



Texto del estudiante

# BIOLOGÍA

Esteban Campbell Orellana

2<sup>o</sup>  
MEDIO



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN



Texto del estudiante

# BIOLOGÍA



Esteban Campbell Orellana  
Profesor de Biología y Ciencias Naturales  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

El texto de **Biología 2.º Medio** es una creación del Departamento de Estudios Pedagógicos de Ediciones SM, Chile.

Dirección editorial  
Arlette Sandoval Espinoza

Coordinación editorial  
María Jose Martínez Cornejo

Coordinación Área Ciencias Naturales  
Andrea Tenreiro Bustamante

Edición  
Esteban Campbell Orellana

Autoría  
Esteban Campbell Orellana

Asesoría pedagógica  
Guadalupe Álvarez Pereira

Corrección de estilo  
Cristian Oyarzo Barrientos

Coordinación de Diseño  
Gabriela de la Fuente Garfias

Diseño de portada  
Estudio SM

Ilustración de portada  
Estevan Silveira

Diseño y diagramación  
Loreto López Rodríguez

Fotografías  
Archivos fotográficos SM  
Latinstock  
Shutterstock  
Wikimedia Commons

Iconografía  
Vinka Guzmán Tacla

Ilustración  
Carlos Ossandón Yáñez  
Edgardo Contreras de la Cruz  
Invasor Studio  
Ítalo Ahumada Morasky  
Gonzalo Ordóñez Arias (Genzoman)

Gestión de derechos  
Loreto Ríos Melo

Jefatura de producción  
Andrea Carrasco Zavala

---

Este texto corresponde al Segundo año de Educación Media y ha sido elaborado conforme al Decreto Supremo N° 614/2013, del Ministerio de Educación de Chile.

©2018 – Ediciones SM Chile S.A. – Coyuncura 2283 piso 2 – Providencia

ISBN: 978-956-363-291-0 / Depósito legal: 280280

Se terminó de imprimir esta edición de 209.570 ejemplares en el mes de octubre del año 2019.

Impreso por A Impresores.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

# PRESENTACIÓN



El texto Biología 2.º Medio es una herramienta que, junto con tu profesor o profesora, te orientará en el estudio de fenómenos relacionados con el origen y el desarrollo de la vida, mediante los conocimientos propios de la disciplina, así como las habilidades y actitudes que forman parte de un aprendizaje integral.

## ¿POR QUÉ ESTUDIAR BIOLOGÍA?

La Biología es una disciplina científica que te permitirá explorar el mundo de los seres vivos y comprender muchos de los fenómenos que acontecen tanto en tu organismo como en el entorno. Esta rama de las Ciencias Naturales ha proporcionado grandes aportes a diversas áreas del conocimiento. Muchas de ellas están muy relacionadas con tu diario vivir, por ejemplo, medicina, agronomía e industria alimentaria.

## ¿QUÉ VAS A APRENDER?

Por medio del estudio de este texto, representarás y describirás el rol de los sistemas nervioso y endocrino en la coordinación y regulación de las funciones corporales. Luego, discutirás en torno a las diversas manifestaciones de la sexualidad en diferentes contextos, modelarás aspectos biológicos de la reproducción humana y analizarás las responsabilidades que implica ser padre o madre. Más adelante, argumentarás que el material genético se transmite de generación en generación, considerando los procesos de división celular y las causas y consecuencias del cáncer y de ciertas anomalías cromosómicas. Finalmente, explicarás, sobre la base de evidencias, los mecanismos de herencia genética, aplicando los principios propuestos por Mendel.

## ¿CÓMO VAS A APRENDER?

El texto está diseñado para que protagonices tu propio proceso de aprendizaje por medio de una serie de talleres, actividades y proyectos que te posibilitarán razonar, argumentar e investigar en torno a los fenómenos que se producen en la naturaleza. Además, busca contribuir a tu formación como una ciudadana o ciudadano proactivo, crítico, reflexivo, propositivo y con opinión, capaz de involucrarse en la sociedad y dejar una huella en esta.

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Establecimiento: \_\_\_\_\_

El Texto del estudiante Biología 2.º Medio te lo ha entregado el Ministerio de Educación por intermedio del establecimiento educacional en el que estudias. Este es un recurso muy significativo para tu aprendizaje, pues constituye un material que te permitirá desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes de la disciplina, además de reforzar y ejercitar los contenidos. Es por ello que es muy importante que lo utilices y lo cuides tanto en tu escuela o liceo como en tu hogar.

# ÍNDICE

Conoce tu texto.....	8
Precauciones para el trabajo experimental.....	12
¿Cómo trabajan las científicas y los científicos?.....	14
Ruta de aprendizaje.....	16

## UNIDAD 1 COORDINACIÓN Y REGULACIÓN CORPORAL..... 18

Inicio	<b>Activa tu aprendizaje</b> Evaluación inicial.....	20
	Iniciemos nuestro proyecto.....	22
	Me preparo para aprender.....	23

### Lección 1 ¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?..... 24

<b>Tema: Sistema nervioso, coordinación y adaptación</b>	
¿Cómo está organizado el sistema nervioso humano?.....	26
Neuronas, células nerviosas altamente especializadas.....	30
El impulso nervioso.....	32
¿Cómo nuestro cuerpo detecta estímulos?.....	34
Cerebro, centro de nuestras actividades superiores.....	36
<b>Ciencia de alto impacto</b> .....	37
<b>Taller de estrategias:</b> Realizar una investigación experimental.....	38
<b>Tema: Cuidados del sistema nervioso</b>	
Sistema nervioso: factores de riesgo y medidas de cuidado.....	40
<b>Taller de investigación:</b> Efecto y cuidado de las horas de sueño.....	41
<b>Ciencia sin fronteras</b> .....	43
<b>¿Cómo voy?</b> Evaluación de proceso.....	46

### Lección 2 ¿Cómo son reguladas las funciones corporales?..... 48

<b>Tema: Sistema endocrino, hormonas y regulación de la glicemia</b>	
¿Cómo actúa el sistema endocrino?.....	50
Principales glándulas endocrinas.....	52
Regulación de la secreción hormonal.....	54
El rol del páncreas en la regulación de la glicemia.....	56
<b>Ciencia de alto impacto</b> .....	57
<b>Taller de estrategias:</b> Crear y usar modelos.....	58
<b>Tema: Regulación hormonal de las funciones reproductivas</b>	
Hormonas y cambios en la pubertad.....	60
<b>Taller de estrategias:</b> Crear y usar modelos.....	61
Regulación de las hormonas sexuales.....	62
<b>La ciencia es dinámica:</b> El sistema endocrino a lo largo de la historia.....	66
<b>¿Cómo voy?</b> Evaluación de proceso.....	68

Cierre	<b>Síntesis activa</b> .....	70
	<b>Consolida tu aprendizaje</b> Evaluación final.....	72



## SEXUALIDAD Y REPRODUCCIÓN ..... 76

Inicio	<b>Activa tu aprendizaje</b> Evaluación inicial..... 78
	Iniciemos nuestro proyecto..... 80
	Me preparo para aprender ..... 81
Desarrollo	<b>Lección 3 ¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable? ..... 82</b>
	<b>Tema: Sexualidad, aspecto fundamental de la vida humana</b>
	¿Qué es la sexualidad? ..... 84
	Afectividad y responsabilidad personal..... 86
	<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 87
	<b>Tema: Responsabilidad y autocuidado</b>
	Ejerciendo una sexualidad responsable..... 88
	<b>Taller de investigación: Infecciones de transmisión sexual (ITS)</b> ..... 89
	El embarazo en la adolescencia ..... 90
	<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 91
	<b>Taller de estrategias: Analizar tablas</b> ..... 93
	<b>¿Cómo voy? Evaluación de proceso</b> ..... 94
	<b>Lección 4 ¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser? ..... 96</b>
	<b>Tema: Reproducción humana</b>
	Formación de gametos..... 98
	<b>Taller de estrategias: Desarrollar un plan de trabajo</b> ..... 100
	¿Cómo se produce la fecundación? ..... 101
	Implantación del embrión ..... 102
	El desarrollo del embrión..... 104
	Embarazo, proceso de cambios y desarrollo..... 106
	<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 108
	Importancia de la nutrición prenatal..... 109
	<b>Taller de estrategias: Analizar los resultados de una investigación</b> ..... 110
<b>Tema: ¿Qué implica ser padre o madre?</b>	
Paternalidad y maternidad responsables..... 112	
<b>Taller de investigación: El apego, componente esencial de una paternidad y maternidad responsables</b> ..... 114	
Control de la fertilidad..... 116	
<b>La ciencia es dinámica: Métodos anticonceptivos en el pasado</b> ..... 118	
<b>¿Cómo voy? Evaluación de proceso</b> ..... 120	
Cierre	<b>Síntesis activa</b> ..... 122
	<b>Consolida tu aprendizaje</b> Evaluación final..... 124

	 <b>ADN Y REPRODUCCIÓN CELULAR ..... 128</b>	
{	Inicio	<b>Activa tu aprendizaje</b> Evaluación inicial ..... <b>130</b>
		Iniciemos nuestro proyecto ..... 132
		Me preparo para aprender ..... 133
{	Desarrollo	<b>Lección 5 ¿Cómo se organiza y duplica el ADN? ..... 134</b>
		<b>Tema: Localizando el material genético</b>
		¿Dónde está y qué función cumple el ADN? ..... 136
		<b>Taller de investigación:</b> Analizar evidencias: experimento de Gurdon ..... 138
		Observar y describir el núcleo celular ..... 140
		<b>Tema: Caracterizando el ADN</b>
		Estructura y organización del ADN ..... 142
		<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 145
		<b>Taller de estrategias:</b> Desarrollar un procedimiento experimental: extracción de ADN ..... 146
		La duplicación del ADN ..... 148
		<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 149
		<b>¿Cómo voy? Evaluación de proceso ..... 150</b>
		<b>Lección 6 ¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular? ..... 152</b>
		<b>Tema: El ciclo de una célula</b>
		¿Cómo es el ciclo celular? ..... 154
¿Cómo se dividen las células? ..... 156		
<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 159		
¿Qué es y qué ocurre durante la meiosis? ..... 160		
<b>Tema: Cuando falla el ciclo celular</b>		
El control del ciclo celular ..... 164		
¿Qué es y cómo se produce el cáncer? ..... 166		
<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 168		
<b>La ciencia es dinámica:</b> Algo de historia sobre el cáncer ..... 170		
Anomalías en los cromosomas ..... 172		
<b>Taller de investigación:</b> Diagnóstico genético preimplantacional ..... 174		
<b>¿Cómo voy? Evaluación de proceso ..... 176</b>		
{	Cierre	<b>Síntesis activa</b> ..... <b>178</b>
		<b>Consolida tu aprendizaje</b> Evaluación final ..... <b>180</b>



## HERENCIA GENÉTICA..... 184

Inicio	<b>Activa tu aprendizaje</b> Evaluación inicial..... 186
	Iniciemos nuestro proyecto..... 188
	Me preparo para aprender ..... 189
Desarrollo	<b>Lección 7 ¿Cómo heredamos las características genéticas? ..... 190</b>
	<b>Tema: Herencia genética</b>
	Características heredadas y comportamientos aprendidos ..... 192
	<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 194
	Mendel, el padre de la genética..... 195
	Los trabajos de Mendel..... 196
	Establecimiento de la primera ley de Mendel..... 200
	<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 202
	¿Cómo predecir y estudiar los patrones de herencia?..... 203
	<b>Taller de estrategias:</b> Analizar evidencias: descifrando genotipos desconocidos... 206
	Establecimiento de la segunda ley de Mendel ..... 208
	<b>Taller de estrategias:</b> Analizar evidencias: ¿cómo resolver problemas de cruzamiento dihíbrido?..... 210
	<b>Tema: Más allá de Mendel</b>
	Evidencias sobre herencia y cromosomas..... 212
	<b>Taller de investigación:</b> Explorando la herencia cromosómica ..... 214
	¿Qué papel juegan los cromosomas sexuales en la herencia?..... 215
	Genética humana: análisis de árboles genealógicos ..... 216
	<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 219
	<b>¿Cómo voy?</b> Evaluación de proceso..... 220
	<b>Lección 8 ¿Qué efectos produce la manipulación genética? ..... 222</b>
	<b>Tema: La manipulación de los genes</b>
	¿En qué consiste la manipulación genética? ..... 224
¿Cómo traspasar un gen de un organismo a otro? ..... 226	
<b>Ciencia de alto impacto</b> ..... 227	
<b>La ciencia es dinámica:</b> La genética a lo largo de la historia ..... 228	
<b>Tema: Aplicaciones e implicancias de la manipulación genética</b>	
Aplicaciones de la manipulación genética ..... 230	
<b>Ciencia sin fronteras</b> ..... 233	
Cuestionamientos de la manipulación genética..... 234	
<b>Taller de estrategias:</b> ¿Cómo desarrollar un debate? ..... 236	
<b>¿Cómo voy?</b> Evaluación de proceso..... 238	
Cierre	<b>Síntesis activa</b> ..... 240
	<b>Consolida tu aprendizaje</b> Evaluación final..... 242
	Recortables ..... 247
	¿Cómo hacer un proyecto? ..... 251
	Bibliografía ..... 256

# CONOCE TU TEXTO

El texto se compone de unidades y cada unidad se trabaja en torno a tres momentos: el **inicio**, el **desarrollo** y el **cierre**. A continuación, se presentan los principales componentes de cada uno de ellos.

## INICIO DE UNIDAD

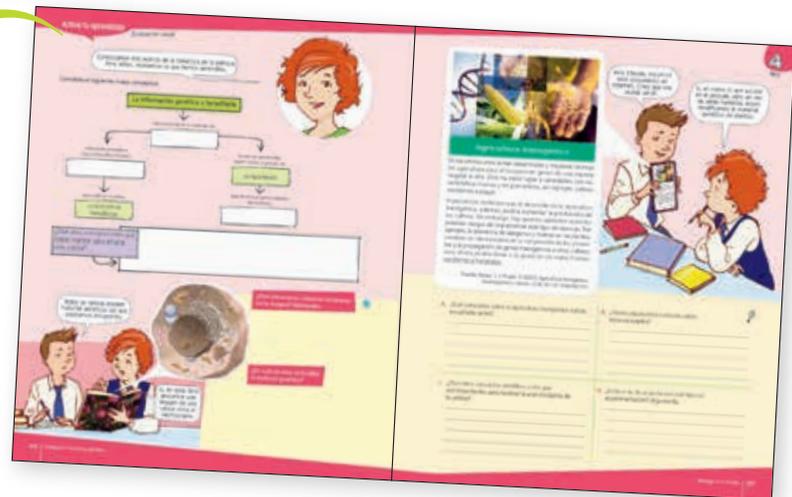


### Entrada a la unidad

Se presenta una situación o contexto, con personajes que te harán partícipe de sus inquietudes científicas y te plantearán preguntas relacionadas con tus aprendizajes previos. También se plantea una gran incógnita que resolverás al finalizar el estudio de la unidad, se describen, brevemente, los principales contenidos que se abordarán en la unidad y se formulan las preguntas esenciales que responderás una vez que hayas estudiado cada lección.

### Activa tu aprendizaje

En estas páginas los personajes de la situación propuesta te proponen distintas actividades orientadas a explorar y a registrar tus aprendizajes, ideas y nociones previas sobre los contenidos de la unidad.

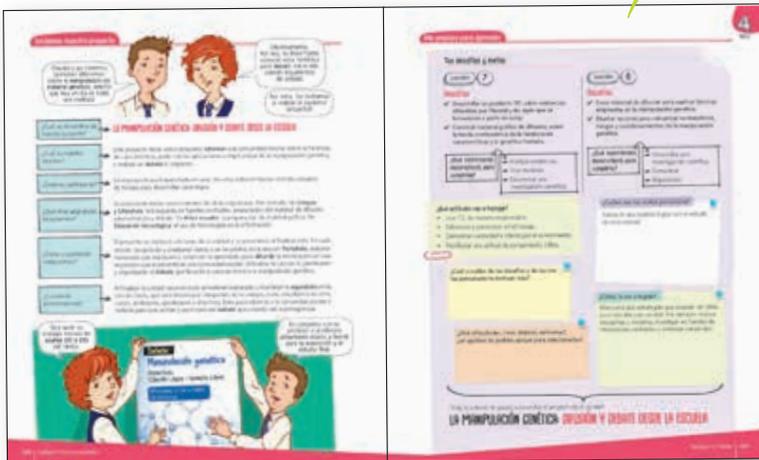


### Iniciemos nuestro proyecto

Se propone un proyecto, relacionado con la situación presentada en la entrada a la unidad, que podrás desarrollar durante el estudio de la unidad.

### Me preparo para aprender

En esta página conocerás los desafíos, las habilidades y las actitudes que trabajarás en cada lección. También podrás establecer y registrar tus metas, tus motivaciones y las dificultades a las que te podrías enfrentar en el estudio de la unidad.

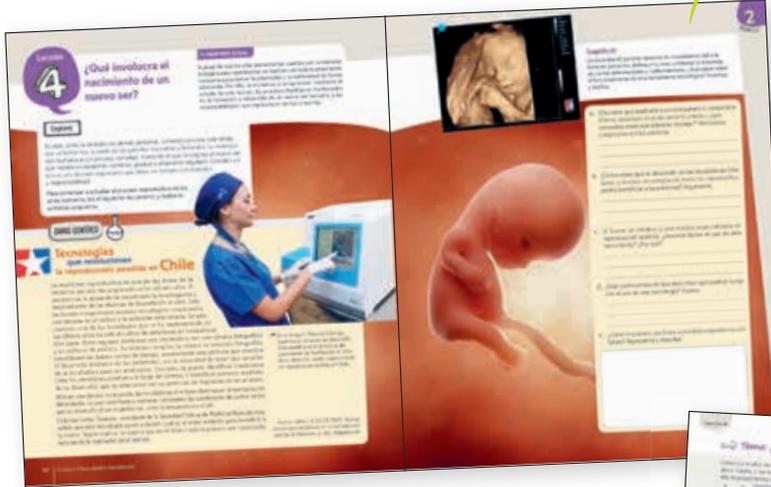


# DESARROLLO DE LA UNIDAD

## Inicio de la lección

Cada lección comienza especificándote la importancia y utilidad de los contenidos que se abordan en ella. Además, se incluye una actividad cuya finalidad es aproximarte a los nuevos aprendizajes. Esta actividad puede ser de dos tipos:

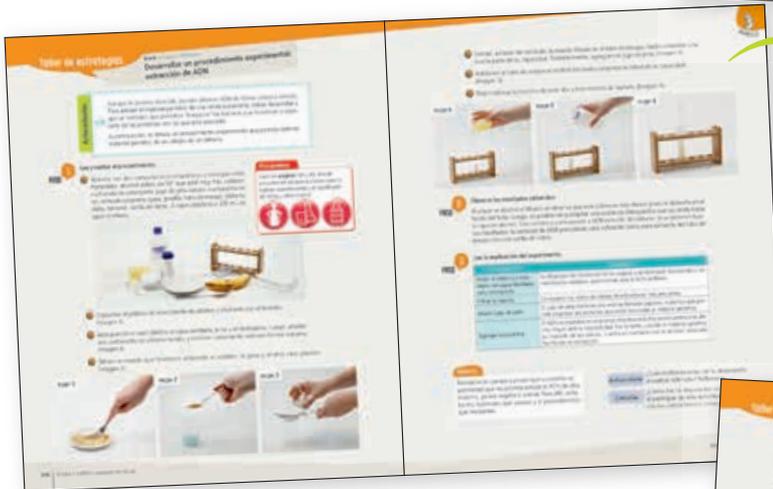
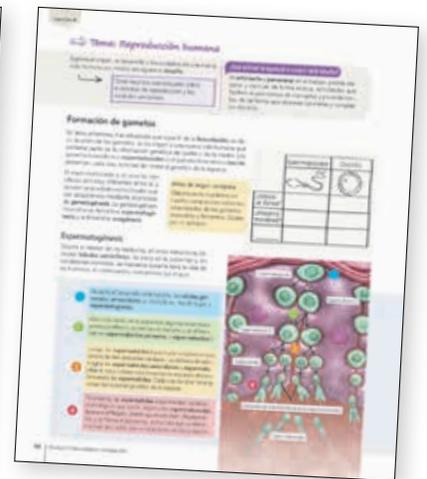
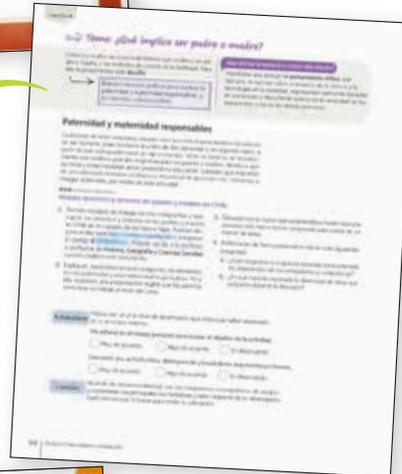
- **Explora:** actividad que permite indagar en el contenido central antes de abordarlo.
- **Diario científico:** análisis de una noticia sobre avances científicos y tecnológicos, novedosos y asombrosos.



## Temas de la lección

Los contenidos abordados en cada lección están organizados en **Temas**. Al inicio de cada uno de ellos, se te propondrá un desafío relacionado con el Proyecto de la unidad y se te explicará la principal actitud que te ayudará a cumplir con dicho desafío.

Cada **Tema** finaliza con la sección **Portafolio**, en la que deberás concretar el desafío propuesto.

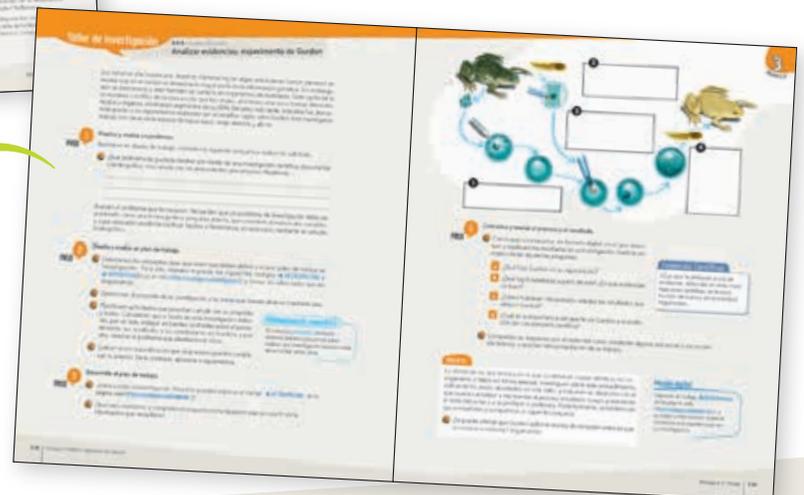


## Taller de estrategias

Una o dos páginas destinadas a que aprendas, paso a paso, a realizar un procedimiento propio de las ciencias y a trabajar habilidades de la investigación científica. Luego, podrás poner a prueba lo aprendido en el taller, en la sección **Ahora tú**.

## Taller de investigación

Una o dos páginas designadas para que, por medio de las orientaciones sugeridas en los pasos propuestos, planifiques, desarrolles y evalúes una investigación científica documental o bibliográfica.

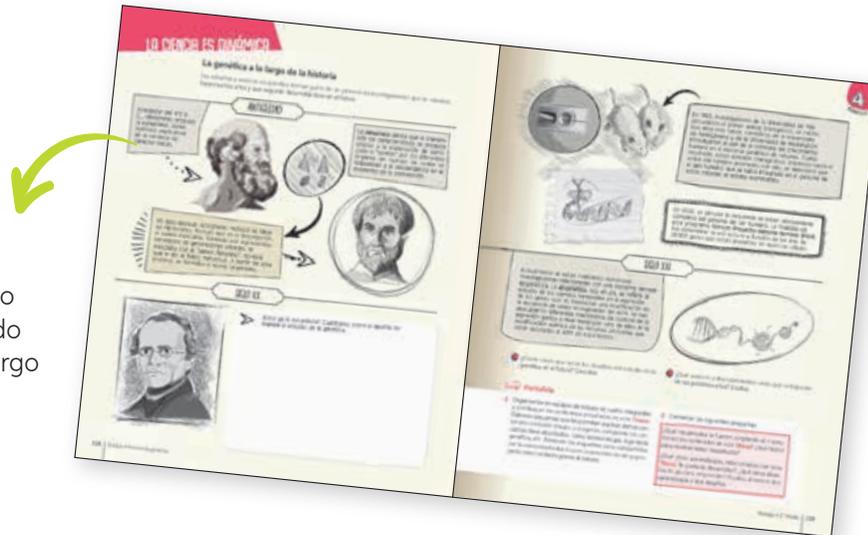


# CONOCE TU TEXTO

## DESARROLLO DE LA UNIDAD

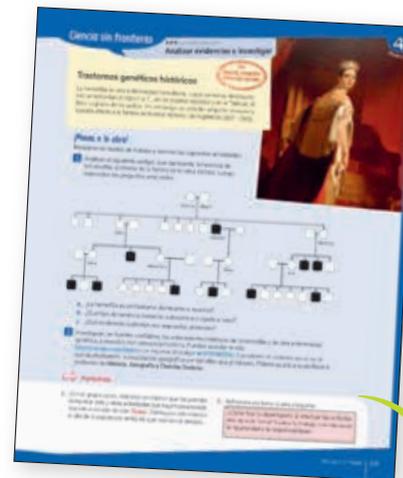
### La ciencia es dinámica

Esta instancia te permitirá descubrir cómo el conocimiento científico se ha construido colectivamente y ha evolucionado a lo largo de la historia de la humanidad.



### Ciencia de alto impacto

El propósito de esta sección es que examines documentos de carácter científico sobre avances en la ciencia y tecnología y, de esta forma, reflexiones sobre el impacto que estos tienen en nuestra sociedad. En ella, también se destaca el trabajo científico realizado en Chile.



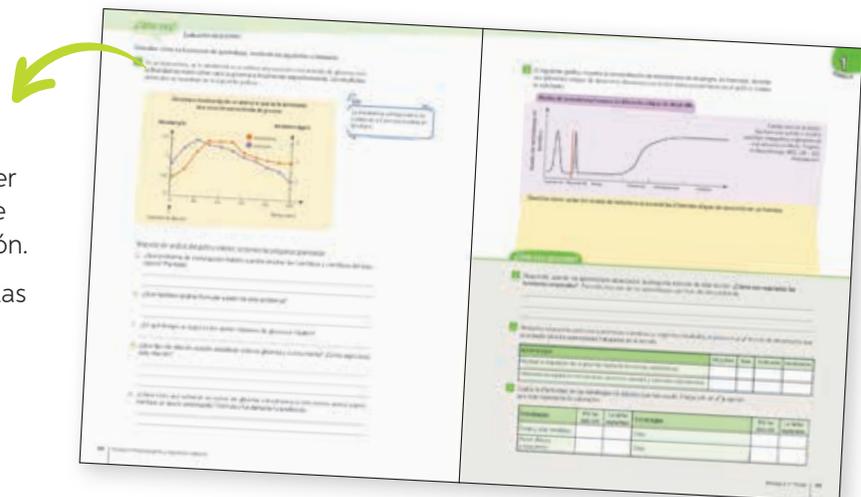
### Ciencia sin fronteras

Página en la que se proponen actividades relacionadas con temáticas y aprendizajes de otras asignaturas.

### ¿Cómo voy?

Instancia de evaluación que te permitirá reconocer cómo te encuentras en tu proceso de aprendizaje respecto de los principales contenidos de la lección.

Además, podrás conocer y evaluar la eficacia de las estrategias de estudio que estás utilizando.



## Secciones que encontrarás durante el desarrollo de la unidad



**Ojo**  
Aporta información que puede resultar útil para llevar a cabo una actividad o comprender un concepto.

### Avanza en tu proyecto

Indicaciones y actividades que te orientarán y te permitirán progresar en tu proyecto.

### Sintetiza tus aprendizajes

Actividades que guían la síntesis de los aprendizajes que lograrás en la unidad, mediante la construcción de organizadores gráficos.

### Aprendizajes previos

- En diversas actividades de la unidad, podrás relacionar tus conocimientos previos y los nuevos aprendizajes.

### Alfabetización científica

Mediante esta sección, aclararás el uso correcto del lenguaje científico, y el desarrollo de habilidades y metodologías científicas.

### Científicas chilenas

Conocerás el aporte de diferentes investigadoras chilenas a la construcción del conocimiento científico.

### Mundo digital

Accede a diversos sitios webs y a recursos tecnológicos que apoyarán tu aprendizaje por medio de diferentes actividades.

### Una nueva actitud

Trabaja diversas actitudes por medio de la opinión y reflexión sobre un determinado tópico o problemática.

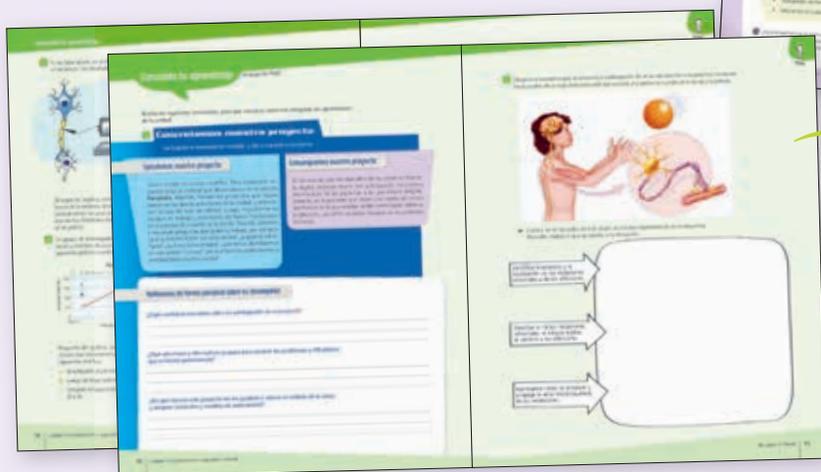
### Evidencias Científicas

Mediante esta sección, aclararás el uso correcto del lenguaje científico y el desarrollo de habilidades y metodologías científicas.

## CIERRE DE LA UNIDAD

### Síntesis activa

Se relacionan los contenidos trabajados en conjunto con las habilidades y actitudes desarrolladas en la unidad. Además, se proponen distintas estrategias para sintetizar los principales conceptos que estudiaste.



### Consolida tu aprendizaje

Para cerrar la unidad, se propone una instancia en la que se podrás evaluar tu participación en el desarrollo del proyecto y tu nivel de aprendizaje de los contenidos y de las habilidades trabajadas durante la unidad.

A lo largo de tu texto encontrarás códigos que podrás ingresar en la página <http://codigos.auladigital.cl> para ver los sitios web sugeridos.

# PRECAUCIONES PARA EL TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental muchas veces requiere el uso de ciertos materiales y procedimientos, que implican el riesgo de accidentes. Para evitarlos, antes de realizar la actividad práctica, lee atentamente la información de estas páginas.

## Símbolos de seguridad

Los experimentos y las actividades prácticas propuestas en el texto presentan símbolos de seguridad en caso de que necesites tomar una o más precauciones al momento de efectuarlas. A continuación, te invitamos a conocerlos.



Uso de delantal



Uso de gafas de protección



Uso de guantes de protección



Manipulación de artefactos eléctricos



Manipulación de sustancias químicas



Manipulación de material cortopunzante



Eliminación de desechos



Trabajo con calor



Emanación de gases tóxicos

## Normas de seguridad

### Normas generales

- No inicies la actividad hasta que hayas leído y comprendido los pasos del procedimiento que debes seguir. Si tienes alguna duda, aclárala con tu profesor o profesora antes de comenzar a trabajar.
- Mantén tu puesto de trabajo libre y despejado: solo conserva en él los materiales necesarios.
- Nunca manipules el material o reactivos del laboratorio sin la autorización de tu profesor o profesora.
- Evita correr, jugar, hacer bromas o desorden en el laboratorio, pues podrías provocar un accidente; además interrumpes el trabajo de tu equipo y el de los demás.
- No comas ni bebas en el laboratorio, pues los alimentos y las bebidas se pueden contaminar.
- Mantén tu cabello amarrado si es que lo usas largo.
- Usa siempre cotona o delantal para evitar manchar tu ropa.
- Evita el uso de prendas o accesorios, como bufandas, collares o pulseras, que puedan dificultar la actividad práctica.
- Emplea artículos de protección según sea necesario, como gafas, guantes o mascarillas, entre otros.
- Informa inmediatamente a tu profesor o profesora si ocurre algún accidente o si observas un procedimiento mal ejecutado.
- Lava muy bien tus manos antes y después de realizar el experimento.

## Normas para trabajar con calor

- Nunca tomes directamente con tus manos objetos que hayan sido sometidos al calor. Para ello, debes utilizar implementos como pinzas o guantes apropiados.
- Solicita ayuda a tu profesor o profesora al encender la fuente de calor que utilizarás. No actúes por tu propia cuenta o intuitivamente.
- Mantén siempre la fuente de calor al centro de la mesa y alejada de sustancias inflamables, de tu ropa y de tu cabello.
- No calientes sustancias contenidas en recipientes cerrados herméticamente, ya que estos pueden estallar.
- Nunca calientes materiales que estén en mal estado o que no sean resistentes al calor.

- Si calientas una sustancia contenida en un tubo de ensayo, hazlo por los costados y agítalo suavemente. Asegúrate, además, de que la boca del tubo no apunte hacia ninguna persona.
- Mantén tu cabello tomado, si es que lo usas largo, cuando trabajes con el mechero encendido.
- Procura dejar apagada la fuente de calor una vez finalizado el experimento.



## Normas para manipular material de vidrio

- Manipula de manera muy cuidadosa los materiales de vidrio, como tubos de ensayo o vasos de precipitado, ya que al ser frágiles se pueden quebrar y ocasionarte cortes.
- Revisa cuidadosamente el material antes de ocuparlo y asegúrate de que esté en perfectas condiciones. Nunca utilices piezas de vidrio que estén quebradas o trizadas.

- No fuerces ni presiones excesivamente el material de vidrio, ya que puedes romperlo. Si necesitas introducir otro utensilio a presión, como un tapón, usa guantes apropiados que te protejan de posibles cortes.
- No toques directamente con tus manos los utensilios de vidrio justo después de haberlos calentado, pues tardan en enfriarse.



## Normas para trabajar con sustancias químicas

- No toques directamente con tus manos los productos químicos. Para ello, utiliza espátulas y recipientes adecuados.
- Nunca pruebes las sustancias químicas que estás empleando. Si necesitas oler alguna de ellas, no lo hagas directamente, sino dirigiendo con tu mano una pequeña parte de los vapores hacia tu nariz, y siempre y cuando tu profesor o profesora te lo indique.
- Nunca realices mezclas de sustancias sin que te lo indique tu profesor o profesora, ya que puedes provocar una reacción peligrosa.

- Procura tatar los recipientes de cada producto químico con la tapa correspondiente; nunca las intercambies.
- Elimina los restos de sustancias siguiendo las indicaciones de tu profesor o profesora. No las viertas en el desagüe.
- Lee atentamente la información que aparece en las etiquetas de los recipientes que contienen las sustancias químicas. De esta manera podrás conocer las precauciones que debes considerar con cada una de acuerdo a los símbolos de advertencia que tengan. A continuación, se presentan algunos de ellos:



Tóxica



Explosiva



Inflamable



Peligrosa para el medio ambiente



Corrosiva



Comburente

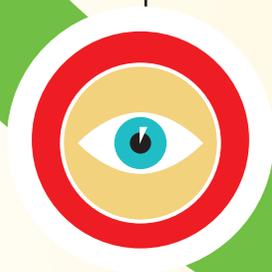
# ¿CÓMO TRABAJAN LAS CIENTÍFICAS Y LOS CIENTÍFICOS?

En ciencias se emplea un método riguroso, preciso y cuidadoso de proceder, que permite estudiar y comprender los fenómenos naturales.

En toda investigación científica se hace uso de una serie de habilidades y procedimientos que buscan resolver problemas y dar respuesta a fenómenos del entorno. Para ello, en el trabajo científico es posible distinguir etapas que trabajarás a lo largo del texto.

## Observar

La observación es muy importante. Muchas veces es casual, pero comúnmente es activa y dirigida a partir de la curiosidad. De tal manera que lo observado se analiza, se relaciona con conocimientos científicos anteriores y se registra por su potencial relevancia.



## Experimentar

En esta etapa se planifica y se desarrolla un procedimiento experimental que permita responder la pregunta planteada. Para ello, es necesario relacionar las variables de estudio, las que pueden ser independientes o dependientes. La variable independiente es aquella que se manipula. La variable dependiente es la condición que cambia según las modificaciones en la variable independiente. Dichos cambios deben ser registrados. Además, para que la medición sea válida, cualquier otro factor que afecte el experimento debe permanecer constante, así también, todo resultado debe ser contrastado con un "control", al que no se aplica la variable independiente; por lo tanto, es el punto de comparación para los resultados obtenidos.



## Plantear un problema y formular una hipótesis

En estas etapas se plantea una interrogante o problema a partir de las observaciones con el objetivo de delimitar el fenómeno que se investigará. Además, se formula una hipótesis, es decir, una posible respuesta al problema sobre la base de evidencias provenientes de una investigación científica.



## Comunicar

Consiste en dar a conocer los resultados de la investigación científica y las conclusiones obtenidas a partir de ella. En esta etapa se deben explicar los nuevos conocimientos adquiridos y los procesos emprendidos mediante un lenguaje claro y preciso, que incluya la explicación de los conceptos de mayor complejidad, además de contar con otros recursos, como gráficos, tablas, modelos y TIC. Junto con lo anterior, es importante que los integrantes del equipo de trabajo señalen sus puntos de vista respecto de su trabajo, con el fin de discutir, argumentar, aceptar distintas opiniones, llegar a consensos y, de esta manera, enriquecer sus ideas y mejorar futuras investigaciones.

## Analizar e interpretar resultados

Es la explicación de los resultados obtenidos. Se interpretan tanto los resultados esperados como los no esperados. Generalmente, es un análisis que se apoya en antecedentes surgidos en otras investigaciones.

## Concluir y evaluar

En las conclusiones se relacionan los resultados obtenidos con la hipótesis planteada y la evaluación se refiere a la revisión del procedimiento realizado. Para ello, es necesario considerar aspectos como la selección de materiales, la rigurosidad en la ejecución de los pasos, en las mediciones y en el análisis, la identificación y corrección de los errores y la calidad de las fuentes de información utilizadas.

## Registrar y organizar resultados

Es la recolección y registro de los datos y observaciones que surgen durante el procedimiento experimental aplicado. Los resultados deben ser organizados en tablas de datos, gráficos, figuras, esquemas, entre otros.



En las unidades descifrarás **preguntas esenciales** y una **gran incógnita**. Además, resolverás **desafíos** que te permitirán concretar un **proyecto**. Al finalizar cada unidad, regresa a estas páginas y responde estas preguntas.

La gran incógnita:

## Unidad 1 Coordinación y regulación corporal

### ¿CÓMO EL CUERPO CONTROLA LAS RESPUESTAS QUE REALIZA?

¿Por qué es importante para mí responder esta gran incógnita y las preguntas esenciales?

¿Qué es lo que más me interesó de los temas de esta unidad?

#### Lección 1

**Pregunta esencial:** ¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?

**Tema:** Sistema nervioso, coordinación y adaptación

**Desafío:** Crear un recurso gráfico que posibilite explicar la estructura y función del sistema nervioso.

**Tema:** Cuidados del sistema nervioso

**Desafío:** Elaborar un documento, que contenga medidas concretas para cuidar el sistema nervioso.

#### Lección 2

**Pregunta esencial:** ¿Cómo son reguladas las funciones corporales?

**Tema:** Sistema endocrino, hormonas y regulación de la glicemia

**Desafío:** Crear una estrategia que permita representar, de forma lúdica, la regulación de la glicemia.

**Tema:** Regulación hormonal de las funciones reproductivas

**Desafío:** Construir modelos gráficos sobre la regulación de las hormonas sexuales.

¿Pude cumplir con los desafíos propuestos?

¿Cómo me sentí participando de este proyecto?

**Proyecto:** Cuerpo humano y salud: conociendo los sistemas nervioso y endocrino desde la escuela

La gran incógnita:

## Unidad 2 Sexualidad y reproducción

### ¿QUÉ ES LA SEXUALIDAD Y CÓMO ESTA SE RELACIONA CON LA REPRODUCCIÓN?

¿Qué es lo que más me interesó de los temas de esta unidad?

¿Pude cumplir con los desafíos propuestos?

#### Lección 3

**Pregunta esencial:** ¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable?

**Tema:** Sexualidad, aspecto fundamental de la vida humana

**Desafío:** Idear estrategias que permitan explicar y ejemplificar las dimensiones de la sexualidad.

**Tema:** Responsabilidad y autocuidado

**Desafío:** Crear material de difusión que permita analizar información sobre las ITS y el embarazo adolescente.

#### Lección 4

**Pregunta esencial:** ¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser?

**Tema:** Reproducción humana

**Desafío:** Crear recursos audiovisuales sobre el proceso de reproducción y los cuidados prenatales.

**Tema:** ¿Qué implica ser padre o madre?

**Desafío:** Elaborar recursos gráficos para explicar la paternidad y maternidad responsables, y los métodos anticonceptivos.

¿Por qué es importante para mí responder esta gran incógnita y las preguntas esenciales?

¿Cómo me sentí participando de este proyecto?

**Proyecto:** Salud sexual y reproductiva: promoción y cuidado desde la escuela

## Unidad 3 ADN y reproducción celular

La gran incógnita:

### ¿CÓMO SE DIVIDEN NUESTRAS CÉLULAS Y NUESTRO MATERIAL GENÉTICO?

#### Lección 5

**Pregunta esencial:** ¿Cómo se organiza y duplica el ADN?

**Tema:** Localizando el material genético

**Desafío:** Elaborar una estrategia de síntesis acerca de evidencias sobre la ubicación y la función del ADN.

**Tema:** Caracterizando el ADN

**Desafío:** Desarrollar un modelo que permita explicar la estructura y organización del ADN.

#### Lección 6

**Pregunta esencial:** ¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular?

**Tema:** El ciclo de una célula

**Desafío:** Crear un modelo para describir y comparar la transmisión del ADN durante la mitosis y meiosis.

**Tema:** Cuando falla el ciclo celular

**Desafío:** Elaborar un documento sobre las consecuencias producidas por anomalías en la transmisión del ADN y en el control de la división celular.

¿Pude cumplir con los desafíos propuestos?

¿Cómo me sentí participando de este proyecto?

¿Por qué es importante para mí responder esta gran incógnita y las preguntas esenciales?

¿Qué es lo que más me interesó de los temas de esta unidad?

**Proyecto:** Hablemos sobre el cáncer: informar y crear conciencia desde la escuela

## Unidad 4 Herencia genética

La gran incógnita:

### ¿CÓMO SE HEREDAN LAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS Y QUÉ IMPLICANCIAS TIENE MANIPULARLAS?

#### Lección 7

**Pregunta esencial:** ¿Cómo heredamos las características genéticas?

**Tema:** Herencia genética

**Desafío:** Desarrollar un producto TIC sobre evidencias obtenidas por Mendel y las leyes que se formularon a partir de estas.

**Tema:** Más allá de Mendel

**Desafío:** Construir material gráfico de difusión, sobre la teoría cromosómica de la herencia de características y la genética humana.

#### Lección 8

**Pregunta esencial:** ¿Qué efectos produce la manipulación genética?

**Tema:** La manipulación de los genes

**Desafío:** Crear material de difusión para explicar técnicas empleadas en la manipulación genética.

**Tema:** Aplicaciones e implicancias de la manipulación genética

**Desafío:** Diseñar recursos para comunicar los beneficios, riesgos y cuestionamientos de la manipulación genética.

¿Pude cumplir con los desafíos propuestos?

¿Cómo me sentí participando de este proyecto?

¿Por qué es importante para mí responder esta gran incógnita y las preguntas esenciales?

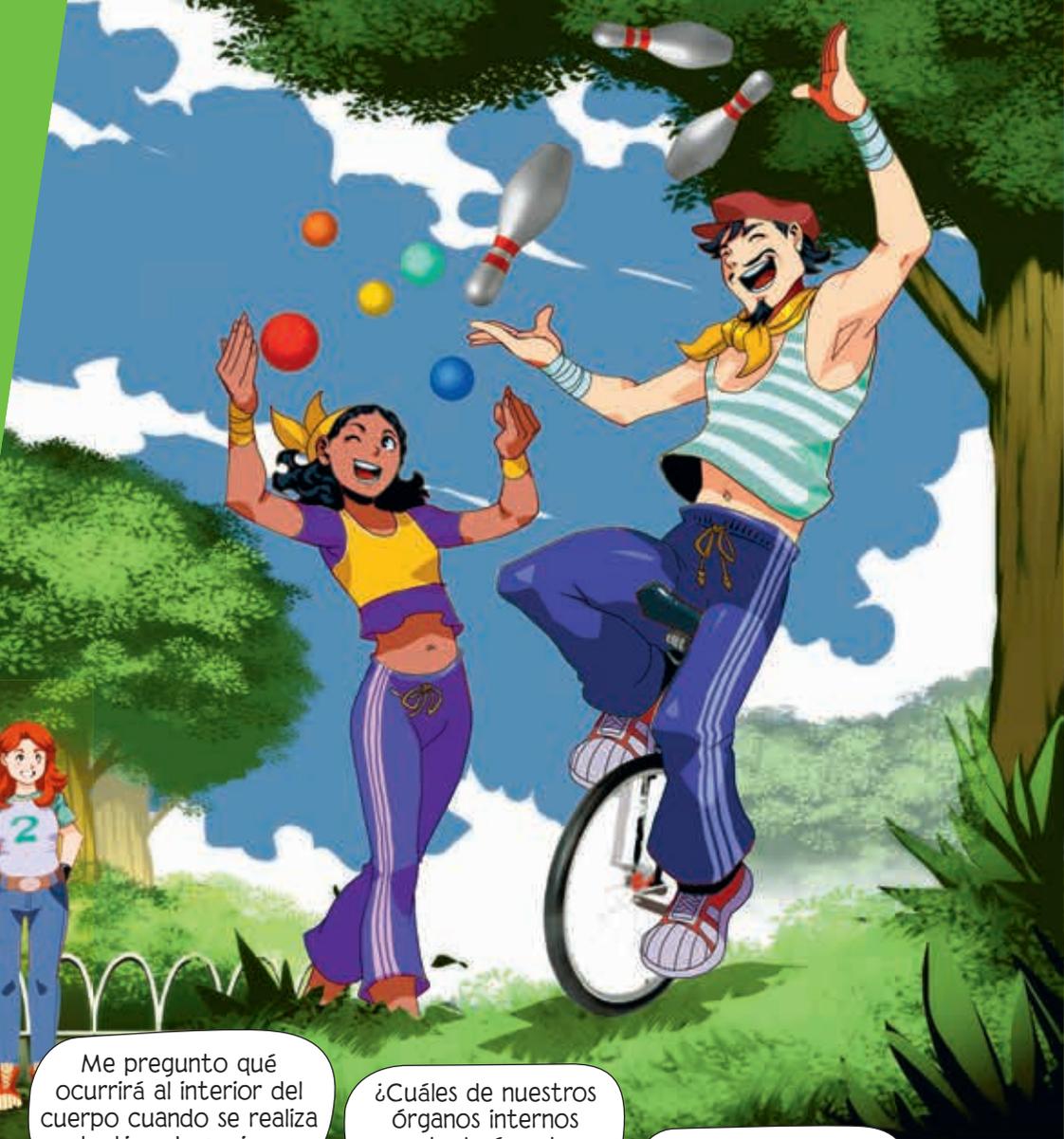
¿Qué es lo que más me interesó de los temas de esta unidad?

**Proyecto:** La manipulación genética: difusión y debate desde la escuela

UNIDAD

# 1

## COORDINACIÓN Y REGULACIÓN CORPORAL



Los movimientos que realizan son muy complejos y precisos.

Me pregunto qué ocurrirá al interior del cuerpo cuando se realiza este tipo de acciones.

¿Cuáles de nuestros órganos internos controlarán estos movimientos?

Yo me pregunto qué sustancias químicas se estarán liberando en sus organismos.



La gran incógnita

## ¿CÓMO EL CUERPO CONTROLA LAS RESPUESTAS QUE REALIZA?

Al interior de nuestro cuerpo, al igual que como ocurre con muchos otros seres vivos, acontecen múltiples procesos que permiten controlar las acciones que ejecutamos y otros procesos que, si bien muchos de ellos no percibimos, suceden al interior de nuestro organismo. Te invitamos, mediante el estudio de esta unidad, a explicar y representar la coordinación y regulación de las funciones corporales.

Para cumplir este propósito, responderás las siguientes preguntas esenciales:

Lección 1

1

¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?

Lección 2

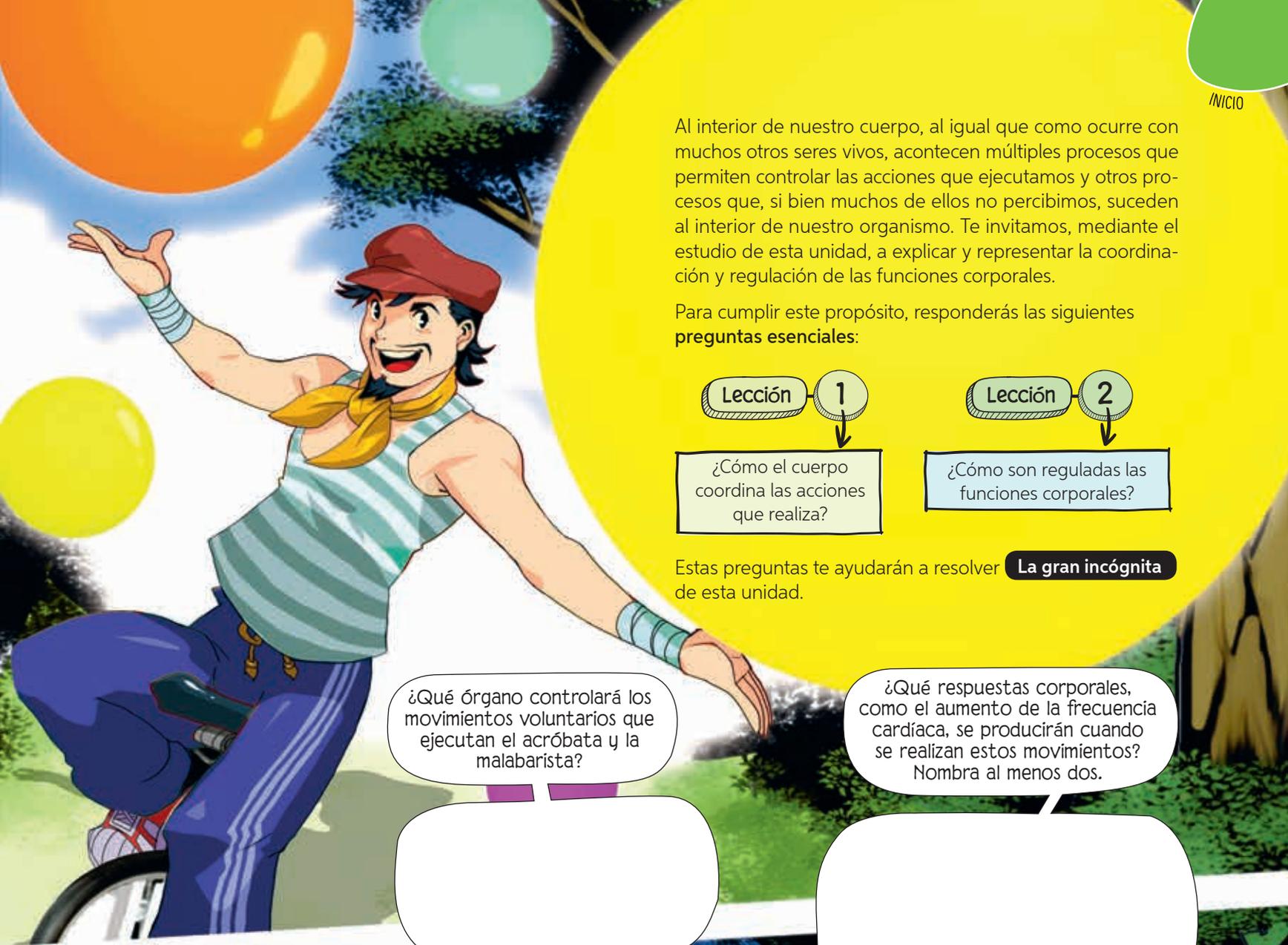
2

¿Cómo son reguladas las funciones corporales?

Estas preguntas te ayudarán a resolver **La gran incógnita** de esta unidad.

¿Qué órgano controlará los movimientos voluntarios que ejecutan el acróbata y la malabarista?

¿Qué respuestas corporales, como el aumento de la frecuencia cardíaca, se producirán cuando se realizan estos movimientos? Nombra al menos dos.



Con mis amigos descubrimos que la acción conjunta de los sistemas nervioso y endocrino, permite la coordinación y regulación de nuestras funciones corporales. Exploremos las ideas o aprendizajes previos que tienes sobre estos sistemas.



Observa cómo responde o reacciona el cuerpo de esta joven al tocar, con uno de sus dedos, las espinas de un cactus.



¿Cuál de los dos sistemas, nervioso o endocrino, crees que está coordinando la respuesta representada?

¿Qué órganos o estructuras de ese sistema reconoces?, ¿recuerdas su función? Explica.

---

---

---

---

¿Esta respuesta es voluntaria o involuntaria? Explica.

---

---

---

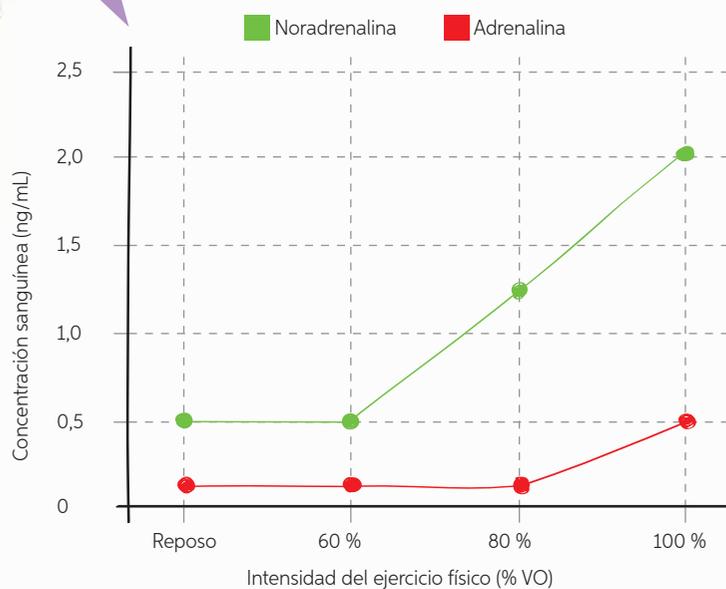
---

Además, investigamos sobre unas sustancias, llamadas hormonas, cuyos niveles varían en nuestro organismo durante el ejercicio físico.

Observa el gráfico que estos estudiantes elaboraron a partir de su investigación.



### Concentración sanguínea de noradrenalina y adrenalina en distintas intensidades de ejercicio físico



Fuente: López, J. y Fernández, A. (2008). *Fisiología del ejercicio*. (3.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana. (Adaptación).

De acuerdo con el gráfico, ¿cuál es el estímulo que está recibiendo el cuerpo?, ¿cómo responde o reacciona ante dicho estímulo? Explica.

---



---

¿Cuál de las dos sustancias responde antes y llega a un nivel más alto frente al ejercicio físico? Explica.

---



---

¿Qué sistema se encargará de regular la respuesta corporal representada en el gráfico?, ¿tienes alguna idea o noción de las funciones que cumple?

---



---

## Iniciemos nuestro proyecto

Además de estudiar cómo son coordinadas y reguladas nuestras funciones corporales, es importante promover el cuidado de nuestro organismo.

Por ello, queremos investigar y comunicar el funcionamiento de los sistemas nervioso y endocrino y sus cuidados. Al respecto, te invitamos a realizar el siguiente proyecto!



¿Cuál es el nombre de nuestro proyecto?

### Cuerpo humano y salud: conociendo los sistemas nervioso y endocrino desde la escuela

¿Cuál es nuestro objetivo?

El propósito de este proyecto es **diseñar** y **elaborar** una revista científica que les permita comunicar investigaciones y descubrimientos que se estén efectuando sobre los sistemas nervioso y endocrino, junto con los trastornos que los afectan, y medidas de autocuidado ante dichos trastornos.

¿Quiénes participaremos?

Dividan al grupo curso en equipos de trabajo. Cada equipo deberá asumir una parte del proceso de creación de la revista; por ejemplo, búsqueda y selección de contenidos, definición de las secciones de la revista y diseño de las páginas.

¿Qué otras asignaturas integraremos?

Utilicen los aprendizajes que han desarrollado en otras asignaturas. De **Historia, Geografía y Ciencias Sociales**: aspectos históricos involucrados en la evolución del conocimiento científico, desde la Antigüedad hasta nuestros tiempos. De **Lengua y Literatura**: creación de textos escritos no literarios. De **Artes Visuales**: diseño de recursos gráficos para la presentación de contenidos.

¿Cómo y cuándo lo realizaremos?

Asignen un o una líder para cada equipo con el fin de que coordine el trabajo realizado al interior de este y facilite la comunicación con los demás equipos. En el transcurso del estudio de la unidad, irán creando material al realizar las actividades propuestas, especialmente en la sección **Portafolio**. Todo esto les servirá para llevar a cabo su proyecto.

¿Cuándo lo presentaremos?

Una vez terminado el estudio de la unidad, **distribuirán** su revista por toda la comunidad escolar, ya sea en formato impreso o digital.

Determinen, junto con su profesor o profesora, los plazos y fechas para realizar su proyecto, y anótenlas en sus cuadernos.



Revisen las páginas 251 a 255 del texto. En ellas encontrarán orientaciones para guiar su trabajo.



## Tus desafíos y metas

## Desafíos Lección 1

- Crear un recurso gráfico que posibilite explicar la estructura y función del sistema nervioso.
- Elaborar un documento, que contenga medidas concretas para cuidar el sistema nervioso.

## Estas habilidades te ayudarán a concretarlos

- Describir y explicar mediante modelos.
- Desarrollar una investigación científica.

