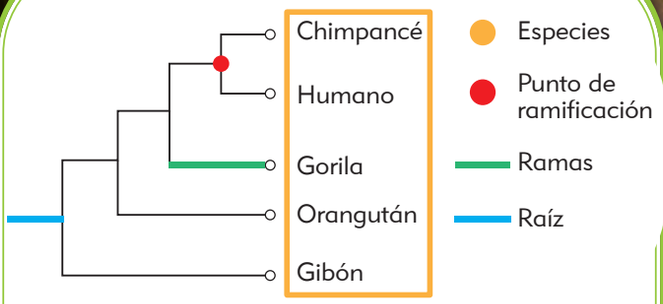
Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 45 4/09/23 3:02 p. m.

Macroevolución

La **macroevolución** hace referencia a la evolución por encima del nivel de **especie**. En este proceso, los estudios se centran en el árbol de la vida a la luz de la **filogenia** para evaluar toda la diversidad de un **grupo entero** de animales.

En sentido específico, esta rama de la evolución toma como base la propuesta de Darwin sobre los **eventos de ramificación** que provienen de un **ancestro común**, a partir de lo que se generan muchos niveles de organización para los seres vivos. Por tal razón, es una disciplina que comprende las **transformaciones a gran escala** en un orden de miles de millones de años; por lo que abarca tendencias globales a nivel evolutivo como, por ejemplo, el origen de los mamíferos. Cabe mencionar que, así como en la microevolución, operan la mutación, la migración, la deriva genética y la selección natural como **mecanismos básicos de la evolución**.



¿Qué es una filogenia?

- Un **árbol filogenético** es un **diagrama** que representa hipótesis sobre las **relaciones evolutivas** entre los organismos.
- Podemos determinar cuán relacionadas están las especies dependiendo de si tienen un ancestro común **más o menos reciente**.
- Se construyen a partir de las **características morfológicas** y la **información genética** de los organismos.

Definición de *especie*

El concepto biológico define una **especie** como un grupo de individuos dentro de las poblaciones que se **reproducen** o pueden **reproducirse** en la naturaleza.

Por ejemplo:





El turpial gorjeador (izq.) y el turpial oriental (der.) son morfológicamente muy parecidos y comparten algunas áreas de distribución, pero **no se reproducen entre ellos**. Por esta razón, se consideran como dos especies diferentes.

No obstante, en muchos casos no es posible aplicar esta definición; por ejemplo, en los organismos que se reproducen de forma **asexual** y los **híbridos** ocasionales que forman muchas plantas y animales.

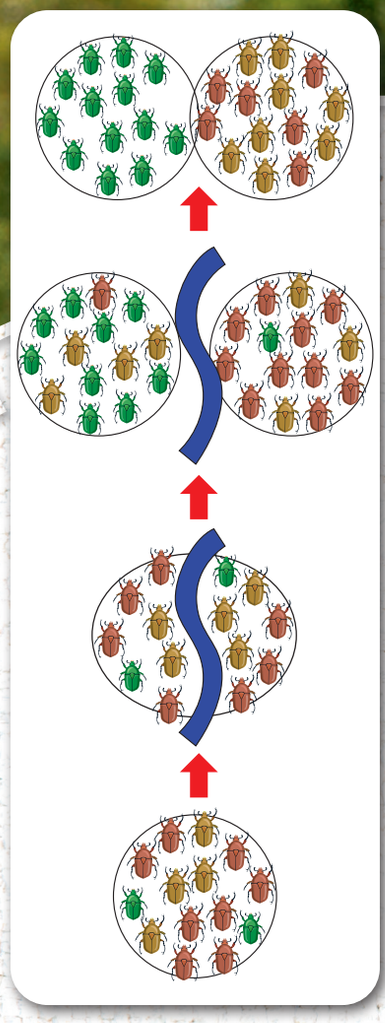
Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 46 4/09/23 3:02 p. m.

Especiación

La **especiación** es un conjunto de procesos que da lugar a **nuevas especies**, por lo cual es parte fundamental del proceso evolutivo. Este proceso ocurre cuando los grupos de organismos de una misma especie se aíslan y divergen reproductivamente. En sentido específico, la especiación se genera cuando **una especie ancestral** se divide en **dos o más especies** que, al transcurrir el tiempo, acumulan una serie de cambios que pueden ser favorecidos por selección natural. Posteriormente, se diferencian genéticamente entre sí, lo que ocasiona que **ya no puedan reproducirse entre ellas**.

Los biólogos evolutivos generalmente dividen las formas en las que ocurre la especiación así:

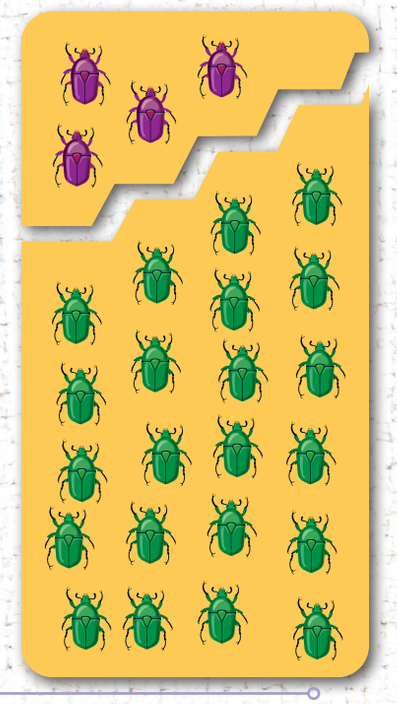


Especiación alopátrica

Implica la **separación geográfica** de las poblaciones a partir de una especie parental. Este tipo de especiación está determinado por la existencia de **barreras geográficas** que pueden ser naturales o artificiales tales como el océano, el surgimiento de una montaña, la depresión del suelo, caminos, entre otros. Por medio de estas barreras físicas se impide el **flujo de genes**, por lo que finalmente habrá un **aislamiento reproductivo** incluso si dichas barreras desaparecen en el tiempo. En este punto, puede considerarse a los grupos como **especies separadas**.

Especiación peripátrica

Es un tipo de especiación alopátrica y se genera cuando una de las poblaciones aisladas cuenta con **un número muy reducido de individuos**. Adicionalmente, el componente de **deriva genética** es más fuerte en este tipo de especiación debido a que influye más en la población pequeña, por lo que esta se va a diferenciar de la población grande en una escala de tiempo mucho menor. Asimismo, pueden estar actuando otras fuerzas de selección, por lo que, además de generar un **cambio en la composición genética**, habrá el **aislamiento reproductivo** que conducirá a la especiación.

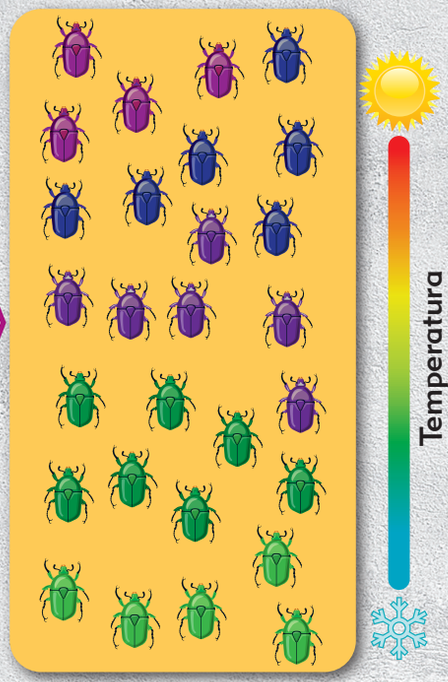


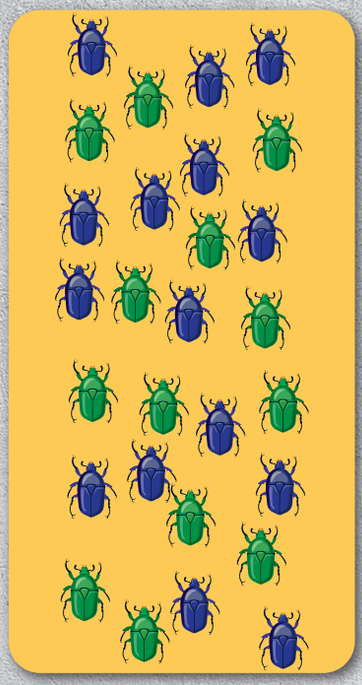
Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 47 4/09/23 3:02 p. m.

Especiación parapátrica

Es el tipo de especiación que se genera por la **diferencia en las condiciones ambientales** tales como la temperatura, la composición de suelo, entre otros. Se caracteriza por la ausencia de una barrera geográfica extrínseca concreta que impida el flujo genético. Por esta razón, aunque se trata de una población continua, el **apareamiento no es aleatorio** debido a que los individuos prefieren aparearse con sus relativos geográficos.





Especiación simpátrica

En este tipo de especiación **no interfiere alguna barrera geográfica** que provoque una separación física. Está determinada por **factores inherentes a la población** como, por ejemplo, la **poliploidía** que se genera como consecuencia de errores durante la división celular. De esta manera, los individuos híbridos poseen una composición genética propia que los aísla reproductivamente de sus parentales.

La especiación simpátrica también se puede originar por la **explotación de un nuevo nicho**, lo cual puede reducir el flujo genético con individuos de la misma población que explotan otro nicho. Con el paso del tiempo, pueden diversificarse en dos o más especies distintas.

Mecanismos de aislamiento reproductivo

Mecanismo de aislamiento	Ejemplo
Precigóticos	
Aislamiento ecológico	Las especies desempeñan hábitos distintos.
Aislamiento temporal	Las especies se reproducen en estaciones/tiempos diferentes.
Aislamiento etológico	Existen diferencias en los cantos y en el cortejo.
Aislamiento mecánico	Los órganos genitales son inadecuados.
Postcigóticos	
Aislamiento de gametos	Los espermatozoides no llegan al óvulo.
Mortalidad del cigoto	Ocurre fecundación, pero el cigoto no sobrevive.
Esterilidad de híbridos	El híbrido sobrevive pero no se reproduce.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 48 4/09/23 3:02 p. m.

Evidencias de la evolución darwiniana

Como se mencionó anteriormente, la **teoría evolutiva** sostiene que los organismos sufren cambios biológicos **graduales** en el tiempo, de generación en generación. Dicha teoría está fundamentada por **pruebas** que provienen de **diferentes disciplinas**, las cuales se conocen como **evidencias de la evolución**. A través de ellas se logró afirmar que todas las especies evolucionaron de otras preexistentes y que la evolución se trata de un proceso continuo que permite a los organismos adaptarse al medio en el que habitan.

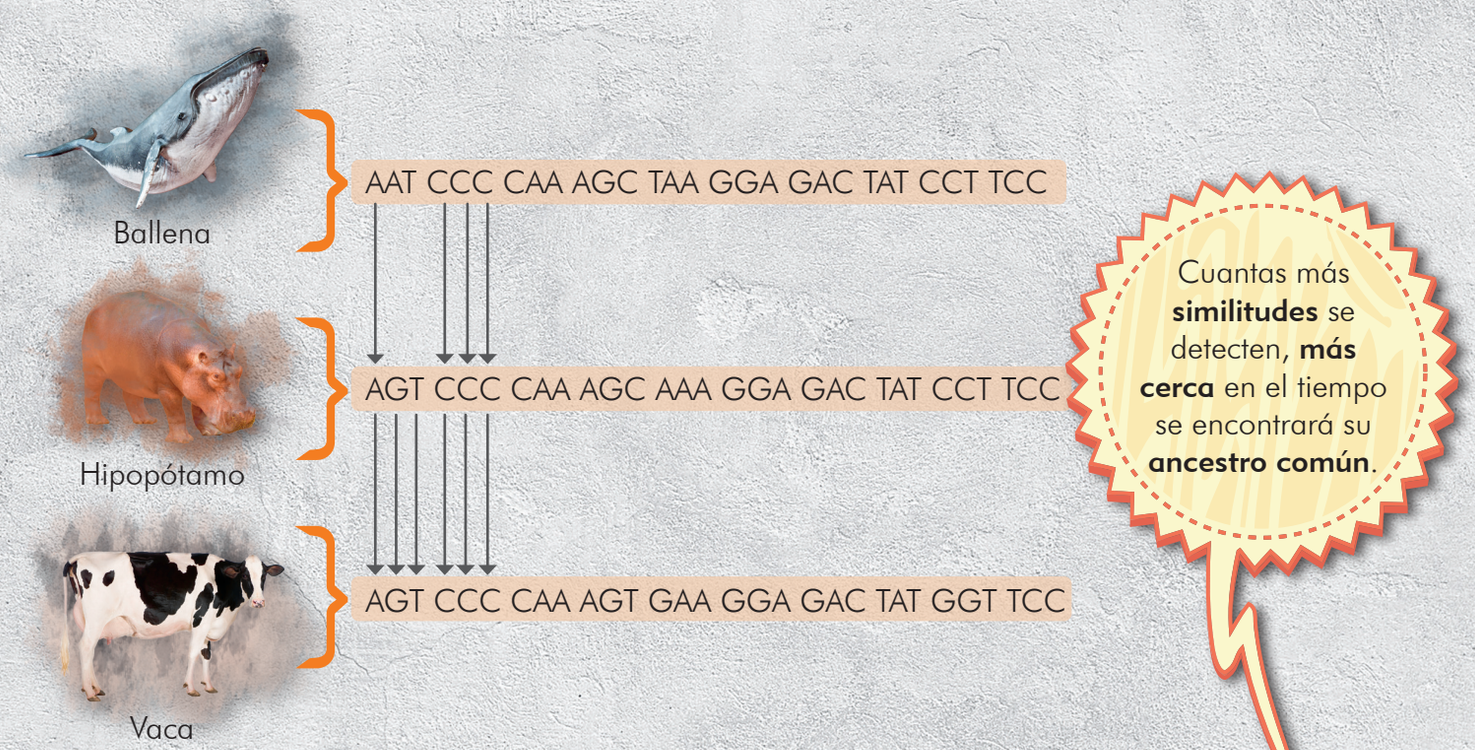
Las diferentes evidencias de la evolución biológica son:

Evidencias genéticas y moleculares

La **biología molecular** es una rama de la biología que se empezó a desarrollar durante la segunda mitad del siglo XX con el descubrimiento de la estructura del ADN.

El **ADN** (ácido desoxirribonucleico) contiene información detallada de todos los organismos, lo que lo convierte en una herramienta muy útil para rastrear las especies ancestrales. Adicionalmente, ha dilucidado la **relación evolutiva** entre los grupos de animales gracias a que podemos comparar las secuencias de ADN de dos especies o identificar las semejanzas y diferencias en las **secuencias de aminoácidos** de las proteínas entre los organismos. Gracias a esta herramienta, ha sido posible construir **filogenias** que atienden el parentesco evolutivo entre las especies.

En este sentido, el **código genético** ha aportado pruebas concluyentes para confirmar que todos los organismos provienen de un **ancestro común**.



Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

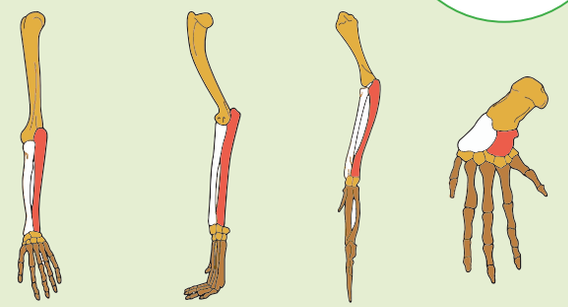
Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 49 4/09/23 3:02 p. m.

Evidencias morfológicas

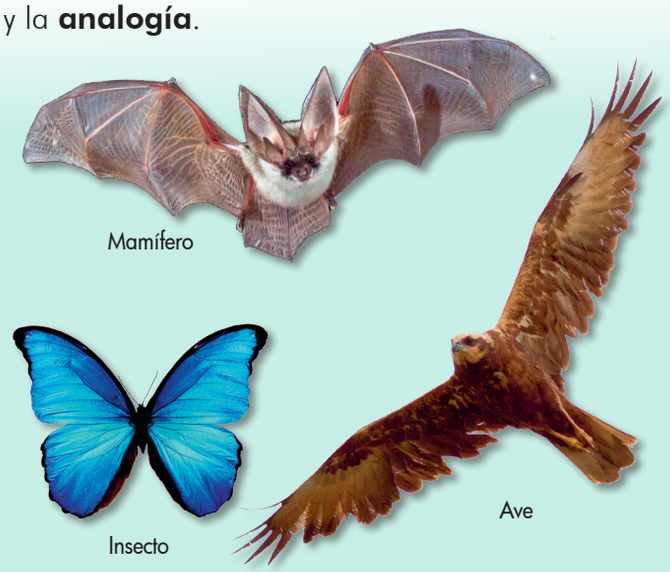
La anatomía comparada es la disciplina de la biología que se encarga **del estudio de las semejanzas y diferencias en la anatomía** de los diferentes organismos. Asimismo, dicha disciplina comprende estudios estructurales de la composición entre los diferentes grupos de animales. Por todo esto, existen dos conceptos que describen los patrones morfológicos y funcionales entre los organismos: la **homología** y la **analogía**.



Tiktaalik
Ancestro común



Humano Perro Ave Ballena



Mamífero
Insecto
Ave

Homología

La **homología** es la presencia de una **estructura similar** en dos o más especies que provienen de un **ancestro en común**, aunque desempeñen funciones diferentes.

Las extremidades de los anfibios, reptiles, las aves y los mamíferos son **estructuras homólogas**, debido a que tienen el **mismo patrón óseo,** por lo que se puede inferir que provienen del mismo ancestro común. Ha sido posible determinar que dicho ancestro se trató de un tetrápodo (*Tiktaalik*) del periodo Devónico tardío.

El proceso evolutivo para cada grupo de organismos ha dado lugar a diferencias en sus extremidades gracias a la **adaptación** que estos han desarrollado para sus distintos ambientes. En algunos organismos, estas estructuras **han perdido su función ancestral** o se han **reducido** debido al desuso en su entorno, como el apéndice.

Analogía

Una analogía se presenta cuando **dos o más estructuras**, en **diferentes grupos de organismos**, desempeñan una función similar, pero **no tienen un origen en común**. En sentido específico, las analogías son similitudes físicas que evolucionaron de **manera independiente** en distintos organismos debido a que se desarrollaron en entornos similares o con presiones de selección semejantes. Por esta razón, cuando las estructuras son anatómicamente diferentes, pero desempeñan la misma función, significa que evolucionaron a partir de ancestros diferentes. A este suceso se le denomina **convergencia evolutiva**.

Cabe mencionar que, de manera general, para determinar qué tanto están relacionadas las especies, se debe estudiar una gran cantidad de características; tanto rasgos físicos como el material genético que mencionamos anteriormente.

Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 50 4/09/23 3:03 p. m.

Evidencias biogeográficas

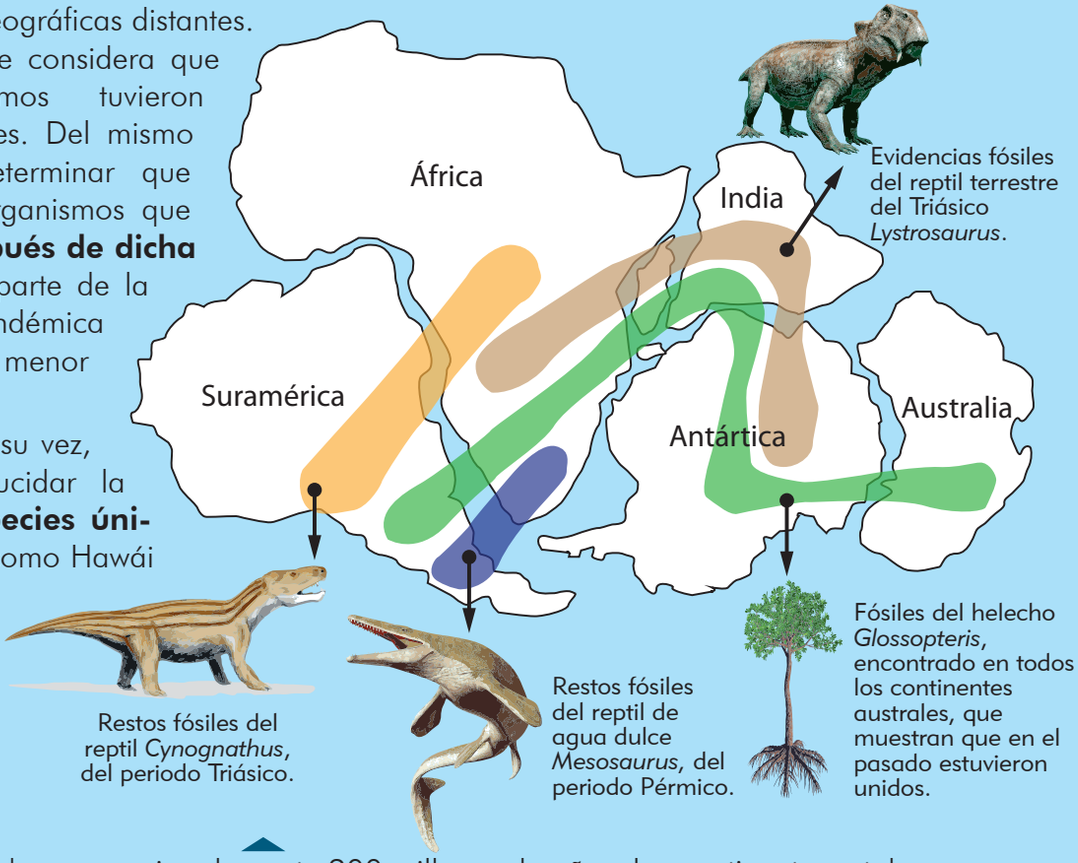
La **biogeografía** es la rama de la biología que estudia la **distribución geográfica de los animales y las plantas**. Las especies se originan en un punto de origen, a partir del cual se dispersan hasta que llegan a otro punto donde no se pueden movilizar más como consecuencia de algún factor físico o biológico.

El **movimiento de las placas tectónicas** a lo largo del tiempo geológico ha explicado, junto con la evolución, los distintos patrones que pueden observarse en los organismos que evolucionaron **antes de la ruptura** del supercontinente **Pangea** y que actualmente se encuentran en ubicaciones geográficas distantes. Por esta razón, se considera que dichos organismos tuvieron ancestros comunes. Del mismo modo, logró determinar que los grupos de organismos que evolucionan **después de dicha ruptura**, hacen parte de la fauna y la flora endémica de las regiones de menor tamaño.

Esta disciplina, a su vez, ha permitido elucidar la presencia de **especies únicas** en las **islas** como Hawái y Australia, puesto que fueron territorios aislados por el mar.



Los diferentes organismos se vieron sometidos a condiciones ambientales diversas y presiones de selección diferentes, por lo que continuaron evolucionando de forma independiente.



Evidencias fósiles del reptil terrestre del Triásico *Lystrosaurus*.

Restos fósiles del reptil *Cynognathus*, del periodo Triásico.

Restos fósiles del reptil de agua dulce *Mesosaurus*, del periodo Pérmico.

Fósiles del helecho *Glossopteris*, encontrado en todos los continentes australes, que muestran que en el pasado estuvieron unidos.

Todo comenzó hace aproximadamente 200 millones de años: los continentes estaban unidos en uno solo que recibió el nombre de **Pangea**. A medida que las masas continentales se iban separando, las especies quedaron **aisladas**.

Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.
Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.
Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 51 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

✔ Explicación de fenómenos

1. ¿Cuál es la principal diferencia entre la microevolución y la macroevolución?

A. La microevolución ocurre solo en los microorganismos, mientras que la macroevolución en los organismos macro (grandes).
B. En la microevolución actúan los mecanismos básicos del proceso evolutivo (mutación, deriva, migración, selección). La macroevolución no tiene en cuenta dichos mecanismos.
C. La escala de tiempo en la que se produce el fenómeno evolutivo.
D. La microevolución solo se refiere a pequeños grupos de animales. La macroevolución comprende los procesos evolutivos de grandes grupos de animales.

2. *El Gran Cañón del Colorado se formó gradualmente por el paso del río Colorado hace aproximadamente 40 millones de años. Antes de que se formara, una especie de ardilla habitaba la zona; sin embargo, mientras se iba haciendo más profundo el cañón, era más difícil que los individuos pasaran de un lado a otro. Por esta razón, un grupo de ardillas se aisló a lado y lado del cañón, sin la posibilidad de reproducirse entre sí. Millones de años después, dichos grupos se diversificaron como dos especies diferentes.*

Tomado de: Best, T. L., Titus, A. S., Caesar, K., & Lewis, C. L. (1990). Ammospermophilus harrisii. Mammalian Species, (366), 1-7.

Lo anterior es un caso de

A. especiación simpátrica.
B. especiación parapátrica.
C. especiación alopátrica.
D. especiación peripátrica.



Ammospermophilus harrisii.



Ammospermophilus leucurus.

3. ¿Cuál(es) de los siguientes eventos se puede(n) considerar como proceso(s) microevolutivo(s)?

A. Tres profesoras del colegio comenzaron a usar ropa de color oscuro para los meses más fríos del año.
B. La Revolución Industrial ejerció una presión de selección y ocasionó el *melanismo industrial* en las polillas del género Biston. De este modo, empezó a aumentar la frecuencia de la morfología oscura hasta volverse la coloración dominante entre dichos organismos.
C. En los últimos años han aumentado las ventas de *brackets* de acero para mejorar la oclusión dental defectuosa en la población.
D. Varios tipos de antibióticos han seleccionado las bacterias más resistentes, por lo que el abuso en el uso de estos ha generado un problema de salud global.
E. El glifosato es un herbicida de amplio espectro que, al ser usado excesivamente, selecciona las hierbas resistentes que resultan siendo altamente perjudiciales.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 52 4/09/23 3:03 p. m.

Proyecto ambiental

Activismo y participación política ambiental

El ser humano es afortunado de poder ser parte y obtener beneficios de la gran diversidad biológica que existe, pues no podría vivir ni subsistir sin todos los recursos y elementos que ofrece. Por lo tanto, es importante comprender que el cuidado del medioambiente no solo es para seguir beneficiándonos de él, sino también para tener conciencia de que todas las especies de seres vivos son valiosas, que nosotros solo somos una más, y que por la estabilidad del planeta debemos cuidarlas.

Aunque existen políticas regulatorias del cuidado del medioambiente, las personas pueden realizar diversas estrategias y proyectos que las complementan, o incluso que compensen las fallas en los proyectos estatales, por ejemplo, reciclar, apoyar proyectos de economía circular, no apoyar la tala desmedida de árboles, o combatir las prácticas que refuerzan el cambio climático.

Un activista medioambiental es aquel que lucha por el medioambiente. Es una persona, niño o adulto, que procura mantener la armonía de sus actividades con lo que es bueno para la naturaleza como resultado de su propia convicción, y que inspira a otros a realizar lo mismo. También es aquel que se involucra y hasta lidera proyectos comunitarios de educación ambiental y desarrollo ciudadano y cultural.

Una tragedia ambiental que sirve de ilustración son los derrames de petróleo. Por ejemplo, en Colombia una multinacional sufrió una falla y varios barriles de petróleo crudo llegaron al suelo y a las fuentes de agua en más de 1 200 metros cuadrados. Se afectaron todas las plantas y animales que habitan este suelo o que dependen del agua, causándoles su muerte o dificultades para su supervivencia. Las autoridades ambientales del departamento, junto con los medios de comunicación, dilucidaron que la empresa responsable de los daños pudo haber ocultado la gravedad de la situación, la cual fue peor de lo que la empresa indicó. Esto despertó la indignación de la población aledaña y las comunidades ambientalistas, quienes exigieron mayores controles y transparencia en el procesamiento petrolero, así como la expulsión de las industrias de combustibles fósiles de la zona para reemplazarlas por energía renovable.

1. ¿Te has enterado de algún daño ambiental reciente en Guatemala o en alguna otra parte del mundo?
2. ¿Cómo podrías ayudar a proteger la diversidad ambiental del país frente a posibles amenazas?
3. ¿Hay algo que puedas hacer por el bien del medioambiente en tu comunidad? ¿Puedes inspirar a otros a hacer lo mismo?
4. ¿Por qué es importante evaluar y hacer vigilancia a los proyectos ambientales que realiza el Estado?

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 53 4/09/23 3:03 p. m.

Alimentación saludable

✔ Aprendo

La alimentación saludable puede ayudarte a vivir durante más tiempo y a tener una mejor calidad de vida, puesto que reduce las probabilidades de contraer enfermedades no transmisibles como la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares. La mejor forma de mantener una alimentación saludable es manteniendo una dieta balanceada en la que comas alimentos variados para que puedas obtener todos los nutrientes y fibras que tu cuerpo necesita.

✔ Practico

Las enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares (por ejemplo, los infartos de miocardio o los accidentes cerebrovasculares), el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes, son la principal causa de muerte en el mundo. Su alta incidencia está relacionada con factores de alto riesgo del comportamiento tales como una dieta no saludable, la inactividad física, el tabaquismo y el consumo excesivo de alcohol. En las últimas décadas la alimentación ha sufrido un cambio, se han sustituido la alimentación tradicional, basada en mayor parte por alimentos de origen vegetal (frutas, cereales, verduras, legumbres, entre otros) por alimentos que presentan un elevado contenido en grasa total y en grasas saturadas, refrescos, cereales y azucares refinadas que además son producidos en complejos procesos industrializados. Además, es sabido también que la población mundial consume mucha más sal de la que está recomendada para la prevención de enfermedades. Este cambio en la dieta de las personas constituye en conjunto un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades no transmisibles. Existe una evidencia sólida que demuestra que la alimentación saludable puede reducir el riesgo de contraer este tipo de enfermedades. Investiga y discute con tus compañeros de clase.

✔ Aplico

1. ¿Qué crees que pasaría a largo plazo con la salud de una persona que solo se alimenta de comida chatarra como hamburguesas?

El primer paso para tener una alimentación saludable es identificar qué alimentos en tu dieta pueden ser malos para ti. Identifica en tu alimentación diaria aquellos productos que no son considerados saludables o que poseen un exceso de grasas o azúcares refinados. Revisa los contenidos nutricionales en los dulces que comes al día y piensa por qué alimento saludable que te agrade podrías sustituir ese dulce.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 54 4/09/23 3:03 p. m.

Evaluación tipo saber

✔ Uso comprensivo del conocimiento

1. La **microevolución** es un proceso que incluye los mecanismos básicos de la evolución, por medio de los cuales, paulatinamente, se van acumulando variaciones en los miembros de una población. Dichas variaciones permitirán que solo algunos organismos desarrollen ciertos rasgos con los que pueden sobrevivir, reproducirse y adaptarse al entorno que habitan.

Con base en el texto anterior, se puede afirmar que **tomar antibióticos inadecuadamente** representa un problema de salud mundial porque (varias respuestas)

A. se da lugar a bacterias multirresistentes que cuentan con varios genes de resistencia, producto de exposiciones inapropiadas a los antibióticos. Esto ha generado al menos 700,000 muertes anuales.
B. el antibiótico genera una presión de selección, de manera que sobreviven las bacterias que tienen una mutación que les permite resistir a sus efectos. Como consecuencia, se reproducen y desarrollan una resistencia a la sustancia química.
C. los antibióticos deberían tomarse sin prescripción médica y a deshoras para lograr sorprender a las bacterias.

✔ Explicación de fenómenos

2. De acuerdo con Johnston, R. & Selander, R. (1971), las poblaciones norteamericanas del gorrión doméstico fueron introducidas de Europa en el periodo 1852-1860. Los investigadores encontraron que los gorriones de sitios más fríos tienen en general un tamaño mayor que los gorriones que viven en lugares más cálidos.

Lo anterior corresponde con mayor probabilidad a un evento de

A. microevolución, deriva genética, efecto fundador.
B. macroevolución, registro fósil.
C. microevolución, selección natural.
D. microevolución, deriva genética, cuello de botella.

3. El peso de los bebés humanos recién nacidos —como casi todos los rasgos de los seres vivos— ha sido sometido a la selección natural. Los bebés de bajo peso pierden el calor de manera más rápida y son más sensibles a enfermedades por infección. Por otro lado, los bebés de gran peso son más difíciles de parir por la pelvis. En el peso de los bebés está actuando la selección natural

A. estabilizadora.
B. direccional.
C. diversificadora.
D. centralizadora.

Ciencias Naturales 9 Unidad 2.indd 55 4/09/23 3:03 p. m.

Unidad 3

Equilibrio químico y acidez

Guerras por el nitrógeno

Entorno físico

En el siglo XIX Europa enfrentaba una grave crisis alimentaria. Varios siglos de agricultura habían dejado exhaustos a los campos de cultivo, los cuales ya no abastecían a la enorme población del continente. Alrededor del año 1840, los británicos descubrieron las valiosas propiedades fertilizantes del guano, un sustrato creado por la acumulación masiva de excrementos de aves, focas y murciélagos. Este componente es especialmente rico en los tres elementos que requieren las plantas: fósforo, potasio y nitrógeno.

En Suramérica, países como Chile, tenían grandes cantidades de esta sustancia, especialmente en las costas del océano Pacífico. Esto llevó a la colonización por parte del Imperio británico de muchas islas del Pacífico, en las cuales se había acumulado el guano. Posteriormente, los químicos agrícolas descubrieron las bondades que sobre los cultivos tenía el salitre, un mineral rico en nitratos. Los países Chile, Perú y Bolivia tienen grandes yacimientos de salitre. A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX se desataron cruentas guerras en estos países, todo por el control del mineral codiciado para la agricultura europea. Una consecuencia de las guerras en esta región fue la pérdida de acceso al mar por parte de Bolivia, razón por la cual este país sigue haciendo reclamos al respecto.

Todos estos avatares les dieron paso a dos científicos: Fritz Habber y Carl Bosch. Estos investigadores desarrollaron, por aparte, el proceso químico que permite convertir el nitrógeno de la atmósfera en amoníaco, y posteriormente, oxidación a nitrato, esenciales para la producción de fertilizantes. Aprovechando el hecho de que el aire es de alrededor del 78 % de nitrógeno, empleando catalizadores y condiciones adecuadas de presión y temperatura, lograron desplazar el equilibrio químico hacia la producción de amoníaco e industrializaron el proceso para conseguirlo a gran escala. Por este motivo, Habber y Bosch recibieron el Premio Nobel de Química de forma separada en los años 1918 y 1931, respectivamente.

Preguntas de científicos naturales

- ¿Por qué las bases se llaman así?
- ¿Quién le da nombre a los elementos químicos?

Indicadores de logro propuesto por el CNB

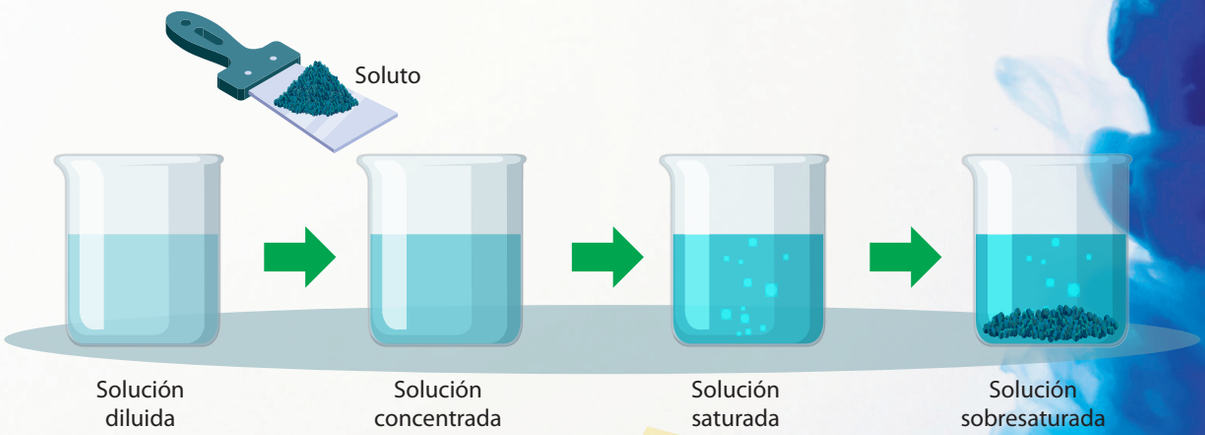
- Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia, transporte de energía y su interacción con la materia.

Aprendo

Disoluciones

Una **disolución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias** en la cual no varían las propiedades químicas de cada uno de los componentes. Se denomina **disolvente** a la sustancia que está en mayor proporción en la disolución. Mientras que, la sustancia en menor proporción, se denomina **soluto**. Los disolventes interaccionan con los **solutos** en una disolución, rodeando cada una de sus moléculas. Por su parte, el soluto se dispersa en el disolvente, resultando en un estado de agregación diferente.

La propiedad de un soluto que se disuelve en un disolvente se llama **solubilidad**. Si una sustancia se disuelve fácilmente en su soluto se dice que es **soluble**. Por el contrario, si no lo hace, se dice que es **insoluble**. Las soluciones se pueden clasificar cualitativamente, de acuerdo con la cantidad de soluto que se encuentre disuelto. Si hay poco soluto disuelto, la disolución está **diluida**; cuando hay bastante soluto, estamos con una disolución **concentrada**; al tener el máximo de soluto permitido en ese disolvente, la disolución está **saturada**; más allá de este punto de saturación, la disolución está **sobresaturada**, es decir, que ya no puede disolverse más de ese soluto en el disolvente.



Unidades de concentración

La **concentración** es una propiedad intensiva que mide la proporción entre soluto y disolvente en una disolución. Numéricamente se expresa mediante una fracción que en el numerador indica la cantidad de soluto, mientras que en el denominador puede ir la cantidad de disolvente o la cantidad total de disolución.

Unidades porcentuales

En la cotidianidad, una de las formas más comunes de expresar la concentración es mediante unidades porcentuales, ya sean en volumen o en masa. Esto es el cociente entre la masa o volumen de soluto, dividido entre la masa o volumen de toda la disolución. Como la masa o volumen del soluto es menor que la de toda la solución, este cociente es menor a 1, por lo que se expresa en porcentaje (%) al multiplicarlo por 100.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 57 4/09/23 3:01 p. m.

Porcentaje masa a masa:

$$\%\, m/m = \frac{\text{g soluto}}{100\ \text{g disolución}} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \times 100$$

Lo usual es expresarlo en gramos, pero también se puede expresar en otras unidades de masa, siempre y cuando sean las mismas en el numerador y en el denominador.

Porcentaje masa a volumen: se usa principalmente cuando el soluto está en estado sólido.

$$\%\, m/v = \frac{\text{g soluto}}{100\ \text{mL disolución}} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{volumen disolución}} \times 100$$

Porcentaje volumen a volumen: suele usarse en mezclas cuyo soluto está en estado líquido.

$$\%\, v/v = \frac{\text{mL soluto}}{100\ \text{mL disolución}} = \frac{\text{volumen soluto}}{\text{volumen disolución}} \times 100$$

Ejemplo:

Una persona A toma $300\ \text{mL}$ de cerveza, con una concentración de alcohol de $4{,}0\ \%\ v/v$. Otra persona B toma un trago de ron de $40\ \text{mL}$, con una concentración de alcohol de $40\ \%\ v/v$. ¿Quién ingiere más alcohol?

Solución:

Ya que puede entenderse la concentración así: $\text{Concentración} = \frac{\text{Volumen soluto}}{\text{Volumen disolución}} \times 100$, se puede despejar de esta ecuación el volumen del soluto al multiplicar el volumen de la disolución por la concentración y dividirlo por 100.

Persona A $300\,\text{mL cerveza}\left(\frac{4,0\,\text{mL alcohol}}{100\,\text{mL cerveza}}\right) = 12\,\text{mL alcohol}$

Persona B $40\,\text{mL ron}\left(\frac{40\,\text{mL alcohol}}{100\,\text{mL ron}}\right) = 16\,\text{mL alcohol}$

Se deduce que la persona B ingirió más cantidad de alcohol.

Partes por millón

Un análogo de la concentración en porcentaje son las partes por millón (símbolo ppm). En lugar de expresarlo con referencia a $100\ \text{g}$ de disolución, se expresa con relación a un millón de gramos de disolución. Esta unidad se emplea para concentraciones muy diluidas.

$$\text{ppm:}\ \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \times 10^6 = \frac{\text{g soluto}}{10^6\,\text{g disolución}} = \frac{\text{mg soluto}}{\text{kg disolución}} = \frac{\mu\text{g soluto}}{\text{g disolución}}$$

Valiéndonos de los múltiplos y submúltiplos de las unidades, podemos hacer las relaciones que se ven al final de la anterior ecuación. Por ejemplo, que en un gramo hay 10^3 miligramos o que en un gramo hay 10^6 microgramos.

Las partes por millón también se pueden utilizar con volumen.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 58 4/09/23 3:01 p. m.

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg soluto}}{\text{L disolución}} = \frac{\mu\text{g soluto}}{\text{mL disolución}}$$

Ejemplo:

12 mg de una sustancia peligrosa se detectaron en 5 m^3 de agua. Calcula su concentración en ppm y en $\%\ m/v$.