## Además trabajarás las siguientes actitudes

- Demostrar curiosidad e interés por el conocimiento.
- Valorar el cuidado de la salud.
- Trabajar de forma proactiva y colaborativa.
- Esforzarse y perseverar en el trabajo.

## Propón tus estrategias de estudio

Describe medidas y acciones que te puedan ayudar a cumplir tus desafíos y metas. Por ejemplo:

- Haciendo resúmenes.
- Construyendo organizadores gráficos.
- Elaborando esquemas y dibujos.

## Plantea otras estrategias

---



---



---



---



---



---



---

## Desafíos Lección 2

- Crear una estrategia que permita representar, de forma lúdica, la regulación de la glicemia.
- Construir modelos gráficos sobre la regulación de las hormonas sexuales.

## Estas habilidades te ayudarán a concretarlos

- Crear y seleccionar modelos.
- Representar y describir fenómenos.

## ¿Cuáles son tus metas personales?

## Lección 1

---



---



---

## Lección 2

---



---



---

## Prevé dificultades

¿Cuál o cuáles desafíos crees que podrían ser más difíciles de concretar?  
¿Por qué?

---



---

¿Qué retos piensas que se te podrían presentar durante el estudio de la unidad? Explica.

---



---

## Tus motivaciones

¿Qué te gustaría aprender sobre los contenidos de cada lección?

---



---

¿Cuál de los desafíos propuestos llama más tu atención? ¿Por qué?

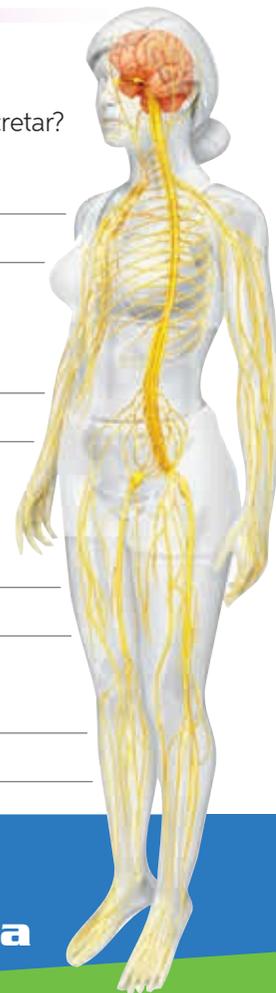
---



---

Durante el transcurso de la unidad desarrollarás este proyecto

## Cuerpo humano y salud: conociendo los sistemas nervioso y endocrino desde la escuela



## ¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?

### Es importante porque...

Científicos y científicas se han propuesto descifrar diversos enigmas relacionados con el rol de las estructuras que coordinan las funciones corporales, en especial el cerebro. Además de permitirnos percibir estímulos y movernos, estas estructuras controlan muchos otros procesos internos de nuestro organismo y están involucradas en fenómenos tan complejos como el aprendizaje y el desarrollo del lenguaje.

### Explora

Muchas de las acciones que realizas a diario las ejecutas sin gran complejidad, es decir, casi de forma automática, por ejemplo, masticar un alimento. En cambio otras, como estudiar, requieren de tu concentración. Asimismo, al interior de tu organismo se producen múltiples acciones involuntarias, muchas de las cuales no percibes. Además de esto,

continuamente estás captando diferentes estímulos del entorno y de tu medio interno. Estos y muchos otros procesos similares se producen a partir de la acción de un conjunto de células y estructuras especializadas que se encargan de transmitir información alrededor de todo el cuerpo. Dichas células y estructuras conforman el sistema nervioso.

Para comenzar a estudiar la estructura y función de este sistema, realiza la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Plantea un problema y formula una hipótesis: la reacción de tu cuerpo ante un estímulo

Piensa un momento en cómo tu cuerpo reacciona o responde ante las situaciones que se plantean a continuación:

- Cuando tienes hambre y percibes el aroma de un plato de comida.
- Al sentir frío o al pincharte con una espina.

Probablemente al efectuar el ejercicio anterior, notaste que tu organismo posee la capacidad de responder a diversos estímulos, tanto internos como externos. Esta capacidad, denominada **irritabilidad**, es una propiedad que presentan todos los seres vivos, y es fundamental para nuestra sobrevivencia. Para comenzar a indagar sobre esto, lee el procedimiento que se detalla a continuación.

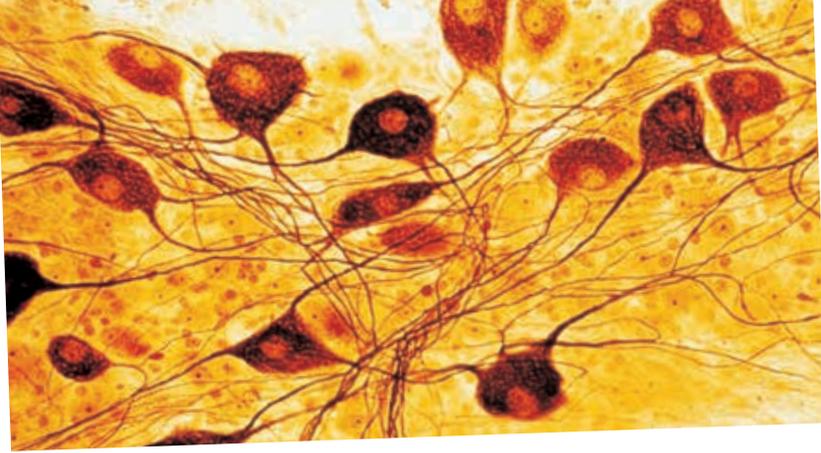
1. Reúnete con un compañero o compañera, y consigan una linterna pequeña.
2. Ubícate frente a tu pareja de trabajo y observa sus pupilas.
3. Ilumina uno de sus ojos con la linterna y observa lo que sucede con el tamaño de la pupila.
4. Intercambien roles de trabajo y repitan el procedimiento.

### Alfabetización científica

**Plantear un problema** consiste en establecer y comunicar interrogantes a partir de la observación o experimentación para clarificar hechos y su significado, mediante la indagación, con el propósito de generar nuevos conocimientos científicos.

**Formular una hipótesis** es proponer una posible respuesta a un problema, sobre la base de evidencias científicas.





### Una compleja red celular

En la imagen se observa una red de conexiones entre células llamadas neuronas. Actividades mentales, como la memoria y las emociones, dependen de las redes que este tipo de células van formando. ¿Qué conocimientos o ideas tienes sobre las neuronas?

Planteen un problema o pregunta que pueda ser resuelta por medio de la actividad propuesta. Luego, formulen y fundamenten una hipótesis que responda la pregunta planteada.

---



---



---

Realicen el procedimiento descrito en la página anterior. Luego, contesten las siguientes preguntas.

- a. ¿Qué sucedió con la pupila al iluminar los ojos con la linterna? Describan mediante un dibujo.

- b. ¿Cuál es el estímulo en este caso?, ¿cuál es la respuesta? Fundamenten.

---



---



---



---

- c. ¿Cómo explicarían, a partir de sus conocimientos o ideas previas, los resultados obtenidos? Consideren las estructuras internas y los procesos corporales involucrados.

---



---



---



---

- d. A partir de los resultados obtenidos, ¿aceptan o rechazan su hipótesis? Expliquen.

---



---



---



---

- e. ¿Qué otras interrogantes les gustaría resolver sobre el fenómeno que acaban de explorar?

---



---



---



---

## ➔ Tema: Sistema nervioso, coordinación y adaptación

Te invitamos a descubrir la estructura y función del sistema nervioso. Para ello, te proponemos el siguiente **desafío**:



**Crear un recurso gráfico** que posibilite explicar la estructura y función del sistema nervioso.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a que, haciendo uso de tu creatividad y curiosidad, desarrolles un amplio **interés** por comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico y, de esta forma, **valores** la importancia de la ciencia para nuestra sociedad.

## ¿Cómo está organizado el sistema nervioso humano?

Como viste en la sección **Explora**, al iluminar los ojos con la linterna, las pupilas se contraen. Esta respuesta o reacción permite regular la cantidad de luz que ingresa a ellos. El sistema nervioso es el encargado de controlar y coordinar esta y muchas otras respuestas de nuestro organismo, permitiéndole adaptarse a diferentes estímulos, tanto internos como del medio ambiente. El **sistema nervioso** tiene tres funciones: **sensorial**, pues capta estímulos del ambiente y del interior del organismo; **integradora**, que consiste en el análisis de la información recibida y la “selección” de la respuesta; y **efectora**, ya que permite elaborar una respuesta frente al estímulo recibido, mediante la secreción glandular, como salivar ante el aroma de una comida; o la contracción muscular, por ejemplo, cuando se tiritita ante la exposición a una baja temperatura.

El sistema nervioso está formado por diferentes órganos y estructuras que están conectadas, anatómicamente y funcionalmente, entre sí y con los demás órganos y tejidos del cuerpo. Para facilitar su estudio, el sistema nervioso humano se ha dividido en: **sistema nervioso central (SNC)** y **sistema nervioso periférico (SNP)**, los que funcionan conjuntamente, como una unidad.

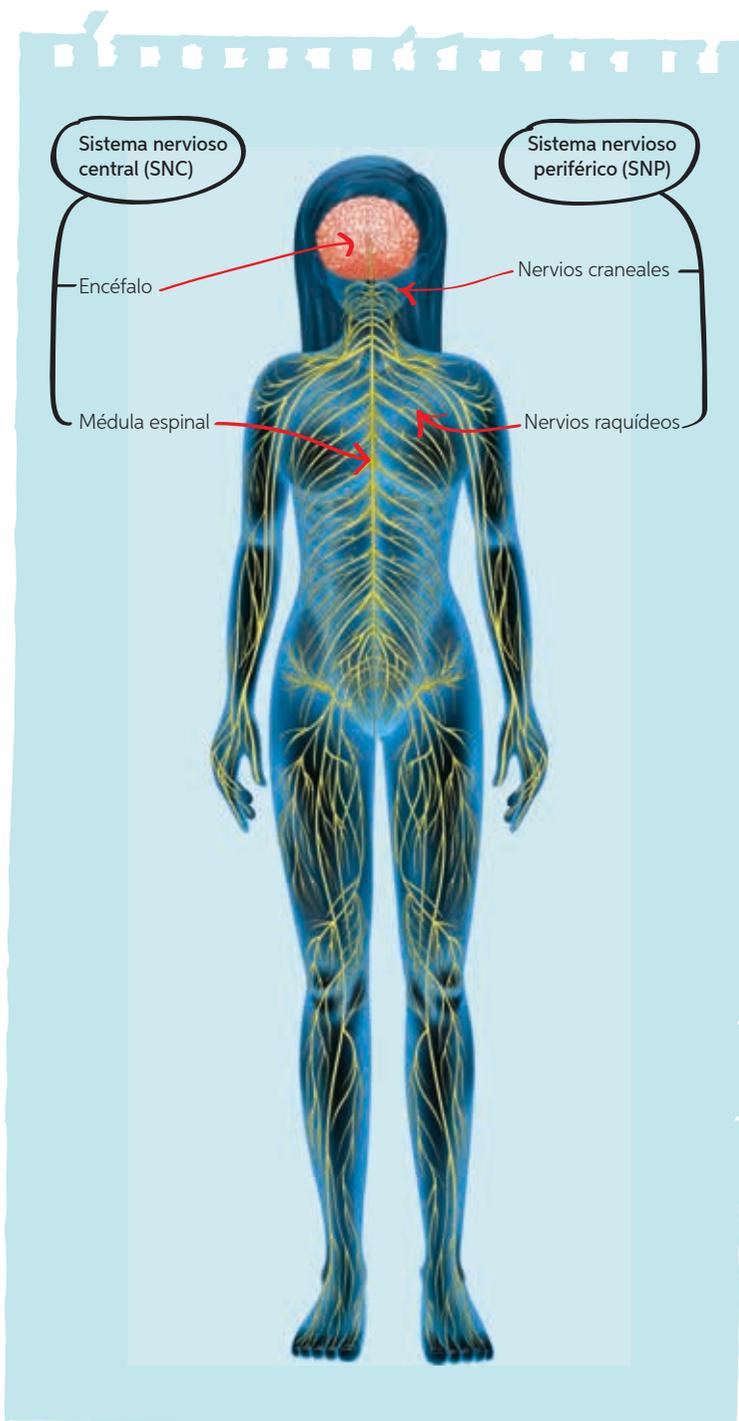
●●● Actividad colaborativa

### Construye un organizador gráfico sobre el sistema nervioso

En duplas de trabajo, averigüen los componentes del sistema nervioso (central y periférico). Luego, elaboren un organizador gráfico con el que puedan explicar cómo estos componentes se organizan y relacionan entre sí. Pueden guiarse mediante las páginas webs que les sugerimos: ingresen los códigos ◀18TB2M026a y ◀18TB2M026b en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>.

#### Aprendizajes previos

- ¿Qué nociones o ideas tenían sobre el sistema nervioso? Comenten.
- ¿Qué nuevos conceptos descubrieron mediante esta actividad? Describan en sus cuadernos.



## Sistema nervioso central (SNC)

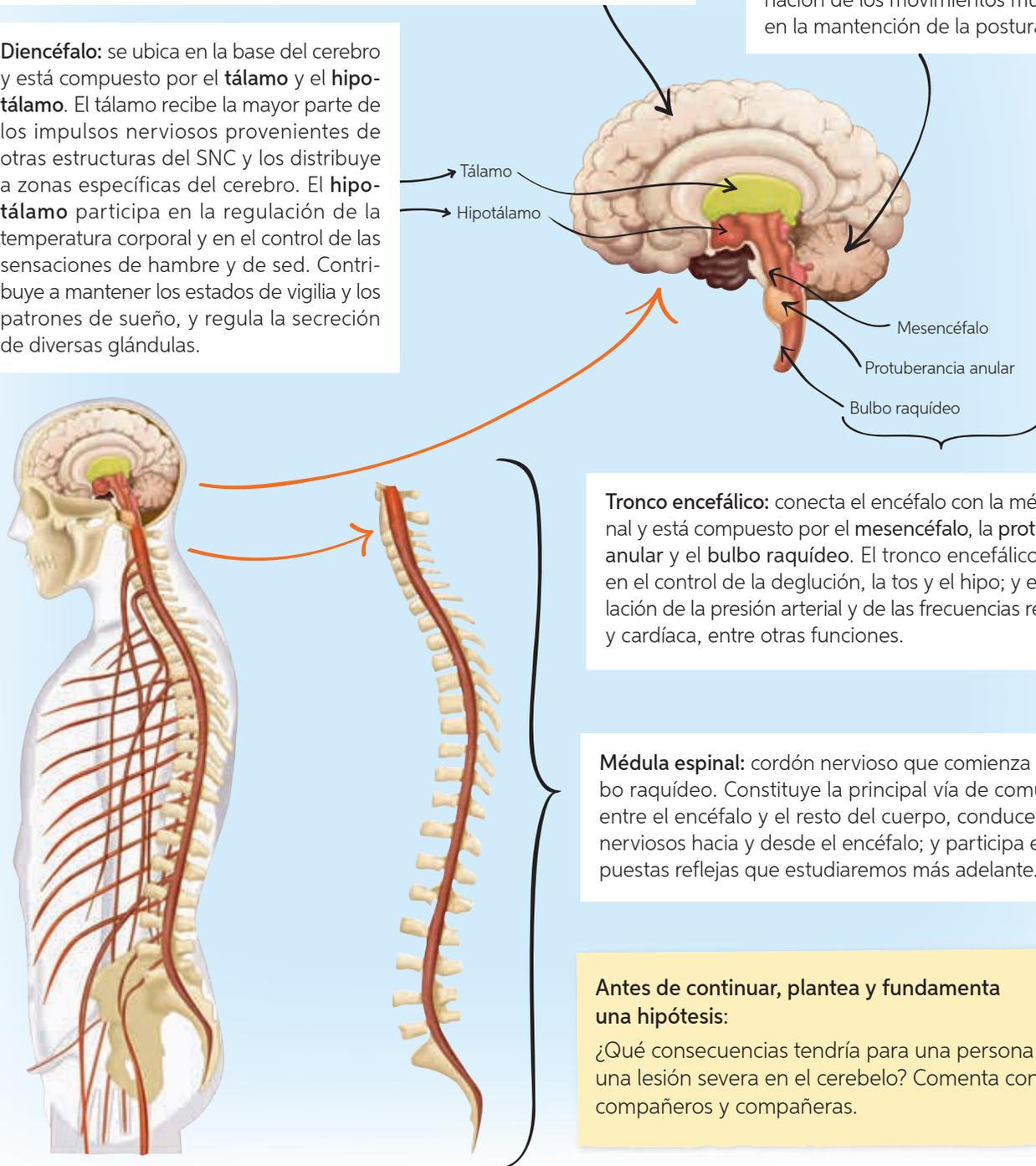
El SNC está compuesto por el **encéfalo**, que se encuentra alojado al interior del cráneo y está constituido por el cerebro, el cerebelo, el diencefalo y el tronco encefálico; y por la **médula espinal**, que está protegida por la columna vertebral.

### Principales componentes del sistema nervioso central

**Cerebro:** es la estructura más grande del encéfalo y actúa como el centro de control del organismo: regula los movimientos voluntarios e interviene en el aprendizaje, el pensamiento y la memoria, entre otras funciones.

**Diencefalo:** se ubica en la base del cerebro y está compuesto por el **tálamo** y el **hipotálamo**. El tálamo recibe la mayor parte de los impulsos nerviosos provenientes de otras estructuras del SNC y los distribuye a zonas específicas del cerebro. El **hipotálamo** participa en la regulación de la temperatura corporal y en el control de las sensaciones de hambre y de sed. Contribuye a mantener los estados de vigilia y los patrones de sueño, y regula la secreción de diversas glándulas.

**Cerebelo:** está situado debajo del cerebro, en la parte posterior, y es la segunda estructura más grande del encéfalo. Entre sus funciones está participar en la coordinación de los movimientos musculares y en la mantención de la postura corporal.



**Tronco encefálico:** conecta el encéfalo con la médula espinal y está compuesto por el **mesencéfalo**, la **protuberancia anular** y el **bulbo raquídeo**. El tronco encefálico participa en el control de la deglución, la tos y el hipo; y en la regulación de la presión arterial y de las frecuencias respiratoria y cardíaca, entre otras funciones.

**Médula espinal:** cordón nervioso que comienza en el bulbo raquídeo. Constituye la principal vía de comunicación entre el encéfalo y el resto del cuerpo, conduce impulsos nerviosos hacia y desde el encéfalo; y participa en las respuestas reflejas que estudiaremos más adelante.

**Antes de continuar, plantea y fundamenta una hipótesis:**

¿Qué consecuencias tendría para una persona una lesión severa en el cerebelo? Comenta con tus compañeros y compañeras.



## Sistema nervioso periférico (SNP)

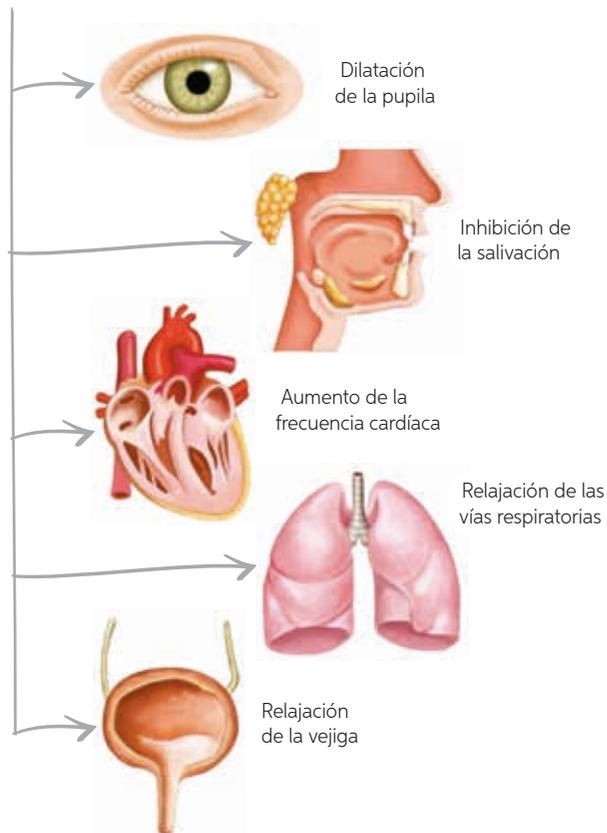
Gracias a nuestros órganos de los sentidos, podemos captar diferentes estímulos del medio, por ejemplo, al oler una flor. Ahora bien, ¿cómo llega esa información hasta nuestro cerebro? A través del sistema nervioso periférico (SNP). El SNP está formado por agrupaciones de neuronas que están localizadas fuera del SNC, pero conectadas a este, y que permiten que el encéfalo y la médula espinal se comuniquen con el resto del cuerpo. Las **neuronas** son las células del sistema nervioso que reciben, conducen y transmiten información nerviosa.

El SNP presenta una división sensorial, que transmite información hacia el SNC; y una división efectora, que conduce información desde este hacia los músculos y las glándulas. La división efectora está compuesta por el **sistema nervioso somático (SNS)** y el **sistema nervioso autónomo (SNA)**. El primero controla los movimientos voluntarios, es decir, de los músculos esqueléticos, mientras que el segundo regula las respuestas involuntarias, es decir, del corazón, de la musculatura lisa y de las glándulas. El SNA está conformado por el **sistema nervioso simpático** y **parasimpático**. En este esquema se detallan algunos de sus efectos:

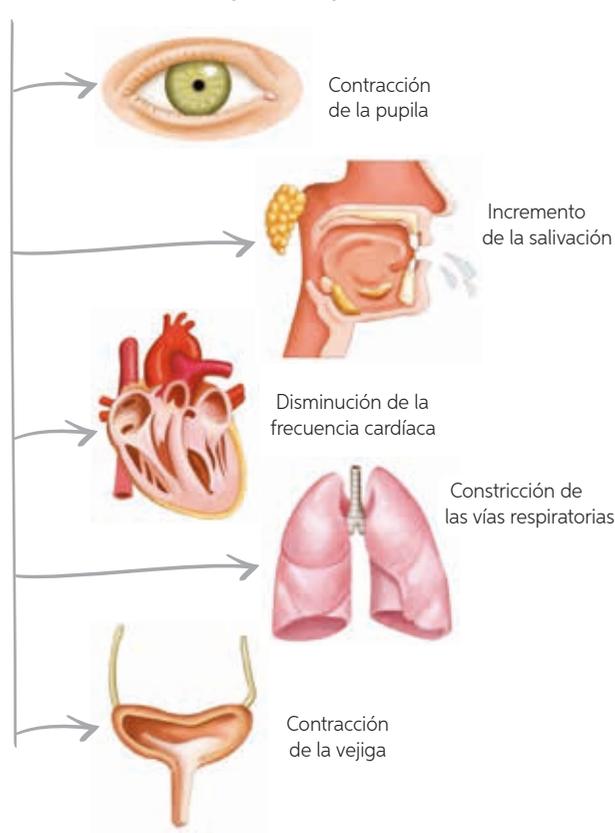
### Mundo digital

Ingresa el código **18TB2M28a** en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, y accede a un recurso sobre el sistema nervioso periférico. Elabora en tu cuaderno un resumen con las ideas principales que hayas obtenido de este.

#### Sistema nervioso simpático



#### Sistema nervioso parasimpático



Tanto el sistema nervioso simpático como el parasimpático ejercen su acción prácticamente sobre los mismos órganos, pero sus efectos en ellos son contrarios. Por ejemplo, cuando pasas por una situación de estrés, se incrementa tu frecuencia cardíaca por acción del sistema nervioso simpático. Posteriormente, cuando la situación estresante ha pasado, tu frecuencia cardíaca disminuye por acción del sistema nervioso parasimpático. El control del sistema nervioso autónomo está a cargo del hipotálamo.

## ¿Qué son los reflejos?

Imagina que accidentalmente tocas una superficie caliente; seguramente retirarías tu mano de dicha superficie sin siquiera pensarlo. El caso anterior es un ejemplo de una **respuesta refleja** o **reflejo**. Para comenzar a estudiar este fenómeno, realiza la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Analiza evidencias relacionadas con los reflejos

Reúnete con un compañero o compañera. Luego, realicen el procedimiento y contesten las preguntas propuestas.

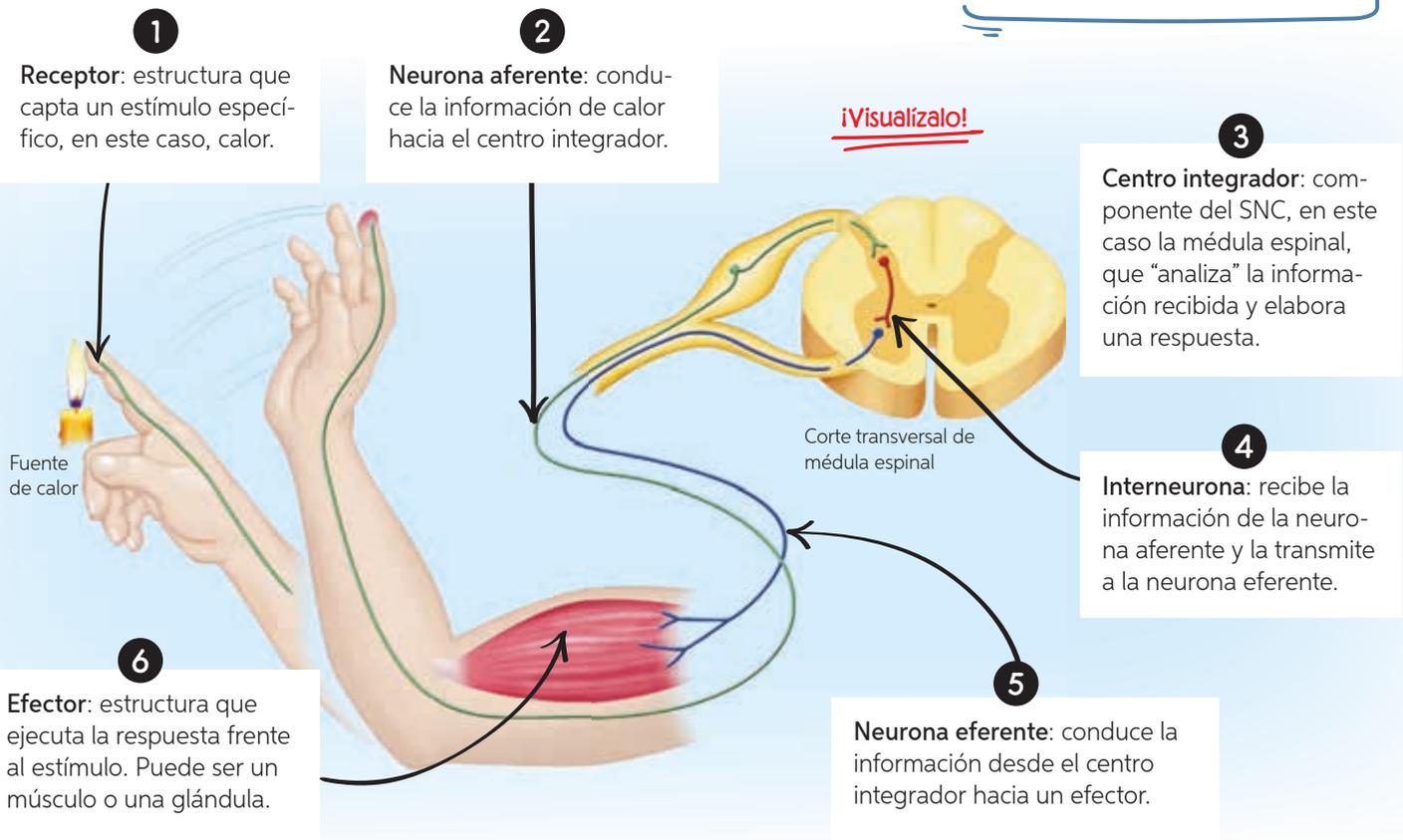
1. Solicítale a tu compañero o compañera que se siente sobre una mesa con una pierna flectada sobre la otra, de tal forma que el pie no toque el piso.
2. Ubícate frente a tu pareja de trabajo y, con el canto de tu mano en posición rígida y muy estirada, golpea suavemente debajo de su rodilla.
3. Observen lo que sucede, intercambien roles y repitan el procedimiento.
  - a. ¿Cuál fue el estímulo aplicado?
  - b. ¿Dónde se localiza la estructura que capta dicho estímulo? Explica.
  - c. ¿Cuál fue la respuesta o reacción ejecutada?, ¿qué estructura creen que la ejecuta? Fundamenten.
  - d. ¿Se les ocurre alguna otra actividad con la que puedan estudiar un fenómeno similar al que evidenciaron? Descríbanla.



**Ojo**

Los circuitos de algunos reflejos están compuestos tan solo por una neurona aferente y una eferente, por ejemplo, el reflejo rotuliano que evidenciaste en la actividad anterior.

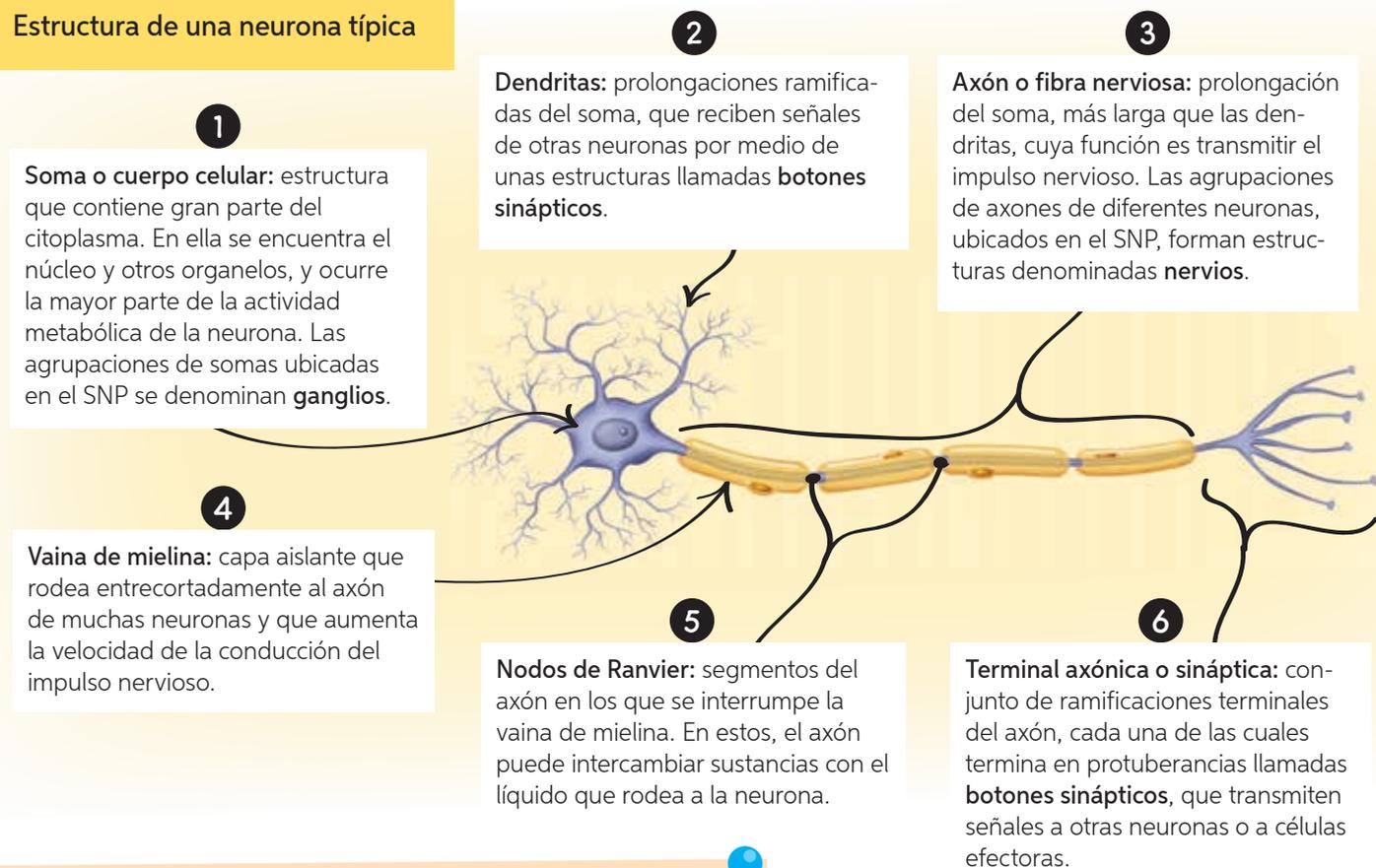
Lo que acabas de evidenciar es un **reflejo**, es decir, una respuesta rápida e involuntaria elaborada ante la recepción de un estímulo, en la cual intervienen componentes del SNC y del SNP. El conjunto de estructuras que participan en un reflejo se denomina **arco reflejo** y se describe a continuación:



## Neuronas, células nerviosas altamente especializadas

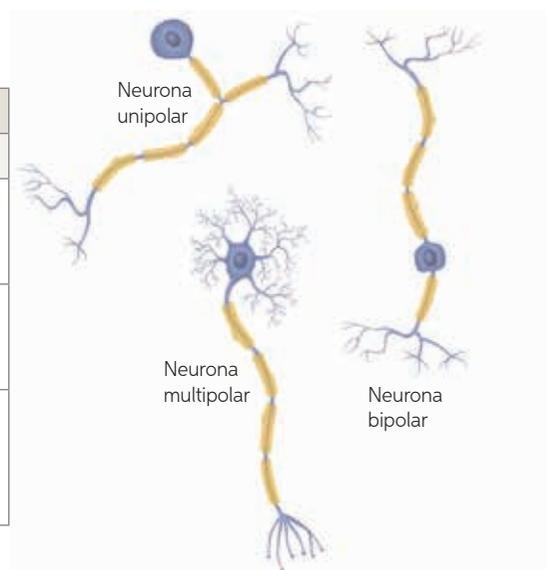
Resulta asombroso saber que en una acción, que para algunos y algunas puede ser simple, como tomar un lápiz, participe una gran cantidad de células especializadas llamadas neuronas. Estas almacenan y transmiten información entre los componentes del sistema nervioso y otras estructuras corporales mediante señales eléctricas, llamadas **impulsos nerviosos**. La mayoría de las neuronas presentan tres componentes principales, los que se representan y explican en el siguiente esquema.

### Estructura de una neurona típica



**Antes de continuar, infiere:** ¿Cuán ventajoso crees que podría ser, para una neurona, tener un mayor número de dendritas? Comenta con tu compañero o compañera de banco.

Tipos de neuronas	
Según su número de prolongaciones	Según su función
<b>Unipolar:</b> tiene solo una prolongación que nace desde el soma y luego se divide en dos.	<b>Aferentes:</b> conducen impulsos nerviosos desde los receptores hacia el sistema nervioso central.
<b>Bipolares:</b> tienen dos prolongaciones que nacen desde el soma, una dendrítica y otra axónica.	<b>Eferentes:</b> conducen impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hacia los efectores.
<b>Multipolares:</b> presentan un axón único y varias dendritas que emergen desde el soma.	<b>De asociación o interneuronas:</b> presentes en el sistema nervioso central, transmiten el impulso nervioso entre las neuronas aferentes y eferentes.



El sistema nervioso también cuenta con otro tipo de células denominadas **células gliales**, que cumplen funciones como la nutrición, sostén, protección y eliminación de desechos en las neuronas. Un ejemplo son las **células de Schwann**, presentes en el SNP; estas participan principalmente en la formación de la vaina de mielina alrededor de los axones de mayor diámetro, denominados fibras mielínicas.

## Potencial de membrana de una neurona

Cuando las neuronas no están transmitiendo una señal nerviosa, se dice que están en “reposo”. Sin embargo, estas células no se encuentran inactivas, sino que están transportando iones a través de su membrana. Lo anterior permite que estas células mantengan una diferencia de cargas, entre el citoplasma y el medio extracelular. Para comenzar a estudiar este fenómeno, realiza la siguiente actividad.

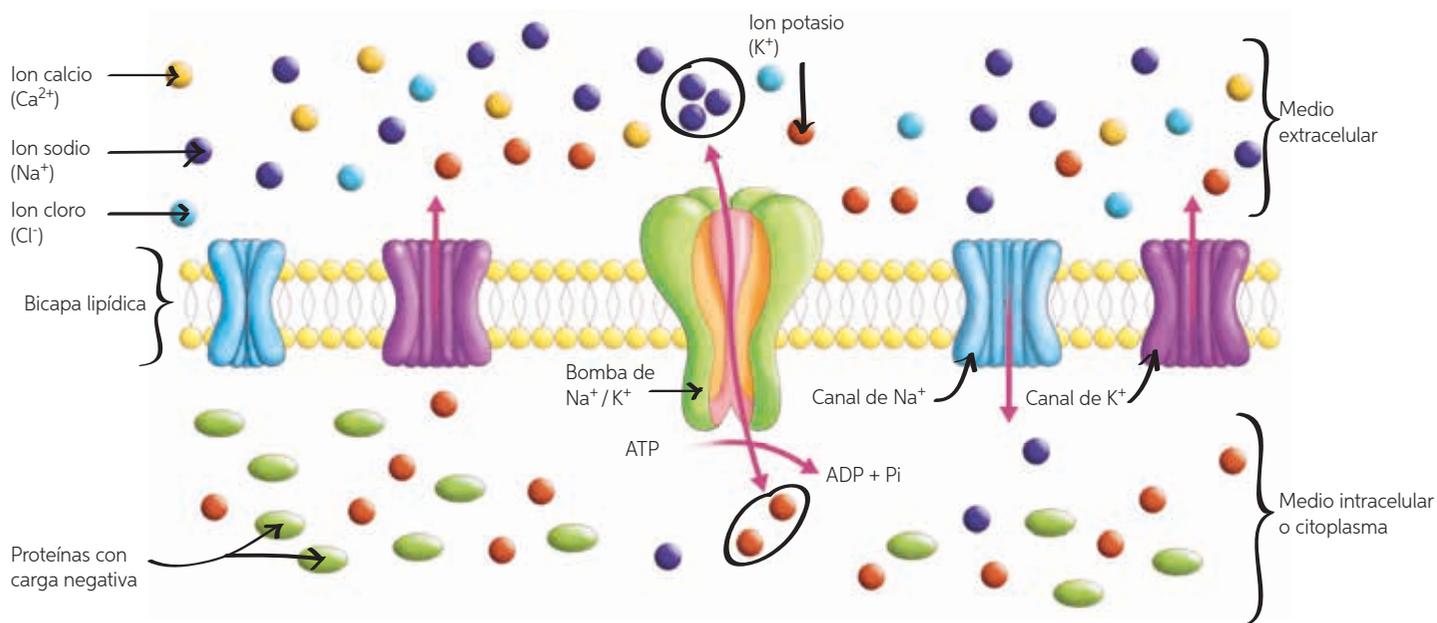
### Interpreta el potencial electroquímico de la neurona

Observa la imagen que representa la membrana plasmática de una neurona en reposo. Luego, contesta en tu cuaderno las preguntas propuestas.

Ojo

Los **iones** son átomos con carga. Estos pueden ser cationes, cuya carga es positiva; o aniones, que tienen carga negativa.

Los **canales iónicos** y la **bomba de sodio-potasio ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ )**, son proteínas que atraviesan la membrana plasmática y permiten, mediante mecanismos distintos, el transporte de sustancias a través de la célula.



- ¿Qué función cumplirán los canales de  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ , y la bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ? Explica.
- ¿Dónde se concentran, principalmente, las cargas negativas, en el citoplasma o en el medio extracelular?
- ¿Qué inquietudes te surgen respecto de este fenómeno? Plantéalas.

Como acabas de comprobar, en una neurona en reposo, los mecanismos de transporte pasivo, a través de **canales iónicos**, y de transporte activo, mediante la **bomba de sodio-potasio**, determinan que las concentraciones de iones de los medios intra y extracelular sean distintas. Así, la concentración de sodio en el medio extracelular es mayor que en el intracelular; y la de iones potasio es mayor en el citoplasma. Esto, sumado a la presencia de moléculas con carga negativa en el citoplasma, como proteínas, determina que el interior de la célula sea negativo con respecto al medio extracelular. De esta manera, la neurona en reposo se encuentra eléctricamente polarizada producto de una diferencia de cargas, denominada **potencial de reposo**, entre el citoplasma y el medio extracelular.

### Avanza en tu proyecto

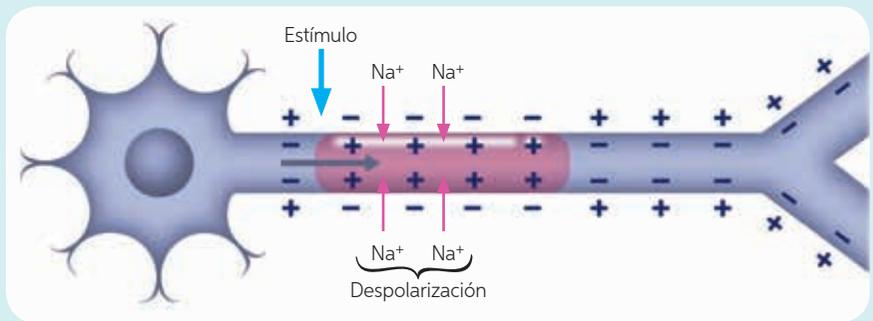
Realicen como curso una serie de ilustraciones y estrategias de síntesis sobre la estructura y organización del sistema nervioso, y las características de las neuronas. Usen este material para abordar uno de los temas iniciales de su revista.

## El impulso nervioso

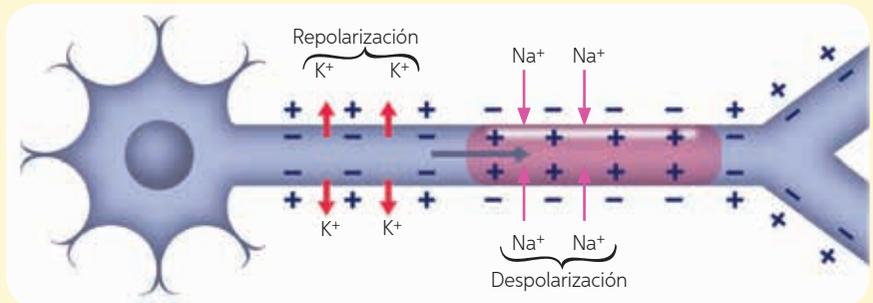
Por las mañanas, cuando el reloj de la alarma suena, las ondas sonoras estimulan un conjunto de neuronas localizadas en tu oído, que envían señales a tu cerebro “indicándole” que es hora de levantarse. En esta y otras situaciones similares, las células nerviosas transmiten la información en forma de **señales eléctricas y químicas**. Cuando una neurona es estimulada, genera una señal eléctrica que “viaja” a través de ella, señal puede ser transmitida hacia otra neurona, mediante una señal química. Estudiaremos este proceso a continuación.

### Transmisión del impulso nervioso a través de la neurona **iVisualízalo!**

Cuando una neurona en reposo recibe un estímulo, cuya intensidad eleva el potencial de membrana hasta o sobre un valor, llamado **umbral**, se produce la apertura de canales de sodio, ocasionando el ingreso de este ion a la célula. Esto hace que el interior de la célula sea temporalmente más positivo que el medio extracelular, fenómeno conocido como **despolarización**. De esta manera, se produce un **potencial de acción**, que dura unos pocos milisegundos.

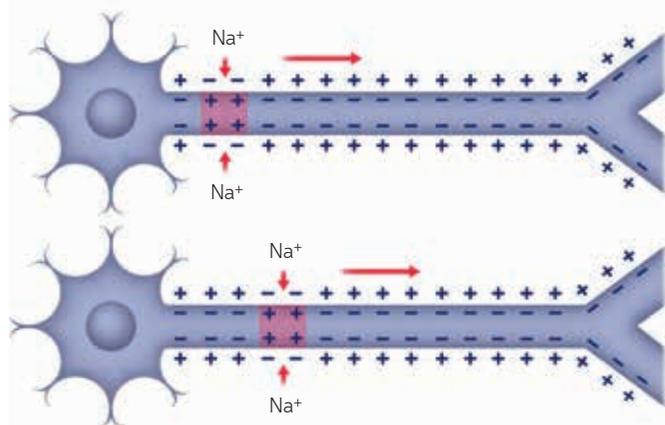


La despolarización de una zona de la membrana provoca la apertura de los canales de sodio adyacentes. Así se van generando sucesivos potenciales de acción que se propagan a lo largo del axón: el **impulso nervioso**. Luego, se produce la **repolarización** de la neurona, restitución del potencial de reposo por el cierre de los canales de sodio y la salida de los iones potasio al medio extracelular.

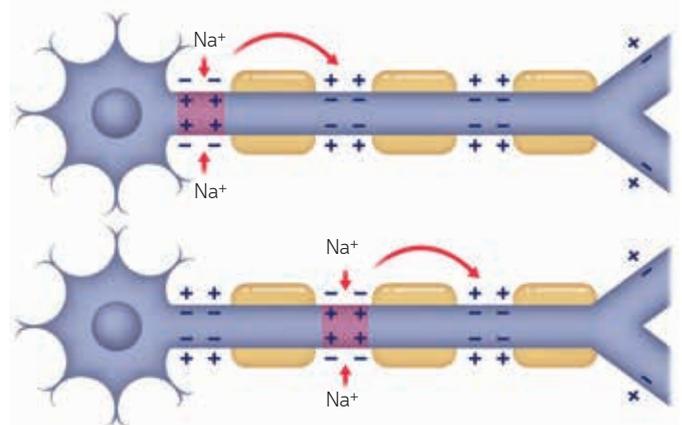


El impulso nervioso se desplazará más rápido en axones cuyo diámetro es mayor y presenten vaina de mielina. Los axones más gruesos tienen mayor superficie de membrana y, por lo tanto, un mayor intercambio con el medio extracelular. En los axones con vaina de mielina la despolarización ocurre solo en los nodos de Ranvier, como si el impulso nervioso fuera “saltando” de nodo en nodo.

#### Conducción sin vaina de mielina



#### Conducción con vaina de mielina



## Transmisión del impulso nervioso entre neuronas

El impulso nervioso se puede transmitir de una neurona a otra, o bien a una célula efectora. Esta unión, que permite la comunicación entre neuronas, o con los efectores, se denomina sinapsis. Existen dos tipos de sinapsis: la química y la eléctrica.

**Neurona postsináptica:** recibe información nerviosa de otras neuronas.

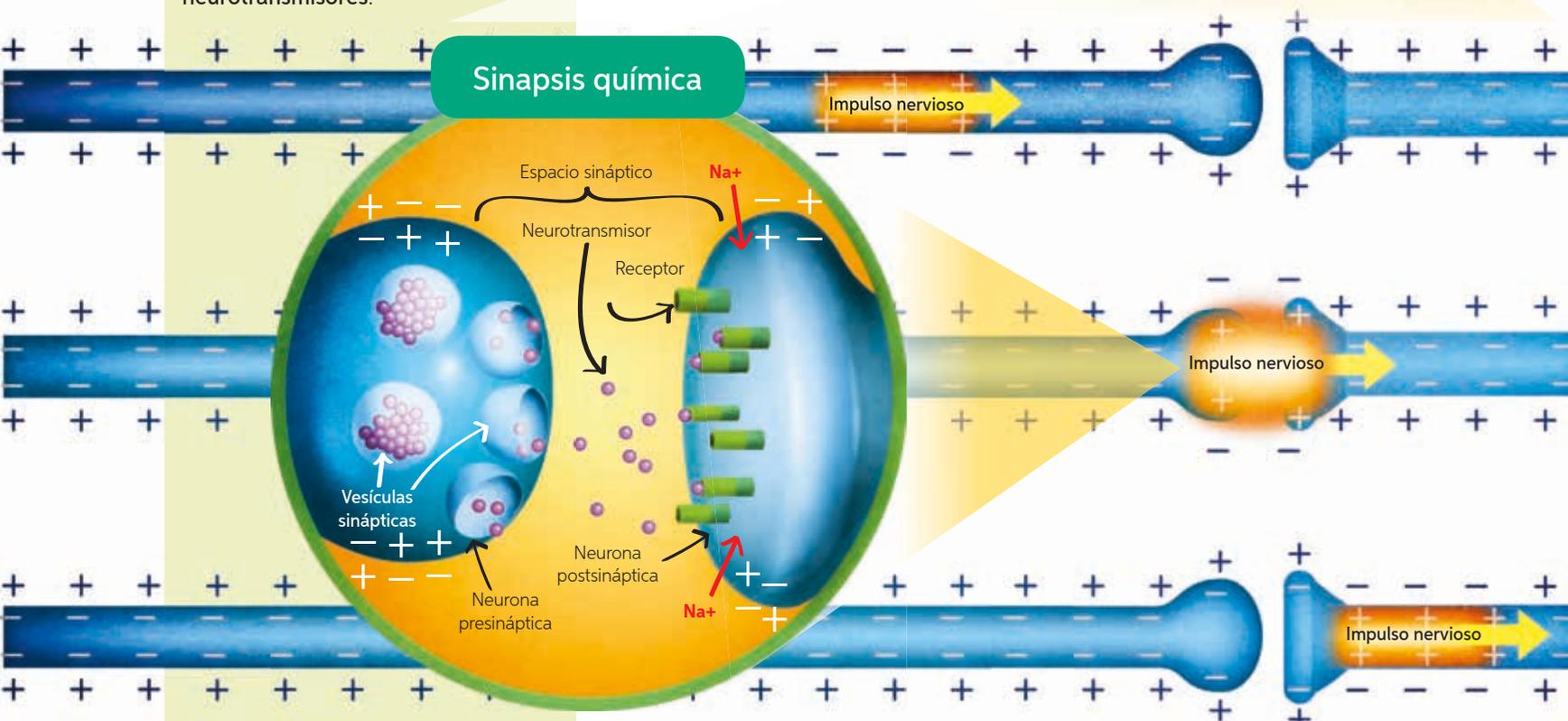
**¡Visualízalo!**



**Neurona presináptica:** traspasa la señal nerviosa a otra neurona.

La **sinapsis química** es la más común en nuestro sistema nervioso. En ella, no hay contacto entre las neuronas, pues se encuentran separadas por el **espacio sináptico**. Es por ello que el impulso nervioso se transmite mediante la liberación de sustancias llamadas **neurotransmisores**.

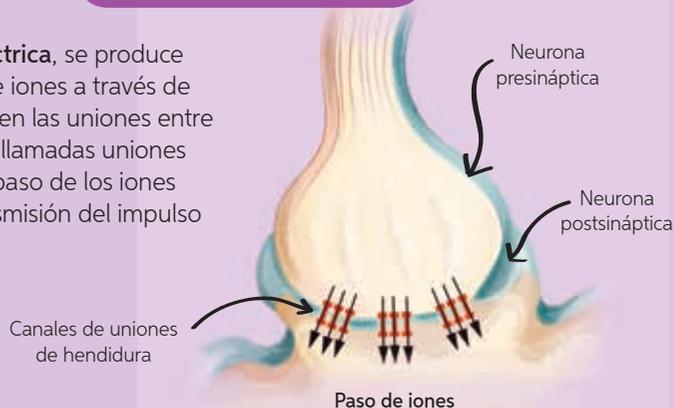
### Sinapsis química



- Cuando el impulso llega a la terminal axónica de la neurona presináptica, se movilizan las **vesículas sinápticas** hacia la membrana. Estas vesículas liberan neurotransmisores hacia el espacio sináptico.
- Los neurotransmisores se unen a los receptores de la neurona postsináptica, provocando que en esta se abran canales iónicos, por ejemplo, de sodio.
- Los neurotransmisores luego son degradados y recapturados por la neurona desde donde fueron liberados.

### Sinapsis eléctrica

En la **sinapsis eléctrica**, se produce un flujo directo de iones a través de canales ubicados en las uniones entre ambas neuronas, llamadas uniones en hendidura. El paso de los iones determina la transmisión del impulso nervioso.



## ¿Cómo nuestro cuerpo detecta estímulos?

Es probable que pienses que hueles con tu nariz, escuchas con tus oídos y saboreas con tu lengua, pero en realidad eso no es del todo así. Tus **órganos de los sentidos o sensoriales**, captan o detectan los estímulos y envían señales a tu cerebro, y es este último quien interpreta dichas señales.

Por medio de los órganos de los sentidos, nuestro cerebro se relaciona con el resto del organismo y con el mundo que nos rodea. Una vez que el cerebro obtiene información de los órganos sensoriales, desencadena una respuesta que le permite a nuestro cuerpo adaptarse a los estímulos que está recibiendo. Por ejemplo, si sientes frío se te puede poner la “piel de gallina” o bien podrías tiritar. ¿Qué otros ejemplos se te vienen a la mente?

### Antes de continuar, aplica:

Tus órganos sensoriales también influyen en tu comportamiento. Imagina que te aprontas a cruzar una calle por donde transitan muchos vehículos. Pero antes, te detienes y observas si es el momento adecuado para hacerlo o no.

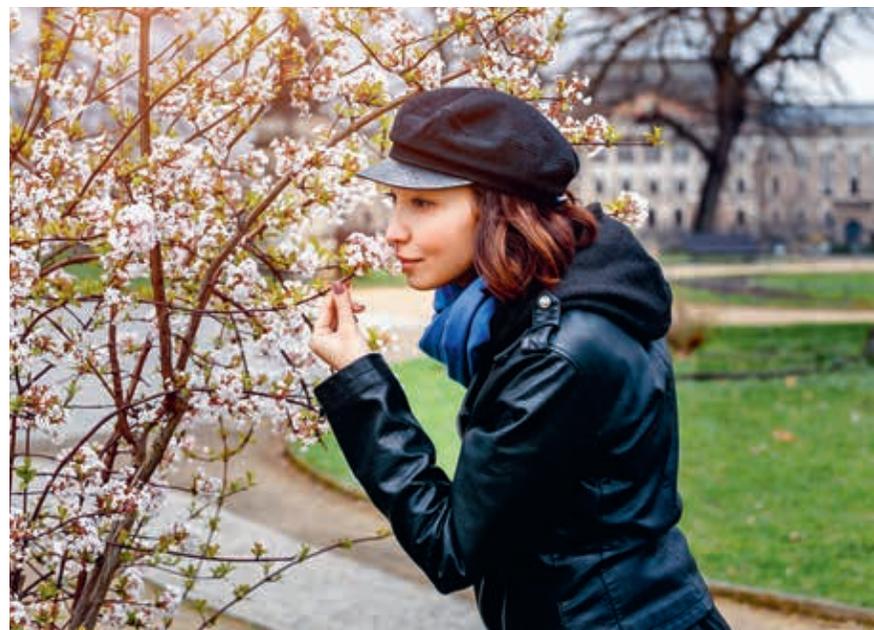
➔ ¿Qué estímulos y órganos sensoriales están involucrados en la situación anterior? Justifica.

➔ ¿Cuáles serían las respuestas que podrías ejecutar ante estos estímulos? ¿Cuáles son las principales estructuras implicadas en dichas respuestas? Explica.

### Aprendizajes previos

- ¿Qué has aprendido sobre los sentidos en cursos anteriores? Describe en tu cuaderno.
- ¿Cómo estos aprendizajes te permitieron resolver las interrogantes anteriores? Comenta con tu curso.

Los órganos de los sentidos presentan estructuras especializadas, denominadas **receptores sensoriales**, que captan los estímulos de nuestro medio interno y externo, y los transforman en señales electroquímicas que se transmiten a través de las vías aferentes hasta el sistema nervioso central, por ejemplo, el cerebro. Cuando estas señales llegan al cerebro, se experimenta una **sensación**, es decir, el reconocimiento de nuevos estímulos sensoriales y su posterior procesamiento. La mayoría de las veces el cerebro hace mucho más que producir sensaciones, pues integra la nueva información que recibe, sobre la base de experiencias pasadas, y la interpreta con un significado o entendimiento consciente de datos sensoriales. En este caso el cerebro habrá originado una **percepción**.



^ Nuestras percepciones difieren de las propiedades físicas de los estímulos. Por ejemplo, podemos entrar en contacto con componentes disueltos en el aire, lo que percibimos como olores.

De acuerdo con el tipo de estímulo que captan, se pueden distinguir cinco tipos diferentes de receptores sensoriales.

**Fotorreceptores:** detectan estímulos luminosos.

**Quimiorreceptores:** se activan por sustancias químicas específicas por la concentración de compuestos y por la presión parcial de gases en la sangre.

**Mecanorreceptores:** responden a la deformación física ocasionada por estímulos como la presión, el tacto, el estiramiento, el movimiento y el sonido.

**Termorreceptores:** captan variaciones de temperatura.

**Nociceptores:** responden a distintos estímulos nocivos para el organismo, ya sean químicos, térmicos o mecánicos. Por ejemplo, sustancias químicas que son liberadas por tejidos dañados y variaciones extremas de temperatura.

Para conocer el modo en que actúan algunos de los principales receptores sensoriales en mamíferos, observa la tabla que se presenta a continuación.

Algunas modalidades sensoriales en mamíferos		
Modalidad sensorial	Estímulo	Localización
Presión sanguínea sistémica	Estimulación mecánica (presión)	Arco aórtico y seno carotideo en el sistema circulatorio
Gusto	Iones y moléculas disueltas en agua	Lengua y faringe
Olfato	Moléculas disueltas en aire o agua	Mucosa olfatoria en la cavidad nasal
Tacto	Estimulación mecánica (presión, estiramiento, vibraciones y deslizamiento)	Piel y mucosas
Estiramiento muscular	Estimulación mecánica	Músculos
Dolor	Varios (estímulos mecánicos, químicos y térmicos)	Piel; pared de órganos
Frío – calor	Temperatura	Piel; hipotálamo
Audición	Estimulación mecánica (sonido)	Células pilosas
Visión	Luz (fotones)	Retina del ojo

Fuente: Curtis, H. y Barnes, N. (2008). *Biología*. (7.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana. (Adaptación).

### Identifica componentes de una respuesta sensorial: estímulo y receptor

Observa la siguiente información y haz lo solicitado.

El sistema Braille consiste en un método de comunicación escrita que le permite a las personas ciegas leer y escribir a través del tacto. En este sistema cada letra del alfabeto es representada por un carácter formado por uno a seis puntos impresos en relieve sobre una superficie.