Solución:

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg soluto}}{\text{L disolución}} = \left(\frac{12\,\text{mg soluto}}{5\,\text{m}^3\ \text{disolución}}\right)\left(\frac{1\,\text{m}^3}{1.000\,\text{L}}\right) = 2.4 \times 10^{-3}\,\text{mg/L}$$

Nota que el factor de conversión en rojo es el que convierte m^3 a L.

$$\%\, m/v = \frac{2.4 \times 10^{-3}\,\text{mg soluto}}{\text{L disulución}}\left(\frac{1\,\text{L}}{1{,}000\,\text{mL}}\right) \times 100\,\text{mL} = 2.4 \times 10^{-4}\,\%$$

Similar a la ecuación para determinar la concentración en ppm, en esta ecuación se empleó un factor de conversión para pasar de litros a mililitros.

Molaridad

La **molaridad** (símbolo M) es la medida de concentración más utilizada en química. A diferencia del porcentaje, donde solo es necesario medir la masa o volumen de las sustancias, en la molaridad es necesario conocer la naturaleza del soluto. Se define como la cantidad de moles disueltas en un litro de disolución. De esta forma, el volumen total de la disolución debe ser expresado en litros.

$$M = \frac{\text{mol soluto}}{\text{L disolución}}$$

Ejemplo:

El suero fisiológico es una disolución de cloruro de sodio al 0.9 $\%\ (m/v)$. ¿Cuál es su molaridad? 0.9 $\%$ significa 0.9 g en 100 mL de disolución.

Solución:

Conversión de gramos de cloruro de sodio a moles:

$$0.90\,\text{g NaCl}\left(\frac{1\,\text{mol NaCl}}{58.44\,\text{g NaCl}}\right) = 0.015\,\text{mol NaCl}$$

Conversión de mililitros a litros:

$$100\,\text{mL}\left(\frac{1\,\text{L}}{1000\,\text{mL}}\right) = 0,1\,\text{L}$$

$$M = \frac{0,015\,\text{mol NaCl}}{1{,}000} = 0.15\,M$$

Salud

Para determinar la concentración de oxígeno en sangre es común el uso de oxímetros. Este instrumento envía dos frecuencias de luz infrarroja a través de los tejidos. La interación entre los fotones y la hemoglobina depende de si esta última contiene oxígeno o no. Por lo que al detectar los fotones luego de que interactuan con el paciente, es posible determinar la concentración de oxígeno en sangre.



Ejemplo:

¿Cuántos gramos de nitrato de potasio serán necesarios para preparar 250 mL de una concentración 0,50 M?

Solución:

Número de moles necesarios:

$$\text{mol} = M \times V = 0.50\,M\ \text{KNO}_3 \times 0.250\,\text{L} = 0.125\,\text{mol KNO}_3$$

Cantidad de nitrato de potasio expresado en gramos:

$$0.125\,\text{mol KNO}_3\left(\frac{101.1\,\text{g KNO}_3}{1\,\text{mol KNO}_3}\right) = 12.6\,\text{g KNO}_3$$

Haciendo el cálculo en una sola operación, quedaría:

$$\text{g KNO}_3\text{: } 250\,\text{mL}\left(\frac{1\,\text{L}}{1{,}000\ \text{mL}}\right)\left(\frac{0.5\,\text{mol KNO}_3}{1\,\text{L}}\right)\left(\frac{101.1\,\text{g KNO}_3}{1\,\text{mol KNO}_3}\right) = 12.6\,\text{g KNO}_3$$

Normalidad

La **normalidad** (símbolo N) es el cociente entre equivalente de soluto dividido por los litros de disolución.

$$N = \frac{\text{Equivalentes de soluto}}{\text{L disolución}} = \frac{\text{mol} \times E}{\text{L}} = M \times E$$

A su vez, los equivalentes de soluto son el número de moles de soluto multiplicados por un factor llamado E: Equivalente soluto $= n \times E$. Si estamos hablando de un ácido, E será igual al número de iones H^+ que pueda producir ese ácido; si hablamos de bases, E es el número de iones OH^- que pueda producir esa base. Por ejemplo: Si el ácido es HCl, E será igual a 1; si la base es $Ca(OH)_2$, E será 2; si el ácido es H_3PO_4, E será 3. En otras palabras, la normalidad es igual a la molaridad multiplicada por E: $N = M \times E$.

¿Qué concentración normal tiene el hidróxido de bario si disolvemos 1.00 g en 700 mL?, ¿cuál es su concentración molar?

$$\text{mol Ba(OH)}_2\text{: } 1.00\,\text{g Ba(OH)}_2\left(\frac{1\,\text{mol Ba(OH)}_2}{171.3\,\text{g Ba(OH)}_2}\right) = 5.83 \times 10^{-3}\,\text{mol Ba(OH)}_2$$

$$N = \frac{\text{mol} \times E}{L} = \frac{\left(5.83 \times 10^{-3}\,\text{mol Ba(OH)}_2\right) \times (2)}{0.700\,\text{L}} = 1.67 \times 10^{-2}\,N\ \text{Ba(OH)}_2$$

$$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{5.83 \times 10^{-3}\,\text{mol Ba(OH)}_2}{0.700\,\text{L}} = 8.34 \times 10^{-3}\,M\ \text{Ba(OH)}_2$$

En el caso de sales, o compuestos iónicos, el factor E es la carga de la sal, sea positiva o negativa. Otra forma de verlo es que E es la carga del anión o del catión, multiplicado por su subíndice en la molécula. Por ejemplo, tenemos el nitrato de potasio, KNO_3. La carga sería 1+ para el potasio y 1- para nitrato; por lo tanto, E será igual a 1. En el caso de sulfato de cobre (II), $CuSO_4$, E sería 2, puesto que el cobre tiene carga 2+ y el sulfato tiene carga 2-. Para clorato de calcio, $Ca(ClO_3)_2$, E sería 2, puesto que la carga de calcio es 2+ y la del clorato es $(-1 \times 2) = -2$. Fosfato de calcio, $Ca_3(PO4)_2$: calcio es $(+2 \times 3)$; fosfato es (-3×2), por lo que E sería 6.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 60 4/09/23 3:01 p. m.

Diluciones

Una vez tenemos la disolución preparada (con concentración conocida), podemos, a partir de ella, preparar nuevas disoluciones con menor concentración por medio de diluciones. A la disolución más concentrada se le conoce como **disolución madre, disolución stock, disolución primaria** o **disolución patrón**. Para esto, se toma con ayuda de una pipeta aforada o graduada una **alícuota** (pequeña muestra de la disolución) que se introduce en un balón aforado. Finalmente, se completa el volumen con más disolvente.

Supongamos que se desea preparar una disolución de 1 cucharada de azúcar en 300 mL de agua. La disolución sabrá duce. Ahora, tomamos 10 mL de esa disolución y, en otro vaso, le agregamos 290 mL de agua para completar 300 mL. La segunda disolución será menos dulce, debido a que la concentración de azúcar disminuyó. Con esto acabamos de hacer una dilución.

Ejemplo:

Para la situación anterior, ¿cuál es el $\%\ m/v$ de la primera y la segunda disolución? Supón que en una cucharada hay 4 g.

$$\%\, m/v = \frac{4\,\text{g azúcar}}{300\,\text{mL}} \times 100 = 1.33\,\%\,\text{azúcar}$$

Cantidad de azúcar contenida en 10 mL de disolución 1:

$$10\,\text{mL}\left(\frac{1.33\,\text{g azúcar}}{100\,\text{mL}}\right) = 0.133\,\text{g azúcar}$$

Concentración de disolución 2

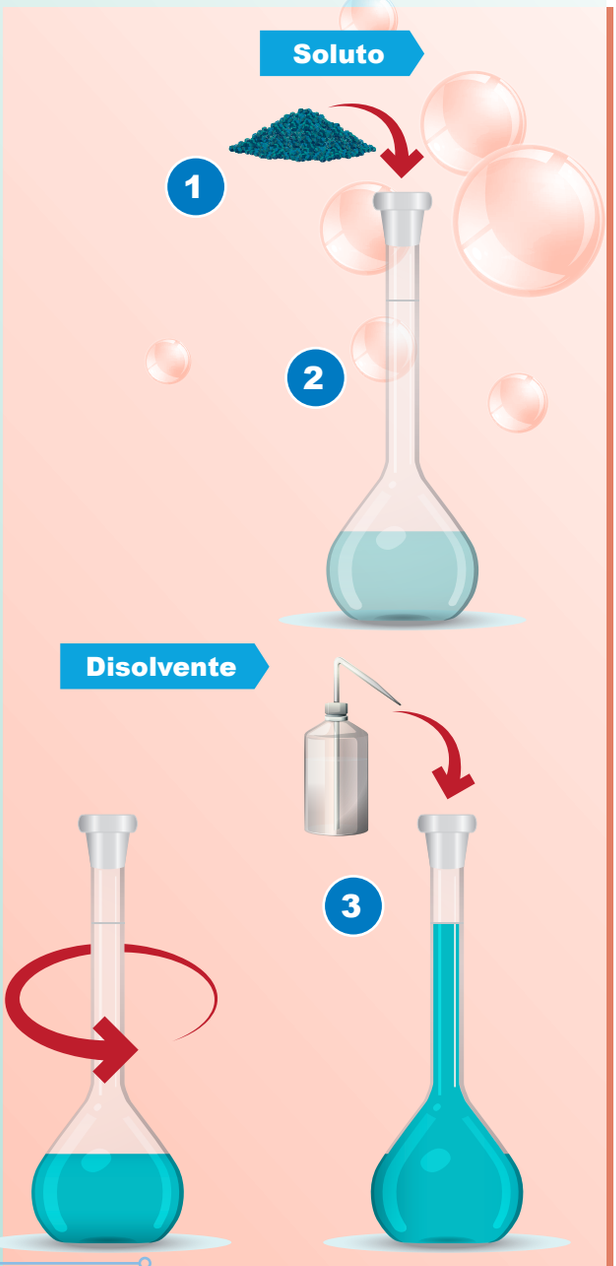
$$\%\, m/v = \frac{0.133\,\text{g azúcar}}{300\,\text{mL}} \times 100 = 0.0443\,\%\,\text{azúcar}$$

Tanto la disolución 1 como los 10 mL que se toman de ella, tienen la misma concentración, solo cambia la cantidad o masa de azúcar que está contenida en ella. Recordemos que la concentración es una propiedad intensiva, mientras la masa es una propiedad extensiva. Con los resultados del ejercicio comprobamos que el proceso de dilución reduce la concentración.

En disoluciones es muy usual usar la ecuación: $C_cV_c = C_dV_d$

Donde C_C es la concentración de la disolución madre o concentrada, V_C es el volumen de la alícuota, C_d concentración de la disolución diluida y V_d es el volumen de la disolución diluida.

Nota que multiplicar la concentración por el volumen da la cantidad de soluto, ya sea en masa, volumen o número de moles. Este número debe ser igual tanto en la alícuota, como en la solución diluida.



Procedimiento para preparar una disolución: 1) se determina la masa del soluto. 2) se introduce el soluto en el balón aforado y se mezcla con una pequeña cantidad del disolvente hasta que todo esté homogéneo. 3) se completa el volumen hasta el aforo.

1. Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.
2. Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 61 4/09/23 3:01 p. m.



Aplico mis conocimientos

✔ Indagación

1. La densidad del agua es de $1.00\ \mathrm{g/mL}$ y la del ácido sulfúrico es de $1.83\ \mathrm{g/mL}$. De acuerdo con estos datos, y con las cantidades indicadas en la tabla, calcula las concentraciones en las unidades solicitadas, asumiendo que los volúmenes son aditivos, que el soluto es ácido sulfúrico y que el disolvente es agua:

Agua	Ácido sulfúrico	$\%p/p$	$\%m/m$	Molaridad (M)	Normalidad (N)
$40\ \mathrm{mL}$	$5.0\ \mathrm{mL}$				
$3.5\ \mathrm{g}$	$0.004\ \mathrm{g}$				
$15\ \mathrm{mL}$	$0.2\ \mathrm{g}$				
$4\ \mathrm{g}$	$1\ \mathrm{mL}$				
$990\ \mathrm{g}$	$98\ \mathrm{g}$				
$7\ \mathrm{mL}$	$0.76\ \mathrm{mL}$				

✔ Explicación de fenómenos

2. Partiendo de una solución saturada de sal en agua, ¿cómo disminuiría su concentración?

Partiendo de una disolución diluida, ¿cómo la concentrarías sin cambiar la cantidad de sal?

✔ Uso comprensivo del conocimiento

3. ¿A qué valor debe ser igual la suma de las fracciones molares del soluto y del disolvente?

4. Una disolución de ácido sulfúrico de densidad $1.84\ \mathrm{g/mL}$ contiene $89\ \%$ de ácido en masa. ¿Qué volumen de disolución contienen $35\ \mathrm{g}$ de ácido?

5. Calcula la masa de nitrato de hierro (II), $\mathrm{Fe(NO_3)_2}$, que hay en $130\ \mathrm{mL}$ de disolución acuosa al $12\ \%$. Densidad de la disolución $1.16\ \mathrm{g/mL}$.

6. Se dispone de un ácido nítrico comercial concentrado al $94.3\ \%$ en masa y densidad $1.5\ \mathrm{g/mL}$. ¿Cuántos mL del ácido concentrado serán necesarios para preparar $3.2\ \mathrm{L}$ de disolución $2\ \mathrm{M}$ de dicho ácido? (peso molecular del $\mathrm{HNO_3} = 63\ \mathrm{g/mol}$).

7. Se tienen $350\ \mathrm{mL}$ de una disolución acuosa de $2\ \mathrm{M}$ HCl al cual se le agrega agua destilada hasta tener un volumen de $850\ \mathrm{mL}$. Después, se miden $80\ \mathrm{mL}$ de la disolución resultante y se le añade agua destilada hasta completar $130\ \mathrm{mL}$. Calcula la concentración de la disolución obtenida.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 62 4/09/23 3:01 p. m.

Equilibrio químico

En muchas reacciones químicas podemos observar que los reactivos reaccionan para formar los productos de manera completa. Tal es el caso de la combustión de hidrocarburos. Aquí vemos cómo el hidrocarburo reacciona completamente con el oxígeno para formar dióxido de carbono y agua.

$$2\,C_4H_{10} + 13\,O_2 \rightarrow 8\,CO_2 + 10\,H_2O$$

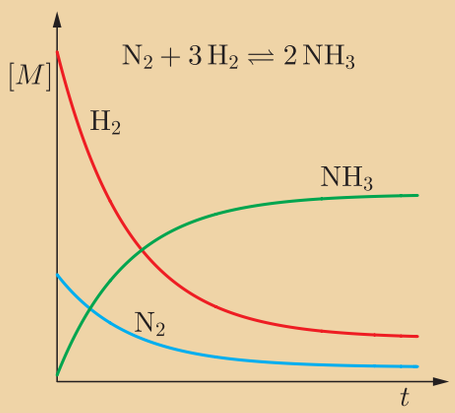
Pero existen otras reacciones químicas que al principio parecen reaccionar rápidamente, pero a medida que se gastan los reactivos, la velocidad de reacción disminuye hasta que se llega a un **equilibrio químico**. Este es un punto donde se da una dinámica de interconversión entre los reactivos y los productos, pero que, de forma general, no se aprecia un cambio neto en la reacción; no se generan completamente productos ni se consumen completamente los reactivos.

$$\alpha\,A + \beta\,B \rightleftharpoons \gamma\,C + \delta\,D$$

¿Cómo podemos hacer cálculos estequiométricos de reacciones cuyos productos no se generan completamente o que sus reactivos no reaccionan completamente? Para eso existe la **ley de acción de masas,** la cual establece una relación entre las concentraciones molares de especies acuosas en equilibrio químico o presiones parciales de gases en equilibrio químico.

$$K_{eq} = \frac{[C]^{\gamma}[D]^{\delta}}{[A]^{\alpha}[B]^{\beta}}$$

K_{eq} es llamada **constante de equilibrio**. Esta constante es adimensional y es igual al cociente entre la multiplicación de las concentraciones molares de los productos, sobre la multiplicación de las concentraciones molares de los reactivos, cada uno elevado a la potencia que corresponde a su respectivo coeficiente estequiométrico.



Cinética de la reacción de Habber Bosch. A medida que el tiempo aumenta, la velocidad de formación de amoníaco disminuye hasta llegar a un equilibrio químico, donde las tres especies están presentes.

La constante de equilibrio nos indica si a esa temperatura la reacción se ve más favorecida en la formación de productos o en la formación de los reactivos. Si la constante de equilibrio es mayor a 1, se verán favorecidos los productos. Por el contrario, si la constante es menor a 1, se verán favorecidos los reactivos. Cuando las especies son gaseosas, la constante pasa a llamarse K_p y su expresión está dada por las presiones parciales de los reactivos, expresada en unidades de atmósferas. Por ejemplo, la formación de amoníaco obedece a la reacción:

Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 63 4/09/23 3:01 p. m.

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3(g)}$$

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3}$$

Se emplean letras entre paréntesis para indicar el estado de la materia de las especies: gas **(g)**, líquido **(l)**, sólido **(s)**, acuoso **(ac)**.

En una mezcla en equilibrio hay nitrógeno $P = 2.46$ atm, hidrógeno $P = 7.38$ atm y amoníaco $P = 0.166$ atm. ¿Cuál es el valor de la constante de equilibrio?

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3} = \frac{(0.166\,\text{atm})^2}{(2.46\,\text{atm})(7.38\,\text{atm})^3} = 2.78 \times 10^{-5}$$

Para el caso de reacciones en disolución, la constante de equilibrio toma el nombre de K_c. La ionización del ácido oxálico es:

$$C_2O_4H_{2(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2O_4H^-{}_{(ac)} + H_3O^+{}_{(ac)}$$

La expresión de su constante de equilibrio es:

$$K_c = \frac{[C_2O_4H^-][H_3O^+]}{[C_2O_4H_2]}$$

Los dos corchetes cuadrados indican *concentración molar*. Por otro lado, en la expresión de la constante de equilibrio no está la concentración de agua. La razón es que, en la expresión de la concentración no se indican los sólidos o los líquidos puros porque en una reacción en equilibrio los líquidos y los sólidos puros tienen un valor de concentración de 1.

Ejemplo:

Escribe la expresión de la constante de equilibrio de la reacción inversa a la ionización del ácido oxálico.

$$C_2O_4H^-{}_{(ac)} + H_3O^+{}_{(ac)} \rightleftharpoons C_2O_4H_{2(ac)} + H_2O_{(l)}$$

$$K_c^* = \frac{[C_2O_4H_2]}{[C_2O_4H^-][H_3O^+]}$$

Nota que la constante de equilibrio de las reacciones inversas es el recíproco una de la otra. Así, si conocemos el valor de la constante en un sentido, K_c, el valor de la constante en otro sentido K_c^* será:

$$K_c^* = \frac{1}{K_c}$$

Conociendo el valor de la constante de equilibrio y los reactivos o productos involucrados podemos predecir las concentraciones o presiones de las especies involucradas, una vez se alcance el equilibrio. También podemos calcular la constante a partir de la estequiometría y las cantidades de los reactivos y productos.

Registro observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 64 4/09/23 3:01 p. m.

Ejemplo:

Se agrega amoníaco en agua para formar una disolución $0.0124\ M$. Una vez alcanzado el equilibrio, se calculó la cantidad de iones OH^-, siendo su concentración $4.64 \times 10^{-4}\ M$ a 25 °C. ¿Cuál es la constante de equilibrio a esa temperatura?

Para este ejercicio, construimos una tabla que nos indique cómo están las especies antes del equilibrio, qué cambios tuvieron y qué sucede cuando alcanzan el equilibrio.

$$NH_{3(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{4\,(ac)}^{+} + OH^-_{(ac)}$$

	H_2O	NH_3	OH^-	NH_4^+
Inicial		$0.0124\ M$	$0\ M$	$0\ M$
Reacción		$-4.64 \times 10^{-4}\ M$	$+4.64 \times 10^{-4}\ M$	$4.64 \times 10^{-4}\ M$
Equilibrio		$0.0119\ M$	$4.64 \times 10^{-4}\ M$	$4.64 \times 10^{-4}\ M$

Al comienzo, partimos de la disolución preparada de amoníaco de la concentración indicada. En la reacción se produce la cantidad de iones OH^- que indica el problema. Por estequiometría se produce la misma cantidad de iones NH_4^+, pues la ecuación balanceada indica que se producen 1 a 1. También, este mismo número de moles se consume de NH_3, por lo que se restan a los moles iniciales. De esta forma, solo queda calcular la constante de equilibrio:

$$K_c = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(4.64 \times 10^{-4})(4.64 \times 10^{-4})}{(0.0119)} = 1.80 \times 10^{-5}$$

Principio de Le Châtelier

Si en un sistema de equilibrio se presenta una alteración, ya sea por cambios de presión, de temperatura o de concentraciones, el sistema desplazará el equilibrio para compensar este cambio y volver a la condición de equilibrio.