Describe en tu cuaderno el estímulo, los tipos de receptores, el órgano y la respuesta sensorial involucrados en el sistema Braille.

- ¿Qué interrogantes te surgen sobre el sistema Braille? Plantéalas.
- ¿Qué te gustaría aprender sobre este método de comunicación? ¿Qué importancia le atribuyes? Explica.

## Cerebro, centro de nuestras actividades superiores

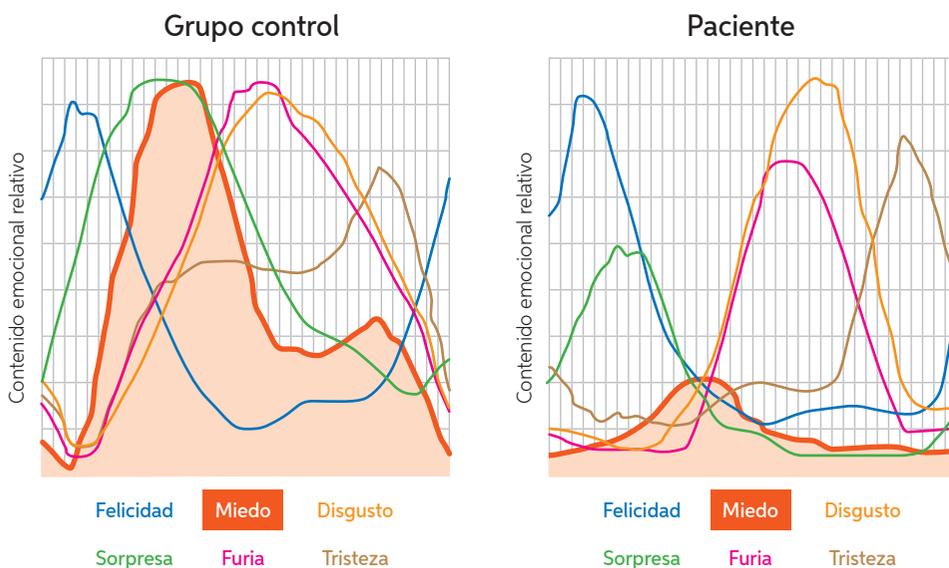
Aunque no lo creas, tu **cerebro** posee alrededor de 100 billones de neuronas que, en conjunto le permiten a este órgano ejecutar funciones de gran complejidad. Para estudiar esta temática, efectúa las siguientes actividades.

●●● Actividad colaborativa

### Analiza evidencias y relaciona: cerebro y actividades mentales

Reúnanse en duplas de trabajo y desarrollen lo que se solicita a continuación.

- El **sistema límbico** es un conjunto de estructuras cerebrales que, entre sus funciones, participa en la regulación de las respuestas corporales ante estímulos emocionales. En este proceso la **amígdala cerebral**, una estructura que forma parte de este sistema, cumple un importante rol. Al respecto:
  - Averigüen, en fuentes confiables, la ubicación y función de la amígdala cerebral. Posteriormente, elaboren un resumen sobre su investigación. Pueden acceder al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, ingresando el código ◀18TB2M036a.
  - Observen los siguientes gráficos que revelan los resultados obtenidos en un estudio efectuado en una paciente que padecía una lesión bilateral en la amígdala cerebral.



Fuente: Belmonte, C. (2007). Emociones y cerebro. *Revista Real Academia de ciencias Exactas físicas naturales*, 101(1), 59 – 68. (Adaptación).

Comparen cómo varían las respuestas emocionales de la paciente en comparación con el grupo control.  
¿Qué conclusión pueden establecer a partir de los resultados presentados? Fundamenten.

### Evidencias Científicas

¿Qué importancia tuvieron las evidencias que analizaron en esta actividad para establecer sus conclusiones? Expliquen.

- Analicen información de diversas fuentes sobre las actividades mentales: inteligencia, aprendizaje, lenguaje y memoria, y cómo estas se relacionan con el funcionamiento del cerebro. Luego, desarrollen un resumen sobre su estudio. Pueden guiarse por los sitios que les sugerimos; para ello, ingresen los códigos: ◀18TB2M036b, ◀18TB2M036c, ◀18TB2M036d y ◀18TB2M036e en la página web: <http://codigos.auladigital.cl>.
- Elaboren un recurso gráfico, como una infografía o un esquema con imágenes e ideas clave, que les permita presentar, de manera sencilla y dinámica, los resultados que obtuvieron en los dos puntos anteriores.
- Reflexionen en torno a la siguiente pregunta: ¿Sobre qué otros temas, relacionados con las funciones cerebrales, les gustaría profundizar?

## Dendros: un viaje por el cerebro

¿Te imaginas cómo sería explorar un cerebro humano y observar de cerca sus estructuras? Por medio de las aventuras de Kai y Reimi, protagonistas del cómic interactivo **Dendros**, podrás recorrer el cerebro como nunca antes. A partir de este proyecto, creado por el Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI), se ha desarrollado una serie de recursos interactivos, como videojuegos, aplicaciones y animaciones, que abordan de forma lúdica y creativa contenidos relacionados con la estructura y el funcionamiento del sistema nervioso. Este proyecto ha sido financiado por la Iniciativa Científica Milenio, Explora Conicyt y la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad de Chile.

Puedes acceder a todos los recursos educativos que el Instituto de Neurociencia Biomédica ofrece para ti, en la plataforma de cultura científica [www.loligo.cl](http://www.loligo.cl)

Fuente: Programa Explora Conicyt. (2015). Dendros, un viaje por el cerebro: videojuego científico estará disponible online. *Chile tiene su ciencia*, (5), 26. (Adaptación).



## Simulación de la actividad cerebral

Un equipo de investigación suizo está elaborando un cerebro artificial dentro de un supercomputador, con el fin de comprender el funcionamiento del encéfalo mediante la simulación molecular del cerebro. En este proyecto, denominado Blue Brain, se utiliza un dispositivo que cuenta con más de 8 000 microchips destinados cada uno a simular el comportamiento neuronal. En conjunto constituyen un modelo equivalente a un milímetro cúbico de tejido procedente de la corteza cerebral de una rata. Con este adelanto científico y tecnológico, se puede calcular la actividad de los canales iónicos en distintas secciones de cada una de las neuronas simuladas, lo cual posibilita representar con precisión la actividad de una neurona real en el cerebro. Se espera que gracias al proyecto Blue Brain sea posible investigar las causas de patologías neurológicas y la eficacia de novedosos medicamentos para tratarlas. De esta manera, la simulación cerebral no solo contribuiría a una mejor comprensión del sistema cerebral, sino que también los experimentos con animales serían cada vez más prescindibles.

Fuente: Schürmann, F. (2009). Simulación cerebral. *Mente y Cerebro*, (37), 54 – 59. (Adaptación).



Argonne National Laboratory.

Blue Gene es el nombre del supercomputador que se utiliza en el proyecto Blue Brain. Gracias a este dispositivo, se ha conseguido simular una microcolumna de la corteza cerebral compuesta de unas 10 000 neuronas.

¿Cómo los adelantos científicos y tecnológicos descritos en los documentos anteriores pueden aportar al desarrollo de la sociedad? Argumenta.

### Antecedentes

El sentido del tacto, que nos permite percibir diferentes estímulos del entorno, se encuentra principalmente en la piel, órgano que presenta receptores sensoriales, distribuidos en diversas regiones, que responden a la presión. La sensibilidad al tacto varía en las diferentes zonas corporales de acuerdo con la cantidad de receptores localizados en cada una de ellas.

### 1 PASO Observa y describe.

Si con un pincel rozas tus labios y luego una de tus orejas, ¿qué parte notas que es más sensible? Piensa en algunas zonas de tu cuerpo que puedan ser más sensibles que otras, por ejemplo, tu nariz, el dorso de una de tus manos y tu espalda. ¿Cuál o cuáles de ellas crees que presentarán más receptores sensoriales? Considera que es posible distinguir dos o más estímulos de presión diferentes cuando se activan receptores distintos. En cambio, si se estimula únicamente un receptor, se podrá percibir un solo estímulo.

### 2 PASO Plantea un problema y formula una hipótesis.

Reúnete con un compañero o compañera, y revisen la investigación descrita en estas páginas. Luego, planteen una pregunta o problema que les permita determinar cómo varía la discriminación entre dos estímulos de presión en las regiones del cuerpo consideradas en el procedimiento. Posteriormente, formulen una hipótesis que responda la pregunta que plantearon. Escríbala y explíquenla en sus cuadernos.

### 3 PASO Realiza un procedimiento experimental.

Consigan un pañuelo de género limpio, una regla pequeña y dos mondadientes. Luego, efectúen el siguiente procedimiento.

- Solicita a tu compañera o compañero que se siente y permanezca quieto. Luego, véndale los ojos procurando que no pueda ver.
- Toma los dos mondadientes, junta sus puntas y, con ellas, toca la yema de un dedo índice de tu compañera o compañero (distancia 0).
- Retira los mondadientes y, con ayuda de la regla, separa sus puntas a una distancia de 5 mm y repite el paso anterior. Es importante que las dos puntas entren en contacto con la piel al mismo tiempo.
- Vuelve a ejecutar el procedimiento, separando 5 mm cada vez las puntas de los mondadientes, hasta encontrar la distancia mínima en la que tu par perciba los dos puntos de contacto por separado en la yema de su dedo. Luego, regístrala en tu cuaderno.
- Repite los pasos anteriores en la palma de la mano y después en el antebrazo. Intercambia roles con tu compañero o compañera, para que él o ella realice este mismo procedimiento.

### Precauciones

Lean las **páginas 12 y 13**, donde encontrarán las precauciones para el trabajo experimental y el significado de este y otros íconos.



**PASO 4** Registra y organiza resultados.

Registren sus resultados en la siguiente tabla:

Parte del cuerpo	Distancia mínima a la que percibe dos estímulos por separado (mm)	
	Estudiante 1	Estudiante 2
Yema del dedo índice		
Palma de la mano		
Antebrazo		

**PASO 5** Analiza e interpreta resultados.

Respondan las preguntas que se plantean a continuación.

- ¿En qué parte del cuerpo es menor la distancia en la que se perciben los dos estímulos de presión por separado?
- ¿Cuál es la parte del cuerpo en la que es mayor la distancia en la que se perciben los dos estímulos de presión por separado?
- De acuerdo a los datos obtenidos, ¿en cuál de las tres partes estudiadas creen que habrá mayor número de receptores? Fundamenten.

**Evidencias Científicas**

¿En qué medida las mediciones que efectuaron les proporcionaron evidencias para establecer sus conclusiones? Expliquen.

**PASO 6** Concluye y evalúa.

Comenten las siguientes interrogantes.

- ¿Cómo se relacionan la discriminación entre dos estímulos de presión y la cantidad de receptores en distintas partes del cuerpo? Expliquen.
- La hipótesis que formularon, ¿responde al problema planteado? Fundamenten.
- ¿Cuán positiva y entusiasta fue su disposición frente a esta actividad?
- ¿Qué otras actitudes, por ejemplo, curiosidad, interés y rigurosidad, les permitieron realizar la actividad propuesta? ¿Cuáles podrían mejorar?

**PASO 7** Comunica tu investigación.

Elaboren un afiche que les permita dar a conocer la actividad realizada. Este debe considerar los siguientes componentes: introducción o contexto, problema de investigación, hipótesis, materiales y procedimiento, resultados obtenidos y conclusiones.

**Ahora tú**

Diseñen una actividad experimental que les permita resolver otro problema de investigación relacionado con la distribución de receptores sensoriales en el organismo. Posteriormente, desarróllena aplicando los pasos de este Taller.

 **Portafolio**

1. Junto con tu curso, revisen las actividades que realizaron durante el estudio de este **Tema** y, a partir de ellas, creen un esquema que les permita representar y explicar, mediante textos e imágenes, los componentes del sistema nervioso y sus funciones.
2. Reflexionen en torno a la siguiente pregunta:
 

¿Qué importancia le atribuyen a los aprendizajes que trabajaron en este tema para su vida cotidiana y para el conocimiento científico? Discutan.

## ➡ Tema: Cuidados del sistema nervioso

Investiga y comunica sobre posibles riesgos asociados al sistema nervioso, y cómo prevenirlos, mediante el siguiente **desafío**:



**Elaborar un documento**, que contenga medidas concretas para cuidar el sistema nervioso.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a demostrar **valoración** por la salud, por medio de la práctica y promoción de hábitos de vida saludable; por ejemplo, proponiendo medidas de seguridad y autocuidado que resguarden la integridad de las personas.

## Sistema nervioso: factores de riesgo y medidas de cuidado

Como ya has estudiado, el sistema nervioso controla nuestras funciones corporales, por lo que es de gran importancia que te informes sobre los efectos que presentan algunas conductas de riesgo a las que puedes exponerlo y las medidas de autocuidado que te permitan protegerlo.

### Traumatismos

Nuestro sistema nervioso se puede ver afectado por **traumatismos** craneales y de la columna vertebral, que afectan al encéfalo y la médula espinal, respectivamente. El **traumatismo encéfalo craneano (TEC)** corresponde a toda lesión física o deterioro funcional del encéfalo, producto de un golpe. Los TEC, de acuerdo con el grado de compromiso, pueden ser leves, moderados o graves. El primer grado consiste en un impacto en la cabeza, con o sin pérdida de conciencia, de recuperación rápida. En cambio, los grados más graves de TEC pueden provocar el coma profundo y prolongado. Los **traumatismos de la médula espinal**, por su parte, pueden provocar, según la localización de la lesión, pérdida de la sensibilidad, dificultades respiratorias, pérdida de control de esfínteres y parálisis, entre otras complicaciones. Los traumatismos pueden ser ocasionados por accidentes de tránsito, caídas de altura, lesiones deportivas y golpes, entre otros factores. Por ello, resulta fundamental llevar a cabo acciones preventivas, como usar casco al andar en bicicleta o en motocicleta, prevenir accidentes laborales y usar cinturón de seguridad para disminuir las posibles consecuencias de los accidentes de tránsito.



⤴ Según datos del Ministerio de Salud, la mayor causa de los TEC son las caídas, sobre todo en edades tempranas y avanzadas. La mayor causa de muerte por este tipo de traumatismos son los accidentes de tránsito.

### Desarrolla una investigación: prevención de traumatismos

1. Formen equipos de trabajo de tres integrantes y averigüen, en diversas fuentes de información, las principales causas y medidas de prevención de los traumatismos abordados en esta página. Para ello, pueden acceder al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos ◀18TB2M040a, ◀18TB2M040b, ◀18TB2M040c y ◀18TB2M040d.
2. Elaboren un resumen que les posibilite explicar los aspectos que abordaron en su investigación. Incluyan, en dicho resumen, imágenes y esquemas que ilustren medidas de autocuidado que sus compañeros y compañeras puedan adoptar en su hogar, en la vía pública y en la escuela.
3. Compartan el material que confeccionaron con su curso y evalúen qué contenidos podrían incluir en su **proyecto** y cómo los presentarían.

### Una nueva actitud

Al realizar algunos deportes, y ciertas actividades recreativas, existe el riesgo de que se produzcan accidentes. ¿Cómo fomentarías el uso de artículos de seguridad, como cascos o rodilleras, para evitar lesiones en el sistema nervioso provocadas por este tipo de accidentes? Propón dos acciones.

En el cuidado de nuestro sistema nervioso también es muy importante considerar el **sueño**, estado fisiológico que se alterna con otro estado denominado vigilia. Estudios han demostrado que la salud de las personas está relacionada, en gran medida, con la calidad y cantidad de horas que duerme. Los trastornos del sueño no solo afectan a quien los padece, sino también a las personas que lo rodean y a la sociedad en general, ya que influyen en el rendimiento escolar, laboral, en las relaciones sociales e incluso en la seguridad vial.



^ La edad es un factor que influye en la cantidad de horas de sueño de una persona. Por ejemplo, un recién nacido duerme entre 14 y 18 horas, y un adulto entre siete y ocho horas.

**PASO 1**

### Plantea y evalúa un problema.

A partir de los antecedentes entregados, reúnanse en duplas de trabajo y planteen un problema, que pueda ser respondido mediante una investigación documental, sobre el cuidado del sistema nervioso, considerando los efectos de las horas de sueño y del cambio del huso horario.

Evalúen el problema que formularon, considerando los siguientes criterios:

- Se basa en observaciones, no en opiniones ni en creencias.
- Relaciona al menos dos variables.
- Puede ser resuelto mediante la obtención de evidencias científicas (en este caso bibliográficas).

Si su problema de investigación no cumple con estos requisitos, ajústelo o replantéenlo.

**PASO 2**

### Diseña y evalúa un plan de trabajo.

Planifiquen actividades que les permitan desarrollar su investigación. Consideren que el propósito de dichas actividades es resolver el problema de investigación planteado por medio del análisis de diversas fuentes de información.

**PASO 3**

### Desarrolla el plan de trabajo.

Lleven a cabo la investigación que diseñaron. Para esto, busquen, seleccionen y analicen diversas fuentes de información confiables. Si lo desean, pueden incluir las que les proponemos; para acceder a ellas, diríjase al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresen los códigos ◀18TB2M041a, ▶18TB2M041b, ▶18TB2M041c, ▶18TB2M041d, ▶18TB2M041e y ▶18TB2M041f.

**PASO 4**

### Comunica y evalúa el proceso y el resultado.

Creen un artículo informativo que les permita comunicar su trabajo. Utilicen un lenguaje claro y sencillo, e incluyan datos curiosos que puedan llamar la atención de los lectores y lectoras. Además, propongan en su artículo medidas y recomendaciones para mantener un sueño saludable.

#### Evidencias Científicas

Discutan sobre las siguientes preguntas:

- ¿En qué criterios se basan para garantizar la confiabilidad de las fuentes de información que ocuparán?
- ¿Cuán importante es considerar estos criterios al realizar una investigación documental?

#### Autoevalúate

Reflexiona de forma personal en torno a tu desempeño en este taller.

#### Coevalúa

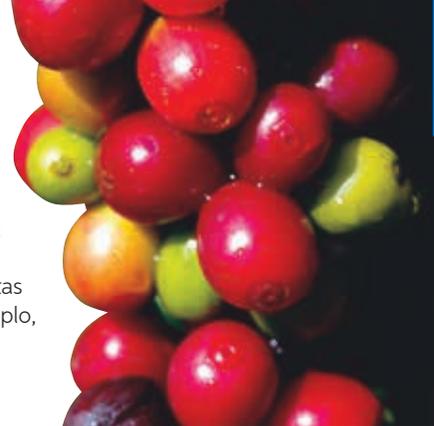
Coméntale y explícale a tu par, puntos de mejora que hayas detectado en su trabajo y que den cuenta de su desempeño.

## Efectos de las drogas en el sistema nervioso

Es posible que en alguna ocasión hayas notado que ciertos fármacos solo pueden ser usados bajo prescripción médica, pues el consumo de estas sustancias puede ocasionar cambios, como somnolencia, y alteraciones en el apetito y estados de ánimo. A este tipo de sustancias que, al ingresar al organismo, presentan la capacidad de modificar su funcionamiento también se los conoce con el nombre de **drogas**. Las **drogas sicoactivas**, también llamadas **sicofármacos** o **sicotrópicos**, alteran específicamente el funcionamiento del sistema nervioso, produciendo diversos cambios en la persona que las consume, por ejemplo, en su comportamiento, estado de conciencia, sensibilidad y coordinación.

Es importante mencionar que ciertas drogas sicoactivas se utilizan con fines terapéuticos, pues ayudan a restablecer y mantener algunas de nuestras funciones corporales dentro de un rango de normalidad. Sin embargo, su consumo debe ser siempre recetado y controlado por un o una profesional de la salud competente. Por otro lado, existe otro tipo de drogas sicoactivas que son utilizadas para propósitos no medicinales, por ejemplo, diversión; estas ocasionan alteraciones en las funciones corporales de quien las consume, produciendo graves consecuencias en el organismo. De acuerdo con el tipo de efecto que producen en el cuerpo, las drogas sicoactivas se pueden clasificar en: **estimulantes**, **depresoras** y **alucinógenas**, cuyas características se explican en la tabla que se presenta a continuación.

► La cafeína es una sustancia que se obtiene de distintas plantas, por ejemplo, la planta del café o cafeto (*Coffea arabica*).



### Mundo digital

Investiga, en sitios webs confiables, los efectos que produce la cafeína en el sistema nervioso, su contenido en diferentes productos de consumo habitual, como el café y el té, y los cuidados que se deben considerar al consumirla. Luego, elabora un esquema que te permita comunicar tu investigación. Puedes ingresar el código ◀ 18TB2M042a en la página <http://codigos.auladigital.cl>.

Clasificación de las drogas según sus efectos en el SNC	Ejemplos
Estimulantes: aceleran e intensifican la actividad del SNC provocando, entre otros efectos, aumento del estado de alerta, euforia, irritabilidad, disminución del apetito y del sueño.	Nicotina, cocaína, anfetamina y cafeína.
Depresoras: disminuyen o retardan la actividad del SNC, produciendo alteración de la concentración, relajación, somnolencia, disminución de los reflejos, entre otros efectos.	Marihuana, morfina, metadona y alcohol.
Alucinógenas: actúan sobre el SNC, causando alteraciones de la percepción, alucinaciones, modificación de la noción del tiempo y del espacio, entre otros efectos.	LSD, peyote e inhalables.

Las drogas también se pueden clasificar en **legales** o **lícitas**, si la ley de un país determinado permite su consumo libre; y en **ilegales** o **ilícitas**, si están prohibidas por la ley.



◀ En Chile está legalizado el consumo de tabaco, alcohol y cafeína. No obstante, el abuso de estas sustancias puede ocasionar graves problemas en la salud.



◀ La pasta base, la heroína, la cocaína y la marihuana son algunos ejemplos de drogas cuyo consumo y distribución en Chile es penalizado por la ley.

●●● Actividad colaborativa

## Promover campañas para evitar el consumo de drogas, tabaco y alcohol



Es posible que, en más de una ocasión, hayas visto algún aviso publicitario de una campaña de prevención. Ahora bien, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de prevención? En términos simples, implica anticipar y evitar posibles riesgos o peligros, con la finalidad de favorecer y promover el bienestar de las personas. Una de las principales temáticas tratadas en campañas de prevención es el consumo de alcohol, tabaco y drogas ilícitas, problemática que está presente en diversos entornos sociales, incluida la escuela. Por lo tanto, es de gran importancia dar a conocer las consecuencias del abuso de estas sustancias e idear estrategias que promuevan medidas de autocuidado en niños, niñas y adolescentes.



**Los adolescentes no deben consumir alcohol, tabaco y drogas.**

Conversar de estos temas no es fácil, pero si mantienes una comunicación constante con ellos y fortaleces su autoestima y autocuidado, lograrás que tomen buenas decisiones.

**Estamos disponibles**  
 Más información en [www.senda.gov.cl](http://www.senda.gov.cl)  
 - Información actualizada.  
 - Videos didácticos.  
 - Sugerencias para padres.

▲ En 2015 el Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (SENDA) realizó una campaña de prevención enfocada en promover el acercamiento entre padres e hijos como medida para evitar el uso de drogas y alcohol en niños, niñas y adolescentes.

### ¡Manos a la obra!

- 1 Formen equipos de trabajo de tres integrantes e investiguen, en diferentes fuentes de información, los efectos y riesgos asociados al consumo de alcohol, tabaco y drogas ilícitas, como marihuana, pasta base, y cocaína, y realicen un resumen con la información que recopilaron. Para ello, pueden acceder al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos ◀18TB2M043a y ◀18TB2M043b.
- 2 Diseñen una pequeña campaña de prevención del **consumo de drogas** mediante la **promoción** de la **actividad física**, la **vida sana** y la **buena convivencia**. Para ello, realicen lo que se indica a continuación:
  - Determinen el público al cual estará dirigida su campaña, por ejemplo, niños y niñas de seis a ocho años, y fijen las metas que quieren alcanzar con ella.
  - Confeccionen un plan de acción sobre las tareas que deberán realizar, incluida la elaboración de estrategias de comunicación que usarán, por ejemplo, afiches y spots publicitarios.
  - Establezcan los plazos para cada una de las tareas que definieron.
- 3 Propongan medidas de autocuidado para evitar el uso de estas sustancias a partir del estudio que realizaron en el primer punto.
- 4 Elaboren y comuniquen su campaña. Pídanle a su profesor o profesora de **Educación Física y Salud**, que los oriente y evalúe durante todo el proceso. Esta actividad les permitirá prepararse para el **proyecto** de la **Unidad 2**.

### Avanza en tu proyecto

Como grupo curso, hagan una revisión de los materiales confeccionados para cada campaña, y rescaten lo que más les guste de cada uno. A partir de ello, elaboren material para su revista, sobre los efectos de las drogas en el sistema nervioso y cómo prevenir el consumo de estas.

## Efectos de algunas drogas en la sinapsis

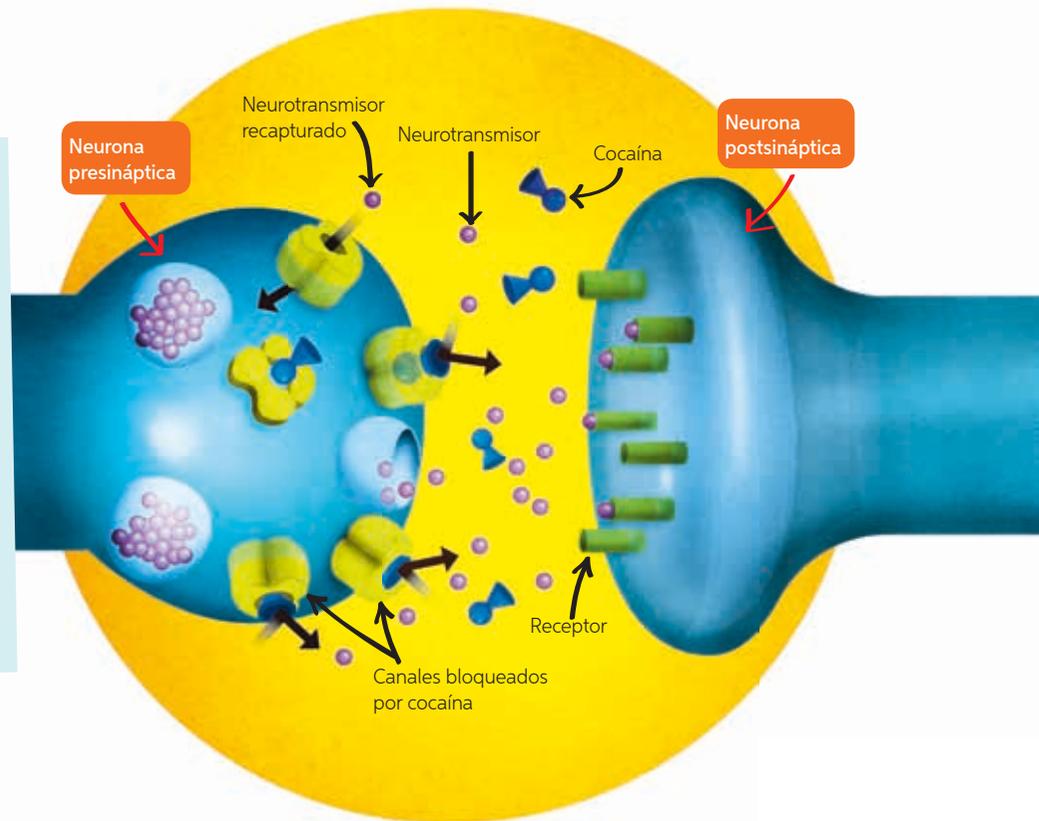
Muchas drogas psicoactivas pueden interferir en la acción de algunos neurotransmisores, perturbando así el funcionamiento del sistema nervioso. A continuación, se representan los efectos de la cocaína y del alcohol en la sinapsis.

**¡Visualízalo!**

### Mecanismo de acción de la cocaína

La cocaína bloquea los canales que se encargan de la recaptación de un neurotransmisor llamado **dopamina**, lo cual provoca que este neurotransmisor no pueda ser retirado del espacio sináptico una vez que ha actuado, por lo que continúa ejerciendo su acción sobreestimulando la neurona postsináptica.

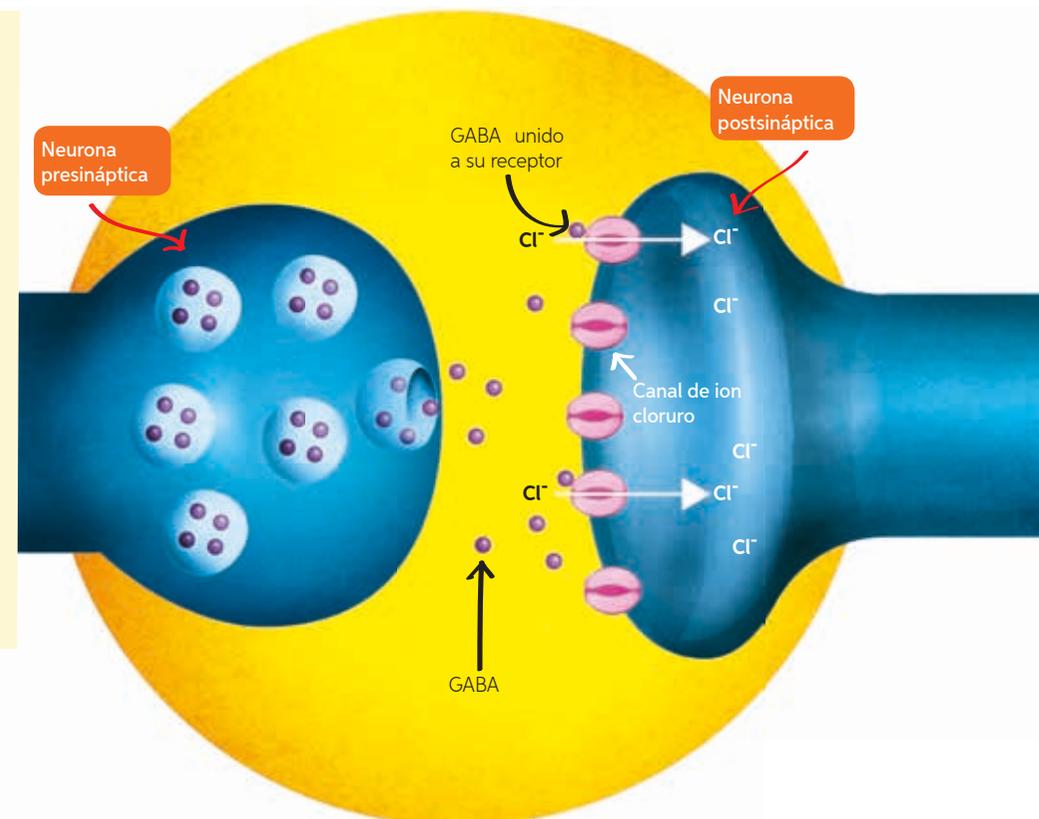
Algunos de los efectos que provoca esta droga son euforia, aceleración del ritmo cardíaco y aumento de la temperatura corporal.



### Mecanismo de acción del alcohol

El alcohol actúa de diferentes formas, una de ellas es activando a los receptores de un neurotransmisor llamado **ácido gamma-aminobutírico (GABA)**. Este neurotransmisor, al unirse con sus receptores, abre los canales de ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) en la neurona postsináptica. Con ello, este ion ingresa a la célula nerviosa, ocasionando que su potencial de membrana sea aún más negativo. Lo anterior, provoca que la neurona postsináptica se torne menos sensible a estímulos.

Algunos de los efectos más comunes de esta sustancia son disminución de la coordinación motora, sedación y reducción de los reflejos.



## ¿Qué es el estrés y cómo prevenirlo?

Es posible que el concepto estrés te sea familiar, y que lo relaciones con otros términos, como problemas, preocupaciones y exigencias. No obstante, el **estrés** está muy alejado de ser algo anormal en nuestro organismo, por el contrario, corresponde a una serie de respuestas innatas y adaptativas que el cuerpo ejecuta ante un **agente estresor**, estímulo o situación que se percibe como una amenaza o peligro. Este puede ser de **naturaleza física**, como la exposición al calor, al frío o el ruido; o bien de **naturaleza psicológica**, por ejemplo, los problemas familiares y las dificultades en el trabajo. Los agentes estresores desencadenan mecanismos nerviosos y hormonales en el organismo.

El estrés se puede producir ante situaciones de emergencia, como cuando un conductor o conductora de automóvil debe frenar repentinamente para evitar un accidente, pero también se genera en contextos más sencillos, en los que una persona se puede sentir tensa, sin que corra peligro vital, por ejemplo, antes de rendir un examen. Experimentar episodios breves de estrés nos puede servir para mantenernos alerta y enfrentar diversos retos. Luego de ello, nuestro sistema nervioso vuelve a su estado de normalidad. Sin embargo, esto no siempre se produce de forma momentánea, pues existen sucesos continuos, y a largo plazo, que también pueden ocasionar estrés, con menor intensidad, pero de manera perdurable. Esto podría provocar severos daños en nuestros órganos y funciones fisiológicas, además de disminuir la actividad del sistema inmune, lo que puede transformarse en una enfermedad crónica.

●●● Actividad colaborativa

### Investiga y comunica medidas de autocuidado ante el estrés

1. Reúnanse en duplas de trabajo y desarrollen una investigación sobre las principales medidas para prevenir el estrés.
2. Para ello, planteen un problema de investigación y diseñen un procedimiento para resolver dicho problema.
3. Lleven a cabo su investigación. Pueden ingresar el código ◀18TB2M045a en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>.
4. Elaboren un póster que les permita comunicar su trabajo.

#### Autoevalúate

¿Cuál o cuáles de tus conductas dieron cuenta de un trabajo creativo, riguroso y perseverante? Describe en tu cuaderno tu nivel de participación en esta actividad? Explica.

#### Coevalúa

¿Qué destacarías del trabajo de tu compañero o compañera? ¿Qué le recomendarías mejorar? Comenta considerando los criterios: creatividad, rigurosidad y perseverancia.

### Portafolio

Junto con tu curso, revisen las actividades que realizaron durante el desarrollo del **Tema**. Luego, seleccionen los materiales que consideren que están mejor logrados. A partir de estos, elaboren los artículos, sobre los cuidados del sistema nervioso, que van a usar en su revista, y recópienlos en un solo documento. Compartan este documento con su profesor o profesora y pídanle que los retroalimente.



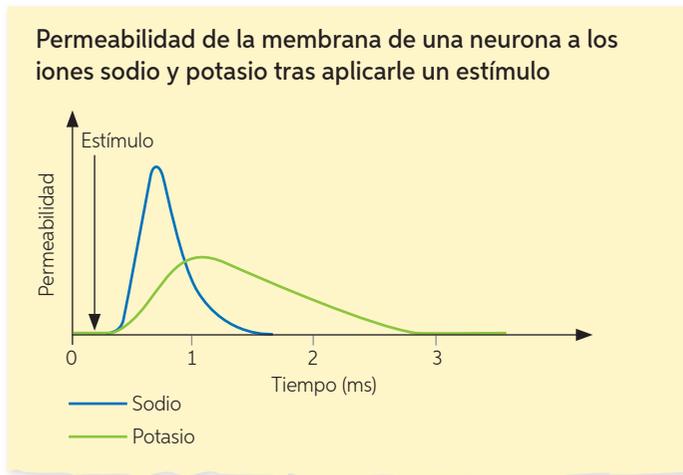
^ Presiones intensas que perduran en el tiempo y afrontar problemas sin ayuda pueden ocasionar estrés crónico.

### Evidencias Científicas

¿Cuáles son las principales evidencias que sustentan su investigación?  
¿De qué forma estas evidencias les permitieron explicar el fenómeno estudiado? Fundamenten.

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje mediante las siguientes actividades.

- 1 En el siguiente gráfico se representan los cambios en la permeabilidad de la membrana de una neurona a los iones sodio y potasio luego de aplicarle un estímulo.



**Ojo**

La **permeabilidad** corresponde a la propiedad de una estructura, por ejemplo, la membrana plasmática, para dejar pasar sustancias a través de ella.

Al respecto, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué sucede con la permeabilidad de la membrana a los iones sodio y potasio después de aplicarle el estímulo? Describe.

---



---

- b. ¿Qué cambios producen, en la neurona, las variaciones descritas en el gráfico? Explica.

---

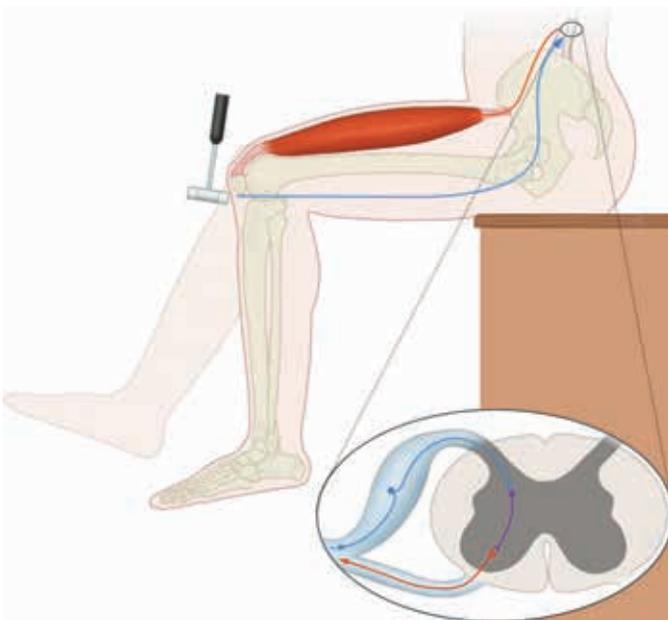


---



---

- 2 Observa la siguiente imagen en la que se representan los componentes de un arco reflejo. Posteriormente, contesta las preguntas.



- a. ¿Cuál es el estímulo aplicado? Describe.

---



---



---

- b. ¿Qué respuesta se genera a partir de este estímulo?, ¿esta es voluntaria o involuntaria? Explica.

---



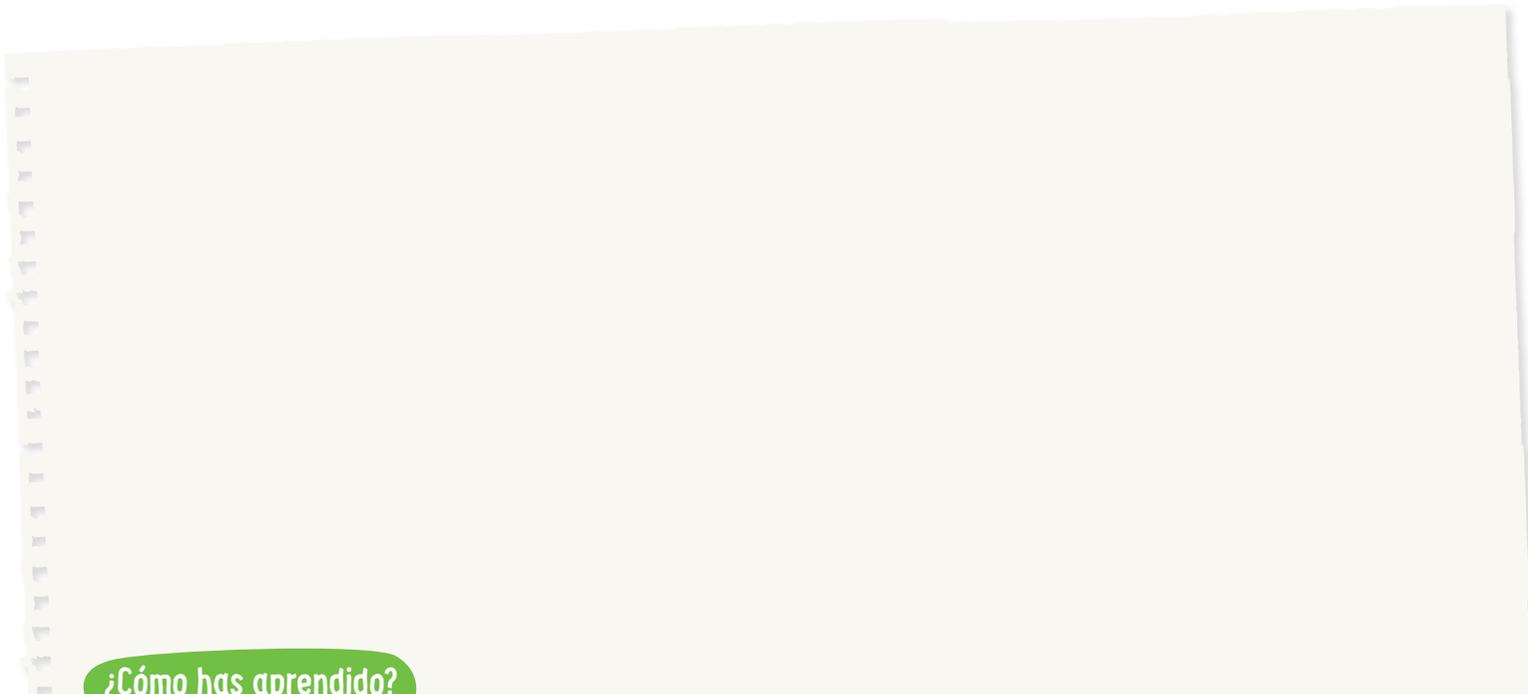
---



---

- c. ¿Qué estructuras participan en el mecanismo representado en la imagen? Rotúlalas en la imagen y explica su función.

- 3 Diseña y elabora un breve documento sobre la prevención del consumo de dos drogas, una lícita y otra ilícita, que hayas estudiado en esta lección. Dicho documento debe considerar los siguientes componentes: un título creativo, por ejemplo, un eslogan; la clasificación de estas drogas estimulantes, depresoras o alucinógenas; dos o más efectos que produce cada una de ellas en el sistema nervioso y el resto del organismo; y al menos tres medidas de autocuidado para evitar su uso.



¿Cómo has aprendido?

- 1 Responde la **pregunta esencial** de esta lección: **¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la unidad.

Aprendizajes	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	En desacuerdo
 Analicé y expliqué cómo el sistema nervioso coordina las respuestas corporales ante estímulos.			
 Comunicé cuidados del sistema nervioso.			

- 3 Marca con un ✓ las estrategias que han sido más efectivas para cumplir tus desafíos y metas.

Construir organizadores gráficos.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
Elaborar esquemas y dibujos.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
Realizar investigaciones.	<input type="checkbox"/>	Otra:	

- ¿Cuál o cuáles de las estrategias de estudio que has utilizado debes modificar o replantear? Explica en tu cuaderno.

## ¿Cómo son reguladas las funciones corporales?

### Es importante porque...

Por medio del estudio de esta lección, descubrirás cómo diversas sustancias que se producen al interior de tu cuerpo, actúan como verdaderas señales químicas que regulan múltiples procesos y mecanismos, que son esenciales para mantener el correcto funcionamiento de tu cuerpo. Así, podrás conocer más sobre la estructura y función de tu organismo.

### Explora

Imagina que te encuentras realizando una actividad o deporte extremo, que sea emocionante para ti, como escalar una montaña o lanzarte por parapente. Durante eventos como estos, tu cerebro recibe diversos estímulos del medio y le “informa” a tu **sistema endocrino** que sintetice y libere sustancias químicas, llamadas **hormonas**, que regulan muchas de tus funciones corporales, provocando diversas respuestas, por ejemplo, acelerar tu ritmo cardíaco. Lo anterior es tan solo un ejemplo de los múltiples procesos fisiológicos que regulan dichas sustancias.

Para comenzar a estudiar la función de las hormonas, analiza el siguiente documento y contesta las preguntas planteadas.

### DIARIO CIENTÍFICO



## Resistencia a la insulina: científica chilena realiza importante descubrimiento

La doctora Alejandra Espinosa descubrió cómo una proteína influye en el desarrollo de la resistencia a la hormona insulina, una de las primeras anomalías que se producen previo a desarrollar la enfermedad diabetes *mellitus* tipo 2. La doctora Espinosa forma parte del proyecto CEMC, de la Universidad de Chile, programa cuyo principal objetivo es estudiar los mecanismos básicos implicados en el desarrollo de cáncer, las enfermedades cardiovasculares y la diabetes.

El hallazgo de esta investigadora consiste en describir el papel de la enzima NOX 2, que contribuye a la inhibición de uno de los principales efectos de la insulina: incorporar la glucosa circulante en la sangre al interior de las células. Por ello, uno de los principales propósitos de la doctora Espinosa, junto con su equipo de investigación, es proponer terapias para detener la acción de esta enzima en el organismo.

A pesar de que este descubrimiento podría ser clave para la prevención de la diabetes *mellitus* tipo 2, la científica señala que existe una relación directa entre la resistencia a la insulina y la obesidad, por lo cual sería de gran importancia que en salud pública se desarrollen campañas de prevención de esta enfermedad.

Fuente: Villalobos, D. (2015). Científica de Chile descubrió proteína que sería clave en el proceso de la resistencia a la insulina. *Fayerwayer*. (Adaptación).





### Hormonas, crecimiento y desarrollo

El sistema endocrino, mediante las hormonas, regula procesos involucrados en el crecimiento y desarrollo en seres humanos y otros organismos. ¿En cuáles de tus órganos actuarán principalmente las hormonas implicadas en el crecimiento y desarrollo? ¿Qué efecto producirán en ellos? Describe.

a. ¿Cuál o cuáles de los conceptos científicos abordados en el documento anterior manejabas o bien tenías alguna idea sobre ellos? Explica.

b. ¿Qué sabes sobre la diabetes *mellitus 2*? ¿Conoces sus causas, síntomas, posibles secuelas y la situación de esta enfermedad en Chile? Describe.

c. ¿Conocías la insulina?, ¿sabes o tienes alguna idea sobre la función que cumplen esta u otras hormonas? Explica.

d. ¿Qué valor crees que tienen para la sociedad investigaciones como la descrita en el documento anterior? Argumenta.

e. ¿Sobre qué otras temáticas relacionadas te gustaría profundizar? ¿Por qué?

## ➔ Tema: Sistema endocrino, hormonas y regulación de la glicemia

Te invitamos a explorar los principales mecanismos de regulación en los que participan las hormonas. Podrás cumplir este propósito mediante el siguiente **desafío**:

➔ **Crear una estrategia** que permita representar, de forma lúdica, la regulación de la glicemia.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Al trabajar de forma **proactiva** y **colaborativa**, considerarás los aportes del resto del equipo. Para ello, debes escuchar con buena disposición las opiniones, argumentos y propuestas de tus pares, y respetar los acuerdos que hayan establecido.

## ¿Cómo actúa el sistema endocrino?

Como ya has estudiado, nuestro organismo experimenta constantemente diversos cambios: crecemos, nos desarrollamos y respondemos ante diversos estímulos, tanto internos como externos. En muchos seres vivos, incluyendo el ser humano, eventos como estos, además de ser coordinados por el sistema nervioso, también son regulados por el sistema endocrino. Ahora bien, ¿en qué se diferenciarán los cambios mediados por cada uno de estos sistemas? Para responder esta interrogante, realiza la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Compara los sistemas nervioso y endocrino

1. Reúnanse en duplas de trabajo y revisen la tabla del costado derecho para comparar la velocidad y duración de diferentes respuestas corporales. Luego, comenten las ideas o nociones que tienen respecto de cómo clasificar estas respuestas utilizando los criterios de la tabla.
2. Completen la tabla a partir de las conclusiones a las que llegaron en el punto anterior. Para ello, marquen un ✓ según corresponda.
3. Contesten en sus cuadernos las preguntas propuestas.

Situación	Velocidad de la respuesta		Duración de la respuesta	
	Rápida	Lenta	Breve	Duradera
Dilatación de la pupila ante un estímulo luminoso.				
Crecimiento corporal.				
Salivación ante el aroma de un plato de comida.				
Desarrollo de las características sexuales secundarias.				

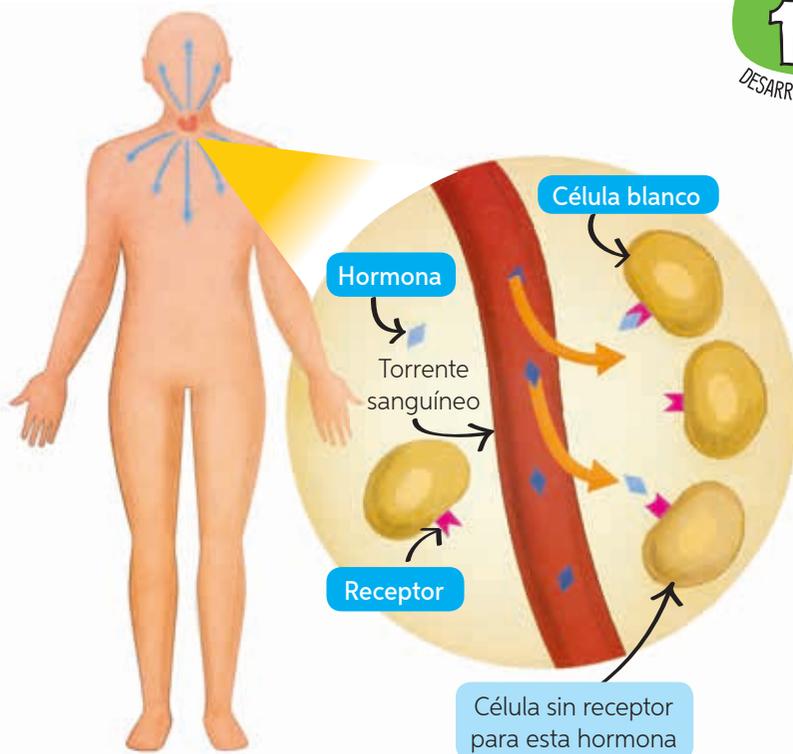
- a. ¿Cuál o cuáles de las situaciones de la tabla creen que son mediadas directamente por el sistema nervioso?, ¿cuál o cuáles por el sistema endocrino? Expliquen.
- b. ¿Cuán fácil les fue llegar a acuerdos para completar la tabla? ¿Qué aspectos del trabajo colaborativo que realizaron creen que podrían mejorar?

A pesar de que ambos sistemas, nervioso y endocrino, permiten adaptarnos a cambios internos y externos, estos actúan de forma diferente. Como viste en la actividad anterior, las respuestas en las que interviene directamente el sistema nervioso son, generalmente, rápidas y su efecto es más bien breve. En cambio, el sistema endocrino regula respuestas que generalmente son de largo plazo, es decir, más lentas y duraderas, como el crecimiento y el desarrollo corporal; aunque también interviene en la elaboración de respuestas que se desarrollan a menor plazo, por ejemplo, cuando tu frecuencia cardíaca se acelera producto de un susto o una sorpresa.

## Mecanismos de acción hormonal

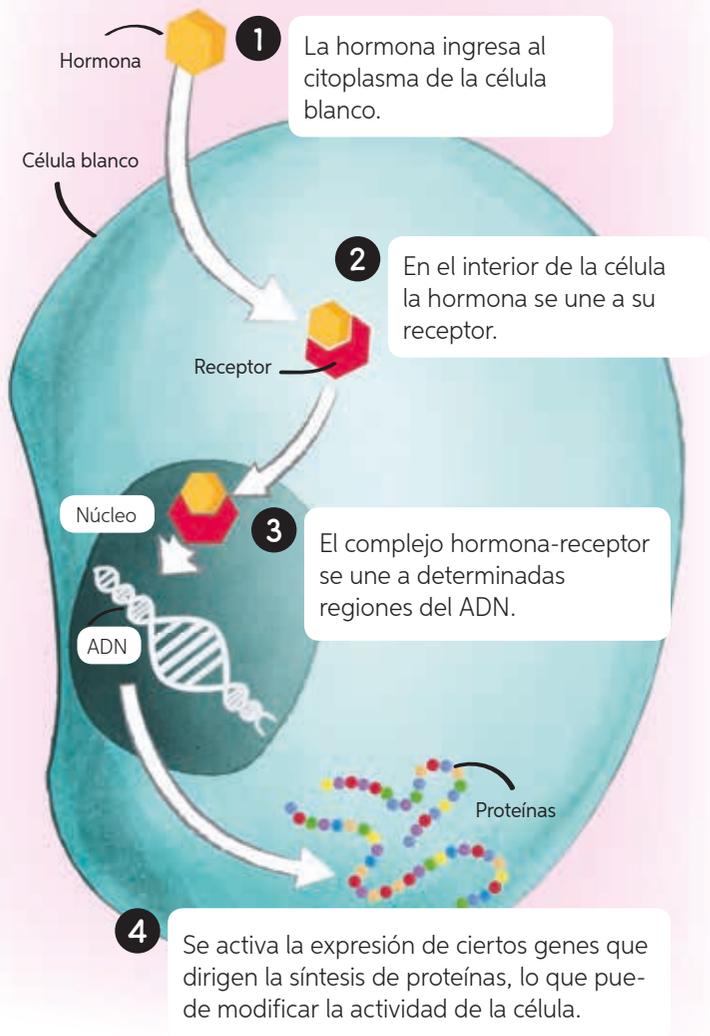
El sistema endocrino actúa a través de sustancias químicas, llamadas **hormonas**, que son secretadas por estructuras denominadas **glándulas endocrinas** y transportadas a través del torrente sanguíneo hacia otros órganos y células sobre los que ejercen su función. Como se representa en el esquema del costado, las hormonas, al ser liberadas, ingresan al torrente sanguíneo; luego, abandonan la sangre y llegan a distintas células. Sin embargo, cada hormona se unirá solo a sus **células blanco** o **diana**, que presentan receptores específicos para ella. Estos **receptores** pueden estar ubicados en la membrana plasmática o en el interior de la célula.

De acuerdo con lo anterior, y con la naturaleza química de la hormona, es posible reconocer dos mecanismos de unión entre hormona y célula blanco. A continuación, se describe cada uno de ellos.



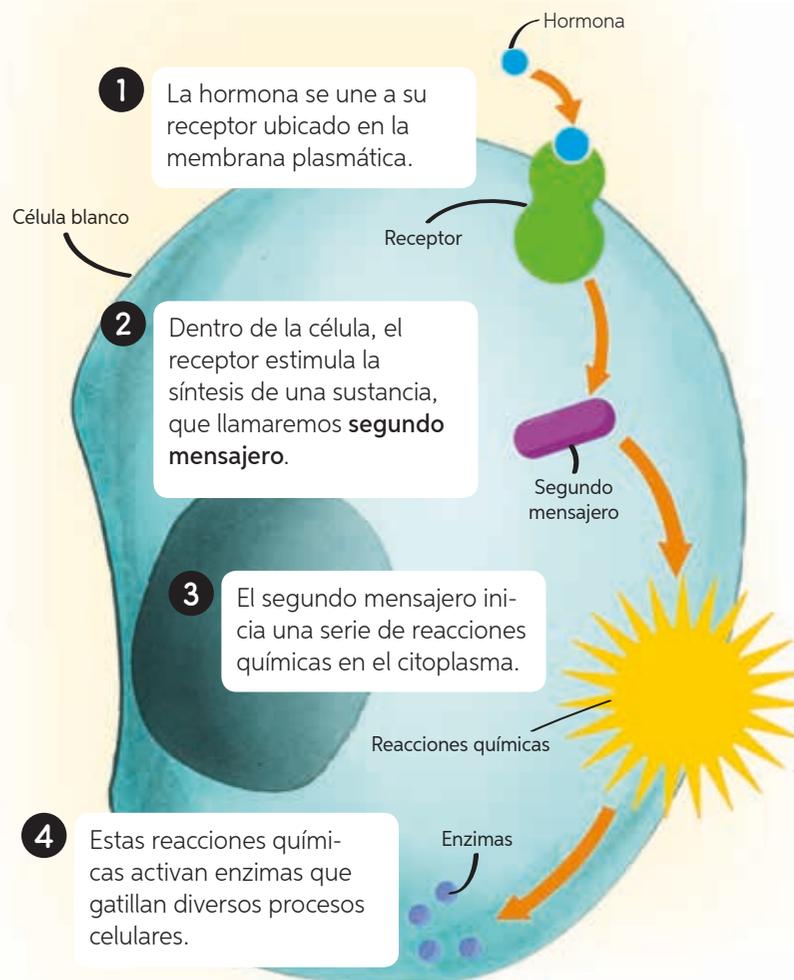
### Hormonas esteroidales

Pueden atravesar la membrana plasmática de la célula blanco.



### Hormonas peptídicas

Son incapaces de atravesar la membrana plasmática de la célula blanco.



## Principales glándulas endocrinas

Con la excepción de los ovarios y los testículos, hombres y mujeres presentan las mismas glándulas endocrinas. A continuación, revisaremos las principales.

**1 Hipotálamo:** estructura del sistema nervioso central que se encuentra en la base del cerebro y que integra funcionalmente el sistema nervioso con el sistema endocrino. Sus células, las neuronas, secretan neurohormonas encargadas de controlar la función de la hipófisis.

**2 Hipófisis o pituitaria:** se ubica por debajo del hipotálamo y se divide en **hipófisis anterior** o **adenhipófisis** y en **hipófisis posterior** o **neurohipófisis**. Secreta hormonas que actúan directamente sobre diversos tejidos blanco y otras que regulan la actividad de distintas glándulas.

**3 Glándula pineal:** se ubica entre los hemisferios cerebrales y forma parte del diencefalo. Produce **melatonina**, hormona relacionada con la regulación de los ciclos reproductivos estacionales y los ciclos de sueño-vigilia.

**4 Tiroides:** glándula con forma de mariposa que se ubica en el cuello, delante de la tráquea. Secreta las hormonas **tiroxina (T4)** y **triyodotironina (T3)**, ambas involucradas en la regulación del metabolismo celular.

**5 Paratiroides:** son cuatro glándulas que se localizan en la parte posterior de la tiroides. Produce y libera **paratohormona (PTH)**, encargada de regular la concentración de calcio y de fósforo en el organismo.

**6 Glándulas suprarrenales:** se localizan sobre los riñones. Están constituidas por la **corteza** (capa exterior) y la **médula** (centro de la glándula). La corteza secreta principalmente **cortisol** y **aldosterona**; la **médula**, **adrenalina** y **noradrenalina**.

**7 Páncreas:** está detrás del estómago y se conecta con el duodeno. Presenta una porción endocrina que produce las hormonas **somatostatina**, **insulina** y **glucagón**, involucradas en la regulación de la glicemia.