Al aumentar la presión en un sistema gaseoso en equilibrio, el sistema responderá tratando de disminuir la presión, esto lo puede hacer si disminuye el número de moles en el sistema. Consideremos el siguiente sistema en equilibrio:

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}$$

Al lado izquierdo de la ecuación hay un mol de tetróxido de dinitrógeno, mientras que al lado derecho hay dos moles de dióxido de nitrógeno; hay más moles en el lado derecho que en el lado izquierdo. Por lo tanto, si aumentamos la presión del sistema, el equilibrio se desplazará hacia el lado izquierdo, hacia la generación de tetróxido de dinitrógeno. Si la temperatura no varía, estos cambios solo modifican los valores de presiones parciales en los compuestos en equilibrio, pero no modifican la constante de equilibrio en sí.

Consideremos la siguiente reacción en equilibrio:

$$2\,Cl_{2(g)} + 2\,H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 4\,HCl_{(g)} + O_{2(g)}$$

¿Qué sucedería si agregáramos más agua? De acuerdo con el principio de Le Châtelier, el sistema respondería consumiendo más agua y más cloro para producir más reactivos y así volver al equilibrio químico. ¿Qué sucedería si quitáramos cloro? El sistema consumiría más cloruro de hidrógeno y oxígeno, para compensar ese *vacío* que quedó de retirar cloro. Si agregamos alguna especie de un lado de la reacción, el equilibrio se desplazará hacia el lado opuesto; por el contrario, si quitamos alguna especie de un lado de la reacción, el equilibrio se desplazará hacia ese lado de la reacción.

Cociente de reacción Q

La constante de equilibrio de la siguiente reacción es: $K_p = 6.71 \times 10^{-9}$.

$$COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

Las presiones parciales de los gases son: $P_{COCl_2} = 6.12 \times 10^{-2}$ atm; $P_{CO} = 1.01 \times 10^{-4}$ atm; $P_{Cl_2} = 2.03 \times 10^{-3}$ atm. ¿La reacción se encuentra en equilibrio?

Una forma de resolver este ejercicio es mediante el **cociente de reacción**, Q. Este cociente de reacción se calcula de forma muy similar a la constante de equilibrio, la razón es que se busca comparar sus valores y, de esta forma, saber cualitativamente el estado de la reacción.

$$Q = \frac{(P_{CO})(P_{Cl_2})}{(P_{COCl_2})} = \frac{(2.03 \times 10^{-3})(1.01 \times 10^{-4})}{(6.12 \times 10^{-2})} = 3.35 \times 10^{-6}$$

Para el caso del ejercicio anterior, $Q > K_{eq}$, lo que indica que la reacción va a tender a formar $COCl_2$.

Q Vs. K_{eq}	Significado
$Q < K_{eq}$	El sistema no está en equilibrio y tiene más proporción de reactivos o menor proporción de productos, y para compensarlo, desplaza su equilibrio hacia la formación de productos.
$Q > K_{eq}$	El sistema no está en equilibrio y tiene más proporción de productos o menor proporción de reactivos, y para compensarlo, desplaza su equilibrio hacia la formación de reactivos.
$Q = K_{eq}$	El sistema está en equilibrio.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 66 4/09/23 3:01 p. m.



Aplico mis conocimientos

✔ Explicación de fenómenos

1. Algunos sólidos insolubles en agua pueden ser un problema. Cuando están en su forma iónica, son solubles en agua. De acuerdo a las siguientes reacciones y a los valores de la constante de equilibrio, ordena los siguientes sólidos de acuerdo a su solubilidad en agua, de más soluble a menos soluble.

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}{}_{(ac)} + CO_3^{2-}{}_{(ac)} : \; K_{eq} = 3.36 \times 10^{-9}$$

$$Ca(OH)_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}{}_{(ac)} + 2\,OH^{-}{}_{(ac)} : \; K_{eq} = 5.02 \times 10^{-6}$$

$$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}{}_{(ac)} + 2\,F^{-}{}_{(ac)} : \; K_{eq} = 3.45 \times 10^{-11}$$

$$Ca(IO_3)_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}{}_{(ac)} + 2\,IO_{3(ac)}^{-} : \; K_{eq} = 6.47 \times 10^{-6}$$

✔ Uso comprensivo del conocimiento

2. Expresa las constantes de equilibrio para las siguientes reacciones:

A. $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

B. $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

C. $CO_{(g)} + 2\,H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$

D. $2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{3(g)}$

E. $Sn_{(s)} + 2\,H^{+}_{(ac)} \rightleftharpoons Sn^{2+}_{(g)} + H_{2(g)}$

F. $2\,Br^{-}_{(ac)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 2\,Cl^{-}_{(ac)}$

3. Un cilindro de gas con un volumen de $1{,}000\ L$ y se llena con $8.50\ kg$ de PCl_5 a una temperatura de $500\ K$.

4. Determina las concentraciones en el equilibrio de PCl_5, PCl_3 y Cl_2 si se cumple que:

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2 \qquad K_P(500\,K) = 0.497$$

¿Hacia donde se desplaza el equilibrio en las siguientes situaciones?

- El volumen se disminuye a la mitad
- El volumen se duplica
- Ingresa al cilindro otros $5\ kg$ de PCl_5
- Se extrae del cilindro $2\ kg$ de PCl_5

5. ¿Cuál es la presión parcial de equilibrio del Cl_2 de la reacción de descomposición del pentacloruro de fósforo (reacción del ejercicio 2, ítem a) cuando esta tiene una constante de equilibrio de 1.05 a una temperatura de $250\ °C$ y las presiones parciales en el equilibrio para el PCl_3 y PCl_5 son $0.25\ atm$ y $0.73\ atm$, respectivamente?

6. Determina la dirección de las siguientes reacciones:

A. $SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{3\,(g)}$, donde $K_P\ (700\ K) = 4 \times 10^4\ atm^{-1}$; $p(SO_2) = 1.5\ atm$; $p(O_2) = 0.46\ atm$; $p(SO_3) = 0.89\ atm$.

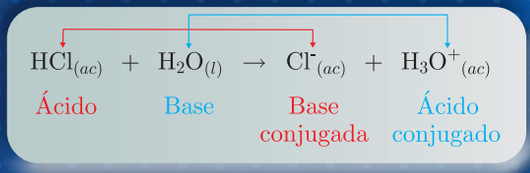
B. $N_{2\,(g)} + 3\,H_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3(g)}$, donde $KC\ (200°C) = 0.58$; volumen $= 2.7\ L$; 0.42 moles de N_2; 2.48×10^{-2} moles de H_2 y 5.28×10^{-4} moles de NH_3

1. Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.
2. Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 67 4/09/23 3:02 p. m.

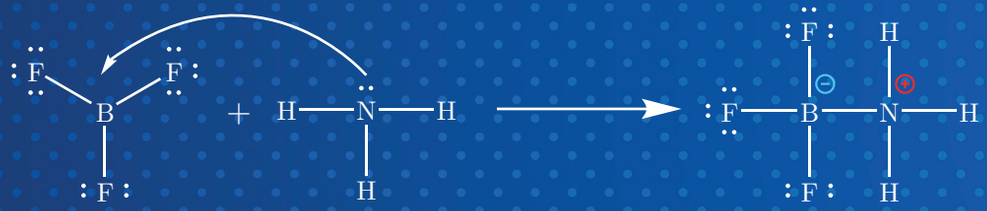
Ácidos y bases

Entre 1880 a 1890, el químico Svante Arrhenius relacionó el comportamiento de los ácidos con la existencia de **iones** H^+, y a las bases con la existencia de iones OH^- en disolución acuosa. La teoría de Brønsted-Lowry llamada así por el químico Johannes Brønsted y el químico Thomas Lowry, se refiere a una definición más general de los ácidos y bases que la de Arrhenius, en la que las reacciones ácido-base implican la transferencia de iones H^+ de una sustancia a otra donde el ácido actúa como una especie donadora de protones y la base como una especie receptora de protones. Un ejemplo es:



De lo anterior, se observa que cuanto más fuerte es el ácido con respecto a otra especie química, más débil es su base conjugada (en este caso Cl^-). Es así como esta teoría permite establecer los denominados **pares conjugados ácido-base** (HCl y Cl^-).

Una teoría más general es la **teoría de Lewis** para los ácidos y las bases, que consiste en que un ácido de Lewis es un receptor de pares de electrones, mientras que una base es un donador de pares de electrones. Por ejemplo, el BF_3 al reaccionar con NH_3 forma $F_3B{-}NH_3$.



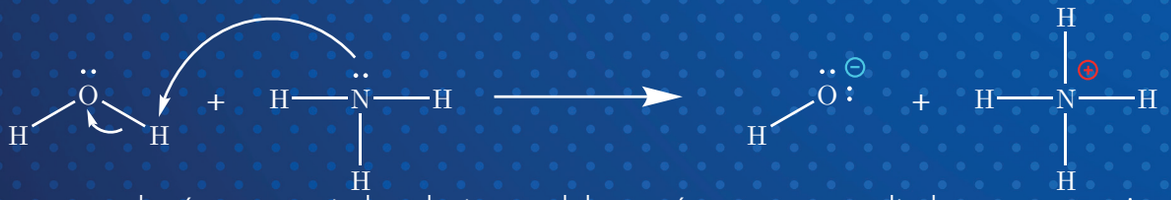
Apesar de que el NH_3 tiene hidrógenos en su estructura, estos no se ceden con facilidad, por el contrario, es el par electrónico el que se cede, por lo que el amoníaco se comporta como una base de Lewis. Como el BF_3 es quien acepta los electrones, se comporta como un ácido de Lewis.

Ejemplo:

Determina por qué el amoníaco es una base en disolución.

Solución:

Según la teoría de Arhenius, el amoníaco debería ser un ácido debido a la presencia de varios átomos de hidrógeno, pero esto no es lo que ocurre. Para analizar esta situación se debe ver la reacción de las especies representadas con su estructura de Lewis:



Vemos que el oxígeno acepta los electrones del amoníaco, como resultado, se generan iones OH^-, por lo que tanto la teoría de Brønsted Lowry como la de Lewis describen al amoníaco como una base.

Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 68 4/09/23 3:02 p. m.

Autoionización del agua, pH y pOH

Anteriormente, vimos que la molécula de agua puede actuar como ácido o como base. Hay otros tipos de moléculas que tienen el mismo comportamiento, las cuales llamamos **anfotéricas**. Entonces, ¿el agua puede donarse un protón a sí misma? Sí, lo hace en un proceso que llamamos **autoprotólisis** o **autonionización** de agua.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

Al ser un equilibrio químico, esta reacción tiene una constante asociada de la forma:

$$K_{eq} = [H_3O^+][OH^-]$$

Esta constante de equilibrio se llama **constante de equilibrio de agua**, y se denomina K_w. En el equilibrio a $25\ °C$, cada concentración, tanto de protones como hidroxilos, es $1{,}0 \times 10^{-7}\ M$.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = (1.0 \times 10^{-7})(1.0 \times 10^{-7}) = 1.0 \times 10^{-14}$$

El valor de la constante de autoionización del agua es muy pequeño, esto quiere decir que en el agua pura hay presencia de hidroxilos y de hidronios, pero en su concentración es muy baja.

Si agregamos iones hidroxilo, provenientes de una base, el principio de Le Châtelier nos indica que los iones hidronio se van a consumir. Por el contrario, si agregamos iones hidronio o protones provenientes de un ácido, los hidroxilos se van a consumir. Ambas situaciones mantienen constante el equilibrio del agua.

Debido a que las concentraciones son números muy pequeños, para manejarlos mejor, aplicamos el logaritmo negativo en base 10.

Al aplicarlo sobre la expresión de la constante del agua:

$$-\log K_w = -\log [H_3O^+][OH^-] = -\log [H_3O^+] - \log [OH^-]$$

Al resultado de aplicar el logaritmo negativo lo llamamos p:

$$pK_w = pH + pOH = 7 + 7 = 14$$

pH o pOH son formas de medir las concentraciones de estos iones en agua. Así, el pH del agua, a $25\ °C$, es 7.0

Las disoluciones que tienen más concentración de iones H^+ (ácidas), tienen un pH menor a 7.0 mientras las disoluciones con menos iones H^+ (básicas), tienen un pH mayor a 7.0 En otras palabras, a menor pH, más acidez, mientras a mayor pH, mayor basicidad.

Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.

Herramientas matemáticas

Logaritmo base 10

Es la función inversa a la potencia en base 10. El logaritmo corresponde al exponente, el cual se eleva a 10 para obtener el resultado de la potencia, así:

$$x = 10^a \rightarrow \log_{10} x = a$$

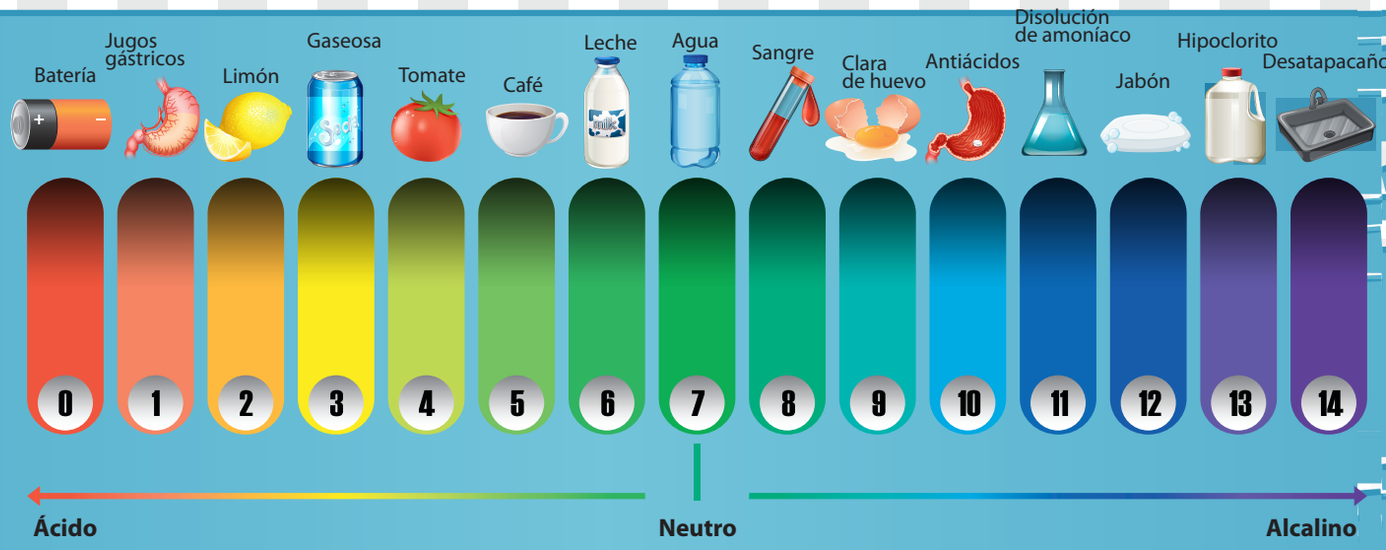
Algunas propiedades de logaritmos

$$\log (a \times b) = \log (a) + \log (b)$$

$$\log \left(\frac{a}{b}\right) = \log (a) - \log (b)$$

$$\log (a)^b = b \log (a)$$

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 69 4/09/23 3:02 p. m.



Escala de pH. Se muestra el pH de sustancias de uso cotidiano. El $\mathrm{pOH} = 14 - \mathrm{pH}$.

Fuerza de ácidos y bases

Al poner una pieza de hierro en un recipiente que contenga vinagre, con el paso del tiempo observaremos que la pieza se oxida. Al reemplazar el ácido acético (el ácido del vinagre) por ácido clorhídrico, la corrosión de la pieza de hierro será casi inmediata. El ácido clorhídrico es un ácido más fuerte que el ácido acético, así como el hidróxido de sodio es una base más fuerte que el amoníaco.

¿Podemos medir qué tan fuerte es un ácido comparado con otro? Una forma de hacerlo es con el pH, la forma indirecta de expresar la cantidad de protones. Para dos disoluciones, una de ácido acético y otra de ácido clorhídrico, que tengan la misma concentración, el pH del ácido acético será cercano a 3.0, mientras el pH del ácido clorhídrico será cercano a 1.0.

Según la definición de Brønsted-Lowry, un ácido es una sustancia que puede donar un protón a otra sustancia. Siendo así, evaluemos a través de la constante de equilibrio qué tan fácil es que el ácido acético done su protón.

$$\mathrm{CH_3COOH}_{(ac)} + \mathrm{H_2O}_{(l)} \rightleftharpoons \mathrm{CH_3COO^-}_{(ac)} + \mathrm{H_3O^+}_{(ac)}$$

$$K_a = \frac{[\mathrm{CH_3COO^-}][\mathrm{H_3O^+}]}{[\mathrm{CH_3COOH}]} = 1.77 \times 10^{-5}$$

Como vemos, este valor de la constante es bajo, tanto como para que el equilibrio esté desplazado hacia los reactivos en lugar de los productos. En cambio, el ácido clorhídrico lo dona con más facilidad:

$$\mathrm{HCl}_{(ac)} + \mathrm{H_2O}_{(l)} \rightarrow \mathrm{Cl^-}_{(ac)} + \mathrm{H_3O^+}_{(ac)}$$

Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 70 4/09/23 3:02 p. m.

Nota que, en el caso del ácido acético, hemos simbolizado la reacción con el doble arpón, propio de las reacciones de equilibrio, mientras que para el ácido clorhídrico lo hemos simbolizado con una sola flecha completa. Escrito de esta forma, se indica que el ácido clorhídrico dona su protón por completo al entrar en contacto con el agua, mientras que el ácido acético lo hace parcialmente. También hemos llamado a la constante de este equilibrio K_a, **constante de acidez**. Si calculáramos la constante de acidez del ácido clorhídrico, esta nos daría un número enorme, por lo que es poco práctico hacerlo para ácidos fuertes. La constante de acidez nos indica la fuerza de acidez en ácidos débiles.

Las bases también tienen asociada una constante de fuerza, llamada **constante de basicidad**, K_b.

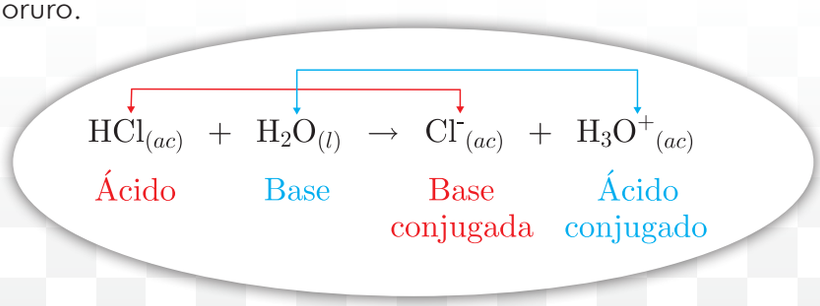
$$NH_{3(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(ac)} + OH^-{}_{(ac)}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1,80 \times 10^{-5}$$

Relación entre K_a y K_b

Observemos nuevamente la reacción del ácido acético en agua y la del amoníaco en agua. Pareciera como si el ion acetato (CH_3COO^-) se comportara como una base en el sentido contrario, ¿cierto? En efecto, lo hace. A esta especie la llamamos la **base conjugada** del ácido acético. En el caso del amoníaco, el ion NH_4^+ (ion amonio) es el **ácido conjugado** de esta reacción. Como una regla, la base conjugada de un ácido débil es una base fuerte, y el ácido conjugado de una base débil es un ácido fuerte. En otras palabras, el ion acetato atrae protones de una forma fuerte y el ion amonio libera protones de una forma también fuerte.

También funciona para ácidos y bases fuertes. En el caso del ácido clorhídrico la base conjugada es el ion cloruro.



Esta base es tan débil, que no atraerá otra vez los protones ni le quitará protones al agua. Las bases conjugadas de ácidos fuertes son bases débiles y los ácidos conjugados de bases fuertes son ácidos débiles.

Si el ion acetato es una base, ¿qué le sucede en agua? Probemos agregando acetado de sodio en agua.

$$CH_3COONa_{(s)} \rightarrow CH_3COO^-{}_{(ac)} + Na^+{}_{(ac)}$$

1. Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.
2. Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 71 4/09/23 3:02 p. m.

El catión sodio, por ser un ácido débil (que proviene de una base fuerte), no alterará el equilibrio del agua y tampoco intentará quitarle un OH^- a esta sustancia. En cambio, el ion acetato:

$$CH_3COO^-_{(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(ac)} + OH^-_{(ac)}$$

Por ser una base, tiene asociada una constante de basicidad:

$$K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

¿Cómo se relacionan la constante del ion acetato en agua con la del ácido acético en agua? Multipliquemos las dos expresiones de las dos constantes:

$$K_a \times K_b = \left(\frac{\cancel{[CH_3COO^-]}[H_3O^+]}{\cancel{[CH_3COOH]}}\right)\left(\frac{\cancel{[CH_3COOH]}[OH^-]}{\cancel{[CH_3COO^-]}}\right) = [H_3O^+][OH^-] = K_w$$

La constante de acidez de un ácido y la de basicidad de su base conjugada se relacionan así:

$$K_w = K_a \times K_b$$

Si aplicamos -log a ambos lados:

$$pK_w = pK_a + pK_b = 14$$

De esta forma, despejando alguna de las dos fórmulas, podemos saber el valor de la constante de basicidad del ion acetato en agua:

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.77 \times 10^{-5}} = 5.65 \times 10^{-10}$$

La siguiente tabla contiene datos de pK_a de algunos ácidos y el pK_b de sus bases conjugadas.

pK_a	Ácido conjugado	Base conjugada	pK_b
1.92	HSO_4^-	SO_4^{2-}	12.08
3.37	HNO_2	NO_2^-	10.63
3.45	HF	F^-	10.55
6.37	H_2CO_3	HCO_3^{2-}	9.25
6.89	H_2S	HS^-	7.11
9.25	NH_4^+	NH_3	4.75
9.31	HCN	CN^-	4.69
10.25	HCO_3^-	CO_3^{2-}	3.75

Como podemos observar en la tabla, a medida que aumenta la acidez de una especie, disminuye la basicidad de su base conjugada. Por el contrario, cuando un ácido se hace más débil (mayor valor de pK_a), la basicidad aumenta en su base conjugada. Otro hecho interesante es que, al sumar los valores, tanto del pK_a del ácido como el pK_b de la base conjugada dan 14 exactamente, tal como demostramos anteriormente.

Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial.

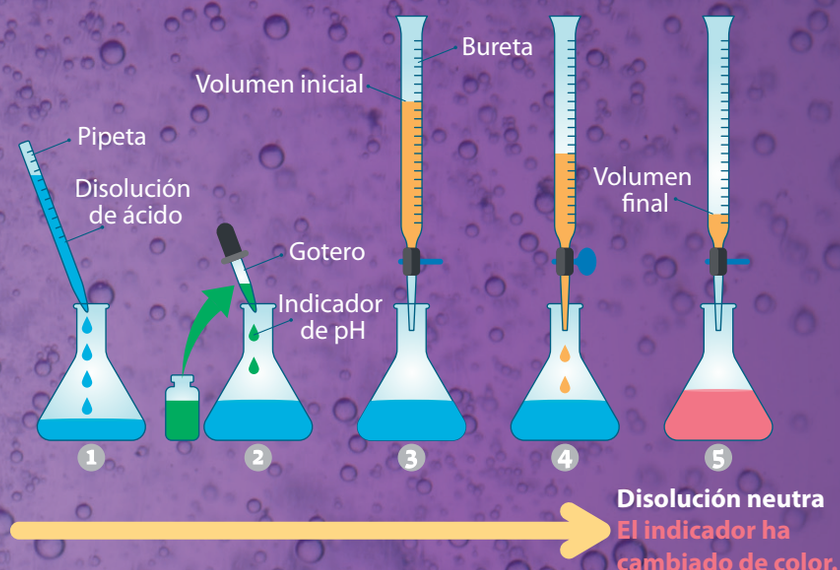
Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 72 4/09/23 3:02 p. m.

Titulaciones

Para determinar la concentración de ácido o de base en una disolución, empleamos una técnica volumétrica llamada **titulación**. En general, en las titulaciones se realiza una reacción de este tipo:

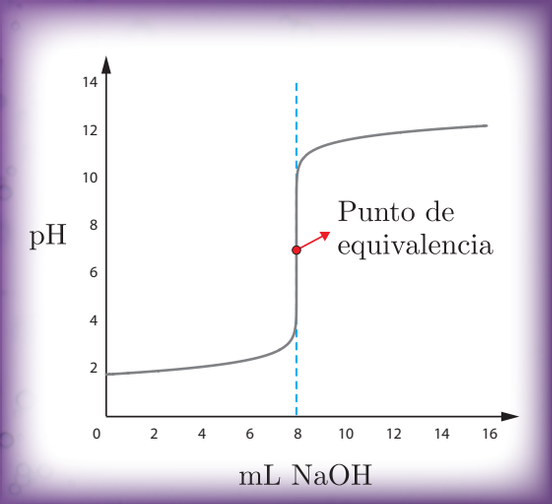
$$HA_{(ac)} + BOH_{(ac)} \rightarrow BA_{(ac)} + H_2O_{(l)},$$

donde reacciona un ácido con una base formando una sal y agua. La disolución desconocida, que bien puede ser un ácido o una base fuerte o débil, se hace reaccionar con una base o un ácido fuerte. Al conocer la concentración de uno de los reactivos, y el volumen de las dos disoluciones, es posible calcular la concentración de la disolución problema.



En una titulación se emplea un equipo de laboratorio como el de la imagen.

1. En el Erlenmeyer se pone una pequeña cantidad conocida de la sustancia de la cual queremos medir su concentración, llamada **analito** o **disolución problema**.
2. Antes de comenzar la reacción, se debe agregar unas gotas de indicador de pH, una sustancia que exhibe distintos colores, dependiendo del pH de la disolución en que se encuentre.
3. En la bureta se pone la **disolución estándar.** Esta disolución es de una sustancia de carácter fuerte y de concentración conocida.
4. Lentamente, se agregan gotas de la disolución estándar al Erlenmeyer con el analito.
5. La titulación ha terminado cuando el indicador de pH cambia su color.



1. Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.
2. Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 73 4/09/23 3:02 p. m.



Aplico mis conocimientos

✔ Indagación

1. Ordena los siguientes compuestos de acuerdo a cuál es más básico:

	Compuesto	pKa
	Ácido trifluoroacético	-0.60
	Ácido cianhídrico	9.31
	Anión peryodato	12.36
	Fenol	10.00
	Ácido oxálico	1.35
	Ácido clórico	-1.00
	Canión amonio	9.32
	Ácido benzóico	11.00
	Ácido carbónico	6.37
	Hidrazina	8.10

✔ Uso comprensivo del conocimiento

2. ¿Cuáles diferencias hay entre las teorías de los ácidos y bases planteadas por Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis?

3. Identifica los pares conjugados de las siguientes reacciones químicas:

A. $HCN + H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2CN^+ + HSO_4^-$
B. $HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$
C. $CHO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HCHO_2 + OH^-$
D. $O^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2\,OH^-$
E. $HNO_3 + H_2O \rightleftharpoons NO_3^- + H_3O^+$
F. $HCHO_2 + PO_4^{3-} \rightleftharpoons CHO_2^- + HPO_4^{2-}$
G. $H_2PO_4^- + OH^- \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_2O$

✔ Explicación de fenómenos

4. Completa y balancea las siguientes reacciones ácido-base:

A. $HNO_3 + Mg(OH)_2 \rightleftharpoons$
B. $HBr + Fe(OH)_3 \rightleftharpoons$
C. $NH_4^+ + CO_3^{2-} \rightleftharpoons$
D. $H_2SO_4 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons$
E. $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons$

5. Calcula el pH en los siguientes casos:

A. Disolución de 0.1 M de vinagre, sabiendo que su $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
B. Disolución de 0.36 M de NH_4Cl, sabiendo que su $K_b = 1.85 \times 10^{-5}$
C. Ion hidrogenocromato $(HCrO_4^-)$ con 0.12 M, con $K_a = 3 \times 10^{-7}$
D. Piridina (C_5H_5N) con 0.13 M con $K_b = 1.7 \times 10^{-9}$

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 74 4/09/23 3:02 p. m.

Laboratorio

Coeficiente de fricción estático

✔ Materiales

- Zanahoria
- Pétalos de rosas
- Alcohol etílico (etanol)
- Mortero
- Tubos de ensayo
- Gotero
- Papel de filtro y embudo
- Rallador casero
- Jugo de limón
- Leche
- Refresco de cola
- Solución desinfectante de uso casero, de hipoclorito de sodio
- Solución de detergente casero o jabón de tocador
- Marcadores o lápices de colores

✔ Procedimiento

1. Se realizarán dos extractos para emplearlos como indicador, uno de zanahoria y otro de pétalos de rosas.
2. Corta los pétalos de rosa en trozos pequeños. Para la zanahoria, rállala con ayuda de un rallador casero.
3. Pon la materia vegetal en un mortero.
4. Macera con ayuda de la mano o postilo del mortero, mientras agregas etanol.
5. Filtra, con ayuda del papel filtro y el embudo, el líquido obtenido después de macerar.
6. Dispón de 5 tubos de ensayo. En cada uno de ellos agrega jugo de limón, refresco de cola, leche, desinfectante y jabón.
7. A cada tubo con una de estas soluciones agrega unas gotas del extracto vegetal.
8. Agita y espera unos pocos minutos.
9. Observa la coloración que toma cada uno de los tubos.
10. Evalúa el cambio de color con alguna otra sustancia de elección.

✔ Analisis y conclusiones

1. ¿Qué otras sustancias crees que puedas emplear como indicadores?
2. ¿Crees que el indicador funcione en aceite de cocina? Explica
3. ¿Por qué se emplea alcohol y no agua en la extracción del indicador?



Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 75 4/09/23 3:02 p. m.

Proyecto educación sexual

Los métodos de planificación y las relaciones de pareja

✔ Aprendo

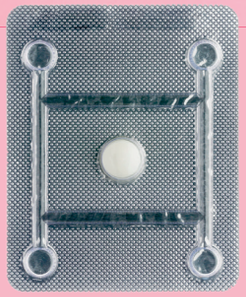


Existen diferentes métodos de planificación familiar, algunos de estos también son efectivos para evitar el contagio de enfermedades de transmisión sexual. Hay muchos factores que pueden llevar a una persona a preferir alguno de los métodos, sin embargo, lo más importante es que es responsabilidad de las dos personas. Los principales métodos anticonceptivos son:



El preservativo o condón: este es un método anticonceptivo de barrera, esto quiere decir que impide que los espermatozoides entren a la vagina durante la eyaculación. El condón es el único método que además de prevenir el embarazo, evita el contagio de enfermedades de transmisión sexual. Existen condones masculinos y femeninos.

La píldora: es un método anticonceptivo femenino, consiste en tomar una pastilla diariamente que contiene hormonas que impiden que los ovarios liberen óvulos. La píldora se puede tomar por largos periodos de tiempo y es muy efectiva si se toma correctamente.



Anticonceptivo de emergencia: se usan solo en caso de que haya una emergencia, por ejemplo, la rotura de un condón. Contiene las mismas hormonas que la píldora anticonceptiva, pero en una concentración mucho más alta. Esta pastilla no se puede usar como método regular de anticoncepción.

Método intrauterino (SIU): es un dispositivo en forma de T que se pone dentro de la matriz y va liberando pequeñas dosis de hormonas.



✔ Practico

5. ¿Qué otros métodos anticonceptivos conoces?
6. Consulta cuáles son los principales efectos secundarios de algunos de los anticonceptivos más comunes.

✔ Aplico

En grupos de cinco estudiantes investiguen qué entidades existen en su país que ofrezcan servicios de educación y salud sexual. **¿Qué entidades pueden asesorar a las personas que quieren empezar a utilizar algún método anticonceptivo?**

Discutan las siguientes preguntas:

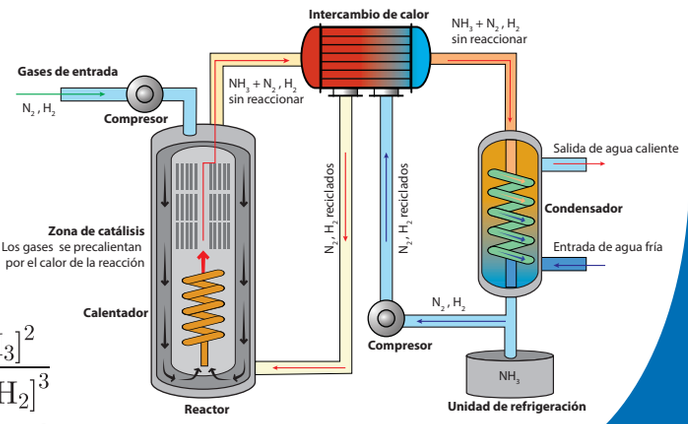
7. ¿Creen que la educación sexual puede disminuir la tasa de embarazo adolescente?
8. ¿Qué consejo le darían a un amigo cuya pareja se niega a utilizar métodos anticonceptivos?

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 76 4/09/23 3:02 p. m.

Evaluación tipo Saber

✔ Uso comprensivo del conocimiento científico

La siguiente imagen muestra el proceso Haber Bosch a partir del nitrógeno e hidrógeno gaseoso.



1. Si la reacción que se genera en el proceso Haber Bosch es $H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$, expresa la constante de equilibrio en términos de concentración de la reacción del proceso.

A. $K_C = \dfrac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$ **C.** $K_C = \dfrac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

B. $K_C = \dfrac{[N_2][H_2]}{[NH_3]}$ **D.** $K_C = \dfrac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2}$

2. En un recipiente cuya capacidad es de 3 L, se introducen 28 g de N_2 y 3.2 g de H_2. Una vez alcanzado el equilibrio, se encuentran 5.1 g de NH_3. Calcula el valor de K_C. (P.M: N = 14; H = 1)

A. 0.35 **B.** 0.65 **C.** 0.25 **D.** 0.45

3. Para calcular la constante de equilibrio en términos de presión a partir de la K_C se debe hallar un Δn. Indica cuál es la ecuación de K_P y el valor del Δn para el proceso Haber Bosch.

A. $K_P = K_C\left(\dfrac{1}{RT}\right)^{\Delta n}$; $\Delta n = -2$

B. $K_C = K_P\left(\dfrac{1}{RT}\right)^{\Delta n}$; $\Delta n = 2$

C. $K_C = K_P(RT)^{\Delta n}$; $\Delta n = -2$

D. $K_P = K_C\left(\dfrac{1}{RT}\right)^{\Delta n}$; $\Delta n = 2$

4. Calcula el valor de K_P si los reactivos son calentados a 623.15 Kelvin.

A. 3.5×10^{-5} **B.** 5.8×10^{-4} **C.** 4.2×10^{-5} **D.** 2.48×10^{-4}

5. ¿Cuál es la molaridad de una disolución en la que hay 25 g de hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) por cada 150 mL de disolución?

A. 3.41 M **B.** 2.25 M **C.** 0.87 M **D.** 1.69 M

6. Calcula la masa de hidróxido sódico comercial, el cual cuenta con un 78 % en masa de riqueza, necesario para preparar 180 mL de disolución de NaOH al 0.3 M.

A. 2.77 g NaOH comercial.
B. 5.26 g NaOH comercial.
C. 4.65 g NaOH comercial.
D. 3.85 g NaOH comercial.

Ciencias Naturales 9 Unidad 3.indd 77 4/09/23 3:02 p. m.

Unidad 4

Cinemática

La pluma y el martillo

Entorno físico

A través de la historia, distintos científicos se han preguntado sobre la naturaleza del movimiento y, a través de las matemáticas, han buscado describir cómo y por qué los cuerpos se mueven. Se considera a Galileo Galilei (1564-1642) como el padre de la física, en especial de la astronomía y de la cinemática. En esta última rama de la física, Galileo realizó grandes aportes a la descripción de cómo se mueven los cuerpos, formulando así el principio básico de la relatividad; también, estudió innumerables experimentos de cuerpos bajo la influencia de la gravedad. Uno de los más conocidos es la demostración de que la masa de un objeto no influye en el tiempo que este demora en caer, de esta forma, él propuso que dos objetos, sin importar su masa, al ser soltados desde la misma altura en ausencia del aire, llegan al suelo simultáneamente. Cosa poco intuitiva, ya que si cogemos una pluma y un martillo y los dejamos caer desde la misma altura en la Tierra, el martillo caerá primero. La razón es que la presencia del aire frena la pluma mientras va cayendo.

Este experimento se ha realizado en cámaras de vacío y se ha podido demostrar en varias ocasiones. Incluso, el astronauta David Scott, en la misión de Apolo 15 en 1971, hizo un homenaje a los grandes descubrimientos de Galileo dejando caer un martillo y una pluma sobre la superficie de la Luna, comprobando, ante los ojos de la humanidad, cómo la comprensión de movimiento de los cuerpos llevó al ser humano a los viajes espaciales. En casa se puede realizar un experimento similar con un libro y una hoja de papel. ¿Qué pasa si se sueltan al mismo tiempo uno al lado del otro?, ¿qué pasa si ahora se pone la hoja encima del libro y se sueltan?

Preguntas de científicos naturales

- ¿Cuáles son las causas del movimiento?
- Cuando se deja caer un objeto en caída libre, la velocidad del objeto aumenta progresivamente. Cuanto más alto se suelte, mayor será la velocidad al tocar el piso. ¿Será posible que el objeto alcance la velocidad de la luz si se suelta desde la altura apropiada?



Indicadores de logro propuesto por el CNB

- Comprender los conceptos fundamentales empleados en el estudio del movimiento, como el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.
- Comprender las leyes que rigen el funcionamiento de las fuerzas.

Aprendo

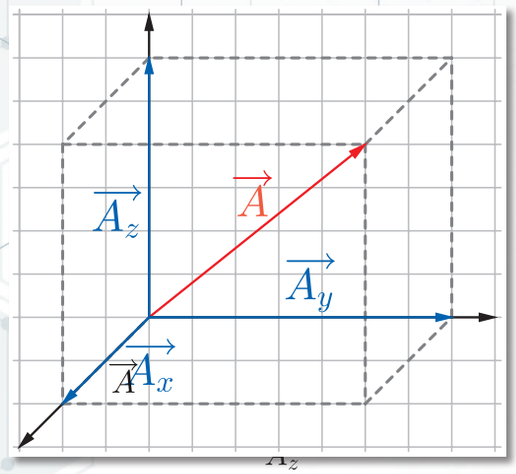
Vectores

¿Qué es un vector?

Un **escalar** es una magnitud que se describe completamente por un número, y por el contrario, un **vector** es un objeto matemático que se describe por completo solo si se conoce su magnitud, dirección y sentido.

La **magnitud** o **norma** es un número positivo que representa qué tan grande es el vector. La **dirección** y **sentido** se comprenden mejor usando la representación gráfica de un vector. Gráficamente, los vectores se representan por medio de una flecha que apunta en el sentido del vector, donde el tamaño de la flecha está relacionado con la magnitud y la inclinación de esta es la dirección. Comúnmente, existen dos maneras de representar a un vector de forma matemática: por medio de negrilla ($\mathbf{B}$) o por medio de una flecha encima de la letra ($\vec{B}$).

Dentro del espacio euclidiano, todos los vectores se pueden escribir como la suma de tres **vectores perpendiculares**. Estos vectores se conocen como los **componentes del vector**. Por convención, estos vectores se toman en dirección de los ejes x, y, y z. Si un vector $\vec{A}$ tiene un vector de magnitud A_x en dirección del eje x, un vector de magnitud A_y en dirección del eje y y un vector de magnitud A_z en dirección del eje z, el vector se puede escribir como:



$$\vec{A} = (A_x,\ A_y,\ A_z) \qquad \text{ó} \qquad \vec{A} = A_x\,\mathbf{i} + A_y\,\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}$$

Donde $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ y $\mathbf{k}$ representan los vectores unitarios, es decir de magnitud 1 en dirección de los ejes x, y y z respectivamente.

Como los vectores son objetos matemáticos, existen varias operaciones que se pueden realizar entre vectores. Como los escalares, los vectores se pueden sumar y restar, y además existen otras dos operaciones exclusivas para los vectores: el **producto punto** y el **producto cruz**.

Suma de vectores

Para hacer la suma de vectores de manera gráfica, comúnmente se emplean dos métodos distintos: el **método de cabeza y cola** y el del **paralelogramo**.