**8 Ovarios:** se sitúan en la cavidad pélvica. Secretan las hormonas sexuales femeninas: **estrógenos** y **progesterona**. Los estrógenos promueven el desarrollo de las características sexuales femeninas secundarias y la maduración de los ovocitos. Además, esta hormona estimula el crecimiento del revestimiento uterino. La progesterona, en tanto, prepara al útero para la implantación del embrión.

**9 Testículos:** se encuentran al interior del escroto. Secretan la hormona **testosterona** que determina los caracteres sexuales secundarios masculinos y estimula la espermatogénesis.

●●● Actividad colaborativa

### Creación de un modelo sobre los componentes del sistema endocrino

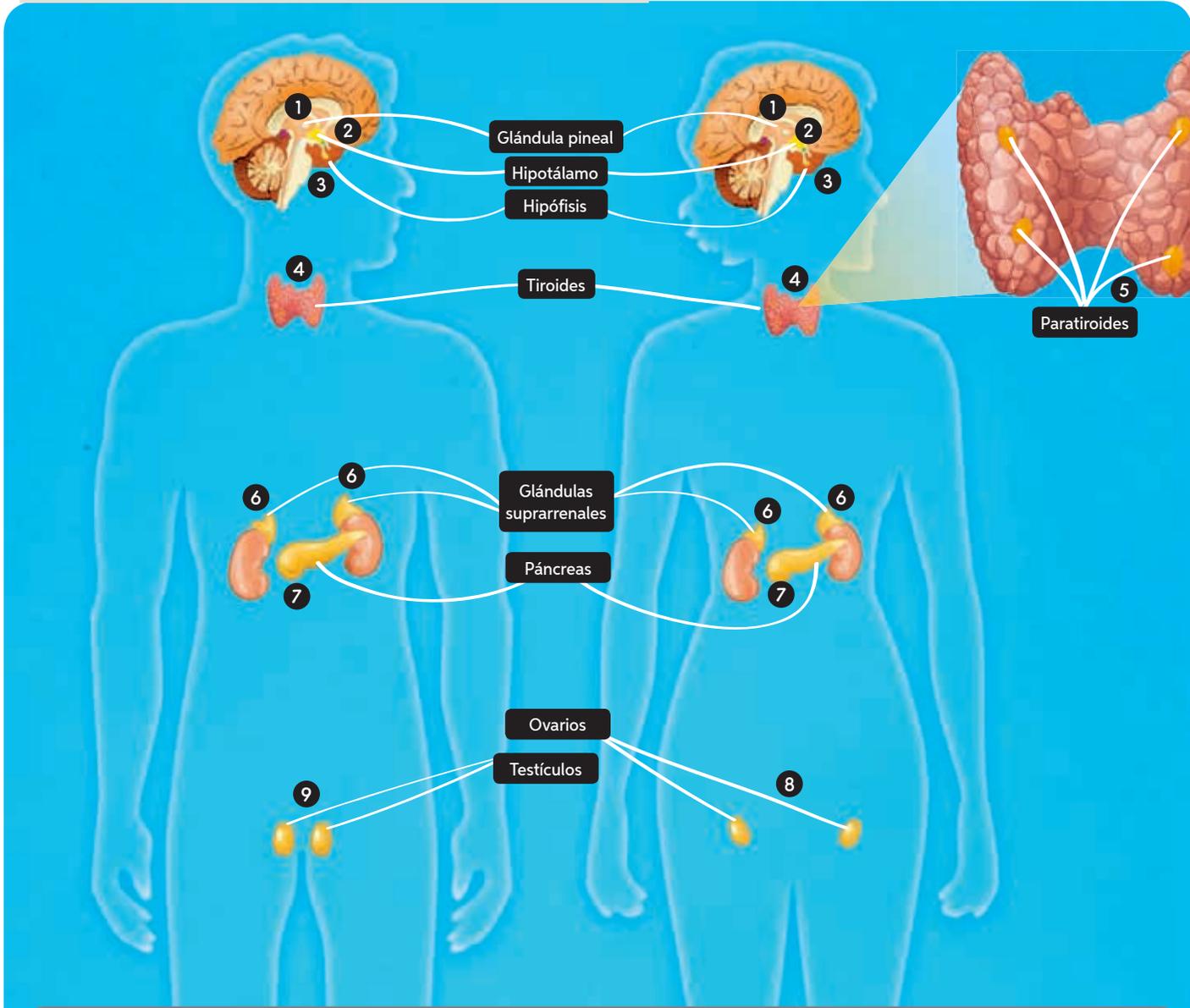
Formen equipos de trabajo de tres integrantes y diseñen un modelo que les permita describir las características y la función de una de las glándulas endocrinas tratadas en estas páginas. Para ello, definan los materiales que van a emplear y los pasos que realizarán para construir su modelo. Una vez realizado, compartan su trabajo con el resto del curso. Finalmente, evalúen:

- ¿Cuán equitativo fue el nivel de participación de cada integrante? Expliquen.
- ¿En qué medida respetaron el procedimiento que acordaron como equipo?

### Aprendizajes previos

- ¿Qué glándulas endocrinas han estudiado en cursos anteriores? ¿Recordaban las funciones que estas cumplían? Expliquen.
- ¿En qué medida lo que habían aprendido respecto de estas glándulas les ayudó a desarrollar la actividad? Describan.

Representación de las principales glándulas endocrinas

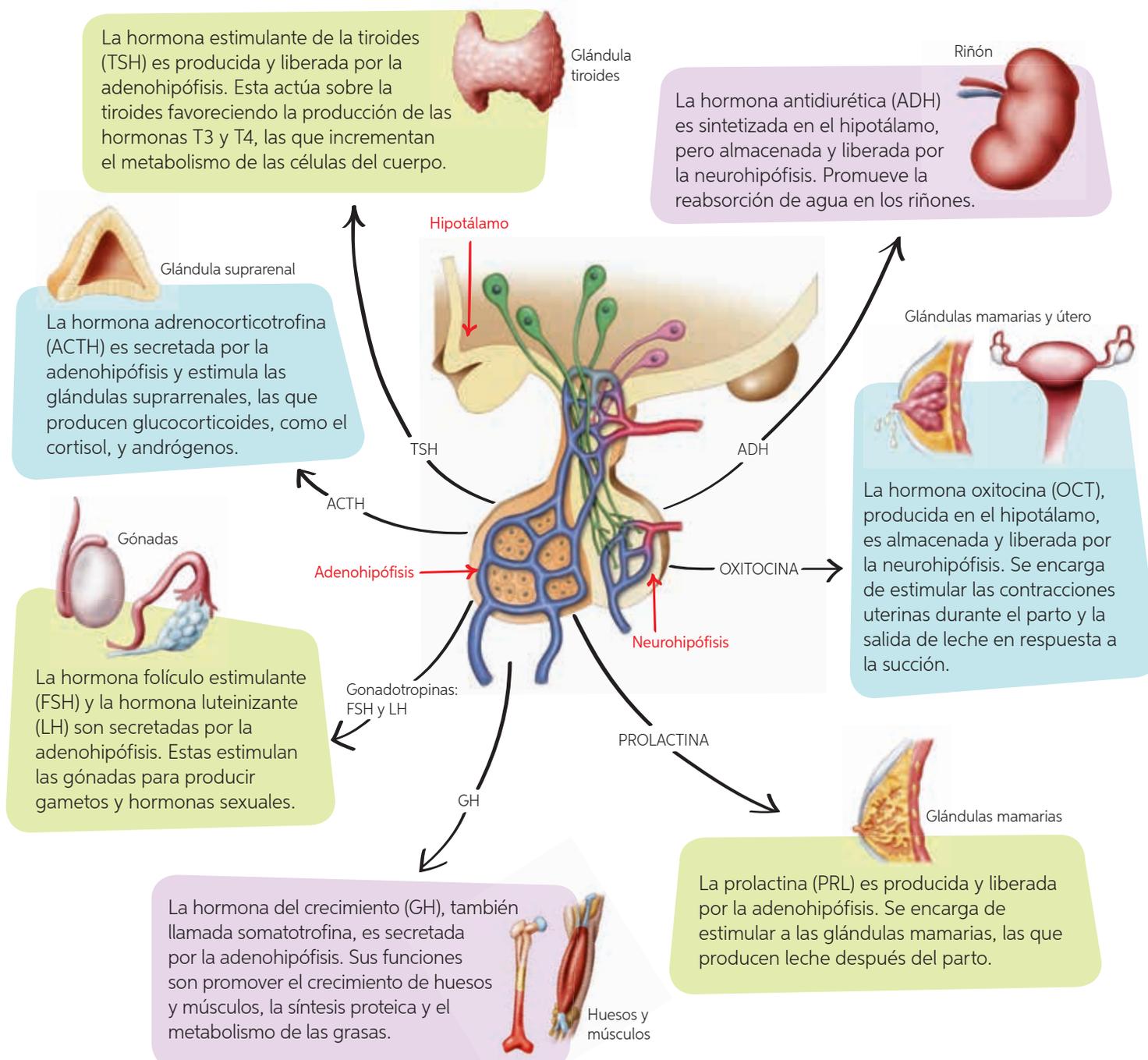


Órganos que, además de sus funciones principales, secretan hormonas		
Órgano	Hormona(s) que secreta	Funciones
Corazón	Péptido auricular natriurético	Incrementa la excreción de sal y agua por los riñones, y dilata los vasos sanguíneos, reduciendo la presión arterial.
Estómago	Gastrina	Estimula la motilidad y la secreción estomacal.
Intestino delgado	Secretina	Estimula la secreción de jugo básico pancreático e inhibe los efectos de la gastrina.
	Colecistoquinina	Estimula la secreción de bilis y la motilidad intestinal.
Riñón	Renina	Actúa sobre proteínas que producen una hormona llamada angiotensina que regula la presión arterial.
	Eritropoyetina	Estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea.
Timo	Timosina	Estimula la proliferación y maduración de los linfocitos T, encargados de la defensa del organismo.

## Regulación de la secreción hormonal

La acción de los sistemas nervioso y la del endocrino se integran mediante el hipotálamo. Esta estructura presenta células nerviosas, que secretan hormonas, denominadas **neurohormonas**. Algunas de estas células secretan hormonas liberadoras o inhibidoras, que controlan la liberación hormonal de la adenohipófisis. Otras, producen hormonas que son almacenadas por la neurohipófisis. Desde la adenohipófisis y la neurohipófisis, las hormonas secretadas ingresan a los capilares y así se distribuyen por todo el cuerpo hasta llegar a sus células blanco. La neurohipófisis alma-

cena y luego libera las neurohormonas producidas por el hipotálamo: la hormona **antidiurética (ADH)** y la **oxitocina (OCT)**. Por su parte, la adenohipófisis produce dos tipos de hormonas: las **tróficas: TSH, gonadotropinas y ACTH**, que estimulan la secreción de otras glándulas endocrinas, como la tiroides y las suprarrenales; y las **no tróficas: prolactina y la hormona del crecimiento (GH)**, que actúan directamente sobre las células blanco. En el siguiente esquema, se representa la liberación de las hormonas desde la hipófisis anterior y posterior.



## Retroalimentación negativa

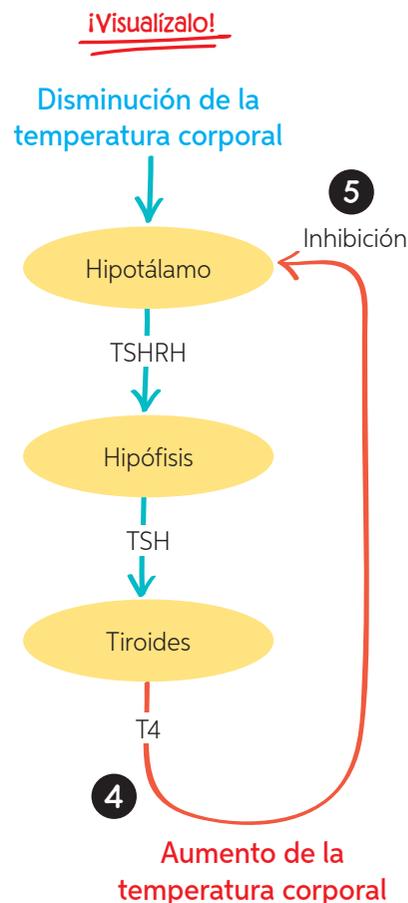
La secreción hormonal es regulada, principalmente, por medio de mecanismos de **retroalimentación negativa**, que permiten mantener el equilibrio de nuestro organismo. Dichos mecanismos están basados en la detección de la concentración de hormona en la sangre o de sustancias producidas por las células blanco.

La **retroalimentación negativa** permite regular la secreción de las glándulas endocrinas hasta que la concentración de las hormonas liberadas alcance valores adecuados en la sangre. Por ejemplo, si la cantidad de una hormona en la sangre, o la respuesta que esta genera en la célula blanco, es baja, la glándula que la produce incrementará la secreción de esta hormona hasta que su concentración alcance los valores adecuados. Por el contrario, si la concentración plasmática de la hormona, o la respuesta que esta genera, es muy elevada, se inhibe la actividad de la glándula que secreta dicha hormona hasta que su concentración en la sangre sea la adecuada. En el siguiente esquema, se representa la regulación hormonal de la temperatura corporal mediante retroalimentación negativa.

**Ojo**

La secreción hormonal también puede ser regulada mediante **retroalimentación positiva**, mecanismo poco frecuente, cuyo efecto es estimular o incrementar la secreción hormonal por parte de la célula o tejido blanco que recibe el estímulo.

- 1 La disminución de la temperatura corporal provoca que el hipotálamo secrete la hormona liberadora de tirotropina (TSHRH).
- 2 La TSHRH estimula la secreción de la hormona estimuladora de la tiroides (TSH) por la adenohipófisis.
- 3 La TSH llega, a través del torrente sanguíneo, hasta la glándula tiroides, donde estimula la secreción de la hormona T4.
- 4 La T4 ocasiona que las células corporales incrementen sus actividades metabólicas, lo que provoca un aumento en la temperatura corporal.
- 5 Los niveles elevados de T4 en la sangre y el aumento de la temperatura corporal inhiben la secreción de TSHRH y de TSH por parte del hipotálamo y de la adenohipófisis, respectivamente.



Las glándulas que no dependen directamente del hipotálamo y la hipófisis, como la paratiroides y el páncreas, también son reguladas mediante mecanismos de retroalimentación negativa. En ciertos casos, la inhibición del efecto de una hormona se puede producir por la liberación de otra hormona de acción opuesta, como ocurre con la insulina y el glucagón, que estudiaremos más adelante.

### Sintetiza tus aprendizajes

Anota en tu cuaderno los conceptos clave que has estudiado, hasta el momento, en esta lección. A partir de ellos, resume y explica la estructura y función del sistema endocrino por medio de un esquema. Comparte tu trabajo con el resto del curso.

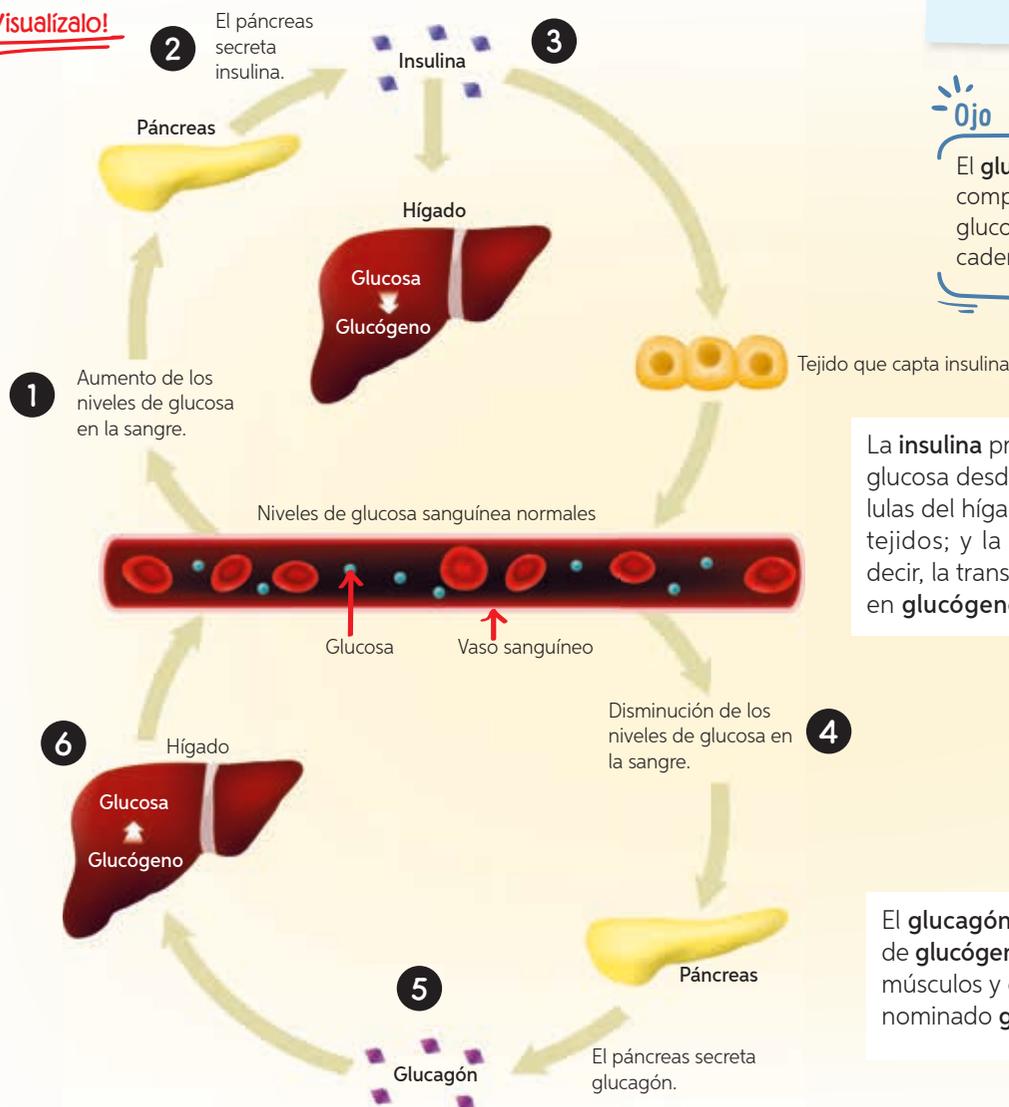
## El rol del páncreas en la regulación de la glicemia

Los seres humanos, al igual que el resto de los organismos, necesitamos energía para vivir. A partir de la glucosa, nuestro cuerpo obtiene la mayor parte de la energía para realizar sus funciones vitales. Por ello, es importante que el nivel de esta sustancia en la sangre, llamado **glicemia**, se mantenga relativamente constante. La regulación de la glicemia involucra diferentes mecanismos, en este caso, estudiaremos la función de las hormonas **insulina** y **glucagón**, que son secretadas por el páncreas.

Antes de continuar, plantea una hipótesis:

¿Cómo variará la glicemia de una persona luego de ingerir un alimento rico en carbohidratos? Fundamenta.

**¡Visualízalo!**



**Ojo**

El **glucógeno** es una molécula compuesta por muchas unidades de glucosa las que, al unirse, forman cadenas largas que se ramifican.

La **insulina** promueve la captación de glucosa desde la sangre hacia las células del hígado, los músculos y otros tejidos; y la **glucogenogénesis**, es decir, la transformación de la glucosa en **glucógeno** al interior del hígado.

El **glucagón** estimula la degradación de **glucógeno** a glucosa en el hígado, músculos y otros tejidos, proceso denominado **glucogenólisis**.

Como viste en el esquema anterior, la insulina y glucagón provocan efectos opuestos en la glicemia. Probablemente recordarás, de años anteriores, que el páncreas también cumple funciones relacionadas con el sistema digestivo, pues produce jugo pancreático que posee enzimas que participan en la digestión de proteínas, carbohidratos y lípidos.

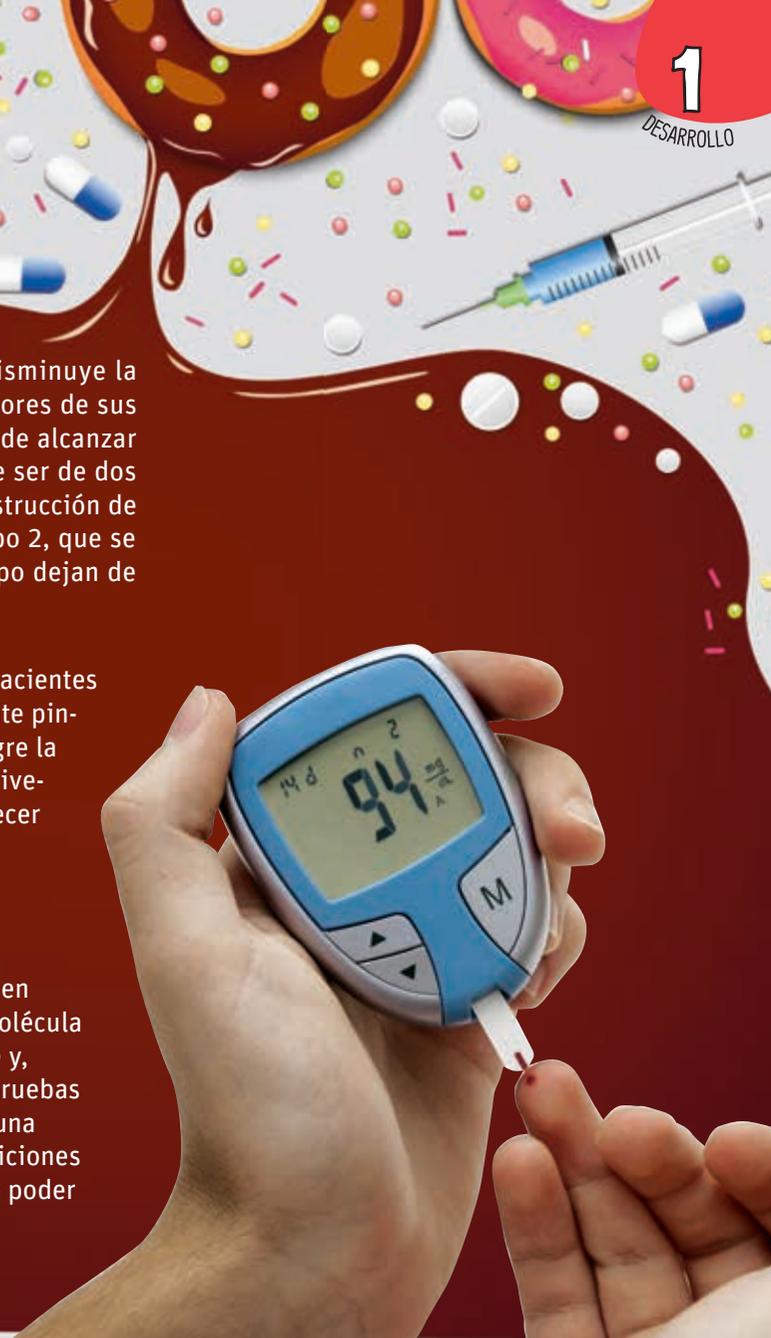
## Diabetes y biosensores

Una deficiencia en la insulina, que es la única hormona que disminuye la concentración de glucosa en la sangre, o una falla en los receptores de sus células blanco, determinan el incremento de la glicemia que puede alcanzar niveles muy altos. Esta afección llamada diabetes *mellitus* puede ser de dos tipos: la diabetes tipo 1, afección autoinmune que provoca la destrucción de las células pancreáticas que producen insulina; y la diabetes tipo 2, que se caracteriza porque los receptores de las células blanco del cuerpo dejan de ser sensibles a la insulina.

Uno de los tratamientos utilizados para la diabetes es el uso de insulina humana sintética. Antes de usar este medicamento, los pacientes deben medir su glicemia varias veces al día. Para ello, comúnmente pinchan la yema de sus dedos, con el fin de obtener una gota de sangre la que, posteriormente, depositan en un instrumento que mide los niveles de glucosa en la sangre. El procedimiento anterior podría parecer invasivo para muchas personas.

Ante lo anterior, un equipo de investigación de la Universidad de Purdue, en Estados Unidos, ha creado un biosensor que puede detectar concentraciones diminutas de glucosa en la saliva, las lágrimas y la orina. Este dispositivo es capaz de detectar glucosa en concentraciones tan bajas como 0,3  $\mu\text{M}$ , y de diferenciar a esta molécula de otros compuestos que se encuentran comúnmente en la sangre y, que a menudo, causan interferencia en sensores. Además de las pruebas de diabetes, la tecnología puede ser utilizada en la detección de una variedad de compuestos químicos para las pruebas de otras condiciones médicas, por ejemplo, para medir el neurotransmisor glutamato y poder diagnosticar el Parkinson y el Alzheimer.

Fuente: Venere, E. (2012). Sensor detects glucose in saliva and tears for diabetes testing. Purdue.edu. (Adaptación).



- ¿Qué ventajas presenta el uso del sensor en comparación con el método tradicional para medir la glicemia? Explica.
- ¿Crees que el biosensor puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas que padecen diabetes? Fundamenta.
- ¿Cómo te gustaría que fueran los dispositivos para medir la glicemia en el futuro? Describe.

### Avanza en tu proyecto

Formen equipos de trabajo de tres integrantes e investiguen sobre las causas, síntomas, posibles secuelas y medidas de autocuidado y/o prevención para los distintos tipos de diabetes mellitus que se conocen. Luego, elaboren uno o más artículos sobre este contenido que puedan incluir en su proyecto de revista. Pueden ingresar el código **18TB2M057a**, en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>.

### Científicas chilenas

La doctora Paulette Conget y su equipo de trabajo demostraron que la administración en ratones de un tipo de células madre obtenidas de un donante sano corrige la diabetes *mellitus* tipo 1. Actualmente se encuentran realizando un estudio clínico con pacientes humanos, cuyos resultados son promisorios.

Las células madre pueden formar distintos tipos de células y son capaces de autoreproducirse.



## Antecedentes



La regulación de la concentración de glucosa en la sangre es fundamental para el correcto funcionamiento de nuestro organismo. Como acabas de estudiar, en este proceso participan dos hormonas que tienen efectos contrarios: la insulina y el glucagón. Mediante la siguiente actividad, te invitamos a representar su funcionamiento.

### 1 PASO

#### Lee y realiza el procedimiento.

Reúnanse en duplas de trabajo y revisen la información descrita a continuación. Luego, respondan la pregunta propuesta.

- Consigan tijeras, plumón, cartulinas roja, azul y amarilla.
- Recorten 15 tarjetas de color rojo, dos de color azul y dos de color amarillo.
- Escriban en las tarjetas lo siguiente:



**Tarjetas rojas:** en la cara de color de cada tarjeta, escriban Glucosa (90 mg/100 mL de sangre). Al reverso, escriban Glucógeno.



**Tarjetas azules:** en la cara de color, escriban Insulina.



**Tarjetas amarillas:** en la cara de color, escriban Glucagón.

### 2 PASO

#### Relaciona el modelo con el objeto de estudio.

Antes de utilizar el modelo, consideren lo siguiente:

- Las tarjetas rojas representan la glucosa. Si voltean una, convierten glucosa en glucógeno o viceversa.
- Las tarjetas azules, que representan la insulina, pueden convertir una tarjeta de glucosa en glucógeno.
- Las tarjetas amarillas, que representan el glucagón, pueden convertir una tarjeta de glucógeno a glucosa.

### Ojo

Después de ingerir alimento rico en carbohidratos, la concentración de glucosa en la sangre aumenta, pero luego vuelve a su valor normal, que fluctúa entre los 70 y 100 mg/dL en ayuno.

## PASO 3

Utiliza el modelo para representar y explicar fenómenos.

- Asignen a cada integrante del equipo de trabajo las letras A, B y C.
- Ubiquen nueve tarjetas de glucosa sobre una mesa, con la cara de color rojo hacia arriba. Esto representa niveles normales de glucosa en la sangre (90 mg/100mL). El resto de las tarjetas distribúyanlas entre los y las integrantes del grupo de la siguiente manera:
  - Estudiante A: dos tarjetas de glucosa con la cara de color rojo hacia arriba.
  - Estudiante B: dos tarjetas azules (insulina) y dos amarillas (glucagón).
  - Estudiante C: cuatro tarjetas de glucosa, pero con la cara que dice glucógeno hacia arriba.
- Simulen el efecto de la ingesta de una comida. Para ello, el o la estudiante A debe agregar una tarjeta de glucosa a las nueve de la mesa. ¿Cómo responde el organismo frente a esto? Comenten. Luego, los o las estudiantes B y C usan sus tarjetas para representar cómo el organismo responde frente al incremento de glucosa sanguínea.
- Simulen el efecto del ejercicio físico en los niveles de glucosa en la sangre. Para ello, el o la estudiante A saca una de las nueve tarjetas de la mesa. Los o las estudiantes B y C representan cómo el organismo responde frente al descenso de la glicemia, usando sus tarjetas.
  - ¿Qué órgano representa el o la estudiante B?
  - ¿Cómo respondieron los o las estudiantes B y C frente al incremento y al descenso de la glicemia?



## Ojo

Realicen dos o tres rondas más en la que simulen cómo responde el organismo ante distintas situaciones relacionadas con la regulación de la glicemia. Por ejemplo, un ayuno prolongado o la ingesta de un alimento como un sándwich.

## PASO 4

Evalúa el trabajo.

- Reflexionen sobre su desempeño personal y grupal. A partir de ello, señalen cuáles aspectos de su trabajo podrían reforzar y cuáles deberían mejorar.

## Ahora tú

Diseñen un modelo que les permita representar alguno de los contenidos estudiados durante este tema, de forma creativa y entretenida. Para ello, realicen los pasos de este taller y hagan libre uso de su imaginación.

 Portafolio

1. Como grupo curso, seleccionen los contenidos que les parezcan adecuados para su revista y, con ellos, creen uno o más materiales lúdicos que puedan incluir en ella, por ejemplo, sopa de letras, juego de tablero, cartas, etc.
2. Reflexionen de forma individual en torno a estas preguntas: 

¿Cómo el trabajo colaborativo te ha ayudado a cumplir tus desafíos y metas?

¿Cuán respetuoso o respetuosa has sido al momento de escuchar las opiniones, argumentos y propuestas de los demás integrantes de los equipos de trabajo a los que has pertenecido?

## Tema: Regulación hormonal de las funciones reproductivas

En este tema explicarás, mediante modelos, cómo ciertas hormonas regulan el desarrollo de caracteres sexuales y de las funciones reproductivas. Para ello, te proponemos el siguiente **desafío**:

➔ **Construir** modelos gráficos sobre la regulación de las hormonas sexuales.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Durante el estudio de este tema, te invitamos a efectuar acciones y adoptar hábitos propios de un trabajo realizado con **esfuerzo** y **perseverancia**. Por ejemplo, manipular materiales de forma ordenada y precisa, y ejecutar procedimientos de manera rigurosa.

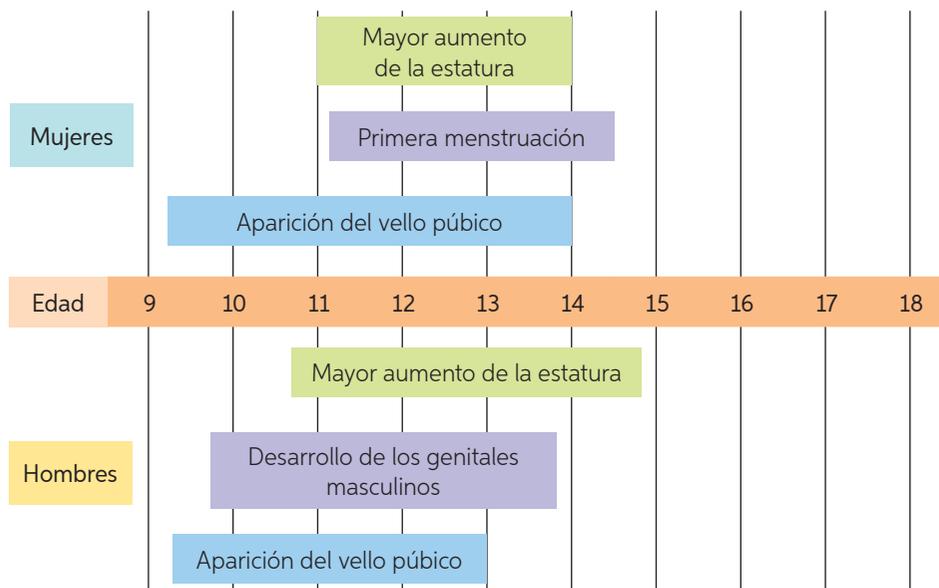
## Hormonas y cambios en la pubertad

Las personas, a lo largo de nuestra vida, experimentamos diversos cambios, los cuales están asociados a las diferentes etapas del desarrollo humano: niñez, adolescencia, adultez y vejez. Las transformaciones que se van produciendo entre cada una de estas fases afectan distintos aspectos de la vida. Posiblemente, tú ya has experimentado algunas de ellas al pasar de la niñez a la adolescencia.

Durante el término de la niñez y el inicio de la adolescencia, generalmente entre los diez y los doce años de edad, se producen múltiples cambios físicos que ocasionan la maduración de los sistemas reproductores y la aparición de los **caracteres sexuales secundarios** en el hombre y en la mujer. A esta etapa se la denomina **pubertad**. Los cambios que ocurren en ella se deben a un aumento en la secreción de la **hormona liberadora de gonadotropinas** o **GnRH**, lo que desencadena un incremento en la concentración sanguínea de las **hormonas gonadotropinas LH** y **FSH**, secretadas por la adenohipófisis. Ambas hormonas actúan sobre las **gónadas**, testículos y ovarios, ocasionando que estas liberen **hormonas sexuales: testosterona** en el caso de los hombres; y **estrógenos** y **progesterona** en el caso de las mujeres.

En el siguiente esquema se señalan algunos cambios físicos en el hombre y en la mujer durante la pubertad, y el rango de edad en que algunos de estos cambios ocurren.

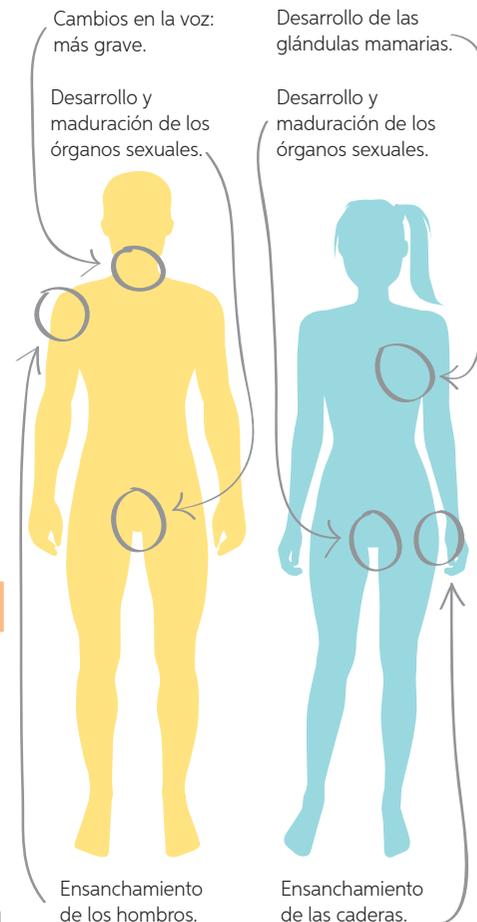
Rangos de edad en que se inician algunos cambios físicos y fisiológicos en la pubertad



Fuente: Archivo editorial.

### Avanza en tu proyecto

Junto con tu curso, averigüen, en fuentes de información confiables, las principales medidas de autocuidado en la pubertad y adolescencia, considerando la actividad física e higiene corporal. Comuniquen su investigación por medio de modelos que puedan fotografiar o escanear, para ser incluidos en su revista. Si lo desean, ingresen los códigos ◀ **18TB2M060a** y ◀ **18TB2M060b**, en el sitio: <http://codigos.auladigital.cl>.



Antecedentes



Los cambios en la pubertad se producen a partir de señales químicas desde el hipotálamo hacia la hipófisis la que, a su vez, transmite otras señales a los ovarios y testículos, los que producen hormonas sexuales. La variación en la producción de estas hormonas en hombres y mujeres, entre la niñez y pubertad, se presenta en la tabla.

Concentración de hormonas sexuales durante la niñez y la pubertad				
Edad	Concentración sanguínea de gonadotropinas (U. I.)		Concentración sanguínea de hormonas sexuales (ng/100 mL)	
	Hombre	Mujer	Hombre (testosterona)	Mujeres (estrógenos)
7 años (prepuberal)	9,1	8,4	6,9	10
15 años (pospuberal)	16,7	13,2 a 52	260 a 1400	65 a 710

Fuente: Ministerio de Educación (2004). *Programa de estudio Biología Segundo Medio*. (2.ª ed.). Santiago: UCE. (Adaptación).

**PASO 1**

**Lee y realiza el procedimiento.**

Reúnanse en parejas y propongan un modelo que les permita explicar, de forma gráfica e ilustrativa, los datos presentados por este estudio del año 2004. Para ello, realicen lo que se señala a continuación.

- Diseñen al menos dos propuestas diferentes de modelo y elaboren un boceto de cada una. Luego, compárenlas y elijan la que más les guste.
- Hagan un listado con los materiales que van a utilizar y describan el procedimiento que utilizarán para desarrollar su modelo.
- Lleven a cabo sus modelos respetando el procedimiento descrito.

**PASO 2**

**Relaciona el modelo con el objeto de estudio.**

Procuren que sus modelos les permitan representar de forma correcta el proceso o fenómeno que están estudiando. Para ello, planteen preguntas cuyas respuestas permitan explicar dicho fenómeno y cerciórense de que estas interrogantes puedan ser resueltas mediante la observación y análisis de su modelo. Por ejemplo, ¿cómo varía la secreción de hormonas sexuales en hombres y mujeres entre los 7 y los 15 años de edad?

**PASO 3**

**Utiliza el modelo para representar y explicar fenómenos.**

Compartan su modelo con el resto del curso y úsenlo para explicar diferentes características del fenómeno representado, por ejemplo, comparar la concentración de hormonas sexuales en hombres y mujeres antes de la pubertad.

**PASO 4**

**Evalúa el trabajo.**

Respondan de forma individual las siguientes preguntas.

- ¿Cómo fue tu desempeño al realizar el procedimiento?, ¿efectuaste los pasos que acordaste con tu compañero o compañera?
- ¿Qué modificaciones le harías al modelo con el fin de mejorarlo?

**Ahora tú**

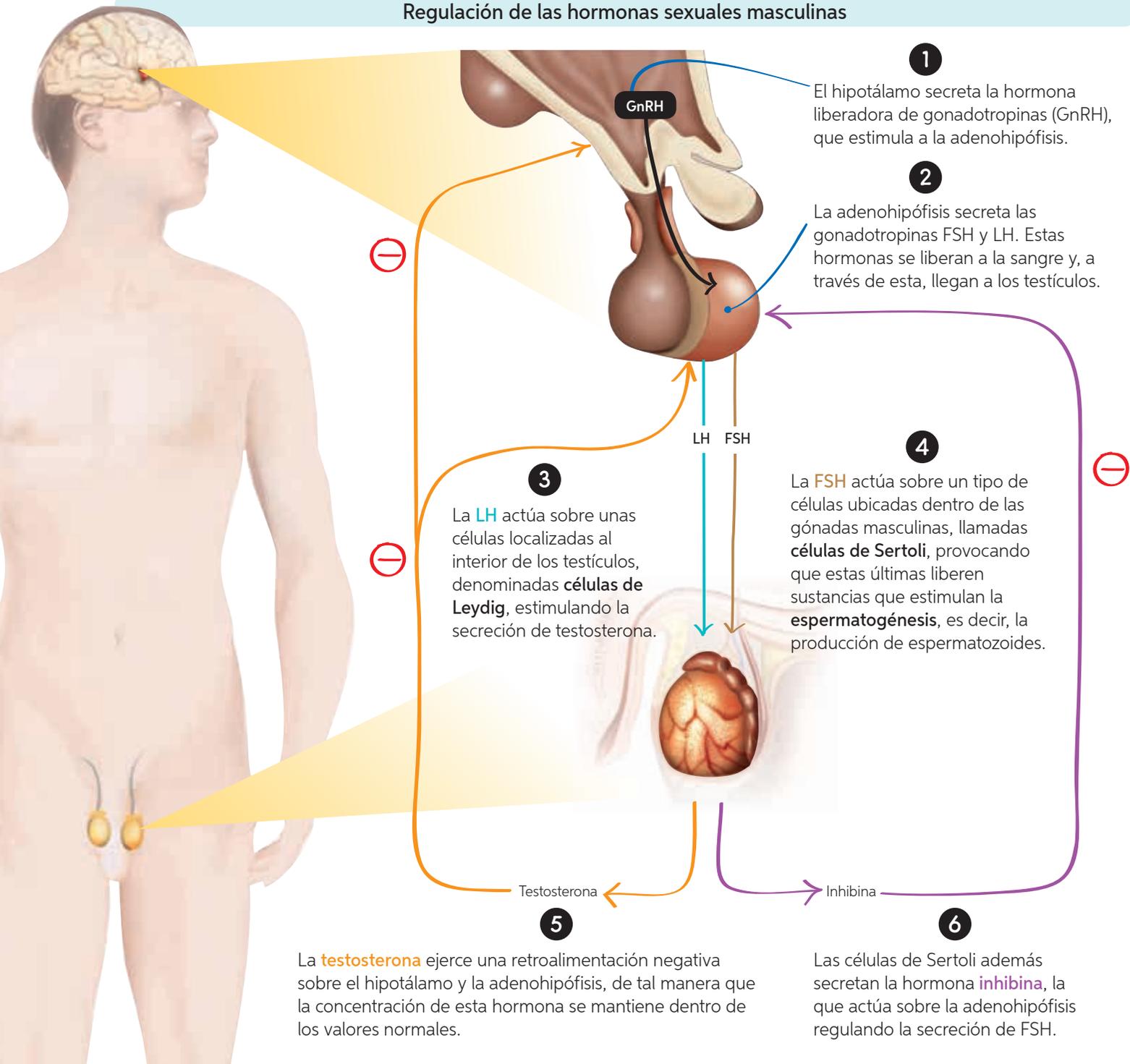
Aplicuen los pasos de este taller para elaborar un modelo que les permita representar los datos presentados en el esquema de la **página 60**.

## Regulación de las hormonas sexuales

Las gónadas: testículos y ovarios, además de cumplir una función endocrina, que efectúan por medio de las hormonas que secretan, también tienen un importante rol en las funciones reproductivas pues, en su interior, contienen células a partir de las cuales se forman los gametos masculinos o espermatozoides, y los gametos femeninos u ovocitos.

Ambos procesos, la secreción hormonal de las gónadas y la producción de gametos, presentan mecanismos de regulación que estudiaremos por medio de los esquemas que se muestran a continuación.

### Regulación de las hormonas sexuales masculinas



1

El hipotálamo secreta la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que estimula a la adenohipófisis.

2

La adenohipófisis secreta las gonadotropinas FSH y LH. Estas hormonas se liberan a la sangre y, a través de esta, llegan a los testículos.

4

La **FSH** actúa sobre un tipo de células ubicadas dentro de las gónadas masculinas, llamadas **células de Sertoli**, provocando que estas últimas liberen sustancias que estimulan la **espermatogénesis**, es decir, la producción de espermatozoides.

3

La **LH** actúa sobre unas células localizadas al interior de los testículos, denominadas **células de Leydig**, estimulando la secreción de testosterona.

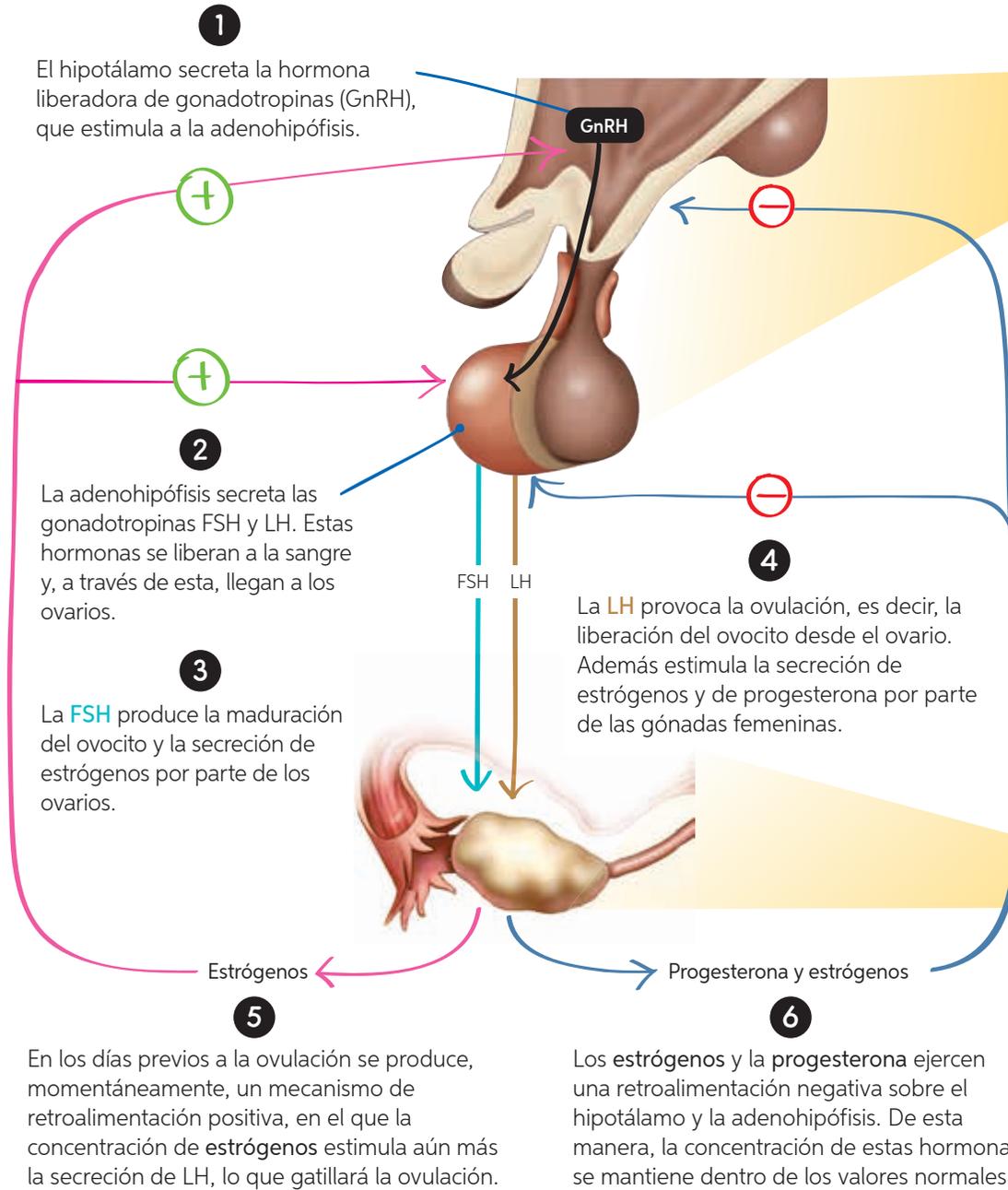
5

La **testosterona** ejerce una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo y la adenohipófisis, de tal manera que la concentración de esta hormona se mantiene dentro de los valores normales.

6

Las células de Sertoli además secretan la hormona **inhibina**, la que actúa sobre la adenohipófisis regulando la secreción de FSH.

## Regulación de las hormonas sexuales femeninas



### Crea un modelo sobre la regulación de las hormonas sexuales

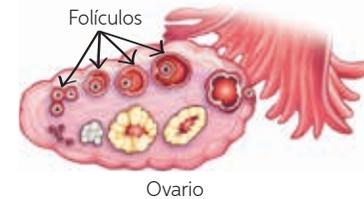
- Formen equipos de trabajo de tres integrantes y elaboren un modelo sobre la regulación hormonal del sistema reproductor masculino y femenino, y los cambios puberales asociados. Para ello, señalen los materiales que usarán y el procedimiento que llevarán a cabo.
- Desarrollen su modelo de acuerdo a su planificación. Pueden complementar la información de estas páginas accediendo al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresando el código ◀18TB2M063a.
- Compartan con el resto del curso, el modelo que efectuaron y, de ser posible, tomen fotografías de este que puedan incluir en su proyecto de revista. Finalmente, reflexionen en torno a esta pregunta:  
¿Qué importancia le atribuyen al esfuerzo y perseverancia en el desarrollo de un trabajo riguroso y de calidad? Expliquen.

## Ciclo menstrual

A diferencia del hombre, la secreción de hormonas sexuales en la mujer se produce de manera cíclica. De esta forma, acontecen cambios que preparan al sistema reproductor ante un posible embarazo. Este evento, llamado **ciclo menstrual**, se repite mes a mes y tiene una duración generalmente de 28 días, aunque esta puede variar. El ciclo menstrual se puede describir mediante dos eventos que ocurren simultáneamente: el **ciclo ovárico**, cambios que se producen en los **folículos** al interior del ovario; y el **ciclo uterino**, transformaciones que experimenta el útero. Ambos procesos que se explican a continuación y están representados en el esquema de la siguiente página.



Los **folículos** son estructuras ubicadas al interior de los ovarios, cada una de ellas formada por un ovocito que está rodeado por **células foliculares**.



El ciclo ovárico se divide en tres fases:

### 1 Fase folicular

Aumenta la secreción de gonadotropinas por parte de la adenohipófisis, principalmente de FSH, lo provoca la maduración de los folículos y el aumento gradual de los niveles de estrógenos. La duración de esta fase es variable, entre diez días a tres semanas.

### 2 Ovulación

El ovocito es expulsado desde el ovario hacia el oviducto, producto de un aumento abrupto en la concentración de LH, debido al aumento de los niveles de estrógenos. La ovulación generalmente ocurre el día 14 del ciclo menstrual, sin embargo, no siempre es así, debido a la duración variable de la fase folicular.

### 3 Fase lútea

Durante esta etapa, el remanente de células foliculares, que quedó al interior del ovario, forma una estructura llamada **cuerpo lúteo**, la cual secreta estrógenos y, principalmente, progesterona, que mantienen las condiciones del útero ante un eventual embarazo. Si el ovocito no es fecundado, el cuerpo lúteo deja de ser funcional y el ciclo ovárico vuelve a comenzar. La duración de esta fase es de 14 días.

●●● Actividad colaborativa

### Selecciona y usa modelos sobre el ciclo menstrual

Reúnanse en duplas de trabajo e investiguen, en diversas fuentes, diferentes modelos en los que se representen los ciclos ovárico y uterino. Luego, elijan uno de ellos y, a partir de este y de los contenidos de estas páginas, elaboren su propio modelo. Compartan y expliquen su trabajo al resto del curso.

El ciclo uterino también se divide en tres fases:

### 1 Menstruación

Esta etapa constituye el inicio de la fase folicular y corresponde a la expulsión, a través de la vagina, de sangre y tejido, provenientes del desprendimiento del endometrio, capa más externa del útero. Se produce debido al descenso en los niveles de estrógenos y progesterona. Su duración es de tres a siete días.

### 2 Fase proliferativa

Esta etapa coincide con la última parte de la fase folicular. En ella, los folículos en desarrollo secretan estrógenos. El aumento de la secreción de estrógenos estimula el engrosamiento del endometrio e induce a que la adenohipófisis eleve la secreción de FSH y LH.

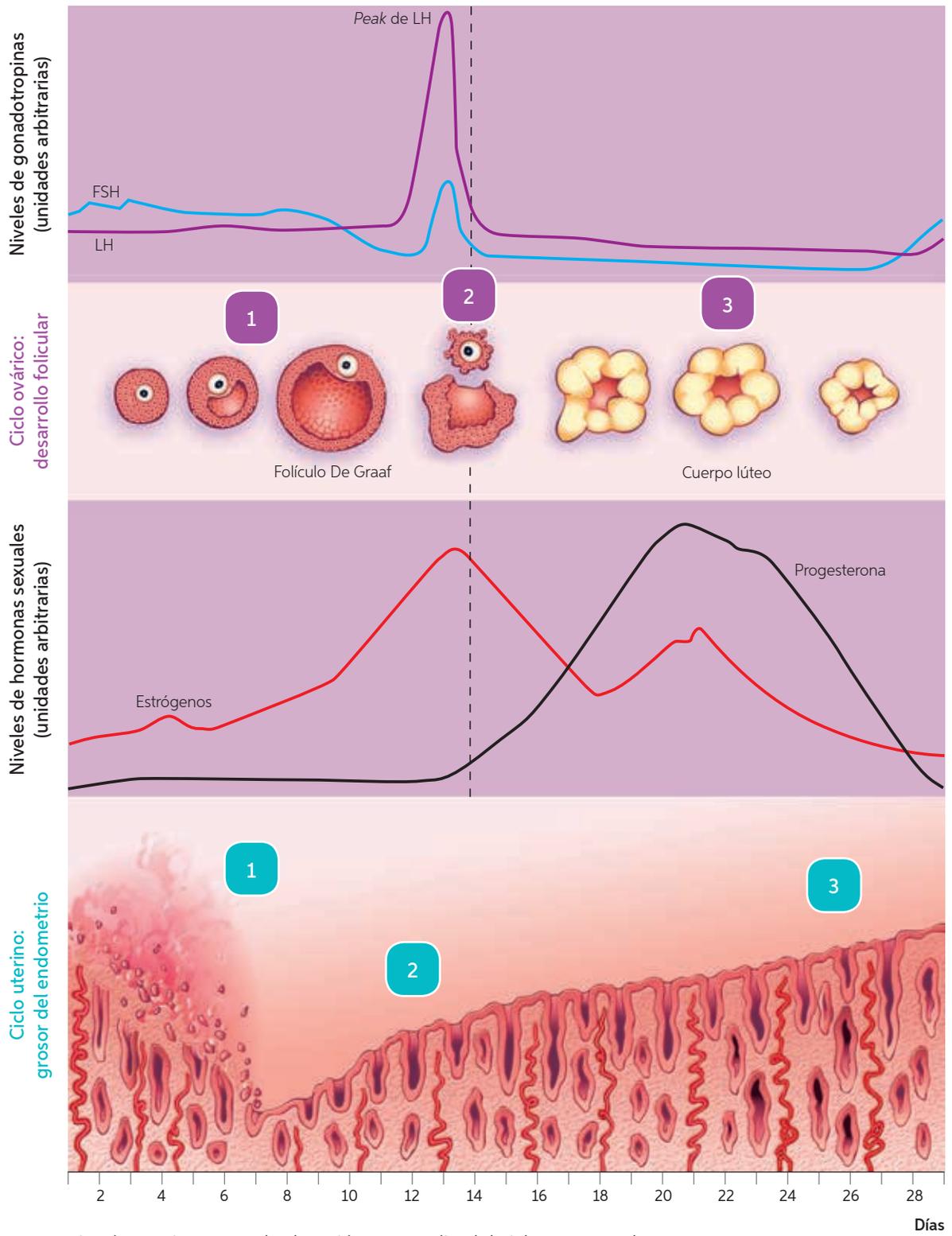
### 3 Fase secretora

Luego de la ovulación, las hormonas secretadas por el cuerpo lúteo estimulan el desarrollo y mantenimiento del endometrio. De no haber fecundación, la pérdida de funcionalidad del cuerpo lúteo y la consecuente disminución de los niveles de las hormonas que este secreta gatillarán una nueva menstruación. Esta etapa coincide con la fase lútea del ciclo ovárico, por lo que también dura 14 días.

### Mundo digital

Para guiar esta actividad, pueden ingresar el código **18TB2M064a**, en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, y acceder al recurso interactivo sobre el ciclo menstrual.

Cambios que ocurren en el ciclo menstrual

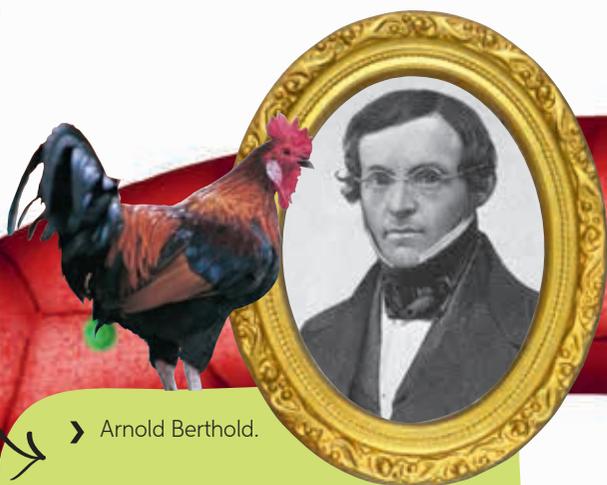


Como se mencionó anteriormente, la duración promedio del ciclo menstrual es de 28 días. Sin embargo, existen ciclos que pueden durar menos, por ejemplo, los de 24 días; o más, como los de 35 días.

## El sistema endocrino a lo largo de la historia

La endocrinología, es decir, el estudio de la estructura, función y alteraciones de las glándulas endocrinas, es un área relativamente reciente, pues su desarrollo formal, como disciplina científica, se inició en el siglo XX. Sin embargo, las primeras evidencias relacionadas con esta área del conocimiento se remontan a la Antigüedad.

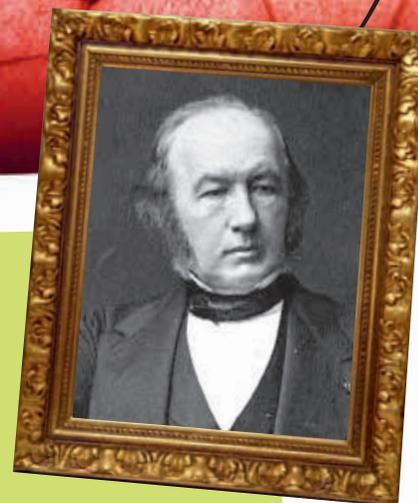
Las glándulas que se conocían en la Antigüedad fueron la hipófisis, el páncreas, las gónadas y la glándula pineal. Además, en esa época ya se sabía sobre la diabetes. Por ejemplo, en el papiro de Ebers, tratado médico redactado en el antiguo Egipto, se mencionan síndromes poliúricos (excreción aumentada de orina, por sobre los valores normales). Los chinos, por su parte, describían síntomas como sed extrema, infecciones a la piel y de orina tan dulce que atraía a los perros. Los indios, denominaban a este trastorno como la "madhummeda", o enfermedad de la orina de miel.