Glosario

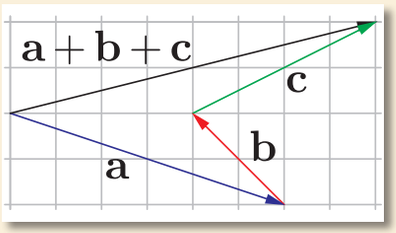
El espacio euclidiano es un espacio que cumple con los postulados de Euclides: 1. Se puede trazar una recta desde un punto a otro cualquiera. 2. Es posible extender un segmento de recta continuamente a una recta. 3. Es posible describir un círculo con cualquier centro y cualquier radio.4. Todos los ángulos rectos son congruentes. 5. Si una recta corta a otras dos formando, a un mismo lado dos ángulos internos agudos, esas dos rectas prolongadas indefinidamente se cortan del lado en el que están dichos ángulos.

Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 79 4/09/23 3:03 p. m.

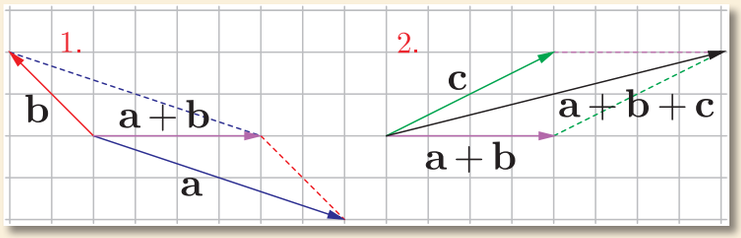
Método de cabeza y cola

El método de cabeza y cola consiste en dibujar los distintos vectores de forma ordenada. Después de dibujar el primer vector, el segundo vector se dibuja empezando en la cabeza del primer vector, luego el tercer vector se dibuja empezando de la cabeza del segundo vector y así sucesivamente. La suma de los vectores va a ser igual al vector que resulta de juntar la cola del primer vector con la cabeza del último vector. Este método es útil para sumar varios vectores. Por ejemplo, tres vectores $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ y $\mathbf{c}$ se suman gráficamente de la siguiente manera:



Método del paralelogramo

Para este método, los vectores se dibujan con el mismo origen, y como el nombre lo menciona, se dibuja un paralelogramo tomando los vectores como lados de dicho polígono. La suma de los vectores es igual al vector que se forma al unir la cola de los dos vectores con la esquina opuesta. Para volver a sumar los vectores $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ y $\mathbf{c}$, entonces se deben hacer dos pasos:



Para sumar vectores de forma analítica, primero es necesario hablar de sus componentes. Escribiendo los vectores de esta forma, la suma de vectores se realiza de componente a componente.

Ejemplo: determina la suma dos vectores $\overrightarrow{A}$ y $\overrightarrow{B}$, dados por:

$$\overrightarrow{A} = 3\,\mathbf{i} + 4\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k} \qquad \text{y} \qquad \overrightarrow{B} = 7\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k}$$

Solución:

$$\overrightarrow{A} + \overrightarrow{B} = 3\,\mathbf{i} + 4\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k} + 7\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k}$$
$$\overrightarrow{A} + \overrightarrow{B} = (3+7)\,\mathbf{i} + (4+5)\,\mathbf{j} + (2+2)\,\mathbf{k}$$
$$\overrightarrow{A} + \overrightarrow{B} = 10\,\mathbf{i} + 9\,\mathbf{j} + 4\,\mathbf{k}$$

Resta de vectores

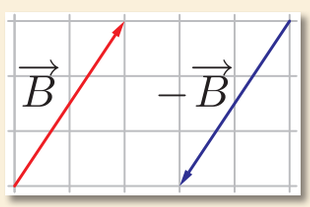
La resta de vectores se puede ver como la suma de dos vectores, donde uno de ellos es negativo: $\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B} = \overrightarrow{A} + \left(-\overrightarrow{B}\right)$

Este vector negativo se puede interpretar gráficamente como un cambio en el sentido del vector, y analíticamente como el cambio de signo en todas las componentes. Teniendo esto en cuenta, se pueden aplicar los mismos métodos tanto para la resta como para la suma.

Ejemplo: usando los vectores del ejemplo anterior, determina $\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B}$:

Solución:

$$\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B} = 3\,\mathbf{i} + 4\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k} - (7\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{j} + 2\,\mathbf{k})$$
$$\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B} = (3-7)\,\mathbf{i} + (4-5)\,\mathbf{j} + (2-2)\,\mathbf{k}$$
$$\overrightarrow{A} - \overrightarrow{B} = -4\,\mathbf{i} - \mathbf{j}$$

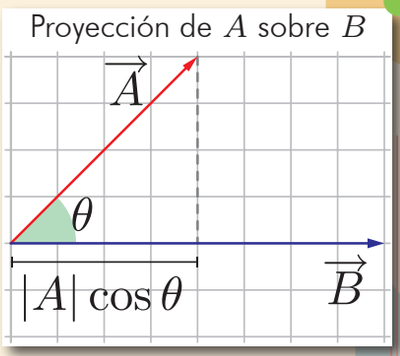


Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 80 4/09/23 3:03 p. m.

Producto punto

El producto punto, o *producto escalar*, es uno de los dos tipos de productos que se pueden realizar entre dos vectores. Esta operación se caracteriza porque su resultado es un escalar. El significado físico del producto punto es la proyección de un vector sobre otro, como ver la sombra de un vector en la dirección del otro. Matemáticamente, el producto punto se representa por medio de un punto entre los vectores: $\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = A\,B\cos\theta$



Donde A y B son las magnitudes de los vectores y θ es el ángulo entre estos.

Propiedades del producto punto:

Tomando $\overrightarrow{A}$, $\overrightarrow{B}$ y $\overrightarrow{C}$ como vectores, y k como un escalar, el producto punto cumple:

1. Si dos vectores son perpendiculares entre sí, su producto punto es cero:

$$\text{Si } \overrightarrow{A} \perp \overrightarrow{B}, \text{ entonces } \overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = 0$$

2. El producto punto es conmutativo, es decir:

$$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = \overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{A}$$

3. El producto punto es asociativo con respecto a la multiplicación de un escalar:

$$k\left(\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B}\right) = \left(k\overrightarrow{A}\right) \cdot \overrightarrow{B} = \overrightarrow{A} \cdot \left(k\overrightarrow{B}\right)$$

4. El producto punto es distributivo:

$$\overrightarrow{A} \cdot \left(\overrightarrow{B} + \overrightarrow{C}\right) = \overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} + \overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{C}$$

5. El producto punto de un vector consigo mismo siempre es mayor o igual a cero:

$$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{A} = A^2 \geq 0$$

A partir de estas propiedades, se pueden deducir los productos punto entre los vectores unitarios $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ y $\mathbf{k}$.

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = 1 \qquad \mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{i} = 0$$
$$\mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = 1 \qquad \mathbf{i} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = 0$$
$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1 \qquad \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{j} = 0$$

Y, con ellos, encontrar otra forma de expresar el producto punto de forma analítica.

Tomamos $\overrightarrow{A} = A_x\,\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}$ y $\overrightarrow{B} = B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}$, luego calculamos su producto punto:

$$\begin{aligned}
\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} &= (A_x\,\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}) \cdot (B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}) \\
&= (A_x\,\mathbf{i}) \cdot (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}) + (A_y\mathbf{j}) \cdot (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) + (A_z\,\mathbf{k}) \cdot (B_x\,\mathbf{i} + B_y\,\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) \\
&= A_x\,\mathbf{i} \cdot B_x\,\mathbf{i} + A_x\,\mathbf{i} \cdot B_y\,\mathbf{j} + A_x\,\mathbf{i} \cdot B_z\,\mathbf{k} + A_y\,\mathbf{j} \cdot B_x\,\mathbf{i} + A_y\,\mathbf{j} \cdot B_y\,\mathbf{j} + A_y\,\mathbf{j} \cdot B_z\,\mathbf{k} + A_z\mathbf{k} \cdot B_x\,\mathbf{i} + A_z\,\mathbf{k} \cdot B_y\,\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k} \cdot B_z\,\mathbf{k} \\
&= A_xB_x(1) + A_xB_y(0) + A_xB_z(0) + A_yB_x(0) + A_yB_y(1) + A_yB_z(0) + A_zB_x(0) + A_zB_y(0) + A_zB_z(1) \\
&= A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z
\end{aligned}$$

Ejemplo: determina el producto punto entre los vectores:

$$\overrightarrow{A} = 5\,\mathbf{i} + 4\,\mathbf{j} - 6\,\mathbf{k} \qquad \text{y} \qquad \overrightarrow{B} = -8\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{j} - 2\,\mathbf{k}$$

Solución:

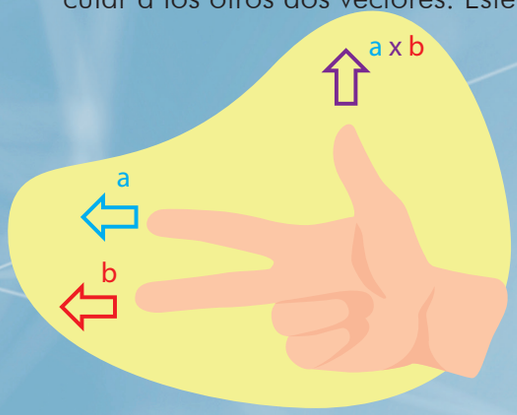
$$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = (5)(-8) + (4)(5) + (-6)(-2)$$
$$\overrightarrow{A} \cdot \overrightarrow{B} = -40 + 20 + 12 = -8$$

Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 81 4/09/23 3:03 p. m.

Producto cruz

El producto cruz, también conocido como el *producto vectorial*, se diferencia del producto punto en que el resultado de esta operación produce un vector, el cual siempre es perpendicular a los otros dos vectores. Este producto está dado por: $\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} = |A||B| \sin\theta \ \mathbf{n}$



Donde A y B son las magnitudes de los vectores, θ el ángulo entre estos y $\mathbf{n}$ es el vector unitario cuya dirección es perpendicular a los dos vectores del producto. Para calcular la dirección, se puede emplear la regla de la mano derecha: toma tu mano derecha y apunta el dedo índice en la dirección del primer vector; ahora, cierra la mano en la dirección del segundo vector, manteniendo el pulgar estirado. Al hacer esto, el pulgar termina apuntando en dirección del producto cruz.

Propiedades del producto cruz

Tomando $\overrightarrow{A}$, $\overrightarrow{B}$ y $\overrightarrow{C}$ como vectores y k como un escalar, el producto cruz cumple que:

El producto cruz de un vector consigo mismo es **cero**:
$$\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{A} = 0$$

El producto cruz es **anticonmutativo**:
$$\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} = -\overrightarrow{B} \times \overrightarrow{A}$$

El producto cruz es **asociativo** con respecto a la multiplicación de un escalar:
$$k\left(\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B}\right) = \left(k\overrightarrow{A}\right) \times \overrightarrow{B} = \overrightarrow{A} \times \left(k\overrightarrow{B}\right)$$

El producto cruz es **distributivo**:
$$\overrightarrow{A} \times \left(\overrightarrow{B} + \overrightarrow{C}\right) = \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} + \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{C}$$

El producto cruz **no es asociativo** con respecto al mismo.
$$\left(\overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B}\right) \times \overrightarrow{C} \neq \overrightarrow{A} \times \left(\overrightarrow{B} \times \overrightarrow{C}\right)$$

A partir de estas propiedades, se pueden deducir los productos vectoriales entre los vectores unitarios $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ y $\mathbf{k}$.

$$\begin{array}{lll} \mathbf{i} \times \mathbf{i} = 0 & \mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} & \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k} \\ \mathbf{j} \times \mathbf{j} = 0 & \mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} & \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i} \\ \mathbf{k} \times \mathbf{k} = 0 & \mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j} & \mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j} \end{array}$$

Entonces, el producto cruz se puede expresar de forma analítica.

Tomamos $\overrightarrow{A} = A_x\,\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}$ y $\overrightarrow{B} = B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}$, luego calculamos su producto

$$\begin{aligned} \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} &= (A_x\,\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k}) \times (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) \\ &= (A_x\,\mathbf{i}) \times (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) + (A_y\mathbf{j}) \times (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) + (A_z\,\mathbf{k}) \times (B_x\,\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\,\mathbf{k}) \\ &= A_x\,\mathbf{i} \times B_x\,\mathbf{i} + A_x\,\mathbf{i} \times B_y\mathbf{j} + A_x\,\mathbf{i} \times B_z\,\mathbf{k} + A_y\,\mathbf{j} \times B_x\,\mathbf{i} + A_y\,\mathbf{j} \times B_y\mathbf{j} + A_y\,\mathbf{j} \times B_z\,\mathbf{k} + A_z\,\mathbf{k} \times B_x\,\mathbf{i} + A_z\,\mathbf{k} \times B_y\mathbf{j} + A_z\,\mathbf{k} \times B_z\,\mathbf{k} \\ &= A_xB_x(0) + A_xB_y(\mathbf{k}) - A_xB_z(\mathbf{j}) - A_yB_x(\mathbf{k}) + A_yB_y(0) + A_yB_z(\mathbf{i}) + A_zB_x(\mathbf{j}) - A_zB_y(\mathbf{i}) + A_zB_z(0) \\ &= (A_yB_z - A_zA_y)\,\mathbf{i} + (A_zB_x - A_xB_z)\mathbf{j} + (A_xB_y - A_yB_x)\mathbf{k} \end{aligned}$$

Ejemplo: determina el producto punto entre los vectores:

$$\overrightarrow{A} = 5\,\mathbf{i} + 4\,\mathbf{j} - 6\,\mathbf{k} \qquad \text{y} \qquad \overrightarrow{B} = -8\,\mathbf{i} + 5\,\mathbf{j} - 2\,\mathbf{k}$$

Solución:
$$\begin{aligned} \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} &= [(4)(-2) - (5)(-6)]\,\mathbf{i} + [(-6)(-8) - (5)(-2)]\,\mathbf{j} + [(5)(5) - (4)(-8)]\,\mathbf{k} \\ \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} &= [-8 + 30]\,\mathbf{i} + [48 + 10]\,\mathbf{j} + [25 + 32]\,\mathbf{k} \\ \overrightarrow{A} \times \overrightarrow{B} &= 22\,\mathbf{i} + 58\,\mathbf{j} + 57\,\mathbf{k} \end{aligned}$$

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

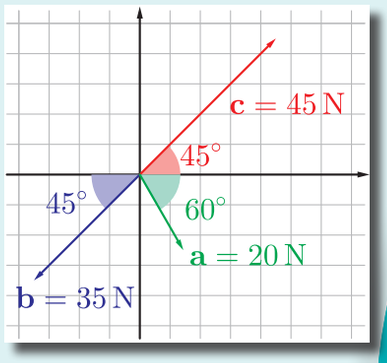
Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 82 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

✔ Uso comprensivo del conocimiento

1. ¿Por qué no es posible realizar la operación $\vec{A} \cdot \left(\vec{B} \cdot \vec{C}\right)$?

2. Dados los tres vectores $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ y $\mathbf{c}$, grafica y encuentra la magnitud de los siguientes vectores:



A. $\mathbf{a} - \mathbf{b}$
B. $\mathbf{b} - \mathbf{c}$
C. $\mathbf{c} - \mathbf{a}$
D. $\mathbf{a} + \mathbf{b} + \mathbf{c}$
E. $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$
F. $\mathbf{b} \cdot \mathbf{c}$
G. $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$
H. $\mathbf{b} \times \mathbf{c}$
I. $\mathbf{a} \times \mathbf{b} \times \mathbf{c}$
J. $(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) \cdot \mathbf{c}$

✔ Indagación

3. Un vector tiene componentes $(x,\ 2,\ z)$. ¿Cuáles deben ser los valores de x y z para que este vector sea perpendicular a los vectores $(2,1,1)$ y $(-4\ ,2,2)$?

4. ¿Cómo comprobarías que dos vectores son ortogonales entre sí?, y ¿cómo comprobarías que son paralelos?

5. Sea $\vec{A} = (1, 2, 3)$, $\vec{B} = (3, -3, 1)$ y $\vec{C} = (1, 0, 3)$

Calcula las siguientes cantidades:

A. $\vec{A} \cdot \left(\vec{B} \times \vec{A}\right)$
B. $\vec{A} \times \left(\vec{B} \times \vec{C}\right)$
C. $\left(\vec{A} \times \vec{B}\right) \times \vec{C}$
D. $\left(\vec{A} + \vec{C}\right)^2$

6. Considera los vectores $\mathbf{A} = (1,1,-1)$ y $\mathbf{B} = (6,-2,4)$. Grafica y encuentra analíticamente los siguientes vectores:

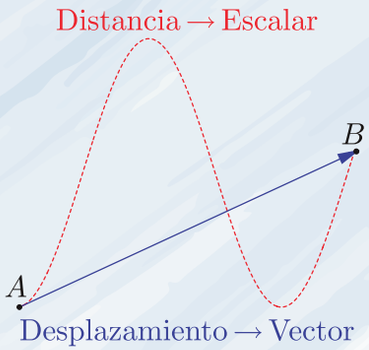
A. $3\,\vec{A} + 0,5\,\vec{B}$
B. $\vec{C}$ tal que $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$
C. $A^2\,\vec{B}$
D. $\left(\vec{A} \cdot \vec{B}\right)\vec{C} + \left(\vec{B} \cdot \vec{C}\right)\vec{A}$

Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 83 4/09/23 3:03 p. m.

El movimiento

La **cinemática** es la rama de la física que se dedica a describir el movimiento a lo largo del tiempo, pero no toma en cuenta las causas que generan dichos movimientos.

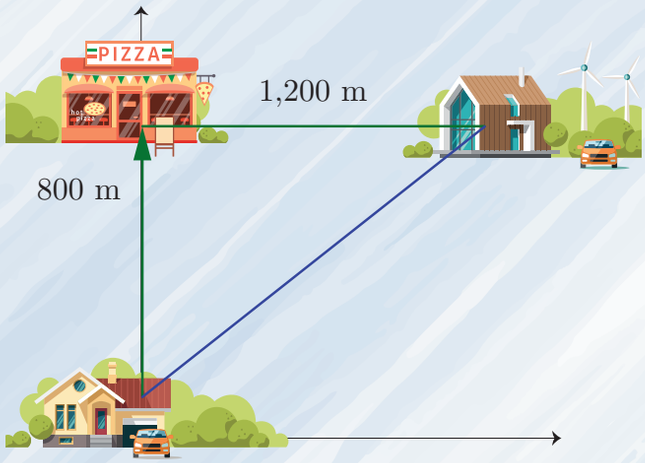


En esta sección se repasarán los distintos conceptos de la cinemática para poder comprender diferentes tipos de movimientos que ocurren en la naturaleza.

Distancia y desplazamiento

La **distancia** d es una cantidad escalar que representa la longitud de la trayectoria recorrida, mientras que el **desplazamiento** $\mathbf{D}$ es el vector que une el punto inicial de la trayectoria con el punto final. Las dos cantidades se miden con unidades de longitud, que en el sistema SI es el metro m.

Ejemplo: Juan sale de su casa y se dirige a la pizzería situada a $800\ \mathrm{m}$ hacia el norte. Después de comprar una *pizza*, se dirige a la casa de Laura, que se encuentra $1{,}200\ \mathrm{m}$ al este de la pizzería. ¿Cuál fue la distancia recorrida y el desplazamiento total de Juan?



Solución: La distancia es la longitud de la trayectoria total, por lo que:

$$d = 800\,\mathrm{m} + 1{,}200\ \mathrm{m} = 2{,}000\mathrm{m}$$

El desplazamiento es el vector entre la casa de Laura (punto final) y la casa de Juan (punto inicial). Si las coordenadas de la casa de Juan son $(0{,}0)$, entonces las coordenadas de la pizzería son $(0{,}800)$ y la casa de Laura son $(1200,\ 800)$. Entonces, el desplazamiento es:

$$|\mathbf{D}_x| = \Delta x = x_f - x_i$$
$$|\mathbf{D}_x| = 1200 - 0 = 1200$$
$$|\mathbf{D}_y| = \Delta y = y_f - y_i$$
$$|\mathbf{D}_y| = 800 - 0 = 800$$
$$\mathbf{D} = (1200, 800)$$

Nota que se representa la diferencia entre la situación final y la inicial como un delta Δ.

Para saber la magnitud del vector:

$$|\mathbf{D}| = \sqrt{(1200\,\mathrm{m})^2 + (800\,\mathrm{m})^2} = 1442.2\,\mathrm{m}$$

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 84 4/09/23 3:03 p. m.