➤ Arnold Berthold.

Durante el siglo XIX, el científico Arnold Berthold comprobó que la presencia de testículos estaba relacionada con la aparición de los caracteres sexuales secundarios en pollos machos, como el desarrollo de plumaje y de la cresta, y la emisión del canto. A partir de esta investigación, fue posible relacionar un órgano con una función endocrina específica.

En esta misma época, el médico Claude Bernard estableció la noción de secreción interna al observar que el páncreas vierte en la circulación sanguínea una sustancia que contribuye a la regulación de los niveles de glucosa en la sangre.



⤴ Claude Bernard.

En el siglo XX, los investigadores William Maddock Bayliss y Ernest H. Starling descubrieron que en el organismo existen sustancias químicas que actúan sobre tejidos que están distantes de los órganos que los sintetizan. Años más tarde, denominaron a estas sustancias como hormonas.



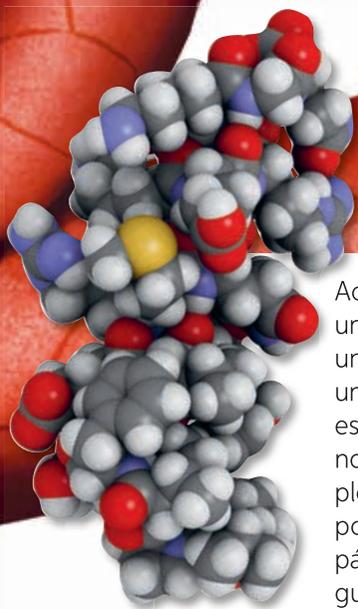
Mauilly Fox

^ William Maddock Bayliss.



^ Ernest H. Starling.

Avances en el conocimiento de la estructura y función del ADN, y el desarrollo de técnicas de ingeniería genética han permitido producir hormonas peptídicas, como la insulina humana sintética y la hormona del crecimiento.



Actualmente, se sabe que las células endocrinas no secretan un solo tipo de hormona, sino varias, las que se pueden ligar a un variado número de receptores los que, a su vez, se pueden unir a diferentes hormonas, con distinta afinidad. Por lo mismo, es muy probable que se descubran nuevos órganos endocrinos y múltiples funciones para hormonas ya conocidas. Ejemplo de ello es la ghrelina, hormona secretada principalmente por el estómago y, en menor proporción, por el intestino, el páncreas, el riñón, la placenta, el hipotálamo y la hipófisis. Algunas de sus funciones están relacionadas con la regulación del apetito y del equilibrio energético.

- ¿Cómo crees que sería nuestra sociedad actual si no se hubieran efectuado hallazgos como los presentados en estas páginas? Describe.
- Si fueras una científica o científico especializado en el estudio del sistema endocrino, ¿qué te gustaría investigar?, ¿cuáles serían tus metas? Explica.

## Portafolio

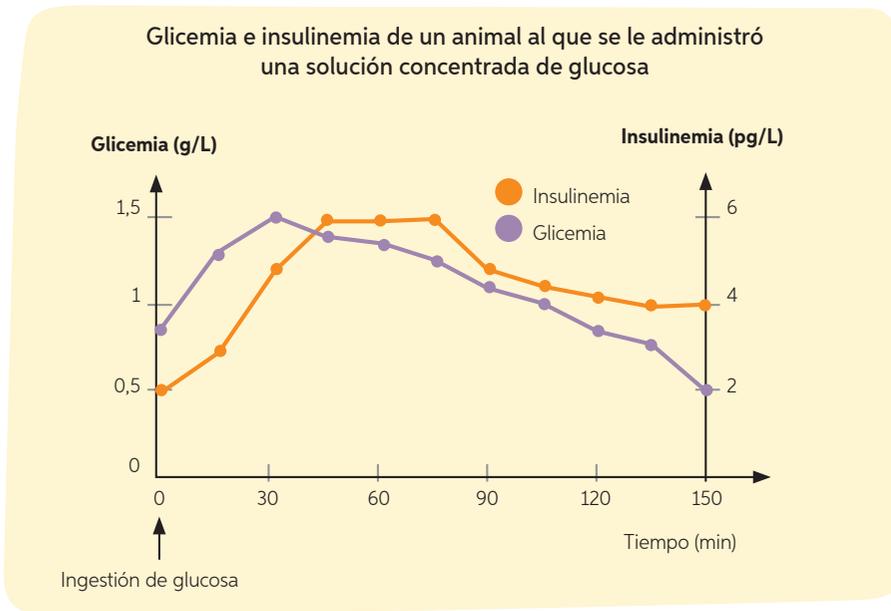
1. Como curso, organicéense en equipos de trabajo encargados de seleccionar información, abordada en este **Tema**, que puedan usar en su proyecto. A partir de ello, elaboren materiales gráficos que les permitan representar los contenidos estudiados, como esquemas visuales, infografías y dibujos. Incluyan estos materiales como recursos de apoyo para los artículos de su revista.
2. Reflexionen de forma personal en torno a estas preguntas:

¿Cuán persistente fuiste al momento de realizar las actividades propuestas?

¿Cómo te has ido cerciorando de estar cumpliendo los propósitos de cada actividad junto con las metas que te propusiste al inicio de la unidad?

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje, mediante las siguientes actividades.

- 1 En un laboratorio, se le administró a un animal una solución concentrada de glucosa, con la finalidad de medir cómo varía la glicemia e insulinemia respectivamente. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente gráfico:



La insulinemia corresponde a los niveles de la hormona insulina en la sangre.

Fuente: Programa de Estudio Biología Segundo Medio. Mineduc. (2004). Santiago: Unidad de Currículum y Evaluación. (Adaptación).

Respecto del análisis del gráfico anterior, responde las preguntas planteadas:

- ¿Qué problema de investigación habrán querido resolver los científicos y científicas del laboratorio? Plantéalo.

---



---

- ¿Qué hipótesis podrías formular a partir de este problema?

---



---

- ¿En qué tiempo se registran los niveles máximos de glucosa e insulina?

---



---

- ¿Qué tipo de relación puedes establecer entre la glicemia y la insulinemia? ¿Cómo explicarías esta relación?

---



---



---

- ¿Cómo crees que variarían las curvas de glicemia e insulinemia si este mismo animal experimentara un ayuno prolongado? Formula y fundamenta tu predicción.

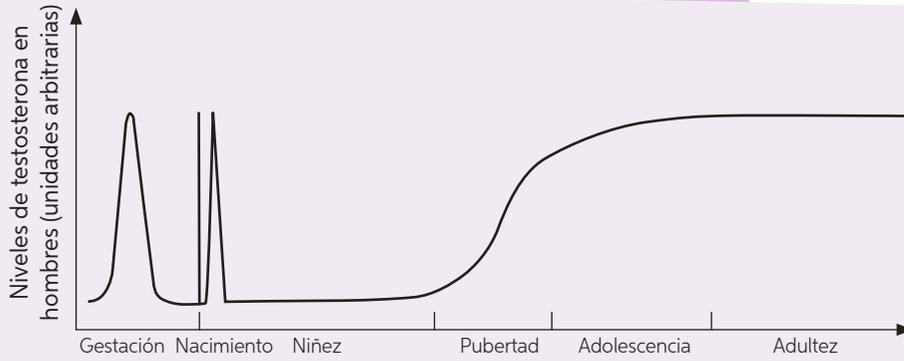
---



---

- 2 El siguiente gráfico muestra la concentración de testosterona en la sangre, en hombres, durante sus diferentes etapas del desarrollo. Haciendo uso de los datos presentados en el gráfico, realiza lo solicitado:

**Niveles de testosterona humana en diferentes etapas de desarrollo**



Fuente: Lenz et al. (2012). Sex hormone activity in alcohol addiction: Integrating organizational and activational effects. *Progress in Neurobiology*, 96(1), 136 – 163. (Adaptación).

Describe cómo varían los niveles de testosterona durante las diferentes etapas del desarrollo en un hombre.

**¿Cómo has aprendido?**

- 1 Responde, usando los aprendizajes alcanzados, la pregunta esencial de esta lección: **¿Cómo son reguladas las funciones corporales?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la lección.

Aprendizajes	Muy bien	Bien	Suficiente	Insuficiente
Analizar la regulación de la glicemia mediante hormonas pancreáticas.				
Interpretar la regulación hormonal de caracteres sexuales y funciones reproductivas.				

- 3 Evalúa la efectividad de las estrategias de estudio que has usado. Marca con un ✓ la opción que más represente tu valoración.

Estrategias	Me ha sido útil	La debo replantear	Estrategias	Me ha sido útil	La debo replantear
Crear y usar modelos.			Otra:		
Hacer dibujos y esquemas.			Otra:		

# Síntesis activa

A continuación, se presentan nociones esenciales sobre los contenidos que estudiaste en la unidad y las páginas donde estos se encuentran. Si quieres reforzar algunos de ellos, regresa a las páginas señaladas.

## ¿Qué descubriste?

### Lección 1

Páginas 24 a 47

¿Cómo el cuerpo coordina las acciones que realiza?

- El sistema nervioso, encargado de controlar y coordinar muchas respuestas de nuestro organismo, se puede dividir en sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso periférico (SNP).
- El SNC está compuesto por el encéfalo y por la médula espinal. El SNP está formado por agrupaciones de neuronas que permiten que el SNC se comunique con el resto del cuerpo.
- Las neuronas son células nerviosas que almacenan y transmiten información mediante impulsos nerviosos.
- Es importante adoptar medidas de autocuidado para proteger el sistema nervioso ante riesgos como traumatismos, falta de horas de sueño y el uso de drogas.



### Lección 2

Páginas 48 a 69

¿Cómo son reguladas las funciones corporales?

- El sistema endocrino actúa mediante sustancias llamadas hormonas que son secretadas por glándulas endocrinas.
- La retroalimentación negativa es un mecanismo de regulación de la secreción hormonal, que permite mantener los niveles de hormonas en la sangre dentro de un rango adecuado.
- Las hormonas pancreáticas, insulina y glucagón, permiten regular la glicemia, es decir, la concentración de glucosa en la sangre.
- Las hormonas sexuales regulan la aparición de caracteres sexuales secundarios y funciones reproductivas, como la formación de gametos y, en el caso de las mujeres, el ciclo menstrual.



## ¿Cómo lo descubriste?

### Habilidades científicas

- Describiendo y explicando fenómenos mediante modelos.
- Desarrollando una investigación científica documental y experimental.

### Actitudes científicas

- Desmostrando interés y curiosidad por el conocimiento.
- Valorando el cuidado de la salud y e integridad de las personas.

### Habilidades científicas

- Representando y describiendo fenómenos mediante modelos.
- Seleccionando y creando modelos para explicar procesos biológicos.

### Actitudes científicas

- Trabajando responsablemente en forma proactiva y colaborativa.
- Esforzándome y perseverando en el trabajo.

¿Cuán conforme estás frente a los logros que obtuviste al trabajar estos contenidos, habilidades y actitudes?

¿Qué habilidades te costó menos desarrollar?, ¿qué actitudes podrías reforzar y mejorar?

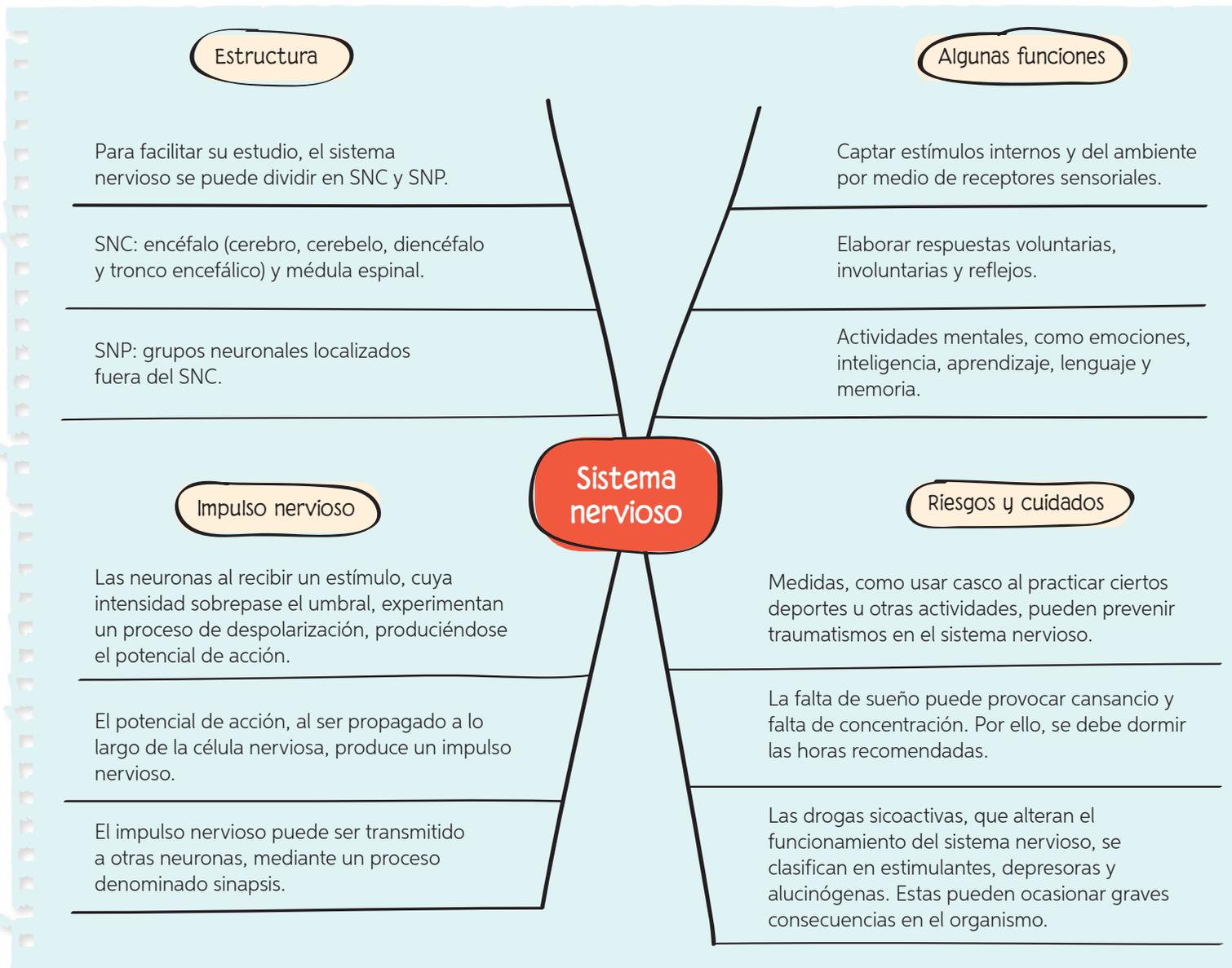
¿Cómo podrías sintetizar lo que descubriste?

Ahora te presentamos los pasos necesarios para desarrollar la estrategia de síntesis: **Mapa mental con las ideas clave de la Lección 1.**

**PASO 1** Escribe una idea principal en el centro.

**PASO 2** Define distintos temas, en este caso cuatro, que se desprendan de la idea principal.

**PASO 3** Registra información relevante que se relacione con cada tema y con la idea central.



**Ahora tú**

Construye en tu cuaderno tu propio mapa mental sobre las nociones esenciales de la Lección 2. Para ello, aplica los pasos que acabas de revisar.

Realiza las siguientes actividades, para que conozcas cómo has integrado los aprendizajes de la unidad.

### 1 Concretemos nuestro proyecto

Ha llegado el momento de concluir y dar a conocer su proyecto.

#### Ejecutemos nuestro proyecto:

Lleven a cabo su revista científica. Para elaborarla, recopilen todo el material que desarrollaron en la sección **Portafolio**. Además, revisen los productos que hayan creado en las demás actividades de la unidad, y seleccionen los que les sean de utilidad. Luego, organicéense en equipos de trabajo y determinen las tareas involucradas en el proceso de creación de la revista. Para ello, planteen y resuelvan preguntas que guíen su trabajo, por ejemplo: ¿qué queremos lograr con esta revista?, ¿a quiénes irá dirigida?, ¿qué secciones incluirá?, ¿qué temas abordaremos en este primer número?, ¿en qué formato publicaremos y distribuiremos nuestra revista?

#### Comuniquemos nuestro proyecto:

En el caso de que decidan difundir su revista en formato digital, deberán reunir, con anticipación, los correos electrónicos de las personas a las que estará dirigida. Además, es importante que creen una cuenta de correo electrónico en la que puedan recibir comentarios sobre su publicación, con el fin de incluir mejoras en los próximos números.

#### Reflexiona de forma personal sobre tu desempeño:

¿Cuán conforme me siento sobre mi participación en el proyecto?

---

---

---

¿Qué soluciones y alternativas propuse para resolver los problemas y dificultades que se fueron presentando?

---

---

---

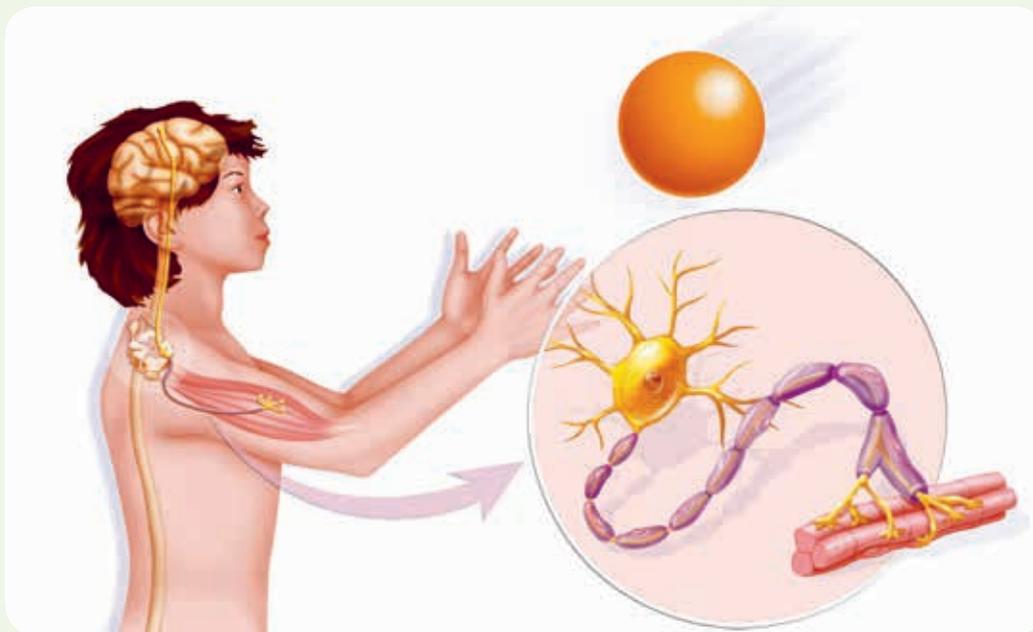
¿De qué manera este proyecto me ha ayudado a valorar el cuidado de la salud, y adoptar conductas y medidas de autocuidado?

---

---

---

- 2 Observa el esquema que se presenta a continuación. En él se representan mecanismos nerviosos involucrados en la respuesta sensorial que ejecuta una persona cuando se le lanza una pelota.



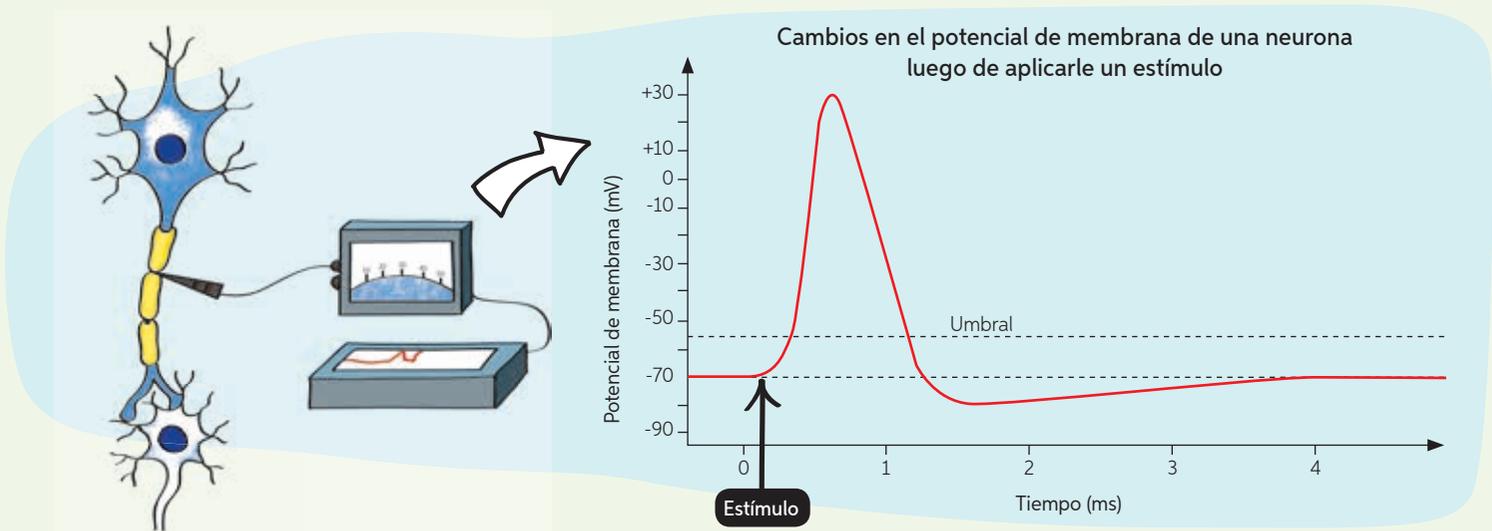
- Explica, en el recuadro de más abajo, el proceso representado en el esquema. Para ello, realiza lo que se solicita a continuación.

Identifica el estímulo y la localización de los receptores sensoriales y de los efectores.

Describe el rol de los receptores sensoriales, la médula espinal, el cerebro y los efectores.

Representa cómo se produce y propaga la señal electroquímica en los receptores.

3 En un laboratorio, se midió la variación en el potencial de membrana de una neurona al aplicarle un estímulo. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente gráfico.



Al respecto, explica cómo varía el potencial de membrana de la neurona desde que se le aplica el estímulo, considerando los procesos electroquímicos involucrados en los diferentes intervalos de tiempo señalados en el gráfico.

4 Un grupo de investigadores e investigadoras le extirpó el páncreas a un perro. Luego, lo sometieron a distintas situaciones experimentales, tras cada una de las cuales medían su glicemia. El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos.

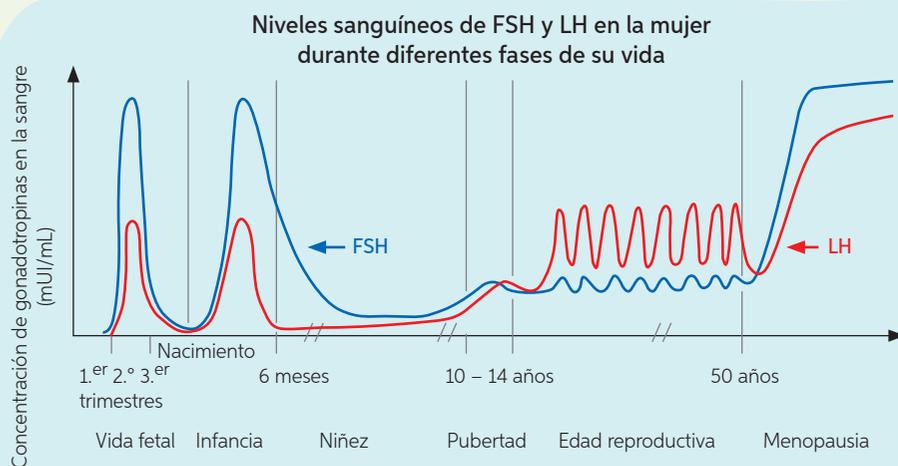


- A: extirpación del páncreas.
- B: inyección de 5 mL de extracto pancreático.
- C: inyección de 5 mL de extracto pancreático.
- D: inyección de 5 mL de extracto de hígado.
- E: inyección de 5 mL de extracto de bazo.
- F: inyección de 5 mL de extracto pancreático.

Respecto del gráfico, explica y fundamenta las variaciones que experimenta la glicemia del perro en los siguientes eventos:

- a. Al extirparle el páncreas.
- b. Luego de inyectarle extracto pancreático (B, C y F).
- c. Después de inyectarle extracto de hígado y de bazo (D y E).

- 5 Analiza el siguiente gráfico, que muestra la concentración de gonadotropinas en la sangre en diferentes etapas de la vida de la mujer.



Ojo

La **menopausia** corresponde al término del período reproductivo femenino. Esto último se debe principalmente a que, al nacer, la mujer presenta una cantidad determinada de folículos, que va disminuyendo a lo largo de su vida.

Fuente: Hoffman, B. et al. (2016). *Williams Gynecology*. (2.ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Education. (Adaptación).

- a. ¿Cómo son los niveles de FSH y LH antes del nacimiento y en la edad reproductiva?
- b. ¿Cómo varía la concentración de gonadotropinas desde la menopausia?, ¿a qué crees que se deba esta variación? Formula una hipótesis.



## ¿Cómo has aprendido?

- 1 Al principio de la unidad te planteamos una **gran incógnita**: **¿Cómo el cuerpo controla las respuestas que realiza?** Resuelve dicha incógnita, integrando todos los aprendizajes que has trabajado.

---



---



---

- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la lección.

Aprendizajes	Preguntas	😊	☹️
Analizar cómo el sistema nervioso coordina las respuestas corporales ante estímulos.	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explicar la regulación hormonal de la glicemia, de los caracteres sexuales y de las funciones reproductivas.	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 3 Reflexiona en torno a estas preguntas.

- ¿Cuál crees que fue tu principal aporte en las actividades colaborativas en las que participaste? En relación con esto, ¿qué aspecto podrías mejorar?
- ¿Cuán efectivas han sido las estrategias de estudio que estás utilizando para cumplir tus metas y desafíos? ¿Crees necesario reevaluar algunas de ellas?

Dirígete a la página **16 del texto** y responde, en tu cuaderno, las preguntas de la **Ruta de aprendizaje** correspondientes a esta unidad.



## SEXUALIDAD Y REPRODUCCIÓN

### Periódico escolar

- Sexualidad
- Responsabilidad individual
- Embarazo adolescente
- ITS
- Reproducción y desarrollo
- Maternidad y paternidad responsables

En el pizarrón están indicados los tópicos que vamos a investigar y trabajar. ¿Qué ideas tienen sobre cada una de ellos? ¿Cuál o cuáles llaman más su atención?

### Salud sexual y reproductiva



La gran incógnita

# ¿QUÉ ES LA SEXUALIDAD Y CÓMO ESTA SE RELACIONA CON LA REPRODUCCIÓN?



¿Sabes qué es la sexualidad?

Yo creo que es lo mismo que la reproducción.

¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Fundamenta.

La sexualidad y reproducción humana son ámbitos esenciales en la vida de todas las personas, pues involucran múltiples dimensiones que nos diferencian del resto de los organismos. Por ello, te invitamos a trabajar aprendizajes relacionados con el desarrollo de una **sexualidad integral**, considerando aspectos como la **responsabilidad individual**, la **formación de un nuevo ser** y la **maternidad y paternidad responsables**.

Para cumplir este propósito responderás las siguientes **preguntas esenciales**:

Lección 3

¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable?

Lección 4

¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser?

Estas preguntas te ayudarán a resolver **La gran incógnita** de esta unidad.



¿Sabes qué significa ITS?

No estoy muy segura, pero sí recuerdo que estudiamos ese contenido hace algunos años.

¿Cómo le explicarías a esa estudiante el significado de ITS?



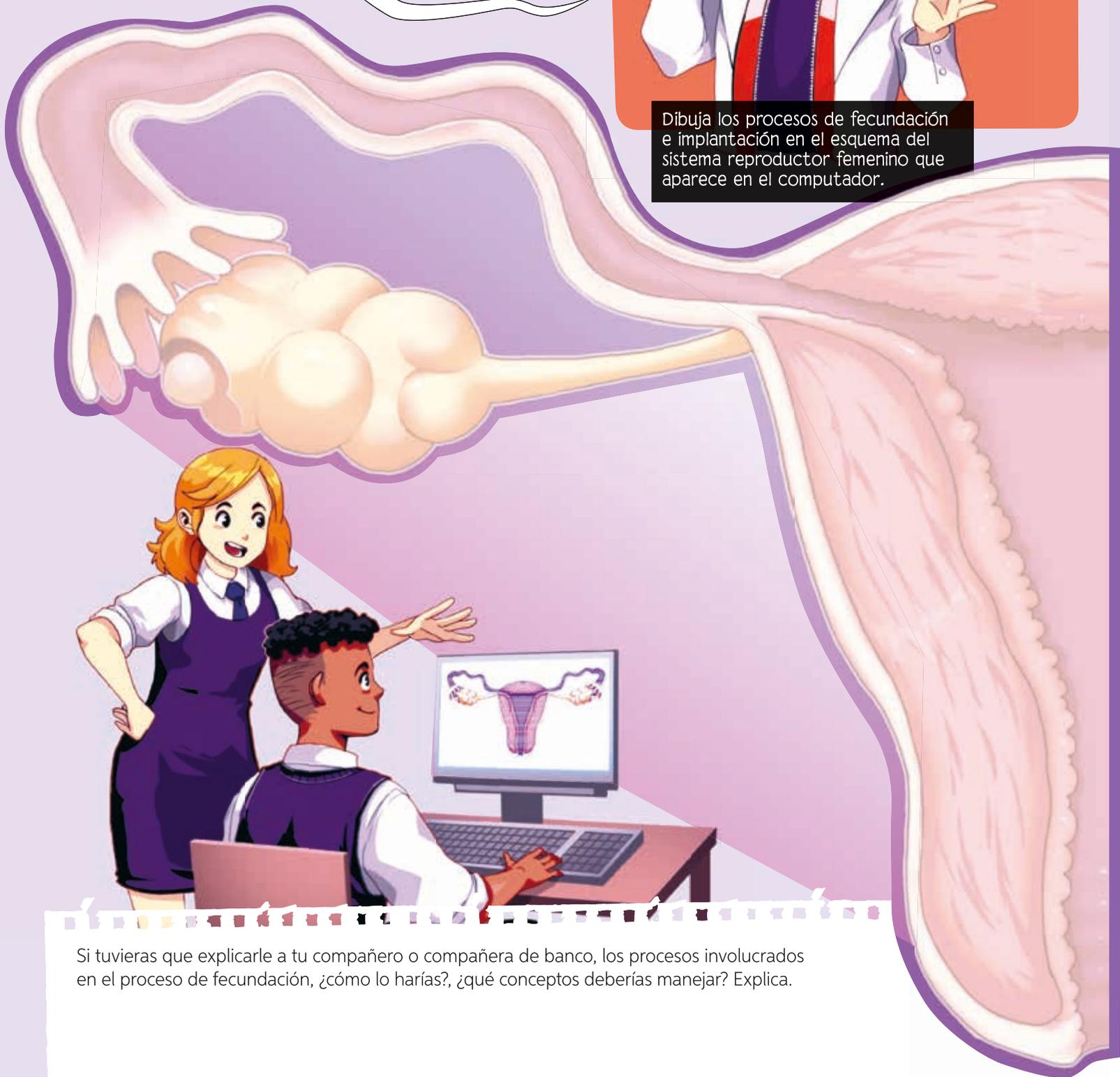
Me llama mucho la atención la temática embarazo adolescente.

¿Cuál o cuáles temáticas te interesan más aprender? ¿Por qué?

Antes de abordar las temáticas propuestas, mis estudiantes decidieron reforzar algunos de sus aprendizajes previos.



Dibuja los procesos de fecundación e implantación en el esquema del sistema reproductor femenino que aparece en el computador.



Si tuvieras que explicarle a tu compañero o compañera de banco, los procesos involucrados en el proceso de fecundación, ¿cómo lo harías?, ¿qué conceptos deberías manejar? Explica.

Lee el siguiente documento que estos estudiantes analizaron.

### Cirugías fetales

Avances en medicina han permitido comprender y reconocer diferentes enfermedades que se desarrollan durante la vida intrauterina. Muchas de las anomalías anatómicas que son diagnosticadas prenatalmente pueden ser tratadas después del nacimiento, sin embargo, algunas de ellas pueden ocasionar graves consecuencias en el feto, como la muerte fetal o posnatal temprana y el daño irreversible de órganos. Es por ello que, en ciertos casos, es necesario corregir dichas anomalías durante el período de gestación.

Puesto que una gran parte de los procedimientos aplicados en las intervenciones quirúrgicas fetales representa un riesgo tanto para la madre como para el bebé, estos deben ser realizados por un equipo multidisciplinario, compuesto por obstetras, neonatólogos, cirujanos pediatras, anestesistas, cardiólogos, entre otros profesionales de la salud que estén especializados en esta disciplina. A pesar de los múltiples avances que se han logrado en esta rama, aún quedan muchos por desarrollar. Un ejemplo de ello es la creación de instrumentos más pequeños y refinados para realizar intervenciones endoscópicas intrauterinas, ya sea en el feto o en la placenta, y que permitan visualizar, con gran nitidez, el ambiente donde se desarrolla el nuevo ser, sin provocar alteraciones en las membranas que protegen al bebé.

Fuente: Vuletin, F. (2013). Nuevos desafíos en cirugía fetal. *Revista chilena de pediatría*, 84(3), 254 – 261. (Adaptación).



¿Cuán sencillo o complicado te fue comprender el documento? Explica.

¿Tuviste que consultar algunos conceptos relacionados con la temática mientras lees el documento? De ser así, escríbelos.

¿Estás de acuerdo con que se efectúen cirugías fetales? ¿Por qué?

## Iniciemos nuestro proyecto

Junto con mis estudiantes les queremos proponer que desarrollen, como curso, el proyecto que se describe a continuación. Por medio de este, podrán abordar y comunicar aspectos esenciales para vivir una sexualidad sana y responsable.



¿Cuál es el nombre de nuestro proyecto?

### SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA: PROMOCIÓN Y CUIDADO DESDE LA ESCUELA

¿Cuál es nuestro objetivo?

La finalidad de este proyecto es **crear e implementar** en el establecimiento una campaña sobre el cuidado de la **salud sexual** y, de este modo, sensibilizar a la comunidad educativa sobre la importancia de informarse respecto de esta temática y de adoptar medidas que resguarden el cuidado individual y hacia los demás.

¿Quiénes participaremos?

En este proyecto participará todo el curso. Por lo tanto, deberán organizarse en diferentes equipos de trabajo y distribuir las tareas involucradas.

¿Qué otras asignaturas integraremos?

Apliquen aprendizajes que han trabajado en otras asignaturas. De **Artes Visuales**: crear y difundir en espacios públicos, proyectos visuales relacionados con problemáticas sociales y juveniles. De **Lengua y Literatura**: elaborar textos escritos breves que permitan explicar un tema y argumentar a partir de información de diferentes fuentes y el uso de imágenes u otros recurso gráficos pertinentes.

¿Cómo y cuándo lo realizaremos?

Realizarán el proyecto durante el estudio de la unidad y lo implementarán una vez que esta haya finalizado. Para ello, en cada lección **investigarán** y **analizarán** información, y **representarán** procesos y situaciones, entre otras actividades. Además, en la sección **Portafolio**, elaborarán materiales que utilizarán en el desarrollo del material de difusión de su campaña.

¿Cuándo lo presentaremos?

Una vez concluida la unidad, reunirán todo el material que crearon y lo **distribuirán** en diferentes espacios comunes de su escuela. Además de preparar material gráfico, deberán idear y organizar instancias en las que puedan, por ejemplo, **exhibir** material audiovisual, representaciones u otros tipos de intervenciones que consideren adecuadas. Para esto, soliciten la colaboración de profesores y profesoras, apoderados y apoderadas, y del equipo directivo.

Para guiar su trabajo, revisen las páginas 251 a 255 del texto.

Determinen, con su profesor o profesora, los plazos y fechas para dar inicio a su campaña.

## TUS DESAFÍOS Y METAS

### Desafíos

#### Lección 3

- ↳ Idear estrategias que posibiliten explicar y ejemplificar las dimensiones de la sexualidad.
- ↳ Crear material de difusión que permita analizar datos relevantes sobre las ITS y el embarazo adolescente.

#### Lección 4

- ↳ Crear recursos audiovisuales sobre el proceso de reproducción y los cuidados prenatales.
- ↳ Elaborar recursos gráficos para explicar la paternidad y maternidad responsables, y los métodos anticonceptivos.

### ¿Qué habilidades trabajarás en estos desafíos?

- Desarrollar una investigación documental.
- Explicar sobre la base de evidencias.
- Argumentar.
- Crear y usar modelos.
- Analizar evidencias.
- Evaluar.

### Las actitudes que trabajarás

- Trabajar de forma colaborativa y respetuosa.
- Esforzarse y perseverar en el trabajo.
- Valorar el cuidado de la salud.
- Manifestar una actitud de pensamiento crítico.

### Lo que te motiva de la unidad

Al revisar los contenidos que vas a estudiar y los desafíos de cada lección, ¿qué fue lo que más te motivó?

---

---

---

---

---

---

### Tus metas

Explica qué te gustaría lograr al finalizar el estudio de la unidad.

---

---

---

---

### Posibles dificultades

Describe qué dificultades o retos crees que deberás afrontar en cada lección.

---

---

---

---

### Las estrategias que vas a emplear

¿A qué actividades, como investigar, analizar fuentes, hacer esquemas, etc., vas a recurrir para alcanzar tus metas y los desafíos propuestos? Nómbralas y descríbelas.

---

---

---

---

---

---

El proyecto de la unidad

# SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA: PROMOCIÓN Y CUIDADO DESDE LA ESCUELA

## ¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable?

### Es importante porque...

La sexualidad es una dimensión constitutiva de los seres humanos, en la que se articulan aspectos socioculturales, políticos, afectivos y biológicos. Existen diferentes maneras de vivir la sexualidad, y no una única forma posible y más válida que el resto. Por ello, es fundamental que conozcas y respetes las diferencias y la riqueza que implica la diversidad humana y, junto con esto, desarrolles actitudes que te permitan actuar con responsabilidad.

### Explora

Quizás no lo notes, pero a tu alrededor constantemente se están manifestando distintos aspectos relacionados con la sexualidad. Por ejemplo, algunos medios de comunicación, como la televisión, las revistas, la radio y el cine, transmiten mensajes que entregan información, ideas y creencias que, en ciertas ocasiones, podrían representar una concepción acertada sobre la sexualidad, pero en otras brindan una noción errada o incompleta sobre ella.

¿Qué idea se te viene a la mente cuando escuchas o lees el concepto de sexualidad? Para comenzar a indagar sobre este concepto, realiza la actividad que te proponemos a continuación.

### Alfabetización científica

Mediante una **investigación científica documental** o **bibliográfica**, se busca resolver preguntas o problemas y, de esta forma, comprobar, demostrar o crear conocimientos mediante la documentación, es decir, la búsqueda de información sobre un fenómeno, en diversas fuentes de información, como libros, revistas, documentales y sitios webs.

●●● Actividad colaborativa

### Investiga y explica las dimensiones de la sexualidad

Reúnanse en equipos de trabajo de tres o cuatro integrantes y planifiquen una investigación científica documental sobre las dimensiones de la sexualidad: biológica, física, afectiva, psicológica y sociocultural, y cómo estas se manifiestan en diferentes culturas y realidades. Para ello, lean y comenten el siguiente procedimiento:

- Busquen y analicen diferentes fuentes de información confiables, en las que se expliquen las dimensiones de la sexualidad.
- Averigüen de qué manera estas dimensiones se viven, de diversas formas, en relación con el contexto cultural y social en el que se desarrollan.
- Pueden ingresar los códigos ◀ 18TB2M082a, ◀ 18TB2M082b, ◀ 18TB2M082c, ◀ 17TB2M082d, ◀ 17TB2M082e y ◀ 17TB2M082f, en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>.

Una vez leído el procedimiento, diseñen su investigación por medio de los pasos que se solicitan a continuación.

1. Planteen un problema o pregunta que les permita guiar su investigación.
2. Evalúen si este problema puede ser resuelto mediante una investigación documental. Pueden guiarse por estas preguntas:
  - a. ¿Contamos con fuentes confiables que nos aporten datos relevantes relacionados con el problema que planteamos?
  - b. ¿Es posible dar respuesta a este problema por medio de evidencias bibliográficas?

Si las respuestas de ambas preguntas son afirmativas, hagan uso de este problema, de lo contrario, ajústelo o adecúenlo.





**Uso responsable de redes sociales**

El uso de redes sociales nos permite conectarnos con muchas personas, compartir parte de nuestra vida personal y conocer la del resto. ¿Qué conductas responsables crees que se deben considerar, y poner en práctica, al utilizar este tipo de herramientas?



Anton Ivanov

3. Propongan y describan las diferentes actividades que realizarán para desarrollar su investigación, especificando el propósito y el procedimiento de cada una. A partir de ello, distribuyan las distintas tareas que llevará a cabo cada participante.

---



---



---



---



4. Realicen su investigación, efectuando rigurosamente el procedimiento descrito y respetando la organización de las tareas definidas.

5. Comuniquen su trabajo por medio de un tríptico en versión PDF. Incluyan en este recurso ejemplos que les permitan explicar las dimensiones de la sexualidad, considerando su diversidad de acuerdo con contextos culturales y sociales. Compartan su tríptico con su curso, mediante redes sociales o correo electrónico. Para finalizar, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué descubrieron a partir de su investigación? Describan.

---



---



---

b. ¿Qué nuevas interrogantes les han surgido con los nuevos conocimientos que han construido?

---



---



---

c. ¿En qué medida cambió la idea o noción previa que tenían sobre la sexualidad una vez realizada su investigación? Expliquen.

---



---



---

## ➔ Tema: Sexualidad, aspecto fundamental de la vida humana

Te invitamos a descubrir cómo se manifiestan las dimensiones de la sexualidad por medio de este **desafío**:



**Idear estrategias** que posibiliten explicar y ejemplificar las dimensiones de la sexualidad.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Para trabajar de forma **colaborativa** y **respetuosa**, deberás participar de forma rigurosa y honesta en las actividades propuestas, y demostrar disposición ante los aportes de tus compañeros y compañeras.

## ¿Qué es la sexualidad?

Es posible que la sexualidad sea un concepto que se vincule fácilmente con los caracteres sexuales y las funciones reproductivas de los seres humanos. Sin embargo, esta trasciende la función biológica. Mediante la sexualidad se manifiestan los rasgos propios de cada persona, y es en ella donde la comunicación y la expresión de los afectos pueden alcanzar el máximo grado de profundidad e importancia. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la **sexualidad** es un aspecto central del ser humano, presente a lo largo de toda su vida. Abarca el sexo, las identidades y roles de género, la orientación sexual, el erotismo, el placer, la intimidad y la reproducción. Se experimenta y se expresa en pensamientos, fantasías, deseos, creencias, actitudes, valores, comportamientos, prácticas, roles y relaciones. Si bien la sexualidad puede incluir estas dimensiones, no todas ellas se expresan siempre, pues está influenciada por la interacción de factores biológicos, psicológicos, sociales, económicos, políticos, culturales, legales, históricos, religiosos y espirituales. Te proponemos indagar, mediante la siguiente actividad, cómo estos factores se manifiestan en diferentes contextos.

●●● Actividad colaborativa

### Discute en torno a las dimensiones de la sexualidad

1. Formen equipos de trabajo de tres integrantes y, con la supervisión de su profesor o profesora, busquen material, como anuncios, *spots* publicitarios y videoclips, provenientes de diversas culturas.
2. Reconozcan y comparen cómo se expresan las dimensiones de la sexualidad en el material que revisaron. Para ello, comenten estas preguntas.
  - a. ¿Qué mensajes, relacionados con la manifestación de la sexualidad, identificaron en el material?
  - b. ¿Qué diferencias y similitudes reconocieron en estos mensajes?
  - c. ¿En qué medida creen que esto refleja e influye en la vida cotidiana de cada cultura o país? ¿Qué opinión tienen sobre ello?
  - d. ¿Es posible afirmar que las creencias de cada cultura influyen en cómo se vive la sexualidad? ¿En qué se basan para responder?

Respondan estas preguntas, haciendo uso de los conocimientos que construyeron en la actividad **Explora**.

3. Compartan y discutan sus respuestas con el resto del curso mediante una puesta en común.

**Aprendizajes previos**

¿Qué conceptos, que hayas estudiado en años anteriores, usaste para desarrollar esta actividad? Escríbelos y explícalos en tu cuaderno.

### Una nueva actitud

Al desarrollar su discusión, es importante que promuevan un ambiente de respeto y que aborden en ella los siguientes aspectos: diversidad de pensamientos, creencias, actitudes, orientación, valores, conductas, prácticas, roles y relaciones interpersonales.

## Dimensiones de la sexualidad

Como pudiste evidenciar en la actividad anterior, existe una gran diversidad de formas de sentir, vivir y ejercer la sexualidad, la que va cambiando a lo largo de la vida y varía, además, entre las diferentes personas y culturas. Por ello, no existe una forma única de manifestarla o una que se pueda considerar “mejor” o “peor” que las demás. En el siguiente esquema se describen las dimensiones mediante las cuales se manifiesta la sexualidad.

### Biológica

Corresponde a las características físicas que diferencian a hombres de mujeres. Incluye la anatomía, el funcionamiento de los sistemas reproductores y los caracteres sexuales secundarios.

### Sicológica

Se refiere a los factores relacionados con la personalidad de cada persona, como el autoconocimiento, las convicciones, los valores y el carácter.

## Sexualidad

### Afectiva

Se relaciona con la manifestación de emociones y sentimientos de las personas en las diferentes etapas de la vida y en diversos contextos.

### Social

Engloba factores externos que influyen en cómo las personas entienden y viven su sexualidad. Por ejemplo, la familia, los amigos, la educación, la religión y la cultura.

## Identidad sexual

Desde el instante en que se produce la formación del cigoto, a partir del proceso de fecundación, los seres humanos tenemos con un sexo definido, es decir, la condición de hombre o de mujer, la cual está determinada genéticamente. De esta manera, las personas contamos con características biológicas relacionadas con la reproducción, que se irán desarrollando a lo largo de los años. Sin embargo, los seres humanos también desarrollamos una **identidad sexual**, esto es, cómo las personas se perciben y se identifican como seres sexuales, ya sea como hombres o como mujeres. La identidad sexual se construye durante la vida y está influenciada por la sociedad, la cultura, los medios de comunicación y la familia.



Kemdim

### Sintetiza tus aprendizajes

Elabora en tu cuaderno, un esquema que te permita resumir y representar los principales contenidos abordados en estas dos páginas. Para ello, emplea recortes de revistas o dibujos. Luego, comparte tu trabajo con tu curso.

#### Autoevalúate

¿Cómo fue tu nivel de participación en las actividades de las páginas 82 a 84? Explica.

#### Coevalúa

¿Cómo evaluarías el aporte de los compañeros y compañeras de trabajo?

^ Diversos factores, como la educación del hogar y de la escuela, las amistades y los medios de comunicación, influyen en cómo se va aprendiendo a ser hombre o a ser mujer.

## Afectividad y responsabilidad personal

¿Cómo nuestra sexualidad nos hace ser únicos entre todos los organismos? Los seres humanos poseemos ciertas características principales que nos hacen distintos del resto de los seres vivos: la voluntad, el raciocinio y la capacidad de amar. Estos atributos, que determinan nuestra conducta y la manera en cómo nos relacionamos unos con otros, integran y guían nuestra sexualidad. Como ya estudiaste, la sexualidad involucra diversas dimensiones de la vida del ser humano. Esta visión integrada de la sexualidad adquiere mayor importancia al plantearse en conjunto con el desarrollo de la afectividad.

La **afectividad** es un rasgo que nos distingue del resto de los seres vivos y consiste en el conjunto de emociones, estados de ánimo y sentimientos que nos otorgan la capacidad para establecer vínculos con los demás seres humanos a través de la voluntad. Estos vínculos involucran diferentes valores que sustentan las relaciones humanas, como el compromiso y la preocupación por el otro o la otra, y pueden ser de distinto tipo, como los que se establecen entre los integrantes de la familia, la pareja y los amigos y amigas.

La afectividad incide significativamente en nuestros pensamientos, en nuestra conducta y en la forma en la que nos relacionamos con los demás. Su adecuado desarrollo se produce a partir de diversos factores, como los vínculos de apego y cuidado que se establecen en la niñez y las relaciones basadas en la confianza y la autoestima.

- La afectividad se puede manifestar de diferentes formas, en diversos tipos de relaciones. Por ejemplo, en las familias, se demuestra preocupación por el bienestar de los hijos e hijas. ¿Qué otros ejemplos se te vienen a la mente?



## Respeto y responsabilidad

El **respeto** es un valor universal que consiste en reconocer, apreciar y valorar al otro y a uno mismo. La **responsabilidad** es la capacidad que tenemos los seres humanos, a través de la razón y de la voluntad, de reflexionar y de tomar decisiones sobre nuestros actos, asumiendo las consecuencias de las acciones que realizamos. Es por ello que toda relación afectiva se debe basar en el respeto y en la responsabilidad, distinguiendo a los y las demás, y a uno mismo, como seres individuales que, aunque presentemos diferencias en nuestra forma de pensar o de actuar, somos iguales en dignidad y en naturaleza humana. El respeto y la responsabilidad individual se ejercen en todos los tipos de relaciones y juegan un rol muy importante en lo que respecta al ejercicio pleno de la sexualidad humana, pues el desarrollo del sistema reproductor no es condición suficiente para ello, ya que se requiere, además, de una adecuada madurez psicológica.

- ✓ La responsabilidad es tomar conciencia de que nuestros actos influyen en los y las demás.



## Análisis de fuentes: ceremonia de iniciación de los selk'nam

Con  
Historia, Geografía  
y Ciencias Sociales

Una forma de conocer visiones y formas de expresar la sexualidad, diferentes a las de nuestra sociedad actual, es conociendo cómo esta se vivía en algunos pueblos originarios. Ejemplo de ello son las ceremonias de iniciación de los jóvenes a la edad adulta, de los selk'nam de Tierra del Fuego, también conocido como el pueblo ona.

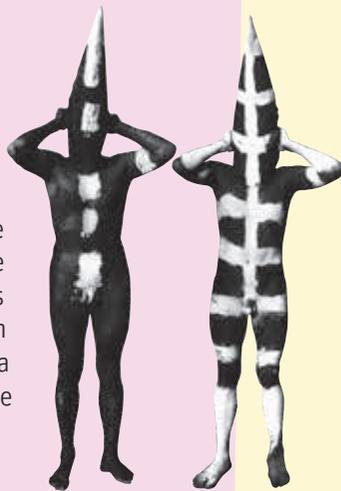
### ¡Manos a la obra!

- 1 Formen duplas de trabajo y analicen los siguientes documentos. En ellos se describen algunas características de los rituales de iniciación de los selk'nam.



#### Hain: la iniciación en varones

La ceremonia del hain, más que un rito, constituía una experiencia educativa prolongada en la que un novicio o klóketen, pasaba a ser un adulto o maars. Los hombres mayores discutían si un joven estaba o no suficientemente maduro para soportar las pruebas que debían superar. Una vez elegidos y antes de comenzar la ceremonia, los klóketen eran enviados, solos o acompañados, a una expedición en el bosque en la que se probaba su coraje. En esta expedición, los mayores mandaban a los jóvenes a un lugar donde encontrarían un guanaco muerto, colgado de un árbol o en el fondo de un charco. Si los restos del guanaco eran muy pesados, no se les obligaba a cargar el animal entero, pero sí a regresar por una ruta extensa y complicada. Además, cada candidato era enviado a cazar solo por varios días, e incluso semanas, tiempo en el que era atemorizado por uno de los hombres mayores, disfrazado de un espíritu llamado Short.



#### El rito de la pubertad femenina

A diferencia del hain, la ceremonia de iniciación de las mujeres era sencilla. Cuando una joven comenzaba a menstruar, la internaban en su vivienda durante cinco o seis días, tiempo en el que debía escuchar con atención los consejos que le daban las mujeres mayores, generalmente su madre y vecinas. No debía hablar, jugar, reír ni alejarse de su hogar. Además, el primer día se le prohibía comer, solo podía beber un poco de agua. Al día siguiente, le daban hongos o trozos de pescado o de grasa. El tercer día podía ingerir carne; y en el cuarto o quinto, retomaba su dieta normal. Aunque su aislamiento durara cinco o seis días, en las siguientes tres o cuatro semanas debía mostrarse recatada y dedicada a su trabajo.



Fuente: Chapman, A., de Zavala, A. y Zavala, J. (1986). *Los Selk'nam: la vida de los onas*. Buenos Aires: Emecé editores. (Adaptación).

- 2 Respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Qué diferencias existían entre los rituales de hombres y mujeres en la sociedad selk'nam? Expliquen.
  - ¿Qué ritos o ceremonias, relacionadas con la iniciación de la adultez, reconocen en nuestra sociedad actual? ¿Qué significados se les atribuyen?
- 3 Compartan sus respuestas con su profesor o profesora de **Historia, Geografía y Ciencias sociales** y pídanle que evalúe su trabajo.

### ➔ Portafolio

Organícense como curso, y elaboren un material gráfico, como una infografía o un cómic, con el que puedan explicar, mediante ejemplos concretos, las dimensiones de la sexualidad. Incluyan este material en su proyecto de campaña.

## ➔ Tema: Responsabilidad y autocuidado

Descubre cómo una sexualidad sana es posible a partir de actos responsables, frente a ti mismo y a los demás. Para ello, te proponemos este **desafío**:



**Crear material de difusión** que permita analizar datos relevantes sobre las ITS y el embarazo adolescente.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Demuestra **valoración** y **cuidado** por la salud e integridad de las personas, dando ejemplos de conductas que promuevan el bienestar personal y colectivo, planteando medidas de prevención y tomando conciencia sobre las implicancias que pueden tener algunos comportamientos.

## Ejerciendo una sexualidad responsable

Es posible que, desde hace algunos años, estés experimentando cambios que han ido influyendo y modificando la percepción que tienes de ti mismo o misma, y la manera en que te relacionas con el resto. Uno de los principales retos que surgen, a partir de dichos cambios, es sentirte a gusto con tu cuerpo y cuidarlo. Parte importante del ejercicio responsable de la sexualidad implica evaluar los posibles riesgos y consecuencias que conlleva tener relaciones sexuales y adoptar medidas de autocuidado. Para comenzar a estudiar esto, realiza la actividad que te proponemos a continuación.

### Analiza contextos relacionados con la responsabilidad individual

Observa las siguientes situaciones y responde las preguntas propuestas.



No imaginamos que nos podría pasar.

Debimos ser más precavidos.

¿Qué consecuencias crees que implicaría ser madre o padre en la adolescencia?



Yo no me sentía preparado, pero mis amigos me presionaron.

Espero que al menos hayas tomado las precauciones necesarias.

¿Qué es importante considerar al momento de decidir tener o no tener relaciones sexuales?



Si se tienen relaciones sexuales, hay que cuidarse tomando pastillas anticonceptivas.

¿Cómo decidir cuál es la mejor manera cuidarse si se tienen relaciones sexuales?

Sí, pero también hay que usar preservativo. No olvides las ITS.

### Aprendizajes previos

¿Qué conceptos nombrados o relacionados con los contextos anteriores manejabas?, ¿cómo los aplicaste para responder las preguntas? Explica en tu cuaderno.

Como viste en la actividad anterior, en alguna ocasión te podrías enfrentar a situaciones que podrían influir en tu forma de actuar y poner en riesgo tu bienestar. Por ello, es importante que sepas que cada persona debe decidir sobre su propio cuerpo, y te informes sobre las medidas de autocuidado que puedes adoptar, para favorecer el desarrollo de una sexualidad sana.

La decisión de tener relaciones sexuales involucra asumir responsabilidades por el bien común y adoptar medidas de autocuidado. Ante esto, es de gran importancia saber que existen enfermedades infecciosas, es decir, ocasionadas por agentes patógenos, como virus, hongos y bacterias, que se transmiten principalmente por contacto sexual. Estas se denominan **infecciones de transmisión sexual (ITS)**. Muchas son asintomáticas y pueden pasar desapercibidas durante un tiempo prolongado. Por ello, es primordial informarse sobre sus formas de transmisión y las medidas para prevenir su contagio.

### PASO 1 Plantea y evalúa un problema.

Formen equipos de trabajo de tres integrantes y planteen un problema o pregunta que les permita guiar y desarrollar una investigación documental sobre las ITS más comunes en Chile. Luego, evalúen si es posible resolver esta pregunta por medio del análisis de evidencias bibliográficas. Para ello, busquen y seleccionen fuentes confiables, relacionadas con su investigación y, a partir de ello, resuelvan las siguientes interrogantes:

- ¿Existe información conceptual confiable y estudios científicos que nos aporten evidencias relacionadas con el problema que formulamos?
- ¿Tenemos acceso a esta información y a estos estudios?

Si responden afirmativamente ambas preguntas, utilicen este problema, de lo contrario, ajústelo o adecúenlo.

### Alfabetización científica

Recuerda que **plantear problemas** implica formular y comunicar interrogantes que nacen de la observación o la experimentación. Al resolver estas interrogantes, se clarifican hechos y su significado, mediante la indagación, para generar nueva información.

### PASO 2 Diseña y evalúa un plan de trabajo.

Planteen y describan cada una de las actividades que van a realizar para llevar a cabo su investigación. Incluyan en su descripción el propósito y el procedimiento que van a desarrollar. Revisen su propuesta y evalúenla. Para ello, determinen si las actividades que definieron (propósito y procedimiento) permiten resolver el problema planteado en el paso anterior. De no ser así, ajusten o replanteen el diseño de su investigación.

### PASO 3 Desarrolla el plan de trabajo.

Realicen su investigación, desarrollando rigurosamente el procedimiento de cada una de las actividades que definieron. Si lo desean, pueden ingresar los códigos ◀ **18TB2M089a** y ◀ **18TB2M089b** en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, y consultar las fuentes sugeridas.

### PASO 4 Evalúa y comunica el proceso y el resultado.

- Comenten cómo fue el desempeño personal y grupal, considerando estos criterios: nivel de participación, rigurosidad al trabajar y cumplimiento de plazos. Pueden incluir otros criterios que consideren relevantes.
- Elaboren un afiche que les permita dar a conocer su investigación, a la vez que posibilite que otras personas la puedan replicar.
- Reflexionen en torno a esta pregunta: ¿qué valor le asignan a la adopción de medidas de cuidado ante las ITS? Argumenten.

## El embarazo en la adolescencia

El **embarazo adolescente** es una de las principales problemáticas que enfrenta nuestra sociedad pues, además de provocar posibles riesgos durante el período de gestación y el parto, puede tener consecuencias socioculturales y psicológicas que presentan un elevado costo personal, familiar y social.

Antes de seguir, plantea una hipótesis:

¿Cuáles crees que son los factores que están involucrados en el embarazo adolescente? ¿En qué te basas para responder?

Puedes comprobar tu hipótesis planificando una investigación documental. Procura consultar fuentes confiables, como las que encontrarás en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, ingresando los códigos ◀ 18TB2M090a y ◀ 18TB2M090b.

Muchas y muchos jóvenes que esperan un hijo o hija limitan sus oportunidades de estudio y trabajo, pues la mayoría de las veces se ven en la necesidad de desertar del sistema escolar, quedando con un nivel de escolaridad que podría restringir sus oportunidades de trabajo. En este sentido, es importante que la sociedad, las familias y la comunidad, trabajen en conjunto para construir, sobre la base de evidencias científicas, estrategias que aborden las dificultades del embarazo adolescente, cómo prevenirlo y de qué forma apoyar a los y las jóvenes que ejercen o ejercerán el rol de padre o madre.

●●● Actividad colaborativa

### Construye y analiza un gráfico sobre el embarazo adolescente en Chile

Reúnanse en duplas de trabajo y observen la siguiente tabla. Luego, realicen lo solicitado.

#### Avanza en tu proyecto

Como grupo curso, ideen y representen situaciones de embarazo adolescente y de transmisión de ITS. Elaboren, además, un registro audiovisual de estas y difúndalo entre los y las estudiantes, por ejemplo, mediante YouTube, con el fin de informar y sensibilizar a la comunidad educativa.

Porcentaje de embarazo adolescente del total de nacidos vivos, Chile 2005 – 2012							
Año	Total de nacidos vivos	Madres menores de 15 años	%	Madres de 15 a 19 años	%	Total madres adolescentes	% total madres adolescentes
2007	240 569	955	0,39	38 650	16,06	39 605	16,45
2008	246 581	1 025	0,42	39 902	16,18	40 927	16,60
2009	252 240	1 075	0,43	39 627	15,71	40 702	16,13
2010	250 643	963	0,38	38 047	15,18	39 010	15,56
2011	247 358	927	0,37	36 102	14,59	37 029	14,96
2012	230 831	874	0,36	34 026	14,05	34 900	14,42
2013	242 005	902	0,37	31 506	13,02	32 408	13,01
2014	250 998	852	0,34	29 454	11,73	30 306	11,73

Fuente: Castillo C. (2017). Embarazo Adolescente: Prevención y Atención. Recuperado de [www.repositoriodigital.minsal.cl](http://www.repositoriodigital.minsal.cl)

1. Elaboren un gráfico de línea con el porcentaje de madres menores de 15 años, de entre 15 y 19 años, y el total de madres adolescentes.
2. Expliquen y comparen, utilizando el gráfico, cómo ha variado el porcentaje de madres adolescentes en cada rango de edad.
3. Creen un material digital que les permita comunicar su trabajo al resto del curso.

#### Aprendizajes previos

¿De qué otra manera podrían representar los datos de la tabla? Describan en sus cuadernos el procedimiento que aplicarían.

## ¿Cómo se distribuye el embarazo adolescente en Chile?

Según cifras del Ministerio de Salud, las regiones de la Zona Norte de Chile concentran el mayor número de embarazo adolescente o juvenil, los cuales superan la media nacional.

### Porcentaje de embarazos adolescentes en Chile distribuido por región

Nacidos vivos de adolescentes de:

	10 a 14 años	15 a 19 años	Total	Tasa de fecundidad adolescentes en %
Arica y Parinacota	14	441	455	26,9
Tarapacá	19	687	706	28,68
Antofagasta	35	1 246	1 281	28,91
Atacama	24	782	806	35,13
Coquimbo	57	1 742	1 799	31,45
Valparaíso	86	2 929	3 015	24,53
Metropolitana	297	10 367	10 664	21,82
L. B. O'Higgins	50	1 626	1 676	24,45
Maule	58	1 905	1 963	25,43
Biobío	84	3 234	3 318	21,61
Araucanía	45	1 817	1 862	24,88
Los Ríos	25	726	751	25,33
Los Lagos	49	1 515	1 564	25,14
Aysén	7	221	228	27,35
Magallanes	2	216	218	19,28



De acuerdo con lo informado por el Minsal, aún no se han medido las causas que influyen en esta situación, pero algunas de las hipótesis que se plantean son una mayor situación de pobreza y un difícil acceso a políticas de control de fecundidad adolescente en la zona, esto último derivado principalmente de la extensión de los territorios.

Fuente: Leiva, L. y Aguayo, D. (11-01-2017). Zona norte del país concentra mayor tasa de embarazo adolescente. *La Tercera*, p. 18. (Adaptación).

¿Qué fue lo que más te sorprendió o llamó la atención del documento anterior? Explica usando la información del gráfico.

¿Qué medidas crees que se podrían proponer e implementar para revertir la situación señalada? Describe.

¿En qué medida crees que investigaciones como la que acabas de revisar aportan al bienestar de la sociedad? Argumenta.

## Prevención del embarazo adolescente

Quizás te has dado cuenta de que muchas de las decisiones que podrías llegar a tomar respecto de tu propia sexualidad no están totalmente determinadas por los componentes de tu individualidad sino que, en ocasiones, pueden ser influenciadas por varios factores, muchos de ellos sociales, que podrían intervenir en tu conducta. En este sentido, muchos y muchas jóvenes optan por tener relaciones sexuales sin saber cómo evitar los embarazos adolescentes y las ITS. Por ello, es de gran importancia que te informes y adoptes medidas de prevención. A continuación, te señalamos algunas recomendaciones.

### Avanza en tu proyecto

Junto con tu curso, elaboren material de difusión con información que sea de utilidad para adolescentes que son o serán padres y madres, con el fin de apoyar el ejercicio de su paternidad y maternidad. Para ello, organicéense en diferentes equipos de trabajo y distribuyan tareas. Por ejemplo, búsqueda de información, diseño gráfico, elaboración y distribución del material. Pueden guiarse ingresando el código ◀ **18TB2M092a** en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>.

**Busca** y comparte información confiable sobre la abstinencia sexual y los métodos anticonceptivos. Considera que no tener relaciones sexuales es la conducta más eficaz para evitar un embarazo y las ITS.

**Aprende** a decir que no cuando te sientas presionado o presionada a tener relaciones sexuales. Habla sobre esto con una persona adulta en quien confíes.

**Recuerda** que retrasar el inicio de la actividad sexual es una decisión personal, voluntaria, válida y respetable. Muchos y muchas adolescentes de tu edad eligen esta opción.

**Infórmate** sobre el embarazo en la adolescencia y cómo este podría afectar tu desarrollo. Por ejemplo, puedes acudir al centro de salud de tu barrio y pedir ayuda y orientación a un o una profesional de la salud competente.

**Averigua**, en fuentes confiables, las consecuencias de contraer una ITS. Si tienes dudas, pregúntale a tu profesor o profesora, o bien a un o una profesional de la salud.

**Conversa** con tus padres, con un profesional de salud o una persona adulta en quien confíes cuando necesites apoyo para tomar decisiones.

Si decides iniciar tu actividad sexual, o bien eres sexualmente activo o activa, **protégete** usando métodos anticonceptivos más preservativo.

Además, es importante que recuerdes que tienes derecho a un crecimiento y desarrollo saludable. Esto considera, entre muchos otros aspectos, vivir tu sexualidad de manera responsable e informada y respetando tus tiempos.

### ●●● Actividad colaborativa

#### Sintetiza tus aprendizajes

- Formen duplas de trabajo y construyan una estrategia, por ejemplo, un mapa conceptual, un mapa mental o un cuadro sinóptico, que les permita sintetizar y relacionar los contenidos que trabajaron en las **páginas 88 a 92**.
- Elijan un *software*, como Word, PowerPoint, Powtoon o Prezi, con el que puedan elaborar la estrategia que seleccionaron. Compartan su material con el resto de sus compañeros y compañeras mediante una breve exposición o vía correo electrónico.
- Reflexionen en torno a esta pregunta:  
¿Cómo la educación y los medios de difusión masiva pueden aportar en la prevención del embarazo adolescente?

**Autoevalúate** ¿Qué es lo que más destacarías de tu participación en las actividades que has efectuado en esta lección? Explica.

**Coevalúa** ¿Qué fortalezas detectaste en tus compañeros y compañeras que han trabajado junto a ti? ¿Qué aspectos de su desempeño les recomendarías mejorar?

### Antecedentes

En Chile, se realizó una investigación publicada en 2004, relacionada con el embarazo adolescente y la deserción escolar. Parte de los resultados de esta investigación, se presentan en la tabla que encontrarás más abajo.

### Alfabetización científica

En el ámbito científico, **analizar** es reconocer las partes que conforman a objetos, fenómenos o procesos que se están estudiando y explicar la relación entre dichas partes y el todo.

### PASO 1

Lee el título y los encabezados de la tabla (títulos de las columnas), los cuales te entregan información acerca de lo que representan.

Reúnanse en parejas y observen la siguiente tabla de un estudio realizado en 2004.

Nivel de escolaridad de las adolescentes embarazadas				
Nivel de escolaridad	Deserción escolar previo al embarazo		Deserción escolar durante el embarazo	
	N.º	%	N.º	%
Básica	37	43,0	15	11,6
Media	49	57,0	115	88,4
Total	86	100,0	130	100,0

Fuente: Molina, M. et al. (2004). Embarazo en la adolescencia y su relación con la deserción escolar. *Revista médica de Chile*, 132(1), 65 – 70. (Adaptación).

### PASO 2

Reconoce las variables de la tabla.

Las variables son propiedades o características de los objetos, fenómenos o procesos de estudio, que pueden cambiar y su variación se puede observar o medir.

¿Qué variables considera la tabla? Nómbralas.

### PASO 3

Lee la información de la tabla.

Describan la información que es posible obtener de cada columna. Luego, planteen dos interrogantes que puedan resolver mediante esta información.

### PASO 4

Interpreta la información de la tabla.

¿En qué nivel de escolaridad la mayor parte de las adolescentes abandona los estudios antes de dar a luz? Expliquen.

¿Cuál es el total de adolescentes de enseñanza básica que deserta de la escuela ese año? ¿En qué se basan para responder?

### Ahora tú

Ingresen el código **18TB2M093a** en el sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, y accedan a la investigación abordada en esta página. En ella, ubiquen la tabla que relaciona la deserción escolar con el nivel socioeconómico de las adolescentes embarazadas. Luego, analícenla aplicando los pasos de este taller.

### Portafolio

Junto con tu curso, usen la información que obtuvieron y el material que elaboraron al realizar las actividades de este **Tema**, para crear material de difusión, impreso, digital y audiovisual, para su proyecto. Una vez finalizado su trabajo, reflexionen en torno a esta pregunta:

¿Cómo creen que el material que desarrollaron puede aportar al bienestar de los y las estudiantes de su colegio o liceo?

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje mediante las siguientes actividades.

**1** Observa los siguientes testimonios y realiza lo solicitado.

Me llamo Rubén, tengo 16 años. Vivo con mi abuela, a quien quiero mucho, es como mi mamá.

Tengo un grupo de amigos y amigas. Nos llevamos muy bien y compartimos muchos intereses y pasatiempos. Estoy pololeando hace tres meses.



Me llamo Dominga, tengo 15 años. He notado que, desde hace algún tiempo, estoy experimentando cambios en mi cuerpo y en mi forma de ser.



Algunos de estos cambios me hicieron sentir incómoda, pero ya me siento mejor conmigo misma. Tengo una muy buena autoestima.

¿Con cuál o cuáles de las dimensiones de la sexualidad relacionas cada uno de los relatos anteriores? Argumenta.

---

---

**2** Crea un breve cómic, en el que se represente cómo dos adolescentes, de culturas diferentes, viven por separado su sexualidad. En cada historia se debe señalar y evidenciar, explícitamente, al menos una de las dimensiones de la sexualidad.

**3** Describe y fundamenta una acción en la que se manifieste el respeto y la responsabilidad frente a cada una de las siguiente personas:

a. Un o una integrante de tu familia:

---

---

---

---

---

b. Un amigo o amiga:

---

---

---

---

---

c. Una persona de la tercera edad:

---

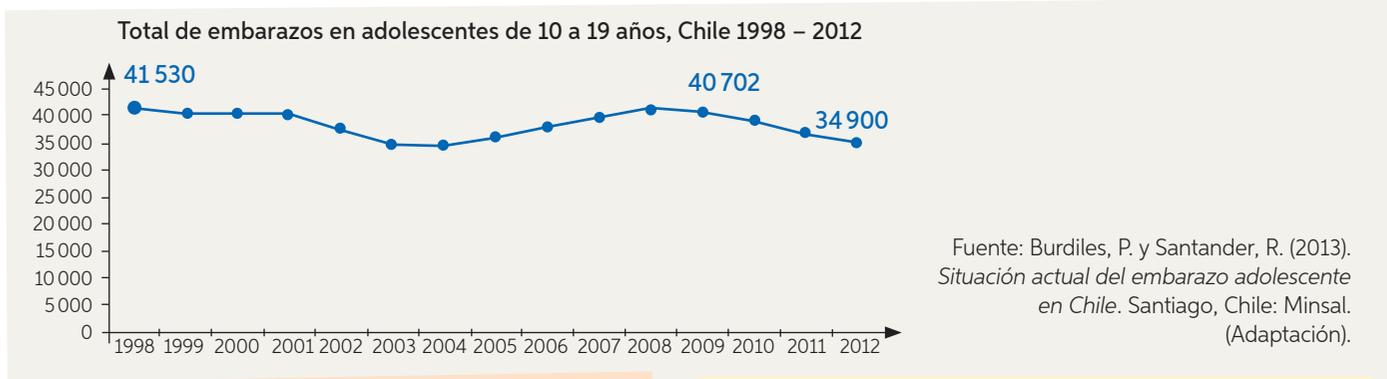
---

---

---

---

- 4 Analiza el siguiente gráfico en el que se muestra el número de embarazos en adolescentes de un rango etario. Luego, contesta las preguntas.



a. ¿Cómo ha variado el número embarazos adolescentes en los últimos cinco años considerados en el gráfico? Explica.

b. ¿Qué sucedió con la cantidad de embarazos en adolescentes entre 1998 y 2007? Describe en términos generales.

**¿Cómo has aprendido?**

- 1 Responde la **pregunta esencial** de esta lección: **¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la lección.

Aprendizajes	Escala de valoración de desempeño			
	Muy bien	Bien	Suficiente	Insuficiente
Explicar las dimensiones de la sexualidad considerando las diversas formas en que esta se manifiesta. (Preguntas 1 y 2)				
Describir y analizar situaciones y evidencias relacionadas con la responsabilidad individual. (Preguntas 3 y 4)				

- 3 Marca un ✓ en las estrategias de estudio que correspondan.

Estrategias	Investigar	Analizar y/o construir tablas y gráficos	Otra(s):
¿Qué estrategias de estudio utilizaste?			
¿Cuál o cuáles fueron más efectivas?			
¿Cuál o cuáles replantearías?			

## ¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser?

### Explora

Tu vida, como la de todas las demás personas, comenzó con una sola célula, que se formó tras la unión de los gametos masculino y femenino. La reproducción humana es un proceso complejo, mediante el cual se origina un nuevo ser que iniciará un desarrollo continuo, gradual y altamente regulado. Concebir un hijo es una decisión importante que debe ser tomada con madurez y responsabilidad.

Para comenzar a estudiar el proceso reproductivo de los seres humanos, lee el siguiente documento y realiza la actividad propuesta.

### DIARIO CIENTÍFICO



## Tecnologías que revolucionan la reproducción asistida en Chile

La medicina reproductiva es una de las áreas de la medicina que más ha progresado en los últimos años. El aumento en la demanda ha incentivado la investigación y mejoramiento de las técnicas de fecundación *in vitro*. Esto ha llevado a importantes avances tecnológicos relacionados con mejoras en el cultivo y la selección embrionaria. En este contexto, una de las tecnologías que se ha implementado en los últimos años ha sido el cultivo de embriones en incubadoras *time lapse*. Estos equipos combinan una incubadora con una cámara fotográfica y un *software* de análisis. En términos simples, la cámara va tomando fotografías simultáneas en lapsos cortos de tiempo, produciendo una película que muestra el desarrollo dinámico de los embriones, sin la necesidad de tener que sacarlos de la incubadora para ser analizados. Con esto, se puede identificar claramente cómo los embriones cambian a lo largo del tiempo, e identificar patrones medibles de su desarrollo, que se relacionan con su potencial de implantación en el útero.

Al tener una cámara incorporada, las incubadoras *time lapse* disminuyen la manipulación del embrión, lo cual contribuye a mantener constantes las condiciones de cultivo en las que se desarrolla el ser en gestación, como la temperatura y el pH.

El doctor Carlos Troncoso, presidente de la Sociedad Chilena de Medicina Reproductiva, señala que esta tecnología ayuda a decidir cuál es el mejor embrión para transferir a la madre. Según explica, se espera que en el futuro todo el proceso sea robotizado, reduciendo la manipulación al mínimo.

### Es importante porque...

A pesar de que los y las adolescentes cuentan con la madurez biológica para reproducirse, no cuentan con toda la preparación necesaria para ejercer la paternidad y la maternidad de forma adecuada. Por ello, te invitamos a comprender, mediante el estudio de esta lección, los procesos fisiológicos involucrados en la formación y desarrollo de un nuevo ser humano, y las responsabilidades que implica tener un hijo o una hija.



En la imagen, Marcela Calonge, examina un embrión en desarrollo. Esta científica es la directora del Laboratorio de Fertilización In Vitro de la clínica IVI, centro especializado en reproducción asistida en Chile.

Fuente: Urbina, S. (13-03-2017). Nuevas tecnologías revolucionan la reproducción asistida. *El Mercurio*, p. A11. (Adaptación).



### Ecografía 4D

La ecografía 4D permite observar los movimientos del o la bebé en gestación, distinguir su sexo y detectar la presencia de ciertas enfermedades y malformaciones. ¿Qué sabes sobre el funcionamiento de esta herramienta tecnológica? Investiga y explica.



a. Si tuvieras que explicarle a un compañero o compañera el tema abordado en el documento anterior, ¿qué conceptos crees que deberías manejar? Nómbralos y explícalos con tus palabras.

---



---



---

b. ¿Cómo crees que el desarrollo de las incubadoras *time lapse*, y de otras tecnologías en medicina reproductiva, podría beneficiar a las personas? Argumenta.

---



---



---

c. Si fueras un médico o una médica especializada en reproducción asistida, ¿recomendarías el uso de esta herramienta? ¿Por qué?

---



---



---

d. ¿Qué controversias de tipo ético crees que podrían surgir con el uso de esta tecnología? Explica.

---



---



---

e. ¿Cómo te gustaría que fuera la medicina reproductiva del futuro? Representa y describe.

## Tema: Reproducción humana

Explora el origen, el desarrollo y los cuidados de una nueva vida humana por medio del siguiente **desafío**:



Crear recursos audiovisuales sobre el proceso de reproducción y los cuidados prenatales.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Al **esforzarte** y **perseverar** en el trabajo, podrás elaborar y concluir, de forma exitosa, actividades que faciliten el aprendizaje de conceptos y procedimientos, de tal forma que alcances tus metas y cumplas tus desafíos.

## Formación de gametos

En años anteriores, has estudiado que a partir de la **fecundación**, es decir, la unión de los gametos, se da origen a una nueva vida humana que contiene parte de la información genética del padre y de la madre. Los gametos masculinos o **espermatozoides** y el gameto femenino u **ovocito** presentan, cada uno, la mitad del material genético de la especie.

El espermatozoide y el ovocito son células son muy diferentes entre sí, y poseen propiedades estructurales que van adquiriendo mediante el proceso de **gametogénesis**. La gametogénesis masculina se denomina **espermatoogénesis** y la femenina, **ovogénesis**.

Antes de seguir, compara:

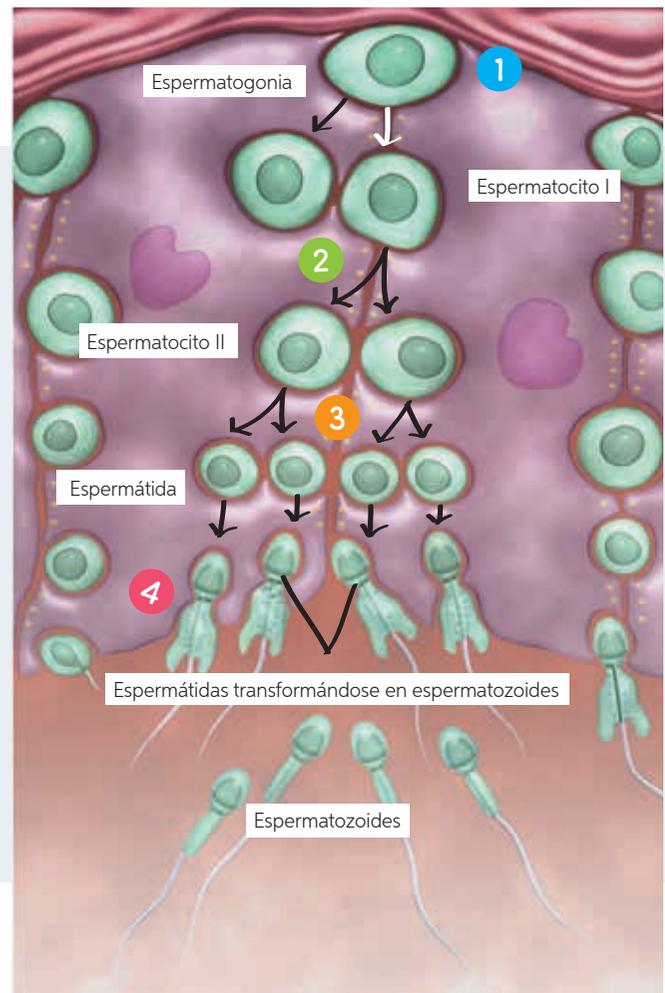
Elabora en tu cuaderno un cuadro comparativo sobre las propiedades de los gametos masculino y femenino. Guíate por el ejemplo.

	Espermatozoide	Ovocito
¿Dónde se forma?		
¿Presenta movilidad?		
¿Cuál es su tamaño?		

## Espermatoogénesis

Ocurre al interior de los testículos, en unas estructuras llamadas **túbulos seminíferos**. Se inicia en la pubertad y, en condiciones normales, se mantiene durante toda la vida de los hombres. A continuación, revisaremos sus etapas.

- 1 Durante el desarrollo embrionario, las **células germinales primordiales** se multiplican, dando lugar a **espermatogonias**.
- 2 Años más tarde, en la pubertad, algunas espermatogonias proliferan, aumentan de tamaño y se diferencian en **espermatoocitos primarios** o **espermatoocitos I**.
- 3 Luego, los **espermatoocitos I** pasan por un proceso que consta de dos divisiones celulares. La primera división, origina los **espermatoocitos secundarios** o **espermatoocitos II**; estas células experimentan la segunda división formando las **espermátidas**. Cada una de ellas tiene la mitad del material genético de la especie.
- 4 Finalmente, las **espermátidas** experimentan cambios morfológicos que darán origen a los **espermatozoides**. Aparece el flagelo, disminuye el volumen citoplasmático y se forma el acrosoma, estructura que contiene enzimas que participan en el proceso de fecundación.



## Ovogénesis

La ovogénesis comienza antes del nacimiento y queda detenida hasta la pubertad, que es cuando se reanuda. A partir de esto, la mujer nace con una cantidad específica de folículos (ovocito rodeado por células foliculares) de los cuales solo algunos continuarán su desarrollo, que se concretará solo si se produce fecundación. En el siguiente esquema se representa este proceso.

(1) Durante la vida intrauterina, las **células germinales primordiales** se diferencian formando **ovogonias**, las que se multiplican.

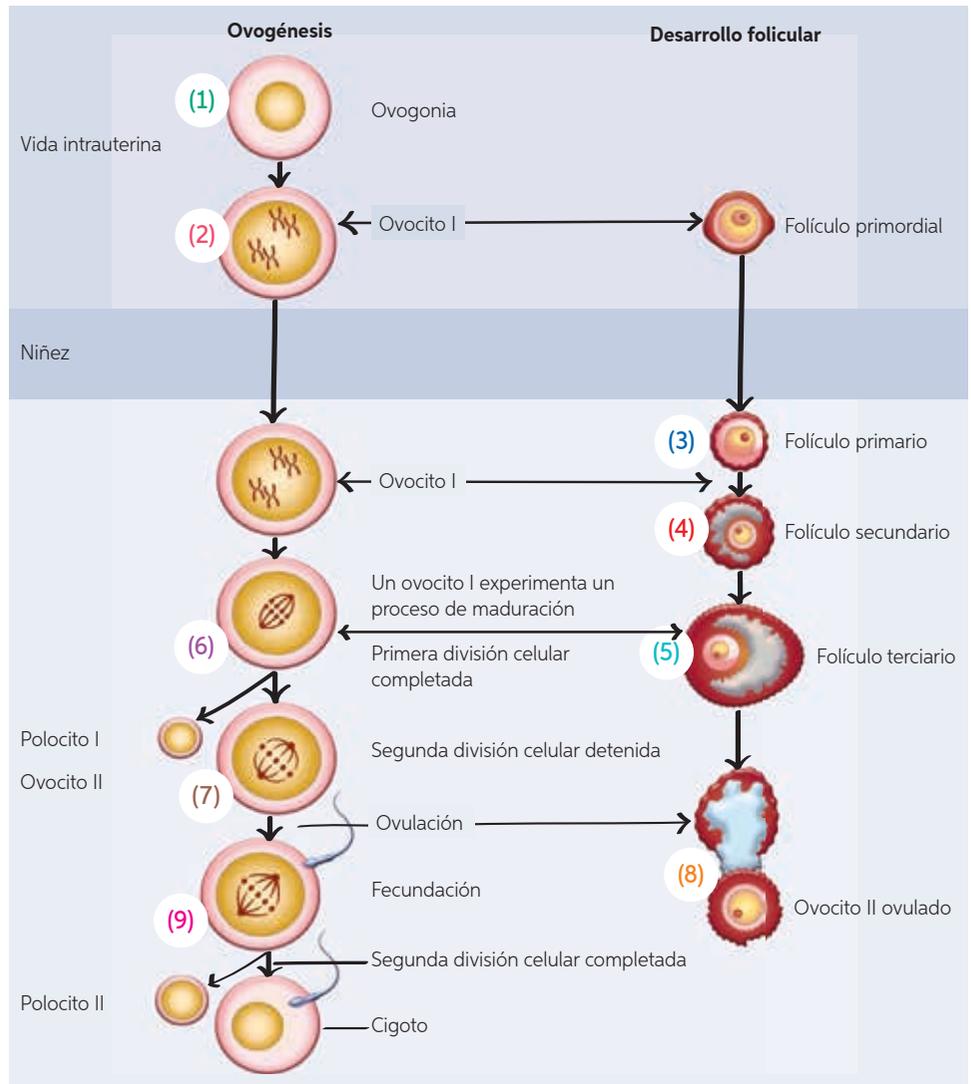
(2) Muchas ovogonias experimentan cambios transformándose en **ovocitos primarios** u **ovocitos I**; estos inician un proceso de división celular que queda detenido, sin ser concluido. Un ovocito I más el conjunto de células que lo rodean se denomina **folículo primordial**.

(3) Desde la pubertad, y extendiéndose a lo largo de los años reproductivos, varios folículos primordiales maduran cada mes en **folículos primarios**.

(4) Muchos de ellos continúan su desarrollo a **folículos secundarios** (5) y algunos de estos progresan a un estado de **folículo terciario**.

(6) En esta etapa se completa la división celular que estaba detenida, produciendo un **ovocito secundario** u **ovocito II**, el cual presenta la mitad del material genético de la especie. Además, se forma otra célula, llamada **primer cuerpo polar** o **polocito I**, que degenera.

(7) Posteriormente, el ovocito II experimenta un segundo proceso de división celular, que luego queda detenido.



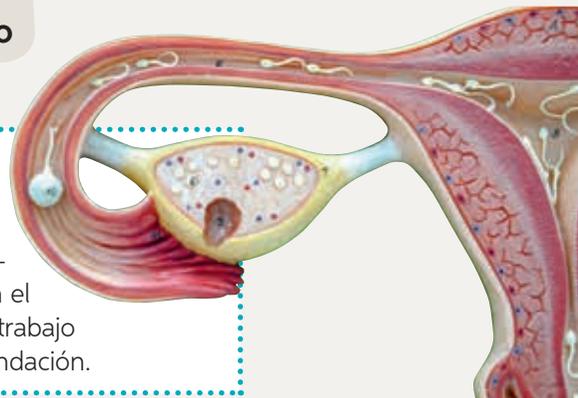
(8) Generalmente, uno de los **ovocitos II** se libera mediante la ovulación, (9) si este es fecundado, completa el segundo proceso de división, tras lo cual se produce un **cigoto** y un **segundo cuerpo polar** o **polocito II**. El cigoto contiene el total del material genético de la especie. De no producirse la fecundación, el ovocito II degenera.

### Sintetiza tus aprendizajes

Reúnanse en duplas de trabajo y creen una estrategia de síntesis que les posibilite comparar la espermatogénesis y la ovogénesis, por ejemplo, un diagrama de Venn. Si eligen esta herramienta gráfica, pueden ingresar el código ◀18TB2M099a en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>. Compartan su trabajo con el resto del curso.

### Antecedentes

La **fecundación** es un proceso complejo que se produce a partir de una serie de eventos previos. Por un lado, la ovulación y, por otro, el ingreso de los espermatozoides al sistema reproductor femenino. A través de este, los gametos masculinos se desplazan hacia el lugar donde se encontrarán con el ovocito. Mediante este taller diseñarás y aplicarás un plan de trabajo para crear y usar un modelo que te permita describir la fecundación.



### PASO 1

#### Selecciona información útil.

Formen equipos de trabajo de tres integrantes, y decidan cómo van a modelar cada uno de los componentes y los eventos involucrados en la fecundación. Para ello, revisen diversas fuentes de información confiables. Pueden acceder al sitio <http://codigos.auladigital.cl> e ingresar los códigos ◀18TB2M100a y ◀18TB2M100b.

### PASO 2

#### Establece metas y diseña tu plan de trabajo.

Antes de diseñar su modelo y definir los materiales que usarán para construirlo, tengan en cuenta lo siguiente:

- Deberán representar las estructuras del sistema reproductor femenino.
- Tendrán que modelar los gametos masculinos y femenino.
- No olviden simular el trayecto de los espermatozoides y del ovocito hasta que llegan a su punto de encuentro.

A partir de lo señalado, propongan metas que deseen alcanzar en esta actividad, y describan los pasos que llevarán a cabo para cumplirlas. A continuación, elaboren una lista con los materiales que van a ocupar. Por ejemplo: trozo de madera o cartón, cartulinas de color, pegamento, lápices de color, rollos de papel higiénico o absorbente, cajas de fósforos, retazos de lana, plastilina y tijeras.

### PASO 3

#### Utiliza la información obtenida para desarrollar el plan de trabajo.

Pongan en práctica su plan de trabajo. Para ello, reúnan los materiales y construyan el modelo aplicando los pasos que acordaron en el diseño de su modelo.

### PASO 4

#### Evalúa el trabajo.

Respondan las siguientes preguntas.

- a. ¿Cuán eficaz fue su plan de trabajo? ¿Qué cambios le harían para mejorarlo?
- b. ¿En qué medida respetaron el procedimiento que propusieron? Expliquen.

### Aprendizajes previos

- ¿A qué conceptos científicos, trabajados en años anteriores, tuvieron que recurrir para desarrollar el taller? Explíquenlos en sus cuadernos.
- ¿Cuán fácil o difícil les fue recordarlos? ¿A qué lo atribuyen? Comenten.

### Ahora tú

Apliquen los pasos de este taller y elaboren un plan de trabajo para modelar el proceso de gametogénesis, que pueda ser replicado en distintos contextos.

## ¿Cómo se produce la fecundación?

De los millones de espermatozoides que ingresan al sistema reproductor femenino solo una pequeña parte, aproximadamente el 1%, logra atravesar el cuello uterino. Muchos de los que lo consiguen mueren tras haber recorrido gran parte del oviducto.

En el primer tercio de uno de los oviductos, algunos de estos espermatozoides se encuentran con el ovocito II, que fue liberado desde el ovario, tal como se representa en el siguiente esquema.

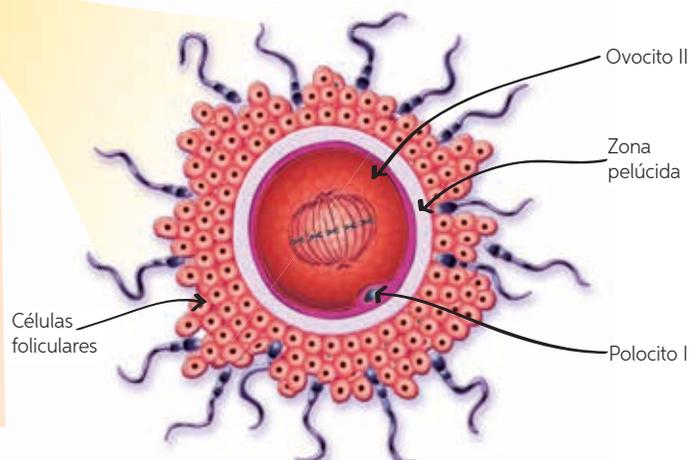
**¡Visualízalo!**



Observa el esquema y descríbelo, aplicando los aprendizajes que desarrollaste en el taller anterior.

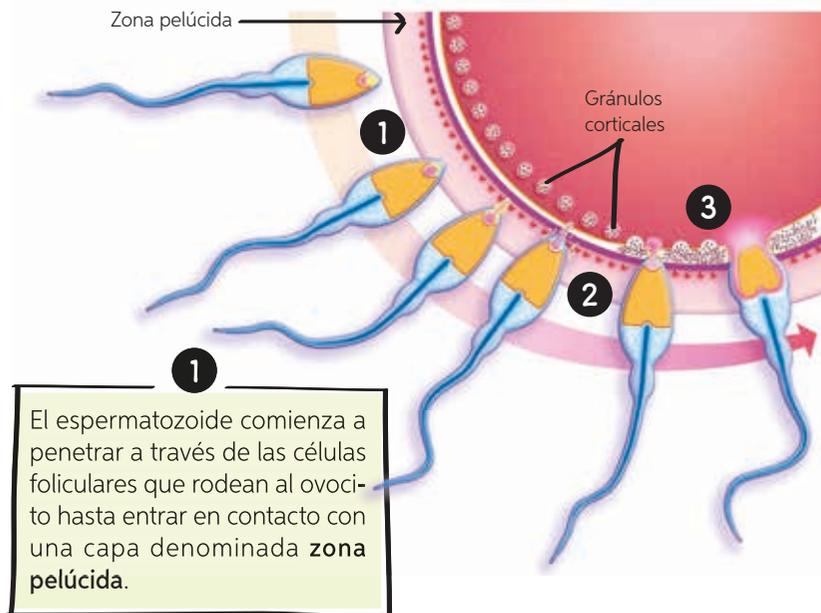


Los **oviductos** o trompas de Falopio son dos conductos que conectan cada ovario con el útero.



Ovocito II  
Zona pelúcida  
Células foliculares  
Polocito I

A pesar de que son varios espermatozoides los que se encuentran con el ovocito, solo uno de ellos podrá fecundarlo. Esto se debe a la serie de eventos que se detallan a continuación.



**1**  
El espermatozoide comienza a penetrar a través de las células foliculares que rodean al ovocito hasta entrar en contacto con una capa denominada **zona pelúcida**.

**2**  
La fijación del espermatozoide a la zona pelúcida desencadena la **reacción acrosómica**, que consiste en la liberación de enzimas contenidas en el **acrosoma**, vesícula ubicada en la cabeza del gameto masculino; y en la descomposición de la zona pelúcida, con lo cual se forma una vía o "túnel", que facilita que el gameto masculino atraviese la zona pelúcida.

**3**  
Producto de la reacción acrosómica, unas vesículas del ovocito II, llamadas **gránulos corticales**, se rompen y liberan su contenido, el que reacciona con la zona pelúcida, haciéndola impenetrable, lo que impide que ingrese otro espermatozoide. El material genético del gameto masculino ingresa al interior del ovocito, y se origina un cigoto.

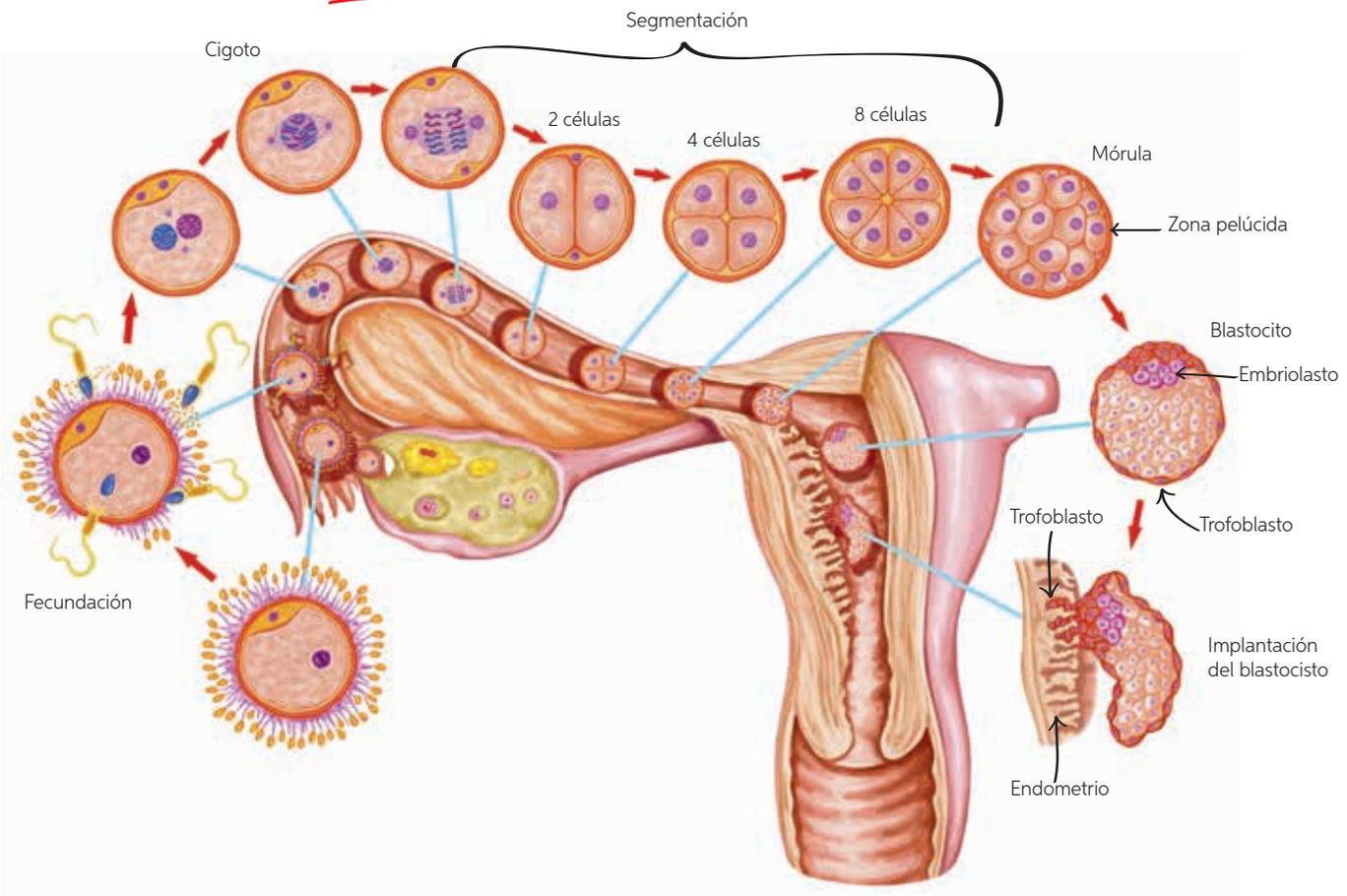
## Implantación del embrión humano

El cigoto generado a partir de la fecundación se desarrollará en aproximadamente nueve meses, pasando de ser una sola célula a un ser humano completamente formado.

Una vez que se ha originado el cigoto, este es transportado desde el oviducto hacia el útero. Al mismo tiempo, comienza a experimentar múltiples divisiones, a partir de las cuales se forman células idénticas, de menor tamaño, llamadas blastómeros. Este proceso de división celular, denominado **segmentación**, provoca que el número de células que componen al embrión aumente sin que modifique su tamaño. De esta manera, se forma una estructura denominada **mórula**, la cual está constituida por 16 a 32 blastómeros. Durante la segmentación el embrión se encuentra rodeado por la zona pelúcida. Aproximadamente una semana después de la fecundación, se forma el **blastocisto**, estado embrionario producido a partir de una serie de transformaciones que experimenta la mórula. Posteriormente, el blastocisto es liberado de la zona pelúcida, proceso llamado **eclosión**, y se implanta en el endometrio. **¡Visualízalo!**



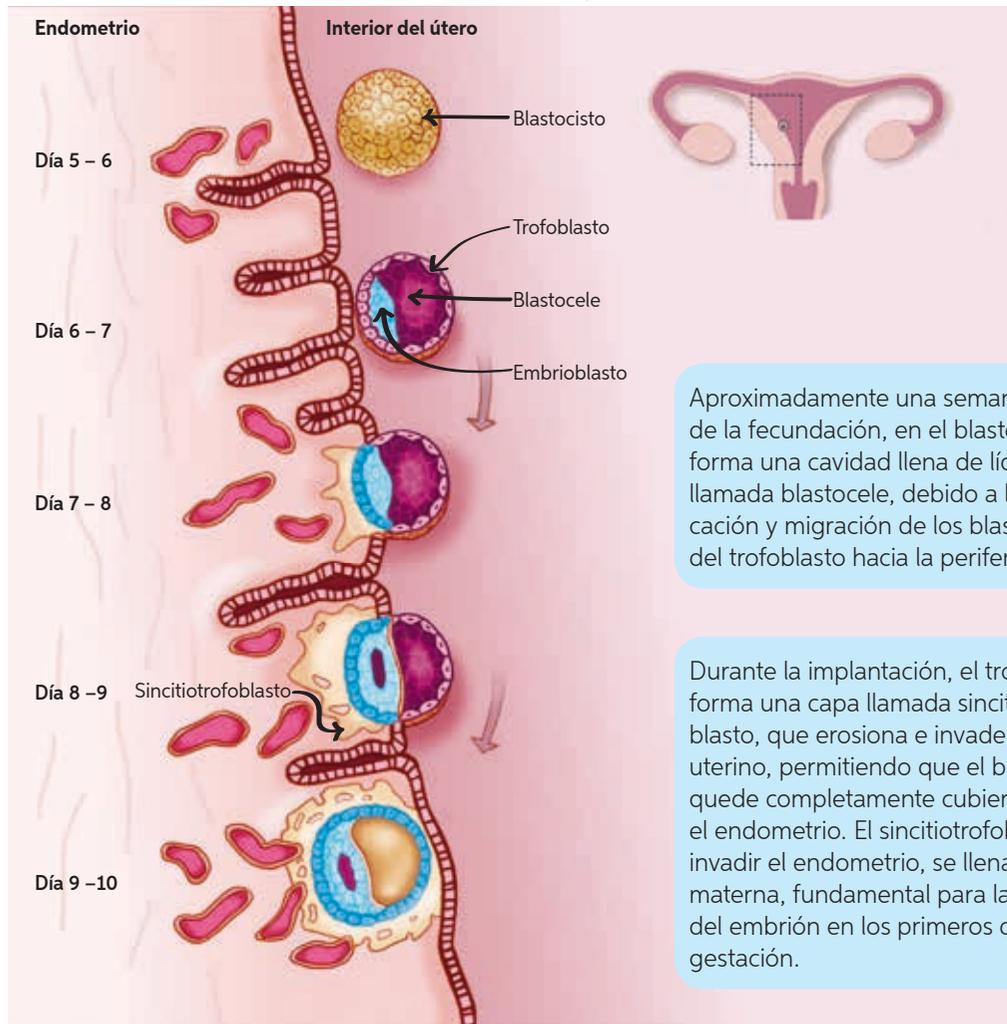
El **embrión** corresponde a la etapa inicial del desarrollo de un organismo, desde la fecundación hasta que el individuo adquiere las características físicas de la especie.



El blastocisto está formado por el **embrioblasto**, masa celular interna que originará al organismo propiamente tal, y por el **trofoblasto**, que corresponde a la masa celular externa que le proveerá nutrientes al embrión. La implantación se produce gracias a las células del trofoblasto, las que liberan enzimas que degradan las células de la mucosa uterina, lo que permite que el embrión se adhiera al endometrio.

Desde su formación, el blastocisto experimenta una serie de transformaciones, que constituyen el desarrollo del nuevo individuo. En el ser humano, este evento dura aproximadamente nueve meses. A continuación, estudiaremos los principales eventos involucrados en este proceso.

**¡Visualízalo!**



Aproximadamente una semana después de la fecundación, en el blastocisto se forma una cavidad llena de líquido, llamada blastocelo, debido a la multiplicación y migración de los blastómeros del trofoblasto hacia la periferia.

Durante la implantación, el trofoblasto forma una capa llamada sincitiotrofoblasto, que erosiona e invade el tejido uterino, permitiendo que el blastocisto quede completamente cubierto por el endometrio. El sincitiotrofoblasto, al invadir el endometrio, se llena de sangre materna, fundamental para la nutrición del embrión en los primeros días de la gestación.

●●● Actividad colaborativa

**Describe, mediante un modelo, el proceso de implantación**

1. Reúnanse en duplas de trabajo y elaboren un *sketchnote* sobre el proceso de implantación del embrión humano. Ingresen el código ◀18TB2M103a en la página web <http://codigos.auladigital.cl>, y revisen en qué consiste esta estrategia, cómo construirla y algunos ejemplos.
2. Elijan un formato para desarrollar su *sketchnote*, por ejemplo, una presentación digital, un papelógrafo o un documento Word, y constrúyanlo. Consideren al momento de desarrollar su material que, mediante este, deben describir la implantación incluyendo sus etapas y estructuras involucradas.
3. Comuniquen su trabajo a sus compañeros y compañeras. Luego, reflexionen en torno a las siguientes interrogantes:
  - a. ¿Qué aspectos de su desempeño grupal y personal modificarían para mejorar la precisión y calidad de su trabajo? Expliquen.
  - b. ¿Qué medidas tomaron para asegurar la calidad del material que crearon?

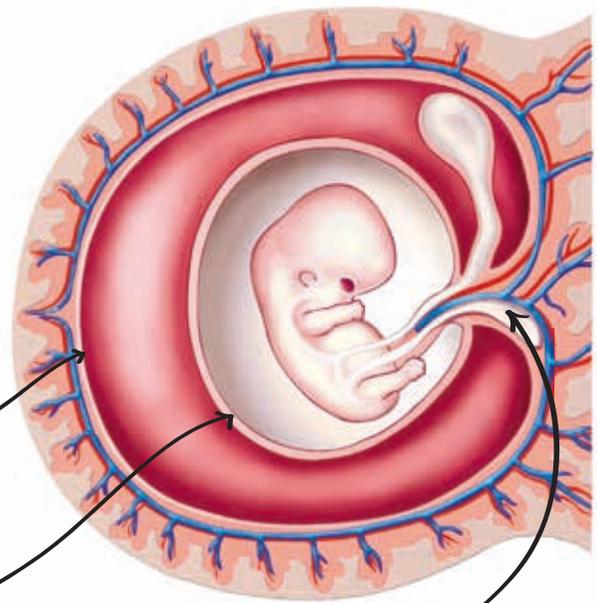
**Aprendizajes previos**

Respondan en sus cuadernos estas preguntas:

- ¿Qué aprendieron en años anteriores sobre el proceso de implantación? Describan.
- ¿Cuán útiles les fueron estos aprendizajes para realizar esta actividad? Expliquen.

## El desarrollo del embrión

Tiempo después de que el embrión se ha implantado, se comienzan a formar unas estructuras muy importantes para su desarrollo y protección, las **membranas extraembrionarias**. Estas se explican a continuación.



**Corion:** membrana que permite el intercambio de sustancias entre la madre y el embrión, y secreta la **hormona gonadotropina coriónica humana (hCG)**, que mantiene al cuerpo lúteo durante los primeros tres meses de gestación. La superficie externa del corion tiene pequeñas proyecciones llamadas **vellosidades coriónicas**, que se extienden en el revestimiento uterino.

**Amnios:** saco membranoso que rodea al embrión y lo protege de traumatismos, pues contiene **líquido amniótico** que cumple una función amortiguadora.

**Alantoides:** membrana vestigial en los seres humanos. Parte de ella participa en la formación del **cordón umbilical**, estructura que estudiaremos más abajo.

## La placenta: órgano de intercambio

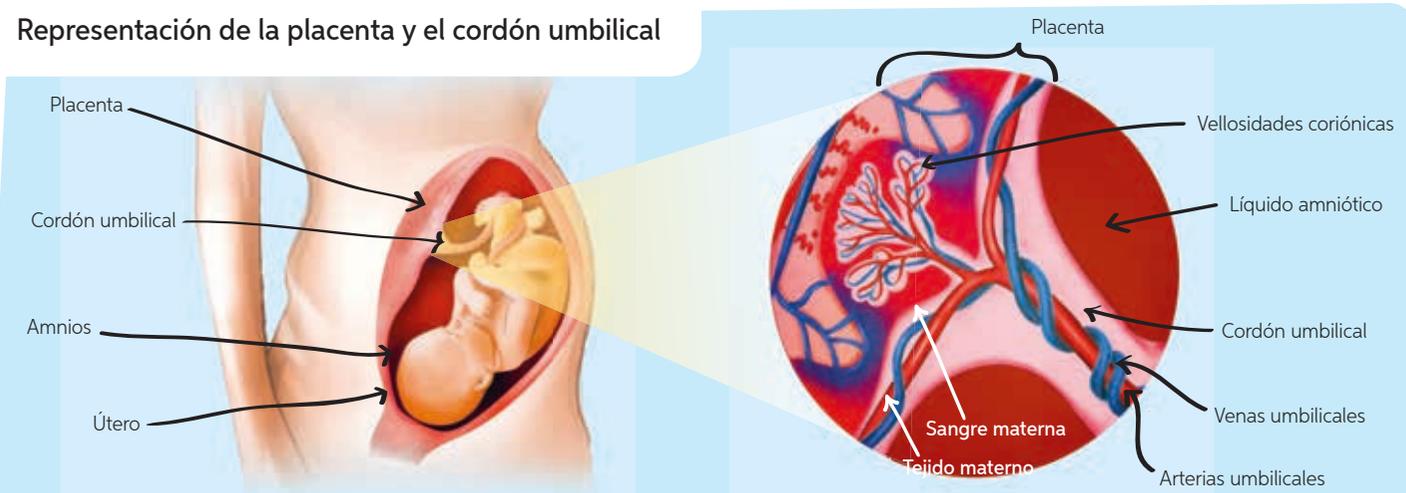
Las vellosidades coriónicas y el endometrio forman un órgano denominado **placenta**, que permite el intercambio de oxígeno, nutrientes y desechos, entre la madre y el embrión. El **cordón umbilical** es una estructura tubular que conecta el embrión con la placenta. Los nutrientes y el oxígeno de la sangre de la madre se difunden a través de las vellosidades coriónicas, que contienen sangre del embrión. Desde ahí, estas sustancias son transportadas, a través del cordón umbilical, hacia el organismo en gestación. A su vez, los desechos producidos por el embrión son trasladados por el cordón umbilical hacia las vellosidades coriónicas. Desde estas últimas, los desechos pasan a la circulación sanguínea materna y son excretados a través de su orina.

### Una nueva actitud

Sustancias tóxicas, como el alcohol y otras drogas, atraviesan fácilmente la placenta.

¿Qué medidas le aconsejarías a una futura madre o padre, sobre los cuidados que se deben tener respecto de lo que la mujer embarazada consume? Comenta con tu curso.

## Representación de la placenta y el cordón umbilical



La sangre materna y la del embrión nunca se mezclan, ya que todos los intercambios ocurren por difusión a través de las paredes capilares en la placenta.

La placenta también cumple una función hormonal, pues secreta hCG, estrógenos y fundamentalmente progesterona. Estas dos últimas estimulan el grosor del endometrio, manteniendo así el embarazo.

## Formación y maduración de órganos

Alrededor de unos 14 días después de la fecundación, algunas células del embrioblasto migran hacia el interior formando tres capas germinativas, **endodermo**, **mesodermo** y **ectodermo**. Posteriormente, comienza la etapa de **organogénesis**, en la cual ocurre la formación de todos los tejidos y órganos a partir de las tres capas germinativas. Del **ectodermo** se forma el cerebro, la médula espinal, los nervios, la epidermis, las glándulas cutáneas, pelo, uñas, cavidades nasal, bucal y anal, la retina y el cristalino; a partir del **mesodermo** se desarrolla el esqueleto, los sistemas reproductor y excretor, la dermis y los músculos; y desde el **endodermo** se genera el páncreas, el hígado, los pulmones, el recubrimiento del tubo digestivo y la tiroides.

Durante los dos primeros meses de gestación, el embrión experimenta la formación de sus tejidos y órganos. Luego, al tercer mes, cuando estos se encuentran completamente formados, pasa por una etapa de crecimiento y maduración de sus estructuras corporales. Desde este momento, al embrión se le comienza a llamar **feto**.

●●● Actividad colaborativa

### Construye e interpreta un gráfico: crecimiento de un embrión y feto

Reúnanse en duplas de trabajo, observen la siguiente tabla y realicen lo solicitado.

1. Construyan, a partir de la información de la tabla, un gráfico de línea o de barra. Para ello, elijan una herramienta digital para el procesamiento de datos, por ejemplo, Excel.
2. Procuren usar la misma unidad de medida para cada variable involucrada.
3. Interpreten la información del gráfico que construyeron. Pueden guiarse planteando y resolviendo interrogantes como estas: ¿en qué trimestre ocurre una mayor variación de la longitud del embrión o feto?, ¿en cuál ocurre una menor variación?
4. Comuniquen su trabajo al curso. Luego, comenten estas preguntas:
  - a. ¿Cómo desarrollaron su trabajo? ¿Fueron rigurosas o rigurosos al efectuarlo? Describan.
  - b. ¿Cómo evaluarían su precisión y orden al realizar la actividad?

#### Aprendizajes previos

- ¿Conocían o tenían algunas ideas sobre cómo varía la longitud del embrión y feto durante el embarazo? Anótenlas y explíquenlas en sus cuadernos.
- ¿En qué medida estos conocimientos o ideas previas variaron después de realizar esta actividad? Comenten.
- ¿Qué habilidades y actitudes de las ya trabajadas utilizaron para desarrollar su trabajo? Expliquen.

#### Avanza en tu proyecto

Formen un equipo de trabajo de unos seis integrantes y elaboren en conjunto, un breve video *stop motion*, sobre la fecundación, implantación y desarrollo embrionario, e inclúyanlo dentro del material audiovisual de su campaña. Pueden ingresar el código ◀ 18TB2M105a en el sitio: <http://codigos.auladigital.cl>, y acceder a algunas aplicaciones sugeridas para crear su video.

Crecimiento en longitud de un embrión y feto humano		
Trimestre	Tiempo después de la fecundación	Tamaño
Primer	3 semanas	3 mm
	6 semanas	12 mm
	9 semanas	5 cm
	3 meses	7,5 cm
Segundo	4 meses	15 cm
	5 meses	25 cm
	6 meses	30 cm
Tercer	7 meses	35 cm
	8 meses	40 cm
	9 meses	51 cm

Fuente: Biggs, A. (2000). *Biología: la dinámica de la vida*. México D. F.: Mc Graw Hill. (Adaptación).

#### Alfabetización científica

**Interpretar** consiste en explicar objetos o procesos científicos en estudio, dándoles un sentido o significado, mediante el uso de un lenguaje científico adecuado.

## Embarazo, proceso de cambios y desarrollo

¿Te imaginas cómo las personas, desde nuestra concepción, pasamos de ser una célula a tener todos nuestros órganos y estructuras? El **embarazo** o **gestación** es un proceso que involucra una serie de cambios que experimenta el cigoto desde la fecundación hasta el nacimiento. En el ser humano tiene una duración aproximada de 38 semanas, es decir, alrededor de nueve meses, tiempo en el cual el embrión, alojado en el útero materno, crece y se desarrolla hasta adquirir las características de la especie. El embarazo humano se puede dividir en trimestres, o tres períodos de aproximadamente tres meses cada uno, cuyos principales eventos se explican a continuación y se esquematizan en la siguiente página.

### Mundo digital

Ingresa los códigos ◀ **18TB2M106a** y ◀ **18TB2M106b** en la página web <http://codigos.auladigital.cl>, y profundiza los contenidos sobre la fecundación y el desarrollo embrionario y fetal por medio de los recursos que te proponemos.

### 1<sup>er</sup> TRIMESTRE

En esta etapa, el embrión es más susceptible de ser dañado producto de errores genéticos o mutaciones, deficiencias nutricionales de la madre y sustancias químicas, como alcohol o drogas, que esta pudiera consumir. Durante el primer mes, las extremidades se desarrollan incipientemente y comienza a latir el corazón. En el segundo mes, surgen los vasos sanguíneos y se inicia la formación del cerebro y de los órganos internos. Al finalizar el tercer mes, el nuevo ser, ahora llamado feto, tiene unos 3 centímetros de largo, posee todos sus órganos y se distinguen sus genitales.