Velocidad

La **rapidez** es una cantidad escalar que se define como el cambio de la distancia a lo largo del tiempo.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{d}{t_f - t_i}$$

Como la distancia es una cantidad aditiva, la rapidez siempre es una cantidad positiva. La **velocidad** es un vector que muestra cómo va variando el desplazamiento de un cuerpo en el tiempo.

$$\overrightarrow{v} = \frac{\mathbf{D}}{\Delta t}$$

Imagina un objeto que se mueve sobre el eje x, de tal forma que al graficar la distancia recorrida a través del tiempo, se obtiene la curva roja que se muestra en la figura. Para determinar su velocidad, usamos la ecuación:

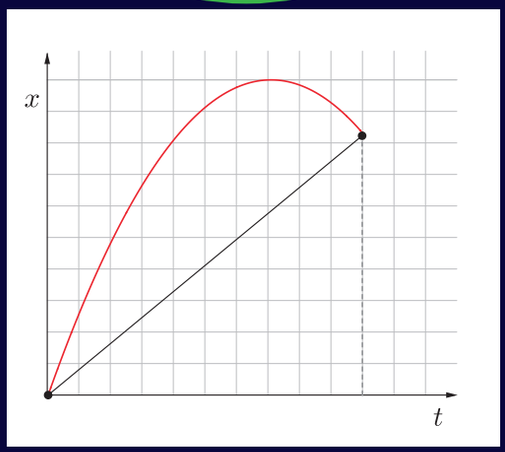
$$\overrightarrow{v} = \frac{\Delta \overrightarrow{x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{x_f} - \overrightarrow{x_i}}{t_f - t_i}$$

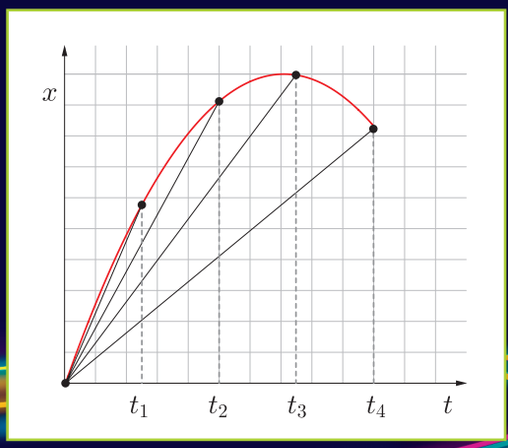
Nota que esta ecuación es la misma que se utiliza para determinar la pendiente de una recta. En este caso, es la recta que une al punto final con el inicial. A esta velocidad se le conoce como **velocidad media** o **velocidad promedio**, ya que corresponde a la velocidad en un intervalo de tiempo considerable.

Si bien este valor de la velocidad permite describir qué tanto se desplazó el objeto en el tiempo total, no permite reconocer de manera detallada cómo fue el movimiento del objeto a medida que transcurría el tiempo. Para solucionar este problema, basta con reducir el tamaño de los intervalos de tiempo, entonces en vez de analizar el movimiento en un tiempo t, se analiza n desplazamientos en intervalos t/n. Por ejemplo, si para el movimiento ya no se evalúa la velocidad en t_4, sino en t_3, observamos cómo la pendiente incrementa debido a que la primera parte del movimiento muestra un comportamiento creciente. Si seguimos disminuyendo el tamaño del intervalo, notamos cómo la recta se asemeja a la curva cada vez más. De hecho, **a intervalos de tiempo infinitesimales, la velocidad va a tomar el valor de la pendiente de la recta tangente a la curva.** A esta velocidad se le conoce como **velocidad instantánea**, ya que representa la velocidad en un instante determinado.

De manera similar a la distancia y al desplazamiento, la rapidez y la velocidad se miden en las mismas unidades. En este caso, las unidades son longitud sobre tiempo. En el sistema SI:

$$[v] = \frac{[x]}{[t]} = \frac{\text{longitud}}{\text{tiempo}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$





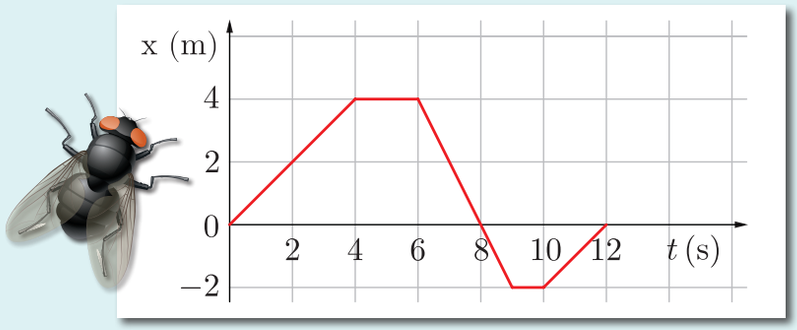
Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 85 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

1. Un estudiante, que se va en bicicleta al colegio, se demora $20\ \text{min}$ en llegar si va a una velocidad promedio de $20\ \text{km/h}$. Un día se le hace un poco tarde y solo tiene $15\ \text{min}$ para llegar. ¿Cuál debe ser su velocidad nueva si quiere llegar a tiempo?

2. Una nave espacial recorre el espacio a $60\ \text{km/s}$, si el sistema solar más cercano está a $4{,}36$ años luz, ¿cuántos años tardará en llegar la nave? Nota: un año luz es la distancia que recorre la luz en un año en el vacío y la velocidad de la luz es aproximadamente de $3 \times 108\ \text{m/s}$.

3. Una mosca se mueve como lo indica la siguiente gráfica:



A. Calcula la velocidad de la mosca en los intervalos:

- $0\ \text{s} < t < 4\ \text{s}$
- $4\ \text{s} < t < 6\ \text{s}$
- $6\ \text{s} < t < 9\ \text{s}$
- $9\ \text{s} < t < 10\ \text{s}$
- $10\ \text{s} < t < 12\ \text{s}$

B. ¿Cuál es el valor del desplazamiento total?, ¿cuál es el valor de la distancia total recorrida por la mosca?

C. ¿Cuál es la velocidad máxima de la mosca?, ¿cuál es la velocidad mínima?

D. ¿Cuál es la rapidez máxima de la mosca?, ¿cuál es la rapidez mínima?

4. La familia Martínez desea hacer un viaje internacional visitando varias ciudades. Compran sus boletos de vuelo con los siguientes trayectos:

Guatemala - El Salvador, El Salvador – Costa Rica, Costa Rica – Colombia, Colombia – Brasil y Brasil – Chile,

Con ayuda de un mapa o de internet, determina:

A. La distancia total recorrida.

B. El vector desplazamiento en cada tramo, y el vector desplazamiento total.

C. Si los aviones tienen una rapidez promedio de 800 km/h ¿Cuánto tiempo toma cada vuelo?

D. El vector velocidad en cada tramo y el vector velocidad total.

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 86 4/09/23 3:03 p. m.

Sistemas de referencia

Para indicar el movimiento de un objeto, es necesario definir un sistema de referencia. Un **sistema de referencia** es un sistema cuyos objetos se encuentren en reposo. Por ejemplo, una persona que viaja dentro de un bus a velocidad constante lanza una pelota hacia atrás. Por fuera del bus, hay otra persona que observa el movimiento de la pelota. En este caso, hay al menos dos sistemas de referencia: dentro del bus y por fuera del bus, por lo que para poder hallar la velocidad de la pelota, debemos determinar respecto a qué queremos hallarla, ¿respecto a la persona que lanzó la pelota, o respecto a la persona fuera del bus?

La equivalencia entre dos sistemas de referencia A y B viene dada por la ecuación:

$$v_{pB} = v_{pA} + v_{AB}$$

donde v_{pA} es la velocidad del objeto en el sistema de referencia A, v_{pB} es la velocidad del objeto en el sistema de referencia B y v_{AB} es la velocidad del sistema de referencia A con respecto a B.

Aceleración

La aceración de un cuerpo es el vector que da la relación entre el cambio de velocidad que sufre el cuerpo en el tiempo.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

En el sistema SI, las unidades de la aceleración están dadas por:

$$[a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Nota que esta expresión es la misma para determinar la pendiente de una recta. Entonces, al igual que la velocidad instantánea, la aceleración también se puede entender como la pendiente de la recta tangente a la función que se genera al graficar v vs. t.

El movimiento de un cuerpo puede ser clasificado dependiendo de la trayectoria que este describe. Para los movimientos en una dimensión, todas las cantidades vectoriales tendrán la misma dirección y por lo tanto, se puede despreciar la parte vectorial, siempre y cuando se tenga en cuenta el sentido de los vectores. En esta sección estudiamos dos tipos de movimiento, que son:

1. Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.)

Un cuerpo con M.R.U. describe una línea recta al moverse y se mueve con velocidad constante.

- Como la velocidad es constante, la aceleración es cero.

$$a = 0$$

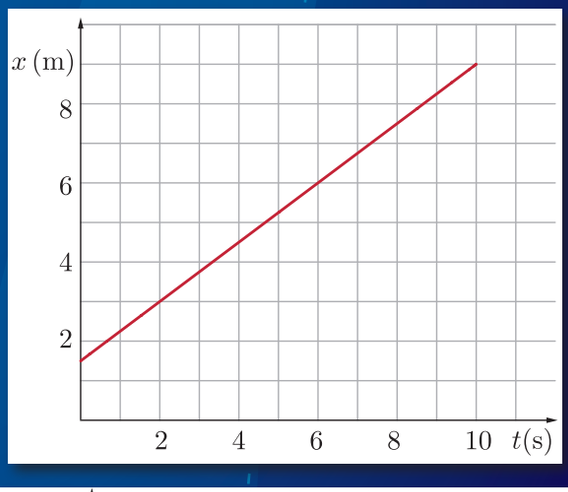
- La velocidad se determina mediante:

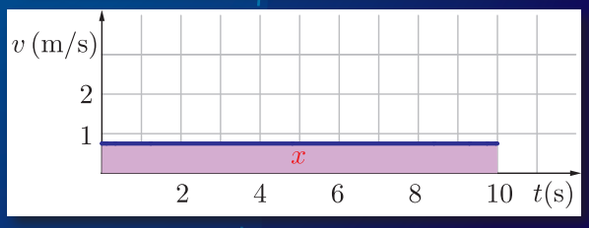
$$v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{x_f - x_i}{t}$$

Aquí se toma el tiempo inicial $t_0 = 0$, de tal forma que: $\Delta t = t - t_0 = t$

- El desplazamiento se puede despejar y se obtiene:

$$x = x_0 + vt$$

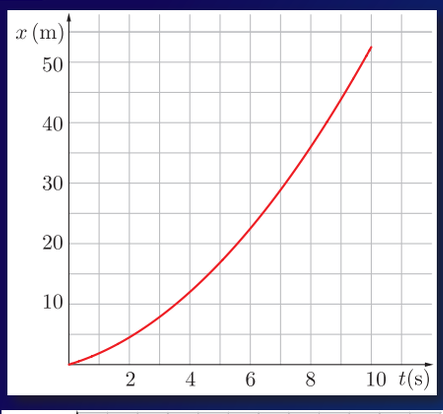


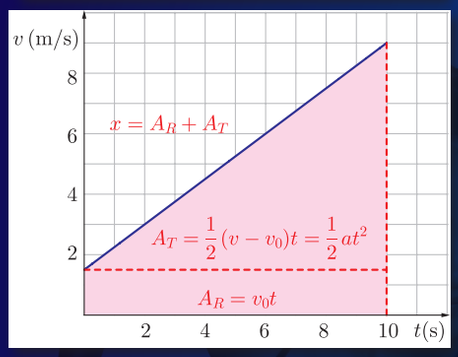


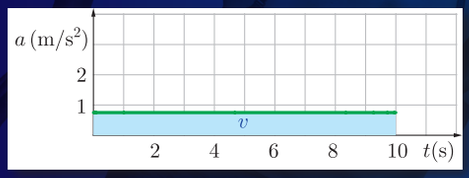
La gráfica x vs. t para un M.R.U. es una recta. La gráfica de v vs. t es una constante. El área bajo la curva en esta última gráfica equivale al desplazamiento del objeto en el tiempo t.

Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebráicas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 87 4/09/23 3:03 p. m.







La gráfica x vs. t para un M.U.A. es una parábola. La gráfica de v vs. t es una recta y el área bajo la curva equivale al desplazamiento del objeto en el tiempo t.

2. Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (M.U.A.)

Aquí, un cuerpo se mueve con una aceleración constante en el tiempo, por lo que cumple con las siguientes condiciones:

- La aceleración se determina mediante:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

- Como la aceleración es una constante, la velocidad se puede despejar y se obtiene:

$$v = v_0 + at$$

En la gráfica a vs. t, el área bajo la curva es el valor que ha variado la velocidad.

- Nuevamente, el desplazamiento equivale al área bajo la curva de la gráfica v vs. t. Si se halla mediante la suma del área del triángulo y del rectángulo, el desplazamiento es:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Esta es la ecuación de una parábola, por lo que para un M.U.A., la gráfica x vs. t siempre muestra una parábola.

- En problemas donde el tiempo es desconocido, se puede usar la ecuación:

$$2ax = v^2 - v_0^2$$

Esta ecuación se deduce despejando el tiempo de la ecuación de la velocidad y reemplazándolo en la ecuación de desplazamiento.

Ejemplo:

Un guepardo que se encuentra en reposo aumenta su velocidad hasta alcanzar $25\ \mathrm{m/s}$ en $2\ \mathrm{s}$. Calcula su aceleración y la distancia total recorrida en este intervalo.

Solución:

La aceleración se calcula mediante:

$$a = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{25\,\mathrm{m/s} - 0\,\mathrm{m/s}}{2\,\mathrm{s} - 0\,\mathrm{s}} = 12.5\,\mathrm{m/s^2}$$

Una aceleración asombrosa, ya que comparandola con la aceleración de la gravedad, la aceleración del guepardo es aproximadamente $30\ \%$ mayor.

En cuanto a la distancia recorrida en esos $2\ \mathrm{s}$, utilizamos la siguiente ecuación:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \Rightarrow \quad x = 0\,\mathrm{m} + (0\,\mathrm{m/s})(2\,\mathrm{s}) + \frac{1}{2}\left(12.5\,\mathrm{m/s^2}\right)(2\,\mathrm{s})^2 = 50\,\mathrm{m}$$

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 88 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

✔ Indagación

1. Una persona se sube a un bus y camina hacia el fondo. Otra persona fuera del bus, que se moviliza en una bicicleta, observa como su velodidad y la de la persona caminando es la misma. Si el bus se mueve con una velocidad de $10\ \mathrm{m/s}$ y la persona de la bicicleta se mueve a $9{,}2\ \mathrm{m/s}$, ¿cuál es la velocidad de la persona caminando desde el sistema de referencia del bus?

2. La ecuacion mostrada en la sección *Sistemas de referencia* es en realidad una aproximación de la ecuación general:

$$v_{pB} = \frac{v_{pA} + v_{AB}}{1 + \frac{v_{pA} v_{AB}}{c^2}}$$

Aquí, $c = 3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}$ y es la velocidad de la luz. Esta ecuación es útil en situaciones donde los objetos se mueven con una velocidad muy alta, cercana a la velocidad de la luz.

   A. Demuestra que para cualquier sistema inercial, la velocidad de la luz es la misma. Ayuda: en la ecuación general remplaza v_{pA} por c y encuentra el valor de v_{pB}. Si este ultimo también equivale a c, entonces la velocidad de la luz debe ser la misma en todos los sistemas de referncia.

   B. ¿Qué sucede con los objetos cuya velocidad es mucho menor a la velocidad de la luz?

✔ Uso comprensivo del conocimiento

3. Un cuerpo, que inicialmente se encuentra en reposo, acelera con un ritmo de $3\ \mathrm{m/s^2}$ hacia la derecha. Este mantiene su aceleración constante durante $5\ \mathrm{s}$. Luego cambia su aceleración a $-1\ \mathrm{m/s^2}$ y se desplaza con esta aceleración hasta los $30\ \mathrm{s}$. Justamente después, mantiene la velocidad constante por $10\ \mathrm{s}$. Finalmente, desacelera hasta llegar al reposo nuevamente, lo cual le toma $20\ \mathrm{s}$.

Según el texto, dibuja la gráfica de velocidad en función del tiempo y responde las siguientes preguntas:

   A. ¿En qué intervalos de tiempo el cuerpo se mueve hacia la izquierda?

   B. ¿En qué intervalos de tiempo el cuerpo se mueve hacia la derecha?

   C. ¿En qué momento pasa el cuerpo nuevamente por su punto de origen?

   D. ¿Cuál es el desplazamiento final del cuerpo?

   E. ¿Cuál es la aceleración del último tramo del trayecto?

4. Mediante la ecuacionesla velocidad y del desplazamiento para un objeto acelerado con aceleración constante, demuestra que:

$$2ax = v^2 - v_0^2$$

5. Una persona lanza una pelota hacia arriba con una velocidad inicial de $15\ \mathrm{m/s}$ y cuando baja, la atrapa a la misma altura.

   A. ¿Por cuánto tiempo está la pelota en elaire?

   B. ¿Cuál es la altura máxima de la pelota?

Movimiento acelerado en dos dimensiones

Normalmente, el tratamiento de problemas de cinemática en más de una dimensión tiende a ser más complicado, ya que para estos casos es necesario tener en cuenta la naturaleza vectorial del desplazamiento, velocidad y aceleración. En lo que queda de esta sección, se estudiarán dos movimientos relevantes que se dan en dos dimensiones: el movimiento de un proyectil y el movimiento circular.

Proyectiles

En el lanzamiento de un proyectil, por ejemplo, con un cañón, la bala se traslada horizontalmente y a su vez, sube y luego vuelve a bajar. Al hacer esto, la bala describe una curva parabólica como la que se muestra en la siguiente figura. Por esto, el lanzamiento de un proyectil también es conocido como **movimiento parabólico**.



Para analizar este tipo de movimientos se recurre a la naturaleza de los vectores. Con esto, se puede separar el movimiento en dos movimientos independientes: uno en dirección horizontal (en el eje x) y otro en dirección vertical (en el eje y).

Movimiento en x

Viendo primero el movimiento horizontal, se evidencia que la velocidad horizontal permanece constante a lo largo de la trayectoria, luego, en el eje x el movimiento es un M.R.U. y, por consiguiente, el desplazamiento horizontal esta descrito por la ecuación:

$$x = v_x t$$

Pero ¿cuál es la velocidad inicial en el eje x?

Si el proyectil se lanza con velocidad inicial v_0 y con un ángulo θ con respecto a la horizontal, se puede descomponer este vector para encontrar la velocidad inicial en cada componente:

$$v_{0y} = v_0 \sin\theta$$

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta$$

Como la velocidad en x siempre permanece constante, $v_x = v_{0x}$ y, por lo tanto, el desplazamiento horizontal es:

$$x = v_0 \cos(\theta)\, t$$

Movimiento en y

En este caso, el movimiento es M.U.A., ya que el cuerpo se ve afectado por la aceleración de la gravedad. Recuerda que en la superficie terrestre, la aceleración de la gravedad es de $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.

Teniendo en cuenta el sentido de la gravedad, las ecuaciones que describen el movimiento en dirección vertical son:

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin(\theta)\, t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin(\theta) - gt$$

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 90 4/09/23 3:03 p. m.