### 2<sup>do</sup> TRIMESTRE

Durante el cuarto mes, comienza funcionar el sistema digestivo del feto, y sus articulaciones se empiezan a desarrollar. Además, ejecuta algunos reflejos, como la succión del pulgar. En el quinto mes, madura aceleradamente su sistema nervioso, sus párpados están fusionados, le comienza a crecer cabello en la cabeza y aparecen cejas y pestañas. La madre ya puede sentir los movimientos corporales del feto. Durante el sexto mes, se separan los párpados y los pulmones están desarrollados, pero no son totalmente funcionales aún. Hacia el final de esta etapa, el feto mide unos 30 centímetros de largo.

### 3<sup>er</sup> TRIMESTRE

En el séptimo mes, el feto escucha sonidos y responde a ellos con movimientos. Asimismo, maduran considerablemente sus órganos. Los bebés que nacen en esta etapa requieren cuidados especiales, como una incubadora, pues aún hay órganos, como los pulmones, que no están del todo desarrollados. Posteriormente, en el octavo mes, casi todos sus sistemas se han desarrollado. Si nace en este período, requerirá menos esfuerzos para adaptarse al medio. Finalmente, en el noveno mes todos sus órganos son funcionales y ya le permiten vivir fuera del vientre materno. Al nacer, la mayoría de los bebés presenta unos 50 centímetros de largo.

## Desarrollo embrionario y fetal durante los tres trimestres de gestación

### PRIMER TRIMESTRE: semanas 1-12

- Los órganos: corazón, intestinos, páncreas riñones, hígado y cerebro, se encuentran en proceso de formación.
- Es posible detectar los latidos del corazón del embrión (desde la quinta semana).
- Se comienzan a desarrollar las extremidades.
- Aparece el cristalino en cada ojo. Tiempo después, los párpados se fusionan, lo que permite el desarrollo del iris.
- Se comienzan a formar los dedos de manos y pies.
- Empiezan a desarrollarse el cabello y las uñas de las manos y pies.
- Se inicia el desarrollo de los hemisferios cerebrales.
- Comienza a formarse una estructura que dará origen a los bronquios.



Embrión de unas siete u ocho semanas.

### SEGUNDO TRIMESTRE: semanas 13-27



Feto de alrededor de 14 semanas.

- Gran parte de las articulaciones y huesos han comenzado a formarse.
- La piel se encuentra protegida por pelo fino y una sustancia cerosa.
- La madre puede percibir los primeros movimientos del feto.
- El cerebro empieza a experimentar un crecimiento acelerado.
- Las cejas y pestañas están formadas. El feto abre sus ojos y parpadea.
- El feto realiza movimientos respiratorios que trasladan líquido amniótico hacia dentro y fuera de su tracto respiratorio.

### TERCER TRIMESTRE: semanas 28-38

- El feto responde con mayor intensidad a estímulos fuera del útero, como el sonido.
- El feto presenta ciclos de sueño. Mantiene sus ojos abiertos al estar despierto y los cierra cuando duerme.
- Los huesos crecen y se endurecen.
- Se forma un gran número de sinapsis entre las neuronas.
- Los pulmones se desarrollan completamente.
- El feto se ubica en posición cefálica (cabeza hacia abajo).



Feto de unas 32 semanas.

### Sintetiza tus aprendizajes

Elabora una línea de tiempo sobre el proceso de gestación. Guíate por el ejemplo que aparece en el costado derecho. Luego, explica a tu curso los principales cambios que experimenta el embrión y el feto durante el embarazo, utilizando la línea de tiempo que creaste.



## Estudios en moscas para comprender efectos de la malnutrición durante el embarazo

La nutrición durante el período prenatal puede tener efectos clave en la salud del organismo en gestación y en su bienestar futuro. Por ejemplo, se ha descubierto que alteraciones del sueño, visuales y enfermedades como la esquizofrenia y la diabetes *mellitus* II, se han correlacionado con el déficit nutricional durante el embarazo en diferentes poblaciones del mundo.

El doctor Patricio Olguín, investigador del Instituto Milenio de Neurociencia Biomédica, y su equipo de trabajo, han efectuado un estudio sobre los efectos que produce la malnutrición durante el período gestacional en el sistema nervioso y la función neuronal. Para ello, han utilizado la mosca *Drosophila melanogaster*, organismo que presenta una gran rapidez de crecimiento y desarrollo, lo que posibilita analizar la aparición de enfermedades en varias generaciones.

El doctor Olguín señala que parte del proyecto busca descubrir de qué forma la restricción de nutrientes afecta al embrión a nivel celular y molecular. Con ello, esperan analizar qué señales celulares influyen en que se genere algún tipo de adaptación y cómo el déficit alimentario afecta el genoma de estas células, lo que podría producir alguna deficiencia funcional en el organismo.

Para desarrollar su estudio, el equipo de investigación ha sometido a las moscas a una disminución de nutrientes durante su desarrollo, y las han comparado con otras que crecen en un medio nutritivo, considerando factores como el sueño, la actividad motora, la visión y el tamaño de los individuos. Con este trabajo se busca aportar conocimientos y aplicaciones en la salud humana.

Fuente: Comunicaciones BNI Universidad de Chile. (2016). *A través del estudio de millones de moscas investigadores pretenden conocer los efectos de la malnutrición durante el embarazo.* Uchile.cl. (Adaptación).



➤ El 60 % de los genes involucrados en enfermedades humanas tienen su versión análoga en *Drosophila melanogaster*.

¿Cuán valiosos crees que pueden ser los resultados de esta investigación para la sociedad? Explica.

¿En qué medida consideras que es importante que las personas se informen sobre estudios como este? Fundamenta.

¿Qué valor le asignas a mantener una alimentación equilibrada durante el embarazo? Argumenta.

## Importancia de la nutrición prenatal

Los padres, madres u otras figuras parentales significativas poseen roles fundamentales, no solo en la crianza y el cuidado de los hijos e hijas, sino también antes del nacimiento, ya que durante el período de gestación es de gran importancia proporcionar cuidados especiales tanto a la madre como al embrión o el feto.

Una adecuada **nutrición** durante el embarazo es primordial para cuidar la salud de la mujer, el feto y el recién nacido o nacida. Las necesidades de la madre se ven incrementadas debido a los cambios fisiológicos que experimenta y por una mayor demanda del organismo en gestación. El volumen de plasma sanguíneo aumenta casi en un 50 %, la masa total de glóbulos rojos aumenta en un 33 % y el gasto energético se incrementa en un 15 % a un 20 % hacia el término del embarazo. Lo anterior requiere de una alimentación adecuada y saludable por parte de la madre. Si durante el embarazo la masa corporal materna está por debajo del ideal, puede provocar un parto prematuro y un déficit en el crecimiento y desarrollo del o la bebé. En el caso contrario, si está excedida, se pueden desarrollar trastornos como hipertensión y diabetes gestacional. La ganancia de masa corporal durante la gestación debe ser acorde a la talla de la madre. Las recomendaciones del Ministerio de Salud respecto de esta materia se señalan en la siguiente tabla:

Ganancia de masa corporal total recomendada para la mujer embarazada			
IMC de la mujer antes del embarazo	Feto único (kg)	Incremento (g/semana)	Embarazo múltiple (kg)
Bajo peso	12,0 – 18	400 – 600	–
Normal	10,0 – 13	330 – 430	15 – 17
Sobrepeso	7,0 – 10,0	230 – 330	14 – 23
Obesidad	6,0 – 7,0	200 – 230	11 – 19

Fuente: Minsal. (2015). *Guía Perinatal 2015*. Santiago, Chile. (Adaptación).



^ La dieta de una mujer embarazada debe ser balanceada e incluir el consumo diario de lácteos descremados, frutas, verduras, legumbres y fuentes de proteínas, como pescado, aves, huevos, y carnes magras.

Antes de seguir, procesa información y analiza:

- En tu cuaderno, representa los datos de la tabla utilizando otro método, por ejemplo, un organizador gráfico o una infografía.
- Interpreta los datos procesados. Para ello, plantea y resuelve preguntas que puedan ser respondidas mediante estos datos. Por ejemplo: ¿Cuántos gramos por semana debe ganar una mujer embarazada cuyo estado nutricional, antes de la gestación, era normal?

●●● Actividad colaborativa

### Investiga sobre la importancia de la lactancia materna

1. Reúnanse en equipos de trabajo de tres integrantes y busquen información confiable sobre los beneficios de la lactancia materna.
2. Profundicen, además, sobre la importancia de la nutrición prenatal.
3. Analicen, a partir de las evidencias obtenidas, la responsabilidad de los padres y madres en la nutrición prenatal y la lactancia, considerando sus beneficios en el desarrollo físico y mental del o la bebé.
4. Elaboren un afiche que les permita comunicar su investigación.



El estado nutricional de las personas da cuenta de la relación entre la ingesta de nutrientes y su utilización. El **IMC**, o **índice de masa corporal**, se utiliza para estimar dicho estado nutricional.

### Mundo digital

Para desarrollar esta actividad pueden ingresar los códigos **18TB2M109a**, **18TB2M109b** y **18TB2M109c** en la página web <http://codigos.auladigital.cl>, y usar el material propuesto como parte de sus referencias.

### Antecedentes

La lactancia materna juega un rol fundamental en el crecimiento y desarrollo del lactante durante los primeros meses de vida. A pesar de ello, aún existe una baja proporción de madres que practican la **lactancia exclusiva**. Se define como lactancia exclusiva aquella que comprende el amamantamiento del recién nacido desde el primer día de vida hasta el sexto mes, alimentándolo exclusivamente con leche materna. La **lactancia predominante**, en tanto, incluye la leche materna, además de líquidos como agua y jugos. Por último, la **lactancia complementada** es aquella com-

puesta por leche materna y alimentos sólidos y semisólidos a contar del sexto mes. El fomento de la lactancia materna ha sido una prioridad del Ministerio de Salud y se han realizado distintos estudios en esta materia. A continuación, detallaremos los resultados de una investigación realizada por el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, cuyo objetivo fue evaluar, según los resultados de cuatro encuestas nacionales, la tendencia de la lactancia materna en menores de 18 meses controlados en el sistema público de salud.



### 1 Examina las variables e identifica su importancia.

Observa las siguientes tablas e identifica las variables involucradas en esta investigación.

Edad del lactante (días)	Lactancia materna exclusiva				Lactancia predominante			
	1993 (%)	1996 (%)	2000 (%)	2002 (%)	1993 (%)	1996 (%)	2000 (%)	2002 (%)
0 - 29	78,8	78,5	83,8	83,0	86,7	87,2	89,7	89,9
30 - 59	67,6	66,4	73,7	74,3	77,0	76,2	81,8	83,9
60 - 89	54,0	57,4	67,4	65,4	66,7	72,0	77,7	75,4
90 - 119	46,4	45,0	60,0	55,0	59,4	61,9	69,2	66,3
120 - 149	31,0	41,0	51,0	50,6	43,2	57,5	62,7	65,1
150 - 179	16,0	30,4	39,5	43,1	25,4	45,3	51,7	57,4
Promedio*	50,7	56,0	64,4	63,2	61,6	69,1	73,8	74,2

\*Promedio considerando error estadístico.

Mes de lactancia	Trabajo materno fuera del hogar (%)	Trabajo materno dentro del hogar (%)
Cuarto	37,7	57,7
Quinto	25,9	53,0
Sexto	17,3	42,5

Lactancia materna complementada, según tipo de trabajo materno (1996 - 2002)*		
Mes de lactancia	Trabajo materno fuera del hogar (%)	Trabajo materno dentro del hogar (%)
Octavo	16,1	36,2
Noveno	13,3	34,2
Duodécimo	9,7	18,4

\*El 6 de octubre de 2011 se modificó la normativa sobre protección a la maternidad extendiendo el periodo de postnatal.

Fuente: Atalah, E., Castillo, C. y Reyes, C. (2004). Efectividad de un programa nacional de fomento de la lactancia materna en Chile 1993 – 2002. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(4), 374 – 379. (Adaptación).

**PASO 2** Interpreta los resultados de la investigación.

- ¿Qué ocurrió con el porcentaje de lactancia materna exclusiva entre 1993 y 2002, aumentó o disminuyó?, ¿en qué porcentaje?
- ¿Qué ocurrió con el porcentaje de lactancia materna predominante entre 1993 y 2002, aumentó o disminuyó?, ¿en qué porcentaje?
- ¿Cómo varió el porcentaje de lactancia materna exclusiva en madres que permanecen en el hogar?
- ¿Cómo es el porcentaje de lactancia materna exclusiva en madres que trabajan dentro del hogar en comparación con las que trabajan fuera de este?
- ¿Cómo es el porcentaje de lactancia materna complementada en madres que trabajan dentro del hogar en comparación con las que trabajan fuera de este?

**PASO 3** Establece y comunica tus conclusiones.

- ¿Qué relación crees que existe entre el tipo de trabajo que realiza la madre y la lactancia materna, la favorece o la dificulta?, ¿a qué crees que se debe?
- ¿Cuál es la importancia de educar a la población sobre los beneficios de la lactancia materna? Argumenta.
- Explica brevemente de qué manera el apoyo social a las madres trabajadoras puede fomentar la lactancia materna. Considera en tu explicación la importancia de la extensión del período postnatal.
- ¿De qué manera crees que otras figuras, como la paterna, pueden involucrarse en la lactancia del o la bebé y apoyar este proceso? Describe.

**Ahora tú**

●●● Actividad colaborativa

Reúnanse en parejas y averigüen, en distintas fuentes de información, sobre el programa Iniciativa Hospital Amigo del Niño y de la Madre (IHANM), y los resultados obtenidos luego de su implementación. Analicen estos resultados, aplicando los pasos de este taller, y comuniquen sus conclusiones al resto del curso por medio de una presentación digital. Pueden ingresar el código ◀18TB2M111a en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.

 **Portafolio**

Como grupo curso, desarrollen *spots* publicitarios sobre la gestación humana y la importancia de la nutrición prenatal, e inclúyanlos en su proyecto de campaña. Para ello, basense en las actividades que realizaron durante el estudio de este **Tema**.



¿Qué importancia le atribuyen al esfuerzo y a la perseverancia en el cumplimiento de los desafíos que se nos presentan?

## ➔ Tema: ¿Qué implica ser padre o madre?

Conoce y evalúa las responsabilidades que conlleva ser padre o madre, y los métodos de control de la fertilidad. Para ello te proponemos este **desafío**:



Elaborar recursos gráficos para explicar la paternidad y maternidad responsables, y los métodos anticonceptivos.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Manifiesta una actitud de **pensamiento crítico**, por ejemplo, al razonar sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, expresando opiniones basadas en evidencias y discutiendo acerca de la veracidad de tus argumentos y los de las demás personas.

## Paternidad y maternidad responsables

La decisión de tener relaciones sexuales marca un hito trascendental en la vida de un ser humano, pues involucra la unión de dos personas y, en algunos casos, a partir de este acto puede nacer un hijo o una hija. Tener un bebé es un acontecimiento que conlleva grandes exigencias para los padres y madres, debido a que los niños y niñas necesitan amor, protección y educación, cuidados que requieren de una adecuada madurez psicológica y emocional de quien los cría. Comienza a indagar sobre esto, por medio de esta actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Analiza derechos y deberes de padres y madres en Chile

- Formen equipos de trabajo de tres integrantes y averigüen los derechos y deberes de los padres y madres en Chile en el cuidado de los hijos e hijas. Pueden dirigirse al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar el código ◀ 18TB2M112a. Pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Historia, Geografía y Ciencias Sociales** cuando analicen este documento.
- Expliquen, basándose en su investigación, los elementos de una paternidad y una maternidad responsables. Para ello, elaboren una presentación digital que les permita comunicar su trabajo al resto del curso.
- Discutan con su curso qué características hacen que una persona esté más o menos preparada para cuidar de un menor de edad.
- Reflexionen de forma personal en torno a las siguientes preguntas.
  - ¿Cuán dispuesto o dispuesta estuviste para entender los argumentos de tus compañeros y compañeras?
  - ¿En qué medida respetaste la diversidad de ideas que surgieron durante la discusión?

#### Autoevalúate

Marca con un ✓ el nivel de desempeño que crees que haber alcanzado en la actividad anterior.

Me esforcé en el trabajo personal para alcanzar el objetivo de la actividad.

Muy de acuerdo.     Algo de acuerdo.     En desacuerdo.

Demostre una actitud crítica, distinguiendo y basándome argumentos profundos.

Muy de acuerdo.     Algo de acuerdo.     En desacuerdo.

#### Coevalúa

Reúnete de manera individual, con los compañeros o compañeras de equipo, y coméntales sus principales fortalezas y retos respecto de su desempeño. Explícales en qué te basas para emitir tu valoración.

A pesar de que desde la pubertad la persona posee la madurez biológica para reproducirse, aún no está del todo preparada para asumir la maternidad o la paternidad, pues todavía no ha desarrollado otras dimensiones de su personalidad. Ser padres y madres no se limita solo a la función reproductiva, sino que implica, además, asumir una serie de responsabilidades y de cambios en su estilo de vida. Tanto hombres como mujeres, al ejercer la paternidad y la maternidad, deben ser capaces de entregarles a sus hijos e hijas el amor y los cuidados necesarios para que crezcan y se desenvuelvan en la sociedad. La **paternidad y la maternidad responsables** constituyen un vínculo estrecho y permanente entre los hijos e hijas con su padre, madre, u otras figuras parentales significativas. Este vínculo involucra sentimientos, derechos y obligaciones para el desarrollo integral de los niños.

Una nueva actitud

La gestación, el parto y la lactancia son instancias de apego que se establecen entre la madre y el o la bebé.

- ¿De qué forma el padre, u otras figuras parentales significativas, se pueden involucrar en estas instancias, y así establecer y fortalecer lazos con el o la bebé?

- ✓ Las familias constituyen el primer espacio de socialización de las personas. Por lo tanto, la condición más adecuada para la llegada de los hijos es al interior de su seno.



Actualmente, al interior de muchas familias, los roles que ejercen los padres y las madres se han ido ampliando cada vez más. A pesar de que hombres y mujeres cumplen diferentes funciones con respecto a la reproducción, ambos se deben involucrar de manera íntegra en la crianza de los niños y niñas, de manera tal que todas las labores que estén relacionadas con el cuidado y el bienestar de aquellos puedan ser realizadas por ambos, tal como se representa en las imágenes.



- ◀ Tanto madres como padres asumen responsabilidades compartidas en términos de proporcionarles a los hijos hogar, alimentación, atención, educación y amor.

- ▶ En la familia los hombres también se involucran en el cuidado de los hijos y en los quehaceres del hogar.

## El apego, componente esencial de una paternidad y maternidad responsables



El **apego** es un tipo de relación afectiva, que va más allá del cariño que los padres, madres y otras figuras parentales significativas les entreguen a los hijos e hijas. Investigaciones han revelado que este vínculo de apego es primordial en el desarrollo del niño o niña, pues es una necesidad biológica tan importante como alimentarse o respirar. Si bien el apego se va construyendo a lo largo del ciclo vital de un ser humano, los primeros años de vida son esenciales para su desarrollo.

### **PASO 1** Plantea y evalúa un problema.

Reúnanse en duplas de trabajo y planteen un problema o pregunta que les permita guiar y desarrollar una investigación documental sobre la relación que existe entre el apego y la maternidad y la paternidad responsables. Luego, evalúen si este problema o pregunta puede ser resuelta mediante un estudio no experimental. Para ello, consideren si existen evidencias bibliográficas, relacionadas con la problemática, que aporten datos relevantes que permitan resolverla.

### **PASO 2** Diseña y evalúa un plan de trabajo.

Establezcan el propósito de su investigación y, a partir de este, diseñen un procedimiento para cumplirlo. Para ello:

- determinen y describan las acciones que desarrollarán en su estudio;
- busquen y seleccionen fuentes bibliográficas que les permitan resolver el problema o pregunta planteada;
- evalúen si el plan de trabajo que idearon es acorde con el propósito de su investigación. De no ser así, ajústelo o vuelvan a plantearlo.

Si lo desean, ingresen los códigos ◀ **18TB2M114a** y ◀ **18TB2M114b** en la página web <http://codigos.auladigital.cl>, y accedan a las fuentes sugeridas.

#### Evidencias Científicas

¿Cuáles fueron las evidencias que les permitieron reconocer al apego como un factor involucrado en una maternidad y una paternidad responsables? Explíquenlas en sus cuadernos, y señalen cuál es la importancia de estas evidencias en el establecimiento de sus conclusiones.

### **PASO 3** Desarrolla el plan de trabajo.

- Extraigan y registren las ideas centrales que se exponen en las fuentes que seleccionaron (artículos, documentos, sitios webs confiables, etc.).
- Establezcan y redacten sus conclusiones utilizando un lenguaje científico.

### **PASO 4** Comunica y evalúa el proceso y el resultado.

Elaboren un póster que tenga la siguiente estructura: introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias. Además, incluyan en este nuevas preguntas, formuladas a partir de sus conclusiones, que puedan ser resueltas en futuras investigaciones.

Reflexionen y discutan en torno a la siguiente pregunta:

- ¿Cómo pueden asegurar la validez y replicabilidad de su investigación?

¿Cómo evalúan su trabajo en equipo? ¿Qué ventajas tiene realizar actividades colaborativas?

## Derechos en salud sexual y reproducción

En muchas sociedades modernas, se acepta que las personas tienen derechos y que el Estado debe asegurarlos. La salud sexual y reproductiva es reconocida universalmente como parte de los derechos que tienen los seres humanos en asuntos relativos al ejercicio de su sexualidad.

La **salud sexual** consiste en la capacidad que tienen hombres y mujeres de disfrutar y expresar su sexualidad, sin coerción, violencia, ni discriminación, y sin riesgo de contraer infecciones de transmisión sexual y de tener embarazos no planificados. La **salud reproductiva**, por su parte, corresponde a la condición de completo bienestar físico, mental y social, en todos los aspectos relacionados con el sistema reproductor, sus funciones y procesos. Involucra el derecho a acceder a información, a los métodos de regulación de la fertilidad y a servicios de salud integrales.

Por lo tanto, la salud sexual y reproductiva forma parte fundamental de los **derechos** que tienen hombres y mujeres para ejercer el control y tomar decisiones libres e informadas sobre su sexualidad, sin que exista ningún tipo de violencia y discriminación. Lo anterior incluye, por ejemplo, el derecho a decidir el número de hijos e hijas que se quieren tener y cuándo tenerlos, lo que requiere disponer de información y los métodos para ello.



◀ La salud reproductiva implica, entre otros aspectos, que la mujer pueda vivir un embarazo y parto seguro, y que las personas puedan acceder a métodos de regulación de la fertilidad.

●●● Actividad colaborativa

### Investiga y discute en torno a los derechos en salud sexual y reproducción

- Formen equipos de trabajo de tres integrantes y averigüen cuáles son los derechos sexuales y reproductivos. Pueden acceder al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos ◀18TB2M115a y ◀18TB2M115b.
- Hagan un resumen sobre su investigación y debatan en qué medida creen que estos derechos están siendo garantizados en nuestra sociedad.
- Fundamenten a partir de situaciones reales que hayan ocurrido en la actualidad. Pueden buscar noticias, reportajes u otros materiales relacionados.
- Adopten una postura o perspectiva como equipo, sobre la base de los argumentos que expusieron en el punto anterior. Compartan su punto de vista con su curso mediante una puesta en común.
- Reflexionen de forma personal en torno a las siguientes preguntas:
  - ¿De qué forma sustentaste tus argumentos? Describe.
  - ¿Cuán respetuoso o respetuosa fuiste al discutir acerca de la veracidad de los argumentos del resto? Explica.



^ La salud sexual involucra vivir una sexualidad sin riesgos y tener acceso a educación sexual y a servicios de salud. Propicia el respeto hacia sí mismo y hacia los demás; la responsabilidad en nuestros actos, y la sensibilidad hacia los sentimientos y necesidades propias y de otras personas.

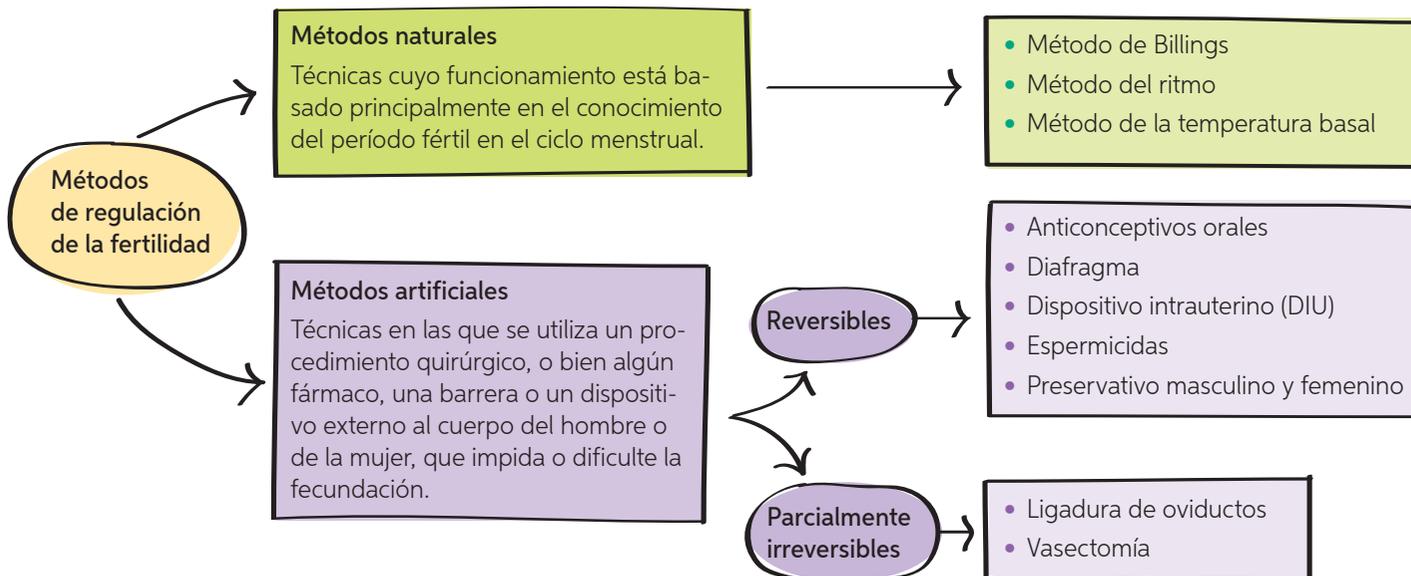
👁️ Ojo

Los **derechos humanos** son normas que se basan en valores que demandan garantizar las libertades, la seguridad personal y colectiva, y las condiciones mínimas, para que las personas puedan atender sus necesidades básicas con dignidad.

## Control de la fertilidad

Muchas parejas optan por usar una serie de **métodos de regulación de la fertilidad** o **anticonceptivos**, que les permiten decidir el número de hijos que quieren tener y cuándo los desean tener. Estos son muy variados y presentan distintos porcentajes de eficacia para evitar un embarazo.

De acuerdo a cómo actúan, los métodos de planificación familiar se pueden clasificar en dos tipos.



### Métodos naturales

En la siguiente tabla se detallan las características de los principales métodos naturales de regulación de la fertilidad.

Método	Descripción
Billings	Se refiere a la observación y al reconocimiento de los cambios que experimenta el moco cervical a lo largo del ciclo menstrual. El moco cervical es una secreción producida por el cuello del útero, que lo lubrica y facilita el transporte de los espermatozoides. Durante los días fértiles es más líquido, elástico y transparente. En el período no fértil, la mucosidad es opaca, densa, pegajosa o bien hay ausencia de esta.
Del ritmo	Se basa en la abstinencia sexual durante el período fértil en mujeres que presenten ciclos menstruales regulares. Para ello, se deben analizar los ciclos menstruales durante 12 meses para determinar los días de fertilidad de la mujer.
Temperatura basal	Consiste en la detección del día de ovulación y, por ende, del período fértil de la mujer, mediante los cambios en la temperatura corporal en condiciones de reposo. Esto, debido a que los niveles de la hormona progesterona durante la fase posovulatoria, provocan que la temperatura del cuerpo se eleve unos 0,5 °C hasta casi el final del ciclo.

### Científicas chilenas

La doctora Soledad Díaz Fernández es cofundadora y presidenta del Directorio del Instituto Chileno de Medicina Reproductiva. Ha participado en numerosos proyectos de investigación sobre salud sexual y reproductiva, regulación de la fertilidad, atención integral en el período posparto y calidad de atención.



## Métodos artificiales

A continuación, se describen las características de los principales métodos artificiales de regulación de fertilidad.

Métodos reversibles	Descripción	Algunas ventajas	Algunas desventajas
Diafragma	Dispositivo de látex con forma de capuchón que se ubica al interior de la vagina, en el inicio del cuello del útero. Evita que los espermatozoides avancen hacia el encuentro con el ovocito.	No provoca efectos secundarios sistémicos. Es de uso temporario.	Puede producir cistitis en mujeres que presenten predisposición.
Dispositivo intrauterino	Aparato de plástico, con componentes metálicos como el cobre, que se ubica al interior de la cavidad uterina, donde provoca una alteración del microclima, lo que dificulta la fecundación.	Cuando es retirado, la mujer puede quedar embarazada al corto plazo.	Sangrado menstrual abundante y prolongado.
Espermicidas	Productos químicos, cremas o aerosoles, que desactivan o matan a los espermatozoides. Algunos preservativos son tratados con este tipo de compuestos con el fin de aumentar su eficacia.	Son de uso temporario. No presentan efectos secundarios sistémicos.	Se han reportado cuadros de irritación local, pero son poco habituales.
Anticonceptivos orales	Hormonas sintéticas de acción similar a la progesterona, que inhiben la maduración folicular y la ovulación.	Bajo riesgo de complicaciones. Regularizan ciclos menstruales.	Pueden ocasionar efectos como retención de líquido y náuseas.
Preservativo o condón femenino	Funda de poliuretano con dos anillos flexibles, también de poliuretano, cada uno localizado en uno de los extremos. Uno de los anillos es cerrado y se localiza dentro de la vagina, el otro anillo es abierto y queda fuera de la cavidad vaginal.	Ayuda a prevenir la transmisión de ITS.	Es posible que se presente irritación y reacciones alérgicas.
Preservativo o condón masculino	Recubrimiento de látex con el que se cubre totalmente el pene antes del acto sexual. De esta manera, se impide que los espermatozoides ingresen a la vagina, pues son retenidos.	Ayuda a prevenir la transmisión de ITS.	Se pueden presentar reacciones alérgicas al látex (poco comunes).
Métodos parcialmente irreversibles	Descripción	Algunas ventajas	Algunas desventajas
Ligadura de oviductos	Cirugía en la que se seccionan y ligan los oviductos, de tal manera de impedir el encuentro entre el espermatozoide y el ovocito.	No necesita suministros ni controles periódicos. Sin efectos en la salud a largo plazo.	En pocos casos, hay posibilidad de que se produzcan embarazos ectópicos.
Vasectomía	Procedimiento quirúrgico en el que se seccionan y ligan los conductos deferentes. De esta forma, el semen ya no contiene espermatozoides.	Es un procedimiento simple y seguro. Sin efectos en la salud a largo plazo.	Complicaciones quirúrgicas infrecuentes, como sangrado o infecciones.

●●● Actividad colaborativa

### Evalúa métodos de regulación de fertilidad

En duplas de trabajo, elaboren un tríptico sobre los métodos de regulación de la fertilidad. Incluyan una descripción e imágenes sobre cada uno y señalen cuáles consideran más efectivos de acuerdo a sus ventajas y desventajas. Compartan su material con sus compañeros y compañeras.

Aprendizajes previos

¿Cuáles de estos métodos habías estudiado en años anteriores? ¿Qué recordabas sobre ellos? Explica en tu cuaderno.

## Métodos anticonceptivos en el pasado

Desde tiempos ancestrales, los seres humanos han utilizado diversos tipos de métodos para controlar la fertilidad. El uso de muchas de estas técnicas desde la Antigüedad, estuvo influido principalmente por creencias y costumbres.

Por ello, es importante que sepas que el uso de las sustancias y procedimientos que se describen en estas páginas **no es recomendado**, ya que puede ocasionar serios daños en la salud y presenta una baja efectividad. Hoy en día, gracias a los avances en la ciencia, se cuenta con una amplia diversidad de anticonceptivos, eficaces y seguros, como los mencionados en la **página 117**.

Los registros más remotos sobre el uso de métodos de regulación de la fertilidad provienen del antiguo Egipto. En el papiro de Petri, documento médico del siglo XIX a. C., se prescribía a las mujeres el uso de ingredientes como el estiércol de cocodrilo, miel y bicarbonato de sodio.

Los egipcios de esta época también tenían la costumbre de enterrar los restos de los muertos con recetas de los métodos que utilizaban, para así evitar embarazos no planificados en la otra vida.

Aristóteles en su obra *Historia de los animales* del siglo IV a. C., explicaba el uso de aceite de cedro, ungüento de plomo o incienso mezclado con aceite de olivo en las paredes vaginales.

La idea de la existencia de un período infértil en la mujer proviene desde la Antigüedad, cuando se pensaba que la fase más favorable para la concepción eran los días inmediatamente antes y después de la menstruación, teoría que actualmente se sabe que es incorrecta.



## Mundo digital

Ingresa los códigos ◀ 18TB2M119a, ◀ 18TB2M119b y ◀ 18TB2M119c en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, y revisa la información sobre el preservativo masculino y femenino. Luego, explica el uso de estos métodos de control de la fertilidad por medio de un folleto informativo, en formato digital o impreso. Comparte con tu curso el material que elaboraste.

El médico italiano Gabrielle Fallopius, diseñó un precursor del preservativo masculino, que consistía en una funda elaborada con tripa de animal y lino que se fijaba al pene con una cinta. Este fue creado para prevenir infecciones como la sífilis, que durante el siglo XVI azotaba a Europa.

En el siglo XVIII, el científico Lazzaro Spallanzi descubrió que el pH de una solución de semen disminuía al añadir vinagre y, como consecuencia, los espermatozoides perdían su eficacia.

En Alemania, durante el siglo XX, se inventaron los dispositivos intrauterinos. Se fabricaban con tripa de gusano de seda. Daban resultado, pero habitualmente provocaban infecciones graves.

- ¿Qué opinión tienes frente a las prácticas anticonceptivas que se practicaban antiguamente? Explica.
- ¿Cómo crees que sería nuestra sociedad si no existieran los métodos de regulación de la fertilidad? Fundamenta.
- ¿Qué avances en métodos anticonceptivos te gustaría presenciar en el futuro? Describe.

 Portafolio

1. Organícense como grupo curso en diferentes equipos de trabajo y distribuyan a cada uno los contenidos estudiados durante este **Tema**.
2. Profundicen los contenidos que les fueron asignados y elaboren diferentes recursos gráficos para distribuir información al resto de la comunidad educativa como parte de su proyecto; por ejemplo, folletos, afiches, pósters y trípticos.
3. Respondan de forma individual las siguientes preguntas:
  - a. ¿Cómo fue tu rigurosidad al momento de analizar y seleccionar la información que empleaste para desarrollar los recursos?
  - b. ¿En qué te basaste para evaluar la confiabilidad de fuentes que utilizaste?

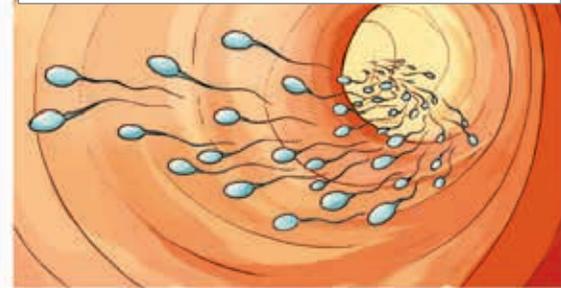
Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje, mediante las siguientes actividades.

- 1** Observa las siguientes imágenes en las que se muestra el comienzo de un cómic sobre el proceso de fecundación e implantación.

EN EL INTERIOR DEL CUERPO DE UNA MUJER, SE LIBERÓ UN OVOCITO DESDE UNO DE SUS OVARIOS HACIA UN OVIDUCTO.



MIENTRAS TANTO, MILLONES DE ESPERMATOZOIDES INGRESARON EN OTRA ZONA DE SU SISTEMA REPRODUCTOR, DESPLAZÁNDOSE CON GRAN RAPIDEZ.

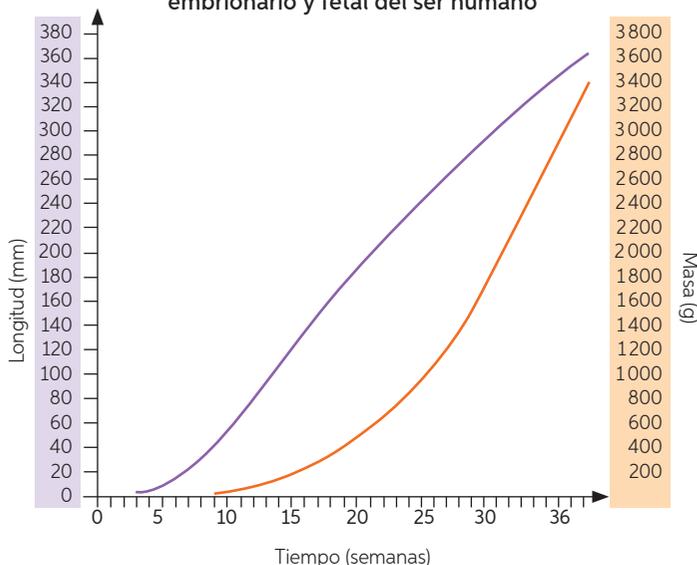


Continúa la historia del cómic. Para ello, dibuja y describe los procesos involucrados en el encuentro y unión de los gametos.



- 2** Analiza el siguiente gráfico, relacionado con el desarrollo intrauterino del ser humano, y responde las preguntas propuestas.

Variación de la longitud y de la masa durante los períodos embrionario y fetal del ser humano



Fuente: Archivo editorial.

- a. ¿Qué variables están involucradas en el gráfico?  
¿Cómo es la relación entre dichas variables? Explica.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- b. ¿Cuál es la longitud aproximada del embrión a las 10 semanas de gestación?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- c. ¿Desde qué semana se produce un incremento más acelerado de la masa del organismo en gestación? ¿En qué te basas para responder?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

3 Interpreta los datos de la siguiente tabla. Luego, contesta las preguntas:

Eficacia y protección que presentan algunos métodos anticonceptivos		
Método anticonceptivo	Eficacia (número de embarazos por 100 mujeres al año)	Protección contra las infecciones de transmisión sexual (ITS)
Billings	25	No
Espermicida (cremas)	38,8	No
Preservativo masculino	15	Sí

Fuente: Uriza, G. (2007). *Planificación familiar*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. (Adaptación).

a. ¿Cuál de los métodos anticonceptivos presentados en la tabla es el que tiene menor efectividad para prevenir embarazos? Explica.

---



---



---



---

b. ¿Cuál de estos métodos le recomendarías a una persona que desea prevenir un embarazo y el contagio de ITS? Argumenta.

---



---



---



---

### ¿Cómo has aprendido?

1 Responde, usando los aprendizajes alcanzados, la **pregunta esencial** de esta lección: **¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de aprendizaje que crees haber alcanzado.

Aprendizajes	Escala de valoración de desempeño			
	Lo manejo y lo puedo explicar	Lo manejo, pero no sé si lo podría explicar	No tengo seguridad de manejarlo	No lo manejo
 Representar y describir los procesos de fecundación e implantación. (Pregunta 1)				
 Analizar y explicar el desarrollo embrionario y fetal. (Pregunta 2)				
 Evaluar los métodos de regulación de la fertilidad. (Pregunta 3)				

3 Marca con un ✓ las estrategias de estudio que te han dado mejores resultados y con una ✗ las que crees que debes replantear.

<input type="checkbox"/>	Crear y usar modelos.	<input type="checkbox"/>	Elaborar esquemas.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
<input type="checkbox"/>	Analizar tablas.	<input type="checkbox"/>	Investigar.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
<input type="checkbox"/>	Construir e interpretar gráficos.	<input type="checkbox"/>	Otra:	<input type="checkbox"/>	Otra:	

# Síntesis activa

A continuación, se presentan nociones esenciales sobre los contenidos que estudiaste en la unidad y las páginas donde estos se encuentran. Si quieres reforzar alguno de ellos, regresa a las páginas señaladas.



## ¿Qué descubriste?

### Lección 3

¿Cómo vivir una sexualidad integral y responsable?

Páginas 82 a 95

- La sexualidad es un componente esencial en la vida del ser humano que se manifiesta a través de diferentes dimensiones.
- El respeto y la responsabilidad individual juegan un importante rol en el ejercicio pleno de la sexualidad.
- Vivir una sexualidad sana y responsable implica, entre otros factores, conocer y adoptar medidas de autocuidado para prevenir consecuencias como el contagio de ITS y el embarazo adolescente.
- Al convertirse en padres, muchos y muchas adolescentes limitan sus oportunidades de desarrollo en la sociedad, pues deben asumir responsabilidades para las cuales aún no están preparados y preparadas.
- Las familias, la sociedad y la comunidad deben idear estrategias para prevenir el embarazo durante la adolescencia y apoyar a los y las jóvenes que son o se convertirán en padres y madres.



### Lección 4

Páginas 96 a 121

¿Qué involucra el nacimiento de un nuevo ser?

- La fecundación corresponde a la unión de los gametos masculino y femenino.
- A partir de la fecundación se forma un cigoto, célula que contiene la información genética de ambos progenitores.
- El cigoto experimenta una serie de divisiones celulares formando el blastocisto, el cual se implanta en el endometrio.
- Luego de la implantación, el blastocisto continúa su proceso de desarrollo y se forman los anexos embriónicos y la placenta, estructuras esenciales para la gestación del nuevo ser.
- Una adecuada nutrición durante el embarazo es primordial para el cuidado del feto y de la madre.
- La lactancia materna es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo del o la bebé.
- Los métodos de regulación de la fertilidad les permiten a las personas decidir el número de hijos que quieren tener y cuándo los desean tener.

## ¿Cómo lo descubriste?

### Habilidades científicas

- Desarrollando una investigación documental.
- Explicando y argumentando a partir de evidencias.

### Actitudes científicas

- Trabajando de forma colaborativa y respetuosa.
- Valorando el cuidado de la salud.

### Habilidades científicas

- Creando y usando modelos.
- Analizando evidencias.
- Evaluando.

### Actitudes científicas

- Esforzándome y perseverando en el trabajo.
- Manifestando una actitud de pensamiento crítico.

¿Qué importancia le atribuyes a las habilidades que trabajaste en esta unidad en la construcción de tu aprendizaje? Explica.

¿Qué actitudes pusiste en práctica en las actividades colaborativas?

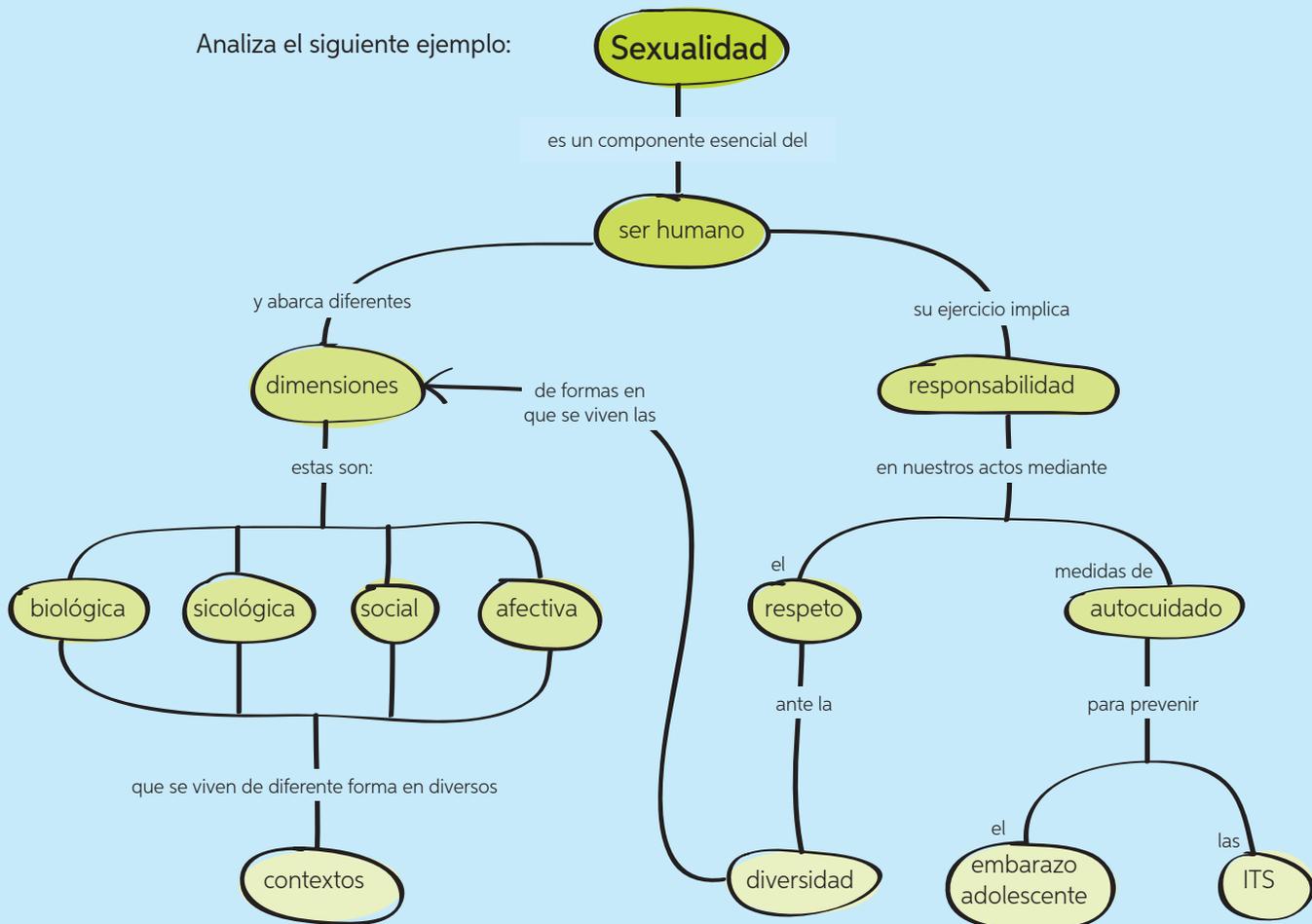
¿Cómo estas actitudes te ayudaron a cumplir tus desafíos y metas? ¿Cuáles de ellas podrías mejorar?

## ¿Cómo podrías sintetizar lo que descubriste?

Ahora te presentamos los pasos necesarios para desarrollar la estrategia de síntesis: Mapa conceptual con las ideas clave de la **Lección 3**.

- PASO 1** Selecciona los conceptos más importantes de un tema que permitan sintetizar un determinado contenido.
- PASO 2** Haz una lista con estos conceptos e identifica los principales y otros que se relacionen con ellos, estableciendo jerarquías, por ejemplo, de mayor a menor generalidad.
- PASO 3** Construye un mapa conceptual. Para ello, incluye los conceptos en globos o recuadros y relaciónalos por medio de líneas y palabras o frases conectoras. Puedes representar esas jerarquías con diferentes colores, tamaños de letra, entre otras alternativas.

Analiza el siguiente ejemplo:



### Ahora tú

Construye en tu cuaderno tu propio mapa conceptual sobre las nociones esenciales de la **Lección 4**. Para ello, aplica los pasos que acabas de revisar.

Realiza las siguientes actividades para que conozcas cómo has integrado los aprendizajes de la unidad.

### 1 CONCRETAMOS NUESTRO PROYECTO

Ha llegado el momento de concluir y dar a conocer su proyecto.

#### Ejecutemos nuestro proyecto:

Efectúen su campaña de promoción de la salud sexual y reproductiva. Como primer paso, reúnan todos los materiales que han elaborado a lo largo de la unidad: revísenlos, seleccionen los que consideren adecuados y ajústelos en caso de ser necesario. Para esto último, plantéense las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los objetivos de nuestra campaña? ¿Cuáles de estos objetivos hemos ido cumpliendo? ¿Cuáles tenemos pendientes? ¿A qué lo atribuimos? ¿Qué haremos al respecto? ¿A quiénes debemos solicitar ayuda? ¿Cuánto va a durar nuestra campaña? ¿Qué impacto queremos generar en la comunidad escolar mediante esta? Luego, **definan los recursos de comunicación social** que utilizarán, por ejemplo, afiches publicitarios, spots, frases para la radio escolar, etc., y además los medios de difusión, como aulas y espacios abiertos del colegio o liceo, correos electrónicos, sitios webs, blogs, redes sociales y stands. Organícense en equipos de trabajo o comisiones, y ejecuten las actividades asociadas al desarrollo de esos recursos. Soliciten a su profesor y profesora, y a los que hayan involucrado de otras asignaturas (como Artes Visuales y Lengua y Literatura), que evalúen y retroalimenten todo el proceso.

#### Comuniquemos nuestro proyecto:

Implementen su campaña en la comunidad educativa de acuerdo al plan de trabajo que han realizado. Elaboren instrumentos de evaluación, como encuestas, que les permitan evaluar el impacto de su campaña en el público. Integren los resultados que obtengan en el desarrollo de futuros proyectos similares a este.



#### Reflexiona de forma personal sobre tu desempeño:

¿Cuál fue mi principal contribución en el cumplimiento del propósito del proyecto?

---

---

---

Si tuviera que realizar nuevamente este mismo proyecto u otro similar, ¿qué aspectos de mi desempeño cambiaría?, ¿cuáles mantendría?

---

---

---

¿Qué actitudes personales, como responsabilidad o entusiasmo, facilitaron mi desempeño?

---

---

---



2 Observa los ejemplos que se proponen a continuación. Luego, señala qué dimensión de la sexualidad está más representada en cada uno. Justifica cada una de tus respuestas.



El amor y cuidados que un padre le entrega a su hija.



La autoestima y percepción de sí misma que tiene una adolescente.



Los cambios, propios de la pubertad, que experimenta un joven.

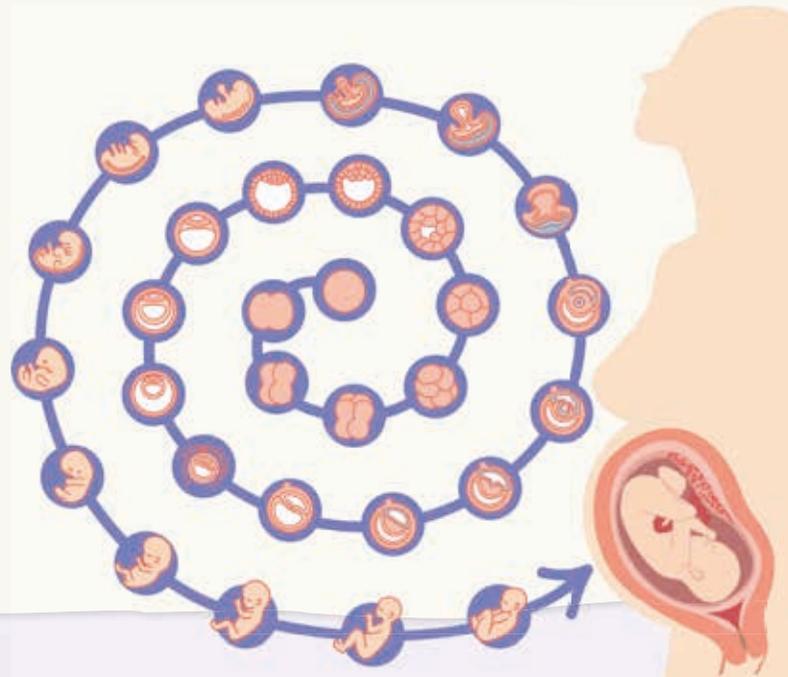
➔ Plantea y explica otros ejemplos sobre cómo se puede manifestar la sexualidad, considerando contextos socioculturales diversos. (Un ejemplo por cada dimensión de la sexualidad).

3 Crea un breve cómic en el que se manifieste la responsabilidad individual, frente a sí mismo y a los demás, a partir de situaciones de embarazo adolescente y transmisión de ITS. Escribe acá las primeras tres escenas y luego complétalo en tu cuaderno.

4 Diseña en una cartulina, una infografía en la que describas y expliques lo que se indica a continuación:

- El proceso de fecundación. Incluye el trayecto del espermatozoide y el ovocito en el oviducto, hasta su encuentro.
- La implantación del embrión. Considera sus etapas y las estructuras anatómicas involucradas.
- La importancia de la placenta y el cordón umbilical en el embarazo.
- Los principales cambios que experimenta el embrión y feto durante la gestación.
- La responsabilidad de las madres y padres, u otras figuras paternas significativas, en la nutrición prenatal y la lactancia.

Diseña tu propuesta gráfica en el siguiente esquema, y luego reproducéla en la cartulina. Incluye toda la información y componentes que consideres necesarios. Por ejemplo, dibujos, esquemas, datos, tablas, gráficos, etc.



5 Analiza la siguiente situación y realiza lo solicitado.

Una pareja desea saber cómo prevenir un embarazo no planificado y, a la vez, evitar contraer infecciones, como el VIH-sida y la sífilis. Para ello, investigaron sobre diferentes métodos anticonceptivos y encontraron la información de la tabla que se presenta a continuación:

Tasa de embarazos y protección contra ITS, de algunos métodos de regulación de la fertilidad		
Método anticonceptivo	¿Cuántas parejas que usan este método quedarán embarazadas en un año?	¿Protege contra las ITS?
Abstinencia	Ninguna	Sí
Parches	5 – 8 de cada 100	No
Píldora anticonceptiva	5 – 8 de cada 100	No
Preservativos	18 de cada 100	Sí
Diafragma	16 de cada 100	No
DIU	< de 1 cada 100	No
Del ritmo	25 de cada 100	No
Espermicida	29 de cada 100	No

Fuente: Gavin, M. (2013). *Métodos anticonceptivos: ¿Cuán eficaces son?*. Kidshealth.org. (Adaptación).

Respecto de los datos de la tabla, ¿cuál o cuáles de los métodos que ahí aparecen le recomendarías a esta pareja? Argumenta.

### ¿Cómo has aprendido?

1 Al principio de la unidad te planteamos una **gran incógnita: ¿Qué es la sexualidad y cómo esta se relaciona con la reproducción?** Resuelve dicha incógnita, integrando todos los aprendizajes que has trabajado.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la unidad.

Aprendizajes	Preguntas		
 Explicar las dimensiones de la sexualidad, y la responsabilidad individual.	1, 2 y 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
 Representar la fecundación, el desarrollo embrionario y fetal, y la importancia de la nutrición prenatal y la lactancia.	1 y 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
 Evaluar métodos de regulación de la fertilidad como componentes de una maternidad y una paternidad responsables.	1 y 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Reflexiona en torno a estas preguntas.

- ¿Cuán conforme estás con tu proceso de aprendizaje? Describe.
- ¿Qué fue lo que más te impactó de esta unidad? ¿Por qué?
- ¿Cambió alguna actitud en tu diario vivir luego de estudiarla? Explica.

Dirígete a la **página 16** del texto, y responde en tu cuaderno, las preguntas de la **Ruta de aprendizaje** correspondientes a esta unidad.

# UNIDAD 3

## ADN Y REPRODUCCIÓN CELULAR



Mira Martín, hoy es el Día Mundial contra el Cáncer.

Así es, Camila. He escuchado tanto sobre esta enfermedad, pero sé muy poco de ella.

La gran incógnita

### ¿CÓMO SE DIVIDEN NUESTRAS CÉLULAS Y NUESTRO MATERIAL GENÉTICO?

¿Qué sabes tú sobre el cáncer?



Mira, Camila, acá dice que el cáncer se relaciona con el proceso de división celular. O sea, ¿las células se dividen?

De seguro algo debe fallar en este proceso y se gatilla el cáncer. ¿Tendrá algo que ver el ADN en todo esto?

¿Cómo crees que se produce el cáncer?

Todos los seres vivos experimentamos procesos de división celular, aunque de distintas maneras y con resultados diferentes. Por ejemplo, existen organismos como tú, que crecen, se desarrollan y reparan tejidos a partir de uno de estos mecanismos de división, el cual está estrictamente controlado por el ADN. Por otro lado, algunos trastornos y enfermedades, como el cáncer, también están involucrados en este proceso de división. Por ello te invitamos, mediante el estudio de esta unidad, a investigar y argumentar evidencias sobre cómo el ADN se transmite mediante procesos de división celular. Para cumplir este propósito responderás las siguientes **preguntas esenciales**:

Lección

5

¿Cómo se organiza y duplica el ADN?

Lección

6

¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular?

Estas preguntas te ayudarán a resolver **La gran incógnita** de esta unidad.

Antes de investigar sobre el cáncer, con Camila queremos aprender más sobre la división celular.

Nuestra profesora Biología nos sugirió observar células de raíz de cebolla.



¡Fue increíble lo que descubrimos con Martín! Vimos diferentes estados de división en células de una muestra vegetal. ¿Nos ayudarías a interpretar lo que observamos?



¿Qué estructuras celulares logras distinguir en la imagen del tejido?, ¿puedes reconocer el material genético?

¿Puedes describir qué sucede con el material genético cuando las células se dividen?

¿Qué importancia crees que tendrá este proceso para la planta?



Mira, encontré esta animación sobre el proceso de división de una ameba.



En la animación se ve que el núcleo celular también se divide. ¿Por qué ocurrirá esto?

¡Buena observación! Ahora bien, ¿cómo se dividirá una célula?, ¿qué parte de la célula controlará este proceso?

Cuéntanos, mediante esquemas o dibujos, qué crees respecto de las interrogantes que acaban de plantear Camila y Martín.

## Iniciemos nuestro proyecto

Estoy muy sorprendido con toda la información sobre el cáncer que hemos encontrado.



Así es, creo que es muy importante que todo el colegio se informe sobre esta enfermedad.



Por esto, te invitamos, junto a tu curso, a realizar el siguiente proyecto a lo largo de la unidad.

¿Cuál es el nombre de nuestro proyecto?

### Hablemos sobre el cáncer: informar y crear conciencia desde la escuela

¿Cuál es nuestro objetivo?

La finalidad de este proyecto es **informar** a la comunidad escolar sobre las causas, cuidados, consecuencias y tratamientos asociados al cáncer, mediante un boletín informativo, y así **promover** actitudes de **cuidado** y **valoración por la salud**.

¿Quiénes participaremos?

Para llevar a cabo su boletín, involucren a todo el curso. Asignen las tareas que van a efectuar, por ejemplo, redacción, diseño, distribución, etc.