Con estas ecuaciones se pueden encontrar la altura máxima, el tiempo de vuelo y el alcance del proyectil. En el punto en el que el proyectil llega a su altura máxima, la velocidad en la componente vertical es necesariamente cero. Reemplazando esto en la ecuación de la velocidad, se puede despejar el tiempo que toma el cuerpo en llegar a su altura máxima:

$$0 = v_0 \sin(\theta) - gt$$

$$t_s = \frac{v_0 \sin(\theta)}{g}$$

Ya que el tiempo que el proyectil se demora en subir es igual al tiempo que se demora en bajar, el tiempo total de vuelo es igual a dos veces este tiempo:

$$t_v = \frac{2v_0 \sin(\theta)}{g}$$

El alcance máximo es igual al desplazamiento horizontal del proyectil en el tiempo de vuelo, por lo tanto:

$$x_{\max} = v_0 \cos(\theta) t_v = v_0 \cos(\theta) \frac{2v_0 \sin(\theta)}{g}$$

Usando la identidad trigonométrica que dice que $\sin(2\theta) = 2\sin(\theta)\cos(\theta)$, se puede simplificar la ecuación a:

$$x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

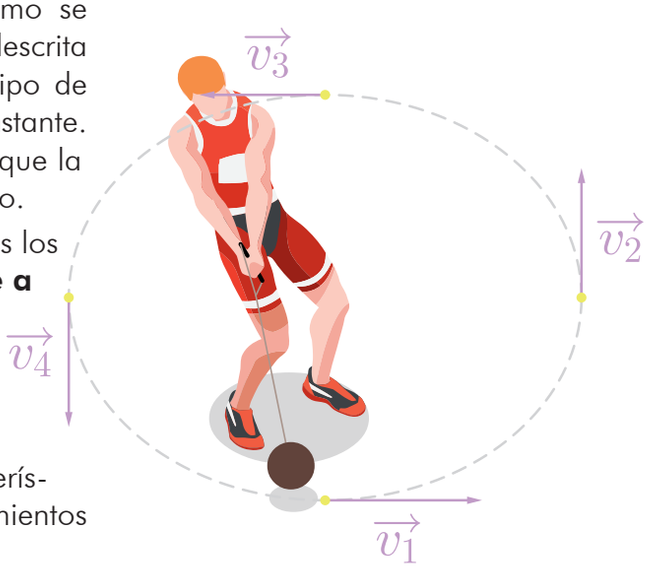
Para obtener la altura máxima, se reemplaza el tiempo de subida en la ecuación del desplazamiento vertical, con lo que se obtiene:

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2(\theta)}{2g}$$

Movimiento circular

Ahora se va a estudiar otro movimiento de gran interés, el **Movimiento Circular Uniforme** M.C.U. Como se alude en el nombre, en un M.C.U. la trayectoria descrita por el cuerpo forma una circunferencia. En este tipo de movimiento, el cuerpo se desplaza con rapidez constante. Sin embargo, este es un movimiento acelerado, ya que la dirección de la velocidad va cambiando en el tiempo.

El cambio en dirección se da debido a que, en todos los puntos de la trayectoria, la **velocidad es tangente a la circunferencia**, como se muestra en la figura. A causa de esto, existe una aceleración dentro del sistema, conocida como la **aceleración centrípeta**.



Primero, debemos definir algunos conceptos característicos de los movimientos periódicos, es decir, movimientos que se repiten cada cierto tiempo:

1. Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.
2. Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 91 4/09/23 3:03 p. m.

Periodo

Es el tiempo que se demora el movimiento en volver a repetirse. En el caso del M.C.U. es el tiempo que tarda el cuerpo en dar una vuelta completa. Para calcularlo, se divide un tiempo dado por el número de vueltas que realizó el cuerpo en este tiempo.

$$T = \frac{\text{tiempo}}{\text{número de vueltas}}$$

Frecuencia

Es el inverso del periodo, y denota cuántas vueltas logra realizar el cuerpo en un intervalo de tiempo dado:

$$f = \frac{\text{número de vueltas}}{\text{tiempo}} = \frac{1}{T}$$

Las unidades de frecuencia usuales se conocen como Hertz:

$$[f] = \frac{1}{[t]} = \frac{1}{\text{s}} = \text{Hz}$$

Otras unidades comunes usadas para la frecuencia son los **rpm** (revoluciones por minuto).

Ya que en un M.C.U. el radio de la trayectoria permanece constante, es necesario usar otra cantidad para poder determinar la posición del cuerpo, para esto se recurre al **ángulo recorrido** θ que se mide en radianes (rad).

De forma análoga a la velocidad lineal en un M.R.U., se puede definir una cantidad que relaciona el cambio en el ángulo recorrido con el tiempo. Esta cantidad se conoce como la **velocidad angular** y se define como:

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

ω tiene unidades de son rad/s.

Teniendo en cuenta que el ángulo recorrido en un periodo es 2π, la velocidad angular se puede escribir como:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Como se mencionó anteriormente, la dirección del vector velocidad lineal es siempre tangente a la trayectoria. Sin embargo, hasta ahora no se ha discutido sobre la magnitud de este vector. Para calcularla, es necesario encontrar la distancia recorrida por el cuerpo. Si el cuerpo recorre un ángulo θ, la distancia recorrida es igual a la longitud de arco definida por este ángulo.

Usando geometría, se encuentra que la longitud de arco es:

$$s = \theta R$$

siendo R el radio del círculo. Recordando la definición de velocidad, se obtiene que:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\theta R}{t}$$

Usando el mismo argumento que se usó con la velocidad angular, se puede ver que:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

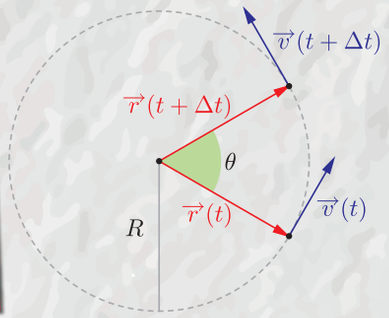
y, por lo tanto: $v = \omega r$.

Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.

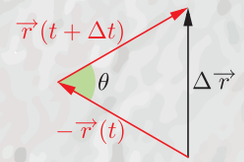
Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 92 4/09/23 3:03 p. m.

Componente: Entorno físico

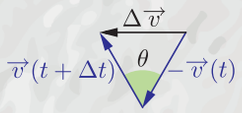
Ahora, recordando que la aceleración se debe únicamente al cambio en la dirección del vector velocidad, tomamos dos puntos distintos de la trayectoria, muy cercanos entre sí, para calcular la diferencia entre la velocidad en ambos puntos.



a. Vector de desplazamiento



b. Vector del cambio de velocidad



Como la magnitud de la velocidad es constante, y el ángulo formado por $\vec{v}(t+\Delta t)$ y $\vec{v}(t)$ siempre es igual al ángulo formado por $\vec{r}(t+\Delta t)$ y $\vec{r}(t)$, los dos triángulos formados son semejantes, por lo que se puede escribir la siguiente relación de semejanza:

$$\frac{\Delta v}{\Delta r} = \frac{v}{r}$$

Despejando de esta ecuación, se puede obtener Δv:

$$\Delta v = \frac{v\Delta r}{r}$$

Al dividir ambos lados de la ecuación por Δt, se obtiene que la magnitud de la aceleración centrípeta es:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

La aceleración centrípeta siempre apunta hacia el centro de la circunferencia, de ahí su nombre.

Ejemplo: en una competencia de lanzamiento de martillo, un deportista lanza la bola con un ángulo de $45°$ y alcanza una distancia de $60\ \mathrm{m}$. Si la longitud de entre el asa y la bola es de $120\ \mathrm{cm}$ y la longitud de los brazos es $65\ \mathrm{cm}$, calcula la aceleración centrípeta de la bola antes del lanzamiento.

Solución: la longitud del radio es la suma del largo del alambre que sostiene a la bola con el largo de los brazos, es decir, $1.85\ \mathrm{m}$. Ahora, para calcular la aceleración centrípeta, debemos determinar la velocidad con la que sale disparada la bola. Si esta alcanza $60\ \mathrm{m}$, entonces:

$$x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{x_{\max} g}{\sin(2\theta)}} = \sqrt{\frac{(60\,\mathrm{m})(9.81\,\mathrm{m/s^2})}{\sin(90)}} = 24.3\,\mathrm{m/s}$$

Por lo que la aceleración centrípeta antes del lanzamiento es:

$$a_c = \frac{v_0^2}{r} = \frac{(24.3\,\mathrm{m/s})^2}{1.85\,\mathrm{m}} = 318.2\,\mathrm{m/s^2}$$

1. Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.
2. Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 93 4/09/23 3:03 p. m.

Aplico mis conocimientos

✔ Uso comprensivo del conocimiento

1. Una persona lanza un balón con una velocidad inicial de módulo $20\ \mathrm{m/s}$. Si el balón dura $1\ \mathrm{s}$ en el aire, ¿cuál es el ángulo con el que se lanzó el balón?

A. $60°$ **C.** $30°$
B. $45°$ **D.** $15°$

2. Determina la velocidad de un satélite que orbita al rededor de la Tierra. Supón que el satélite siente una aceleración $a = 0.8\ g$. ¿Cuál es el periodo del satélite?



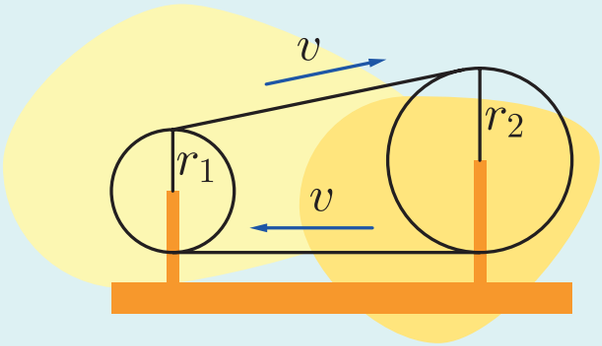
3. Una centrifugadora es una máquina que rota a gran velocidad las muestras, con el objetivo de separar sus componentes debido a la aceleración centrípeta. Si una centrifugadora puede girar a $15{,}000\ \mathrm{rev/min}$, y tiene un radio de $10\ \mathrm{cm}$, calcula la aceleración centrípeta dentro de la muestra.

4. Un jugador de béisbol lanza una pelota con una velocidad de $40\ \mathrm{m/s}$ con un ángulo $\theta = 0°$.

A. ¿Cuánto desciendela pelota al pasar por la base? (distancia de $18.4\ \mathrm{m}$).

B. Si nadie atrapa su pelota, ¿a qué distancia la pelota toca el suelo?

5. Una rueda de radio $r_1 = 50\ \mathrm{cm}$ está conectada a otra rueda de radio $r_2 = 75\ \mathrm{cm}$ por medio de una correa, como se muestra en la figura. Si la rueda de radio r_1 gira con una frecuencia de $\mathrm{f}_1 = 20\ \mathrm{Hz}$.



A. Calcula la relación entre las aceleraciones centrípetas de ambas ruedas.
B. Calcula el periodo de la segunda rueda.

6. Un motor mueve con una frecuencia de $50\ \mathrm{vueltas/min}$, un carrete de $1\ \mathrm{m}$ de radio, para enrollar cable. Calcular el tiempo que se demora el motor en enrollar un cable de $20\ \mathrm{km}$ de largo.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 94 4/09/23 3:03 p. m.

Laboratorio

Coeficiente de fricción estático

✔ Materiales

- Un bloque de madera de diferentes masas
- Una tabla de madera
- Una lámina de vidrio
- Una lámina de acetato
- Un transportador para medir ángulos.

✔ Procedimiento

1. Se ubica la tabla de madera sobre una mesa de forma tal que se pueda levantar un extremo de la tabla sin levantar el otro, y se ubica el bloque de madera sobre el extremo de la tabla que se puede levantar.

2. Se levanta este extremo, de forma tal que la tabla forme un ángulo contra la mesa.

3. La tabla se levanta hasta el momento justo antes de que el bloque comience a deslizarse a lo largo de la tabla. En este momento, se mide el ángulo que se forma y se anota en el cuadro a continuación.

4. Para mejorar el resultado, es mejor repetir esto 10 veces, calcular el ángulo promedio y usar este ángulo para encontrar el coeficiente de fricción. Este procedimiento se repite para el vidrio y el acetato.

✔ Resultados

5. Dibuja el diagrama de fuerzas y determina para cada caso el valor de la fuerza normal y la fuerza de fricción. Luego llena el siguiente cuadro.

	Medida del ángulo											
Material	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Ángulo promedio**	**Coeficiente de fricción**
Madera												
Vidrio												
Acetato												

6. ¿Cuál superficie tiene mayor coeficiente de fricción estático?

7. Consulta con tu profesor sobre métodos para determinar si tus datos son confiables.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 95 4/09/23 3:03 p. m.



Estilo de vida saludable



Parkour

✔ Aprendo

¿Cómo cae la gente que practica *parkour* al saltar?

Parkour es un deporte urbano en el cual el objetivo es moverse a través de la ciudad de la forma más fluida posible. Esto requiere de muchos saltos. Si se observa a un practicante de este deporte, se notará que siempre dobla las rodillas al caer, y a veces continúa realizando un rollo. Esto es de suma importancia, y, por lo tanto, de las primeras cosas que se aprenden, si se desea practicar este deporte, es aprender a caer.

¿Por qué es importante aprender a caer?

Al saltar, el cuerpo experimenta dos fuerzas diferentes: la primera, al comienzo del salto, es la fuerza de reacción que ejerce el piso sobre la persona; la segunda es al tocar el piso después del salto, esta fuerza se debe a la desaceleración que experimenta la persona, ya que el cuerpo pasa de tener una velocidad a estar en reposo en cuestión de segundos.

✔ Practico

Con ayuda de tu profesor, y en compañía de tus compañeros y compañeras de clase, practiquen ejercicios que les permitan aprender a saltar y moverse con mayor fluidez. Busquen ejercicios que cuiden las articulaciones de sus cuerpos.

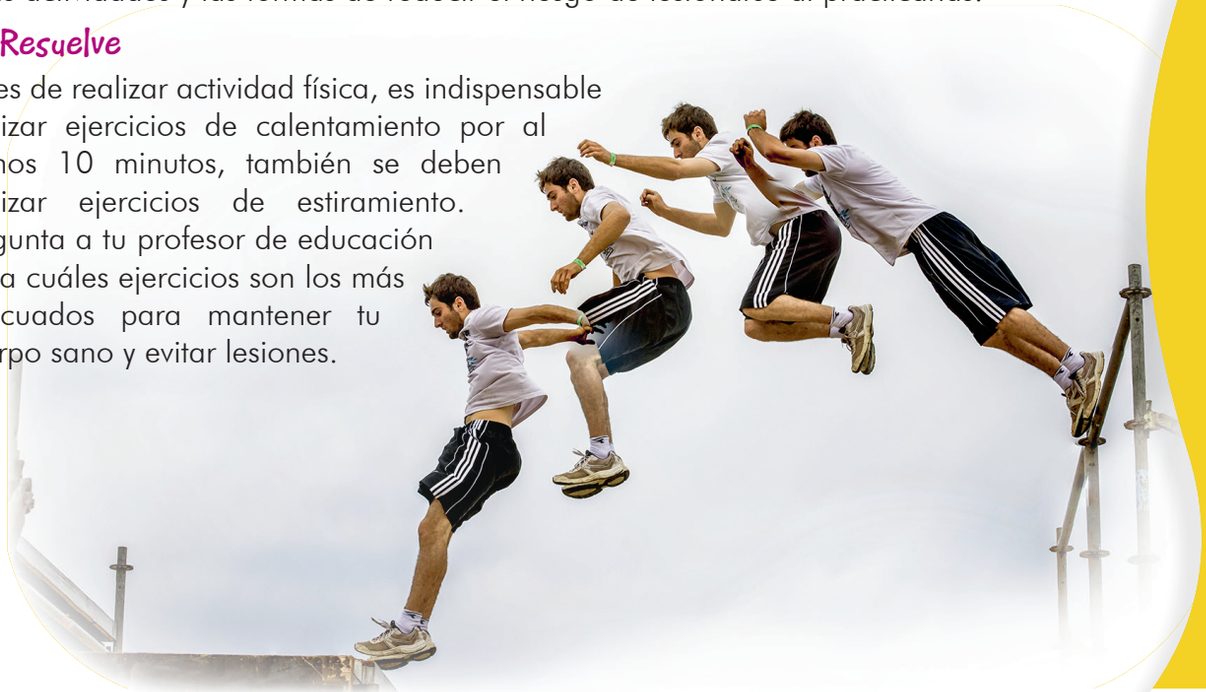
Junto con tus padres, organiza tu tiempo; crea un cronograma donde incluyas tus deberes y te asegures de dejar un espacio para realizar tus actividades físicas y de interés. Recuerda que para mantener una buena salud, es recomendable realizar por lo menos una hora de ejercicio tres veces a la semana.

✔ Aplico

Averigua en tu comunidad qué deportes o actividades puedes realizar, dónde se realizan y qué se necesita para realizarlas. Para seguir practicando las actividades que te gustan de forma segura, averigua en internet cuáles son los riesgos asociados con estas actividades y las formas de reducir el riesgo de lesionarse al practicarlas.

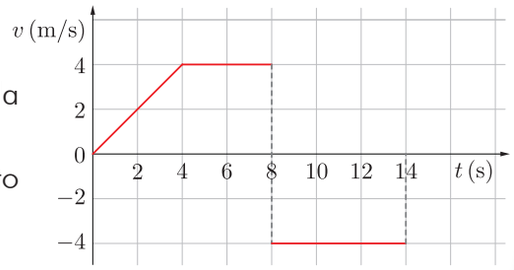
✔ Resuelve

Antes de realizar actividad física, es indispensable realizar ejercicios de calentamiento por al menos 10 minutos, también se deben realizar ejercicios de estiramiento. Pregunta a tu profesor de educación física cuáles ejercicios son los más adecuados para mantener tu cuerpo sano y evitar lesiones.



Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 96 4/09/23 3:03 p. m.

Evaluación tipo Saber



Responde las preguntas 1 y 2 teniendo en cuenta la siguiente información:

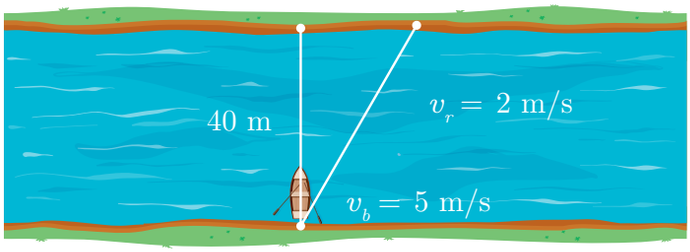
Un cuerpo de masa $5\ \text{kg}$ describe un movimiento como se muestra en la gráfica:

1. En el intervalo de 4 a $8\ \text{s}$, el cuerpo

A. está en reposo.
B. se mueve con velocidad constante.
C. desacelera.
D. acelera.

2. El desplazamiento total del cuerpo es

A. $0\ \text{m}$ **B.** $48\ \text{m}$ **C.** $-4\ \text{m}$ **D.** $8\ \text{m}$



3. Una persona desea cruzar un río de $40\ \text{m}$ de ancho, como se muestra en la figura. Si su bote se mueve de forma perpendicular al río con una velocidad de $5\ \text{m/s}$, y el río se mueve a $2\ \text{m/s}$, ¿a qué distancia horizontal con respecto a su punto de origen llega al otro lado del río?

A. $15\ \text{m}$ **B.** $20\ \text{m}$ **C.** $16\ \text{m}$ **D.** $18\ \text{m}$

4. La magnitud de la velocidad total con la que se mueve el bote es

A. $\sqrt{29}\ \text{m/s}$ **B.** $5\ \text{m/s}$ **C.** $7\ \text{m/s}$ **D.** $\sqrt{21}\ \text{m/s}$

Plan de mejoramiento

1. Realiza el paso a paso de los siguientes procesos: la replicación del ADN, la transcripción del ADN a ARN mensajero y la traducción del ARN mensajero a proteína de estructura cuaternaria.

2. Se cruzan dos plantas de maíz. Una con un tallo pequeño, pero resistente a un patógeno. La otra tiene tallo alto, pero no es resistente. Los fenotipos recesivos son tener el tallo corto y ser resistente. Sabiendo que ambas plantas de maíz son puras, ¿cuál sería la proporción fenotípica y genotípica de la generación F1? ¿Y de la F2?

3. Un ácido monoprótico HA se ioniza $3.5\ \%$. Calcula el pH y $\text{p}K_a$ del ácido.

4. En una competencia de lanzamiento de martillo un deportista lanza la bola con un ángulo de $45°$ y alcanza una distancia de $50\ \text{m}$. Si la longitud entre el asa y la bola es de $120\ \text{cm}$ y la longitud de los brazos es de $60\ \text{cm}$, calcula la aceleración centrípeta de la bola antes del lanzamiento.

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 97 4/09/23 3:03 p. m.

Bibliografía

Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2020). Biology: Life on earth with physiology. New York: Pearson.

Bandyopadhyay, S., Maulik, U., Maulik, U., & Wang, J. T. (2007). Analysis of Biological Data. New Jersey: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems. Liverpool: Blackwell Publishing Ltd.

Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (1990). Invertebrates. Sunderland, MA: Sinauer.

Klug, E. (2012). Concepts of genetics . Boston: Pearson.

Peter, A., Jones L., & Laverman L. (2009). Chemocal Principles. The Quest for Insight. 7 edición. New York: W. H. Freeman and Company.

Roush, R., Fowler, S., & Wise, J. (2013). Concepts of biology. Houston: OpenStax.

Sadava, D. E., Hillis, D. M., Heller, H. C., & Berenbaum, M. (2014). Life: The science of biology. Sunderland, MA: Sinauer.

Shankar, R. (2014). Fundamentals of Physics: Mechanics, Relativity, and Thermodynamics (The Open Yale Courses Series).

Ciencias Naturales 9 Unidad 4.indd 98 4/09/23 3:03 p. m.

Notas

Notas