¿Qué otras asignaturas integraremos?

Hagan uso de los conocimientos de otras asignaturas. De **Educación Tecnológica**: uso de tecnologías de la información para investigar los tópicos y utilización de *software* para diseñar y construir su boletín. De **Lengua y Literatura**: la redacción y el desarrollo de ideas.

¿Cómo y cuándo lo realizaremos?

Realicen una lluvia de ideas sobre cómo se imaginan su boletín, y definan las secciones que incluirán y el formato que van a utilizar (digital o impreso). Durante el estudio de la unidad, recopilarán información, sobre los contenidos que aborden y las actividades que realicen especialmente en la sección **Portafolio**, para ir definiendo y preparando los temas que van a presentar en su publicación.

¿Cuándo lo presentaremos?

Al finalizar la unidad, **distribuirán el boletín** a toda la comunidad escolar. Si la idea toma fuerza, pueden elaborar más números relacionados con otras enfermedades y la promoción de hábitos de vida saludable.

Recuerden revisar las páginas 251 a 255 del texto para guiar su trabajo.



Determinen plazos y fechas de este proyecto junto con su profesor o profesora, y anótenlos en esta hoja.



## Lección 5

## Desafíos

- ✓ **Elaborar una estrategia de síntesis** acerca de evidencias sobre la ubicación y la función del ADN.
- ✓ **Desarrollar un modelo** que permita explicar la estructura y organización del ADN.

¿Cómo los vas a cumplir?

Investigando, analizando y explicando evidencias, y representando mediante modelos.

## Lección 6

## Desafíos

- ✓ **Crear un modelo** para describir y comparar la transmisión del ADN durante la mitosis y la meiosis.
- ✓ **Elaborar un documento** sobre las consecuencias producidas por anomalías en la transmisión del ADN y en el control de la división celular.

¿Cómo los vas a cumplir?

Investigando, analizando evidencias y comunicando.

## ¿Qué actitudes vas a trabajar?

Valorar el aporte de mujeres y hombres a la ciencia, demostrar curiosidad e interés por el conocimiento, esforzarse y perseverar en el trabajo, y valorar el cuidado de la salud.

## Tu espacio de reflexión personal

## Mis metas

¡Cuéntanos tus propias metas para cada lección!

## ¿Cómo las cumpliré?

Propón dos o más estrategias de estudio que te gustaría usar para cumplir tus metas.

## Mis motivaciones

A todos y a todas, nos motivan e interesan diferentes cosas: ¿cuáles son tus motivaciones respecto de la unidad?

## ¿Qué dificultades podría encontrar?, ¿cómo las enfrentaré?

Señala contenidos y habilidades que te parezcan más desafiantes y las medidas que adoptarás para abordarlos.

Proyecto

Hablemos sobre el cáncer: informar y crear conciencia desde la escuela

## ¿Cómo se organiza y duplica el ADN?

### Es importante porque...

A partir del estudio del material genético: el ADN, se han resuelto múltiples interrogantes relacionadas con las diferentes formas de vida del planeta, incluidos nosotros mismos. Por ejemplo, cómo se transmiten muchas de nuestras características.

Por ello, te invitamos a aprender más sobre esta fascinante molécula, que ha permitido descifrar diversos misterios sobre el origen y el desarrollo de la vida.

### Explora

Es probable que, en más de alguna ocasión, hayas tenido que leer y ejecutar instrucciones para instalar y ocupar algún dispositivo electrónico, jugar un juego de mesa o bien para desarrollar alguna actividad práctica en tu sala de clases. Algo similar ocurre con muchas de tus células; en su interior, se encuentra una molécula, denominada ADN, que actúa como una especie de código que proporciona “instrucciones” que determinan nuestras características.

Para comenzar a estudiar el ADN, te invitamos a analizar el siguiente documento y a responder las preguntas propuestas.

### DIARIO CIENTÍFICO

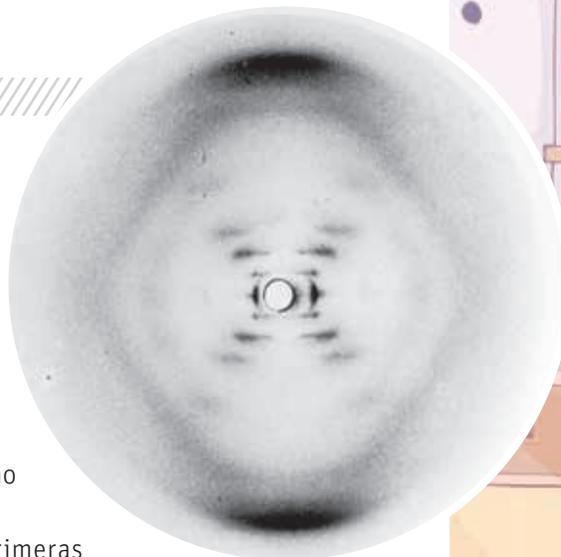


#### El ADN visto por primera vez

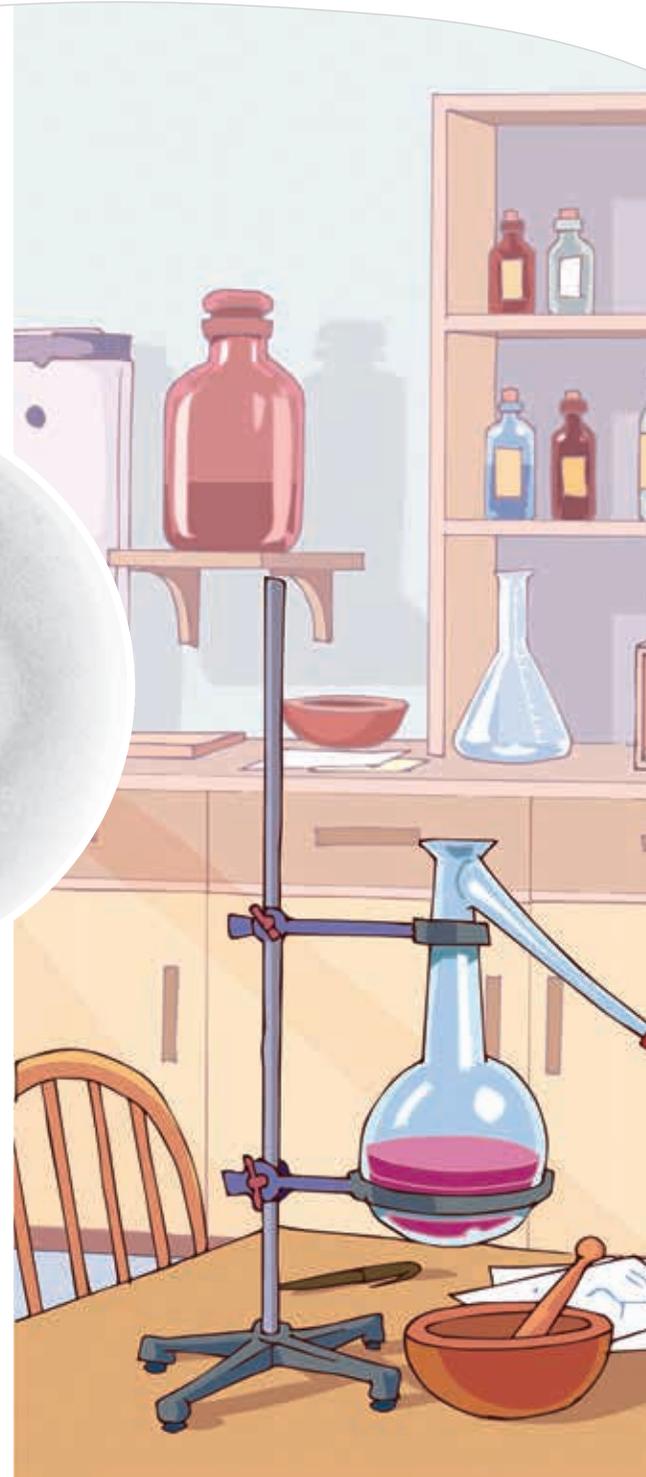
Rosalind Franklin (1920–1958) fue una científica inglesa, que se especializó en la técnica de difracción de rayos X. Franklin estaba convencida de que, mediante este método, era posible revelar la estructura del ADN. En esa época, únicamente se conocía la forma deshidratada de la molécula, la cual no había permitido dilucidar su estructura.

En 1952, esta investigadora obtuvo las primeras imágenes del ADN hidratado, entre ellas se encontraba la conocida fotografía 51, que permitió revelar y comprender, por primera vez, la estructura helicoidal del material genético. Este hallazgo ha sido de gran importancia para muchas otras investigaciones que se realizaron con posterioridad, por ejemplo, estudios sobre la expresión y manipulación de los genes. Es importante destacar que la gran contribución que realizó Rosalind Franklin a la ciencia se produjo en una época en la que el desarrollo de las mujeres en el mundo científico era difícil, debido a los múltiples prejuicios que operaban sobre ellas.

Fuente: Curtis, H. y Barnes, N. (2008). *Biología*. (7.ª ed.). Madrid: Médica Panamericana. (Adaptación).



^ Fotografía 51.





**En el ADN encontramos respuestas**

Como se representa en la imagen, muchos científicos y científicas se han dedicado a estudiar nuestro material genético y el de otras especies. ¿Qué hallazgos crees que se pueden encontrar en esta molécula?



- a. De acuerdo con lo que has estudiado o te has informado sobre el ADN, ¿cómo interpretarías la fotografía 51? Representa y describe.

- b. Si quisieras estudiar tu propio ADN, ¿de dónde crees que lo podrías obtener? Explica.

---

---

---

- c. ¿Qué opinas sobre el descubrimiento de Rosalind Franklin y sobre el contexto social en el que desarrolló sus investigaciones? Argumenta.

---

---

---

- d. ¿Qué actitudes crees que le permitieron a esta científica alcanzar sus objetivos?

---

---

---

- e. ¿Cuál o cuáles de estas actitudes te gustaría adoptar en tu vida personal y escolar? Explica.

---

---

---

## Tema: Localizando el material genético

Para comenzar a estudiar el ADN, te proponemos investigar sobre su ubicación y función. Para ello, te planteamos el siguiente **desafío**:



**Elaborar una estrategia de síntesis** acerca de evidencias sobre la ubicación y la función del ADN.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Desde siempre, los seres humanos han intentado comprender el mundo que nos rodea. Gracias a ello, han explicado diversos fenómenos naturales relacionados con nuestra vida y entorno. Por ello, es importante que **valores** y **demuestres interés** por el **aporte** de mujeres y hombres a la ciencia.

## ¿Dónde está y qué función cumple el ADN?

Imagina que tuvieras la oportunidad de realizar una expedición al interior de tus células, en búsqueda de la molécula responsable de controlar sus funciones y determinar sus características: el **material genético** o **ADN**.

Antes de continuar, **explica y fundamenta**:

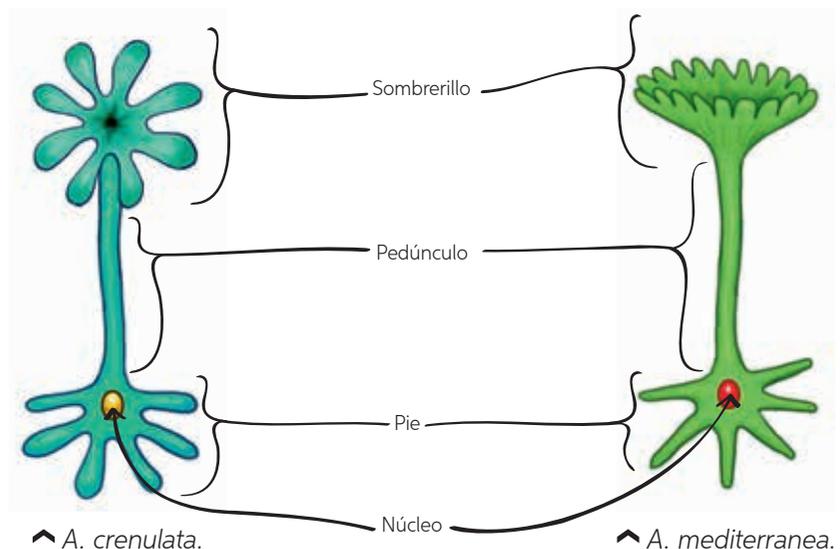
a. ¿Qué estructuras celulares explorarías para localizar esta molécula? Argumenta.

b. ¿Cómo la reconocerías? Describe.

En la década de 1930, el científico Joachim Hämmerring, realizó experimentos que aportaron **evidencias** sobre la localización del material genético en organismos eucariontes.

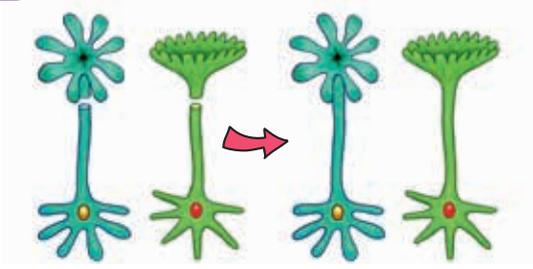
En su investigación, utilizó dos especies del alga marina *Acetabularia*: *Acetabularia mediterranea* y *Acetabularia crenulata*, organismos unicelulares que pueden alcanzar un tamaño de 5 cm de altura, y que presentan tres estructuras bien definidas: **sombrerillo**, **pedúnculo** y **pie**, las que se representan en las imágenes del costado derecho.

Como puedes observar en estas imágenes, estas especies se diferencian en la forma de su sombrerillo, y el núcleo celular de ambas se encuentra localizado en el pie de cada una.



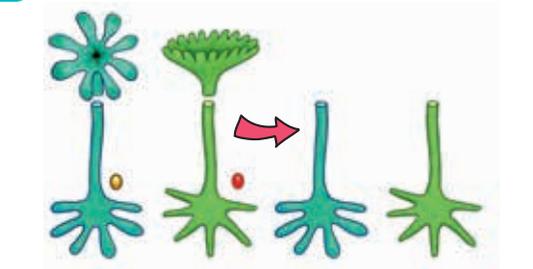
Este científico, en uno de sus trabajos experimentales, se basó en la observación de la capacidad de estas algas para regenerar su sombrerillo cuando lo pierden. A continuación, se representa uno de los experimentos efectuados por J. Hämmerling. **¡Visualízalo!**

Parte 1



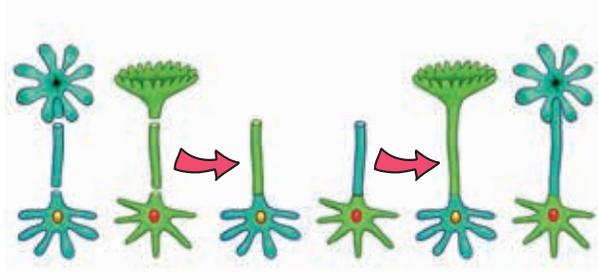
Cortó el sombrerillo de cada Acetabularia, y observó que este se regeneraba en ambos casos. A partir de este resultado, Hämmerling pensó que en algún lugar del alga existía un “centro” que permitía la regeneración del sombrerillo y que distinguía a una variedad de otra.

Parte 2



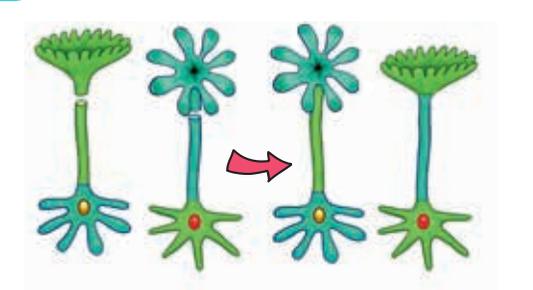
Extrajo el núcleo de estas mismas algas y les cortó nuevamente el sombrerillo. Esta vez, en ninguno de los casos se regeneró el sombrerillo. Este hallazgo llevó a Hämmerling a plantear que el núcleo corresponde al centro de control de la célula.

Parte 3



Cortó los sombrerillos y los pedúnculos de ambas algas. Luego, los intercambió, de modo que quedó el pie de *A. crenulata* con el pedúnculo de *A. mediterranea* y el pie de *A. mediterranea* con el pedúnculo de *A. crenulata*. Al cabo de un tiempo se regeneraron los sombrerillos correspondientes al pedúnculo de cada alga. A partir de lo observado, Hämmerling sostuvo que en los pedúnculos del alga existía una “sustancia” que se formaría en el núcleo y que luego viajaría hasta el extremo del pedúnculo regenerando el sombrerillo.

Parte 4



Seccionó nuevamente los sombrerillos de estas algas, y observó que se regeneraron los sombrerillos correspondientes al pie de cada organismo. De acuerdo con estos resultados, Hämmerling señaló que la sustancia que permitió la regeneración en el caso anterior ya se habría “agotado” y, por lo tanto, ahora se generaría una sustancia sintetizada por el núcleo de cada alga. A partir de este resultado, es posible afirmar que la idea planteada inicialmente por este investigador fue correcta.

**Formula un problema, plantea una hipótesis y explica**

A partir de las evidencias obtenidas por J. Hämmerling, comenta estas preguntas:

- a. ¿Qué pregunta o problema habrá planteado este científico? Fundamenta.
- b. ¿Qué hipótesis habrá formulado? Explica.
- c. ¿Qué **evidencias** le permitieron a este investigador establecer sus conclusiones? Descríbelas.
- d. ¿Qué importancia le atribuyes al trabajo de Hämmerling para el desarrollo del conocimiento científico? Explica.

Los estudios efectuados por Joachim Hämmerling en algas unicelulares fueron pioneros en revelar que en el núcleo se almacena la mayor parte de la información genética. Sin embargo, aún se desconocía si esto también se cumplía en organismos pluricelulares. Gran parte de la comunidad científica de la época creía que las células, al diferenciarse para formar diferentes tejidos y órganos, eliminaban segmentos de su ADN. Décadas más tarde, esta idea fue descartada gracias a los experimentos realizados por el científico inglés John Gurdon. Este investigador trabajó con ranas de la especie *Xenopus laevis*, linaje silvestre y albino.

### PASO 1

#### 1 Plantea y evalúa un problema.

Reúnanse en duplas de trabajo, contesten la siguiente pregunta y realicen lo solicitado.

- ¿Qué problema les gustaría resolver por medio de una investigación científica, documental o bibliográfica, relacionada con los antecedentes presentados? Plantéenlo.

---

---

---

Evalúen el problema que formularon. Recuerden que un problema de investigación debe ser planteado como una interrogante o pregunta abierta, que considere al menos dos variables, y cuya resolución posibilite clarificar hechos o fenómenos, en este caso, mediante un estudio bibliográfico.

### PASO 2

#### 2 Diseña y evalúa un plan de trabajo.

- Determinen los conceptos clave que creen que deben definir y aclarar antes de realizar su investigación. Para ello, pueden ingresar los siguientes códigos ◀ [18TB2M138a](#) y ◀ [18TB2M138b](#) en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, y revisar los sitios webs que les proponemos.
- Determinen el propósito de su investigación y las metas que desean alcanzar mediante esta.
- Planifiquen actividades que permitan cumplir con su propósito y metas. Consideren que a través de esta investigación deberán, por un lado, indagar en fuentes confiables sobre el procedimiento, los resultados y las conclusiones de Gurdon; y por otro, resolver el problema que plantearon al inicio.
- Evalúen si con la planificación que propusieron pueden cumplir con lo anterior. De lo contrario, ajústela o replantéenla.

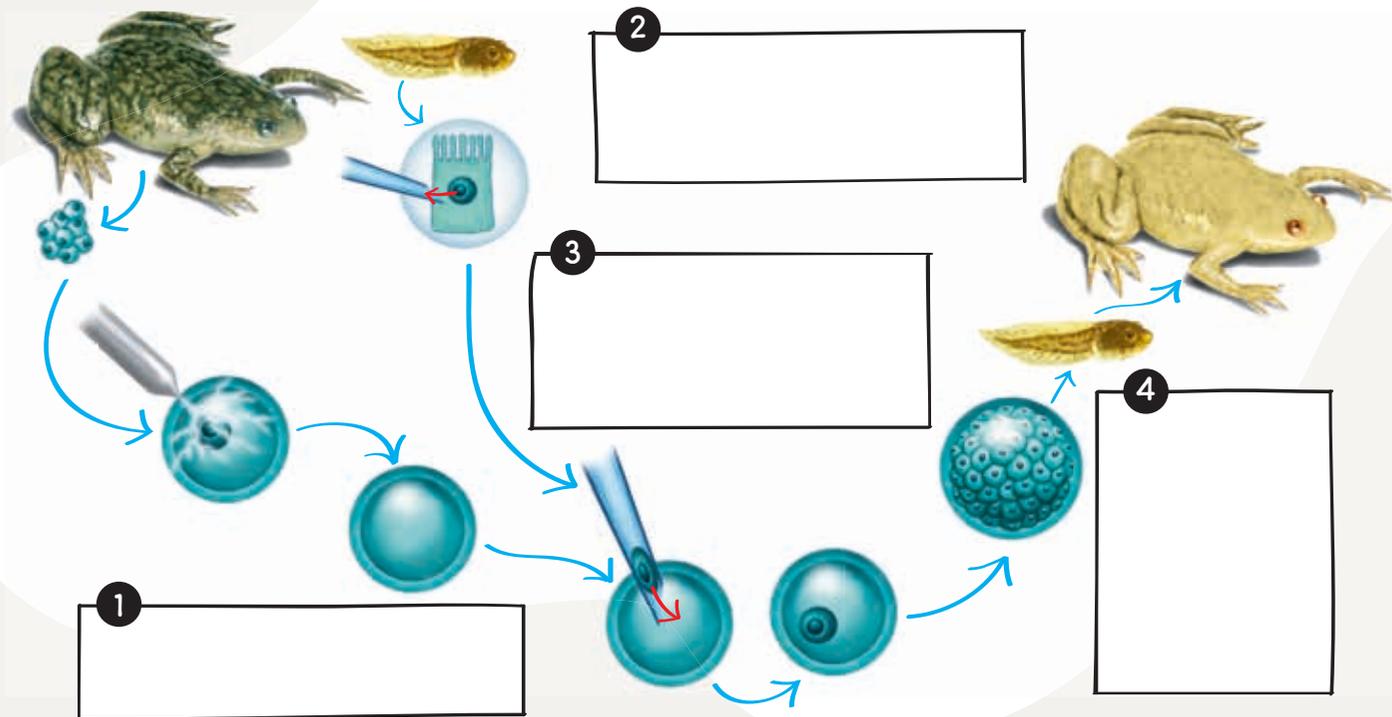
#### Alfabetización científica

En ciencias, **planificar** involucra elaborar planes o proyectos para realizar una investigación experimental, documental, entre otras.

### PASO 3

#### 3 Desarrolla el plan de trabajo.

- Lleven a cabo su investigación. Para ello, pueden ingresar el código: ◀ [17TB2M138c](#), en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.
- Observen, comenten y completen el esquema de la siguiente página a partir de la información que recopilaron.



**PASO 4**

Comunica y evalúa el proceso y el resultado.

Construyan un esquema, en formato digital, en el que describan y expliquen los resultados de su investigación. Guíense por medio de las siguientes preguntas:

- a** ¿Qué hizo Gurdon en su experimento?
- b** ¿Qué logró establecer a partir de este? ¿En qué evidencias se basó?
- c** ¿Cómo hubieran interpretado ustedes los resultados que obtuvo Gurdon?
- d** ¿Cuál es la importancia del aporte de Gurdon a la evolución del conocimiento científico?

Compartan su esquema con el resto del curso, mediante alguna red social o vía correo electrónico, y soliciten retroalimentación de su trabajo.

**Evidencias Científicas**

¿Qué valor le atribuyen al uso de evidencias, obtenidas en otras investigaciones científicas, en la construcción de nuevos conocimientos? Argumenten.

**Ahora tú**

La clonación es una técnica en la que se obtienen copias idénticas de un organismo o tejido en forma asexual. Investiguen sobre este procedimiento, aplicando los pasos abordados en este taller, y elaboren un diagrama con el que puedan sintetizar y representar el proceso estudiado. Luego, preséntenlo al resto del curso y a su profesor o profesora. Posteriormente, comenten con sus compañeros y compañeras la siguiente pregunta:

¿Se puede afirmar que Gurdon aplicó la técnica de clonación antes de que se conociera como tal? Argumenten.

**Mundo digital**

Ingresen el código **18TB2M139a** en la página web <http://codigos.auladigital.cl>, y accedan a información sobre la clonación que pueden usar en su investigación.

## Observar y describir el núcleo celular

El núcleo celular fue observado e identificado por primera vez en 1833 por el botánico Robert Brown. El microscopio ha sido una herramienta esencial para el estudio de esta y otras estructuras celulares, puesto que gracias a él es posible observar estructuras imperceptibles a simple vista. Te invitamos a indagar sobre esto por medio de la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Observa y describe tus propios núcleos

Realiza, junto con dos compañeros o compañeras, el procedimiento propuesto a continuación. Luego, respondan en sus cuadernos las preguntas planteadas.

1. Reúnan los siguientes materiales: agua destilada, azul de metileno, cubreobjetos, gotario, microscopio óptico, papel absorbente, portaobjetos y varita de algodón.
2. Solicítenle a un compañero o compañera que, utilizando la varita de algodón, raspe suavemente la parte interior de la mejilla.
3. Agreguen la muestra sobre el portaobjetos. Para ello, froten sobre este último la varita de algodón.
4. Añadan una gota de azul de metileno sobre la muestra. Esperen cinco minutos.
5. Retiren el exceso de azul de metileno con papel absorbente y ubiquen el cubreobjetos sobre la muestra.
6. Observen al microscopio óptico comenzando con el menor aumento. Para orientar el uso del microscopio, pidan ayuda a su profesor o profesora.
7. Dibujen y describan en sus cuadernos lo observado. Indiquen el aumento empleado.
  - a. ¿Pudieron observar el núcleo celular? ¿Qué características les permitieron identificarlo? Describan.
  - b. ¿Creen que sería posible reconocerlo sin usar azul de metileno? ¿Por qué?
  - c. ¿Qué otra muestra creen que podrían utilizar para realizar este experimento? ¿De dónde la podrían obtener? Expliquen.
  - d. ¿Pudieron, a través de la actividad, descubrir algo nuevo? Describan.
  - e. ¿Qué otras investigaciones, relacionadas con la que acaban de realizar, les gustaría realizar para aportar al desarrollo del conocimiento científico?

### Precauciones

Lean las páginas 12 y 13, donde encontrarán las precauciones para el trabajo experimental y el significado de estos y otros iconos.

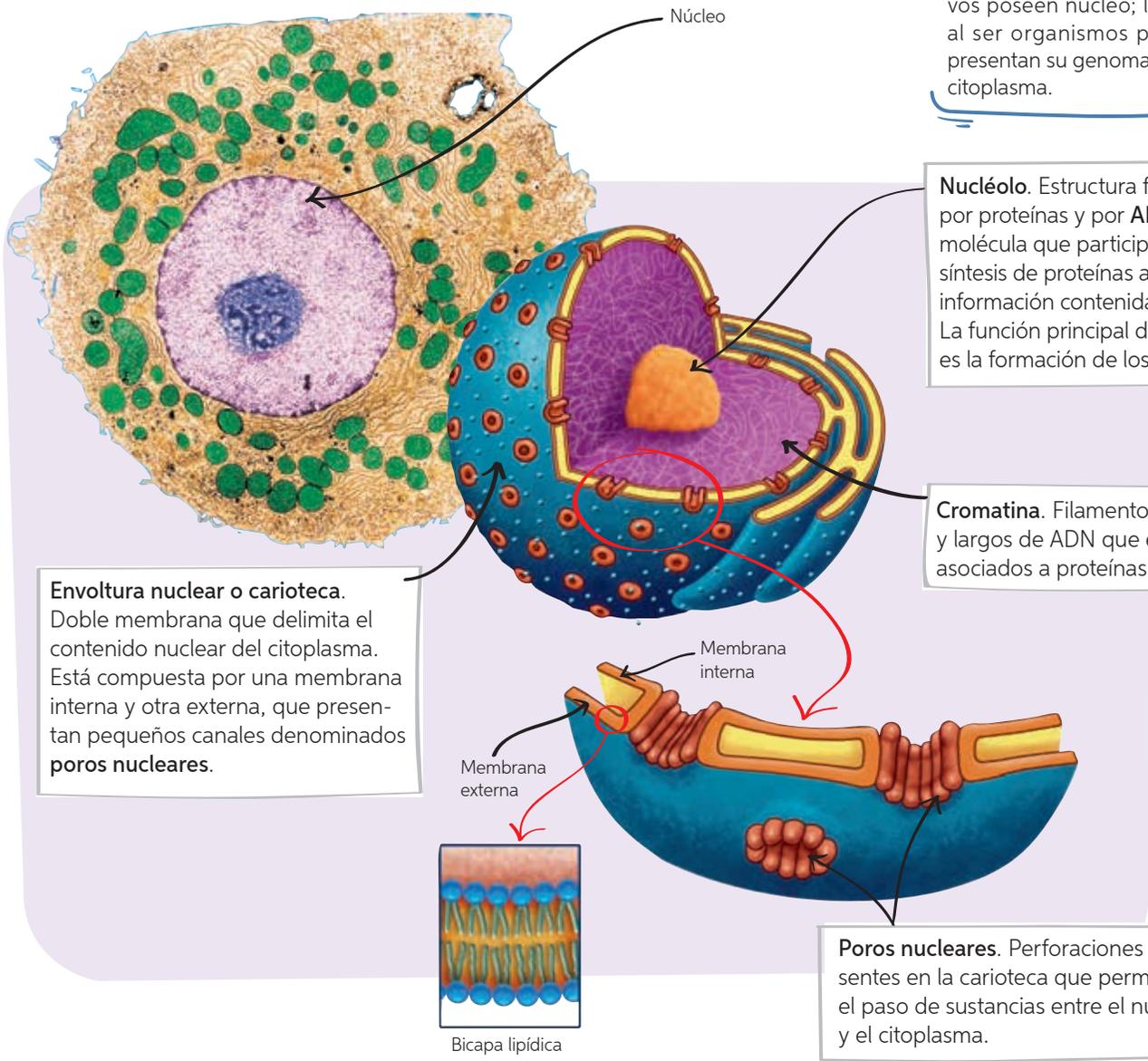


En el caso de que no cuenten con microscopio, diríjense al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresen estos códigos: ◀ 18TB2M140a y ▶ 18TB2M140b.

Ojo

El núcleo es un componente propio de las **células eucariontes**, tanto vegetales como animales. Las células generalmente poseen un solo núcleo, pero también existen otras que son binucleadas, como los hepatocitos; y multinucleadas, como las fibras musculares estriadas. Por otro lado, existen células que lo pierden, como es el caso de los eritrocitos. A continuación, se representa la estructura del núcleo celular.

Existen otros organelos celulares que también poseen una pequeña cantidad de material genético. Este es el caso de las **mitocondrias** y de los **cloroplastos**. Además, recuerda que no todos los seres vivos poseen núcleo; las bacterias, al ser organismos procariontes, presentan su genoma inserto en el citoplasma.



**Envoltura nuclear o carioteca.** Doble membrana que delimita el contenido nuclear del citoplasma. Está compuesta por una membrana interna y otra externa, que presentan pequeños canales denominados **poros nucleares**.

**Nucléolo.** Estructura formada por proteínas y por **ARN**, molécula que participa en la síntesis de proteínas a partir de la información contenida en el ADN. La función principal del nucléolo es la formación de los ribosomas.

**Cromatina.** Filamentos delgados y largos de ADN que están asociados a proteínas.

**Poros nucleares.** Perforaciones presentes en la carioteca que permiten el paso de sustancias entre el núcleo y el citoplasma.

Portafolio

Elabora un resumen sobre las evidencias de la localización del material genético en organismos eucariontes, que abordaste durante el estudio de este **Tema**. Comparte tu trabajo con tu curso; luego, concuerden y efectúen una estrategia que les permita incluir este tema en su boletín, de forma sintética y esquemática. Posteriormente, reflexiona en torno a la siguiente pregunta:

¿En qué medida crees que el trabajo de los científicos que acabas de estudiar, junto con el de otros investigadores e investigadoras, han influido en el desarrollo de nuestra sociedad? Explica.

## Tema: Caracterizando el ADN

Ahora que ya conoces la localización y función del ADN, aprende sobre sus características estructurales, mediante el siguiente desafío:



**Desarrollar un modelo** que permita explicar la estructura y organización del ADN.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a expresar tu nivel de asombro y el agrado que te produce ir desarrollando aprendizajes. Así, podrás demostrar **interés** y **curiosidad** por el conocimiento científico.

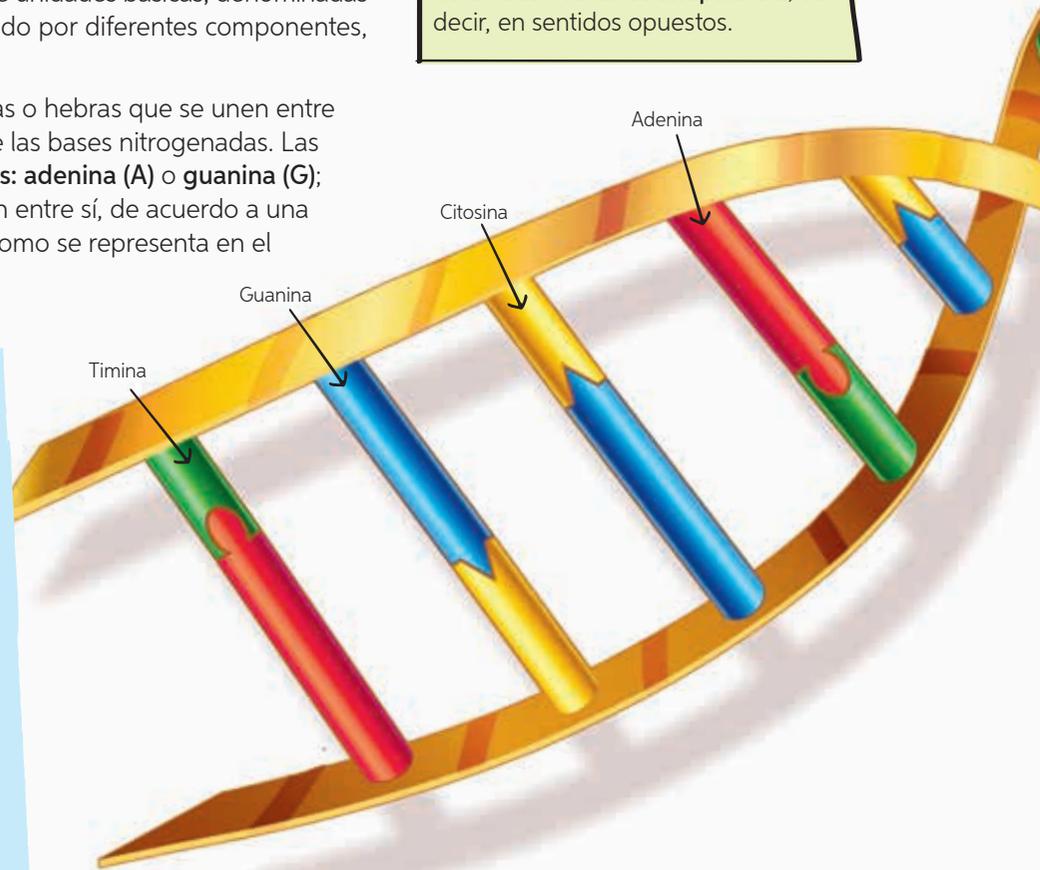
## Estructura y organización del ADN

Ya estudiaste que el ADN posee información que es primordial para la determinación de nuestras características. Esta información constituye un código que está establecido por diferentes combinaciones de unidades básicas, denominadas **nucleótidos**; cada uno de los cuales está formado por diferentes componentes, entre ellos, las **bases nitrogenadas**.

Los nucleótidos, al unirse, forman largas cadenas o hebras que se unen entre sí, mediante los enlaces que se establecen entre las bases nitrogenadas. Las bases nitrogenadas del ADN pueden ser **púricas**: **adenina (A)** o **guanina (G)**; o **pirimídicas**: **timina (T)** o **citocina (C)**, y se unen entre sí, de acuerdo a una **complementariedad** que existe entre ellas, tal como se representa en el esquema del costado derecho.

Las dos hebras de ADN forman una **doble hélice**. Además, la disposición de ambas hebras es **antiparalela**, es decir, en sentidos opuestos.

Antes de continuar, **observa y describe**. De acuerdo con el esquema, explica la complementariedad entre las bases nitrogenadas.

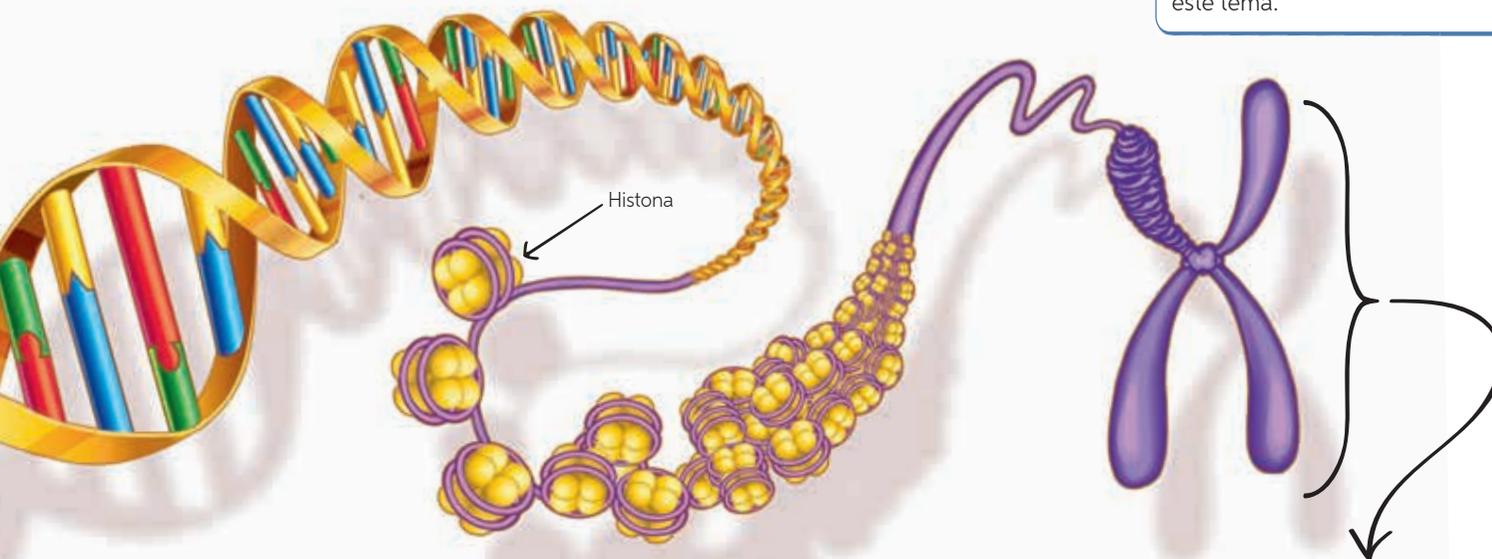


El modelo de doble hélice, fue descrito por los físicos **James Watson** y **Francis Crick** en 1953, gracias a evidencias anteriores, principalmente la **fotografía 51** obtenida por **Rosalind Franklin**.

La información genética contenida en el ADN se encuentra codificada en los **genes**, segmentos de material genético que determinan las características heredables de un ser vivo. Todo el material genético que posee un organismo se denomina **genoma**, el cual varía entre una especie y otra.

Aunque no lo creas, si pudieras extender el ADN de una célula, notarías que sus hebras alcanzan una longitud cercana a los dos metros. Entonces, ¿cómo es posible que el material genético esté almacenado al interior de un pequeño núcleo celular? En eucariontes, el ADN se encuentra asociado a unas proteínas formando la **cromatina**. Estas proteínas, denominadas **histonas**, permiten la compactación del material genético, proceso que se representa en el siguiente esquema:

¡Visualízalo!



Esta compactación del ADN permite que este se aloje en el interior del núcleo.

**Avanza en tu proyecto**

Ahora que ya sabes lo que es un gen, averigua sobre cuáles son los principales genes involucrados en el cáncer. Comparte tu investigación con tu curso y extraigan las ideas que consideren más importantes. Más adelante profundizarán más sobre este tema.

El estado más compacto que alcanza el ADN se denomina **cromosoma**.

**Modela la compactación del ADN**

Reúne cuatro palitos de helado y cuatro trozos de lana de diferentes colores, de unos 50 cm cada uno. Luego, realiza el procedimiento y responde las preguntas.

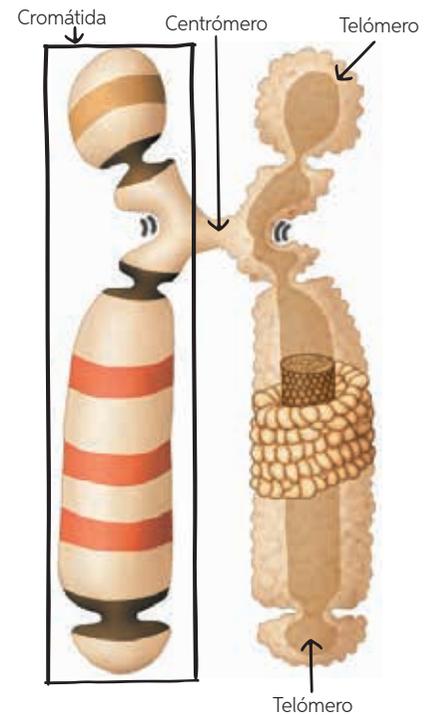
1. Ubica sobre una superficie, todos los trozos de lana amontonados, y observa el espacio que ocupan en conjunto.
2. Enrolla firmemente, cada trozo de lana sobre un palito de helado, sin que se solape.
3. Localiza los palitos de helado sobre la misma superficie y observa el espacio que ahora ocupa la lana.
  - a. ¿En cuál de los dos casos la lana ocupa menos espacio? ¿A qué lo atribuyes?
  - b. ¿Cómo relacionas el modelo que acabas de realizar con la organización del ADN? Explica.
  - c. ¿Qué diferencias reconoces entre genes, ADN y cromosomas? Describe usando el modelo que elaboraste.
  - d. ¿Qué dudas o preguntas te surgieron al efectuar esta actividad? ¿Cómo te gustaría resolverlas?



## Cromosomas y cariotipo

Los cromosomas solo pueden ser visualizados durante la división celular, pues su formación permite la repartición equitativa del material genético a las células hijas, proceso que estudiaremos en detalle en la próxima lección.

Los cromosomas están formados por una **cromátida** que corresponde a moléculas de ADN longitudinal. Cuando el material genético se duplica, los cromosomas quedan constituidos por dos **cromátidas hermanas** cuya información es idéntica. Otras estructuras que se pueden reconocer en un cromosoma son el **centrómero**, constricción que divide a cada cromátida; y los **telómeros**, cadenas largas de ADN localizadas en los extremos de los cromosomas, que cumplen funciones relacionadas con la estabilidad estructural de los cromosomas y la división celular. En el esquema del costado derecho, se representa la estructura de un cromosoma duplicado. ¿Cuántas cromátidas y telómeros reconoces?



## Cariotipo humano

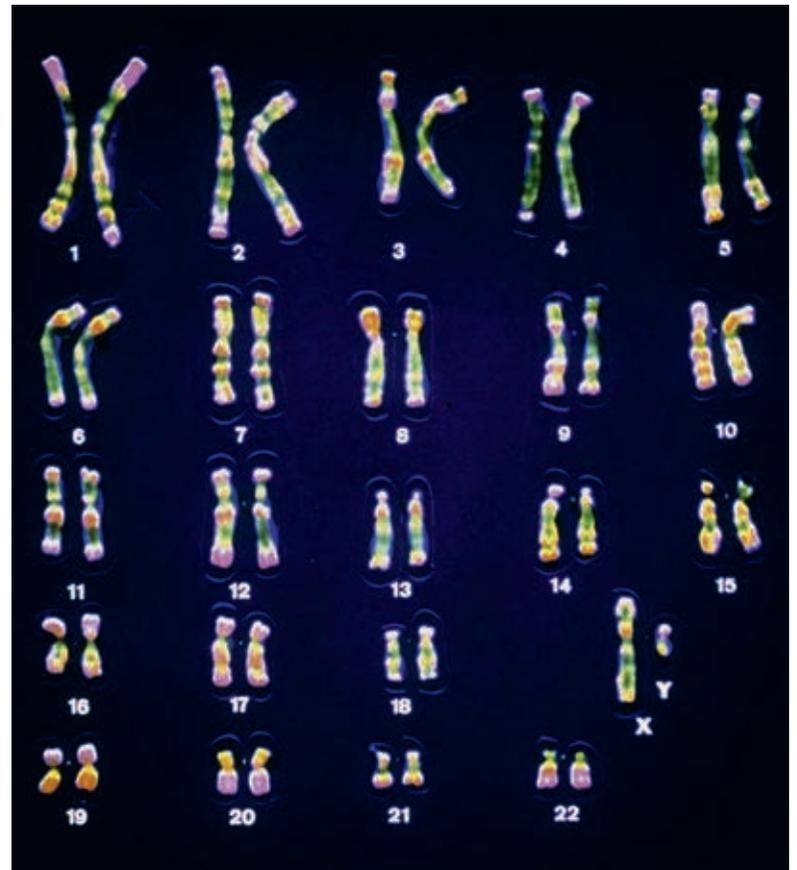
Las **células somáticas**, es decir, todas las células del cuerpo excepto los gametos, poseen dos copias de cada cromosoma, una heredada de la madre y otra del padre. Este tipo de células se denomina **diploides**, presentan el material genético total de la especie y se simbolizan como **2n**. En cambio, las **células sexuales** o **gametos** se les denomina **haploides**, y poseen la mitad de la información genética de la especie, es decir, solo un cromosoma de cada tipo, por lo que se simbolizan como **n**.

Avances en biología celular han permitido observar y organizar los cromosomas en pares de acuerdo a características comunes, como su forma, su tamaño y la presencia de genes. A estos cromosomas se les denomina **homólogos**. El número total de cromosomas de una célula, ordenados por tamaño y forma, es denominado **cariotipo**, y es propio para cada especie. En él se distinguen dos tipos de cromosomas: los **cromosomas sexuales (X e Y)**, que determinan el sexo de la persona; y los **cromosomas autosómicos**, que presentan información para las mismas características en ambos sexos.

Nuestras células somáticas están formadas por **46 cromosomas** organizados en **23 pares homólogos**. De estos, 22 pares son autosomas y 1 par corresponde a cromosomas sexuales. Las células somáticas de las mujeres portan dos cromosomas X (XX); mientras que las de los hombres poseen un cromosoma X y un cromosoma Y (XY).

### Sintetiza tus aprendizajes

Elabora un mapa conceptual, en formato digital, que te permita sintetizar y relacionar conceptos clave sobre la estructura y organización del ADN. Si lo deseas, puedes ingresar los códigos ◀18TB2MP144a y ◀18TB2MP144b en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, y utilizar los recursos propuestos. Comparte tu trabajo con tu curso por medio de un correo electrónico.



^ Representación de un cariotipo humano.

Con  
Historia, Geografía  
Y Ciencias Sociales

Tiempo atrás, se creía que el ADN de los restos de organismos se descomponía rápidamente. Sin embargo, evidencias obtenidas por investigadoras e investigadores, entre ellos el biólogo sueco Svante Pääbo, han demostrado que un genoma puede durar miles de años. Esto, más los avances en técnicas de análisis genético, han posibilitado ir reescribiendo la historia evolutiva de la humanidad.



### ¡Manos a la obra!

Reúnanse en duplas de trabajo, y lean y comenten la siguiente información. Luego, realicen lo solicitado.

Svante Pääbo se propuso un gran desafío: descifrar el genoma de la especie *Homo neanderthalensis*, homínido que vivió hasta hace 40 000 años, propósito que, junto con su equipo, cumplió en 2010. Este hallazgo fue una gran hazaña dentro del campo de la biología molecular, pues ha revelado que el material genético constituye una herramienta que nos puede “contar” sobre nuestro pasado.

Otras investigaciones han posibilitado explorar dinámicas de poblaciones a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la extensión de la agricultura a través de Europa, mediante el análisis del material genético de restos de organismos identificados como agricultores o cazadores antiguos.

Los casos anteriores son tan solo algunos ejemplos de los múltiples estudios que se han efectuado en esta disciplina que, en poco tiempo, ha revelado importante información sobre nuestro pasado.

Fuente: Kenneally, C. (2014). *Parte de la historia de la humanidad está en tu ADN*. *Technologyreview.es*. (Adaptación).



^ Svante Pääbo es director del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, en Alemania. En la imagen se lo observa estudiando la secuenciación de genes del *Homo neanderthalensis*.

- 1 Introduzcan el código [18TB2M145a](http://codigos.auladigital.cl) en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>, y profundicen la información presentada en el documento anterior. Pídanle ayuda a su profesor o profesora de Historia, Geografía y Ciencias Sociales, en el caso de que necesiten aclarar algunos conceptos.
- 2 Seleccionen las ideas más relevantes y elaboren una presentación multimedia. Compartan su presentación con el resto del curso.
- 3 Comenten las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué preguntas o inquietudes les surgen respecto de este tema? Planteen dos o más.
  - b. ¿Cuán interesante y motivante les pareció esta actividad? Expliquen.

### Antecedentes

Aunque te parezca increíble, puedes obtener ADN de forma casera y sencilla. Para extraer el material genético de una célula eucarionte, debes desarrollar y aplicar métodos que permitan “traspasar” las barreras que lo rodean y separarlo de las proteínas con las que está asociado.

A continuación, se detalla un procedimiento experimental que permite obtener material genético de las células de un plátano.

### PASO

1

Lee y realiza el procedimiento.

- Reúnete con dos compañeros o compañeras y consigan estos materiales: alcohol etílico de 95° que esté muy frío, colador, cucharada de detergente, jugo de piña natural, cucharadita de sal, embudo pequeño, gasa, gradilla, tubo de ensayo, plátano, plato, tenedor, varilla de vidrio, 2 vasos plásticos y 100 mL de agua destilada.



### Precauciones

Lean las **páginas 12 y 13**, donde encontrarán las precauciones para el trabajo experimental y el significado de estos y otros iconos.



- Depositen el plátano en el recipiente de plástico y muélanlo con el tenedor. (Imagen 1).
- Agreguen en el vaso plástico el agua destilada, la sal y el detergente. Luego, añadan una cucharadita de plátano molido, y mezclen suavemente evitando formar espuma. (Imagen 2).
- Filtren la mezcla que formaron utilizando el colador, la gasa y el otro vaso plástico. (Imagen 3).

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



- Viertan, a través del embudo, la mezcla filtrada en el tubo de ensayo, hasta completar una cuarta parte de su capacidad. Posteriormente, agreguen el jugo de piña. (Imagen 4).
- Adicionen al tubo de ensayo el alcohol frío hasta completar la mitad de su capacidad. (Imagen 5).
- Dejen reposar la muestra durante dos a tres minutos sin agitarla. (Imagen 6).



**PASO 2** Observa los resultados obtenidos.

Al añadir el alcohol al filtrado se observa que este último es más denso, pues se deposita en el fondo del tubo. Luego, es posible ver precipitar una sustancia blanquecina que asciende hacia la capa de alcohol. Esta sustancia corresponde a ADN extraído del plátano. Si se obtienen buenos resultados, la cantidad de ADN precipitado será suficiente como para extraerla del tubo de ensayo con una varilla de vidrio.

**PASO 3** Lee la explicación del experimento.

Procedimiento	Explicación
Moler el plátano y mezclarlo con agua destilada, sal y detergente.	Se disgregan las células del tejido vegetal y se destruyen las paredes y las membranas celulares, permitiendo que el ADN se libere.
Filtrar la mezcla.	Se separan los restos de células de estructuras más pequeñas.
Añadir jugo de piña.	El jugo de piña contiene una enzima llamada papaína, sustancia que permite degradar las proteínas que están asociadas al material genético.
Agregar alcohol frío.	El ADN es insoluble en el alcohol. Mientras más frío se encuentre este último, mayor será la insolubilidad. Por lo tanto, cuando el material genético es liberado de las células, y entra en contacto con el alcohol, precipita facilitando su extracción.

**Ahora tú**

Reúnanse en parejas y propongan un diseño experimental que les permita extraer el ADN de otra muestra, ya sea vegetal o animal. Para ello, señalen los materiales que usarían y el procedimiento que realizarían.

**Autoevalúate** ¿Cuán conforme estás con tu desempeño al realizar este taller? Reflexiona.

**Coevalúa** ¿Cómo fue la disposición de tu equipo al participar de esta actividad? Comenta con tus compañeros o compañeras.

## La duplicación del ADN

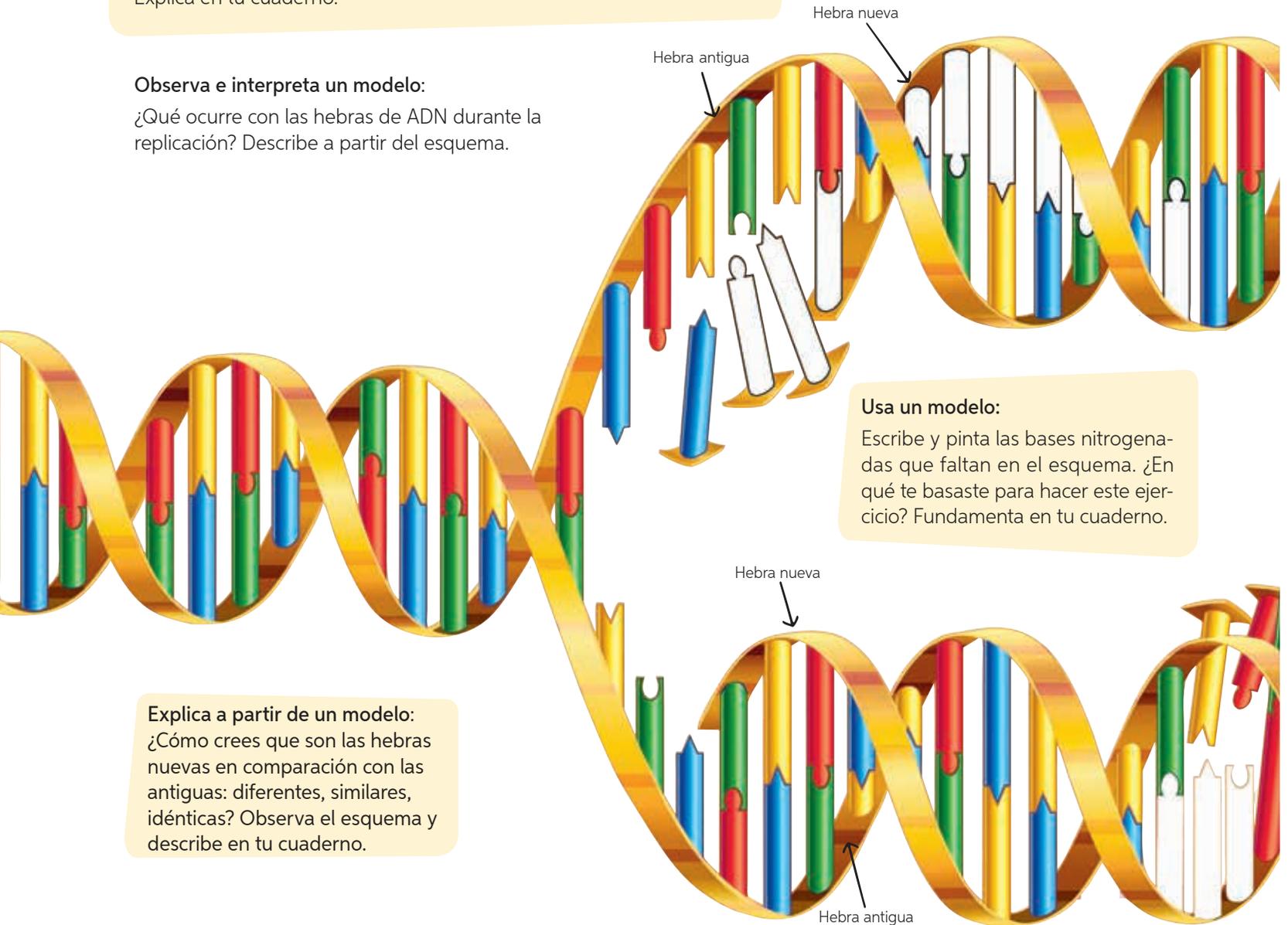
Antes de que una célula se divida, esta duplica su ADN. Este proceso, denominado **replicación**, es posible a partir de la acción de diversas enzimas. A continuación se representa la replicación del ADN mediante un esquema.

**Antes de continuar, plantea una hipótesis:**

¿Por qué crees que el ADN se debe replicar antes de la división celular? Explica en tu cuaderno.

**Observa e interpreta un modelo:**

¿Qué ocurre con las hebras de ADN durante la replicación? Describe a partir del esquema.



**Usa un modelo:**

Escribe y pinta las bases nitrogenadas que faltan en el esquema. ¿En qué te basaste para hacer este ejercicio? Fundamenta en tu cuaderno.

**Explica a partir de un modelo:**

¿Cómo crees que son las hebras nuevas en comparación con las antiguas: diferentes, similares, idénticas? Observa el esquema y describe en tu cuaderno.

Como pudiste descubrir en el esquema anterior, durante el proceso de replicación, se rompe la unión entre las bases nitrogenadas, provocando que las hebras de ADN se separen, como si se tratara de dos cuerdas que se desenrollan. Por ello, las bases nitrogenadas quedan expuestas, sirviendo de molde al generar las nuevas hebras de ADN mediante la adición de nucleótidos complementarios. Al ser completada la replicación, se cuenta con dos moléculas de ADN idénticas. Cada una de ellas está formada por una hebra de ADN "antiguo" y otra de ADN "nuevo".

## Congreso del Futuro y el “hackeo” al genoma humano

¿Has escuchado alguna vez sobre el Congreso del Futuro? Por si no lo sabías, esta iniciativa surgió en 2011, como un espacio para que investigadores e investigadoras de Chile y el mundo, discutan en torno a los desafíos y dilemas que el futuro emergente impone a la humanidad.

Uno de los temas que se abordaron en el **VI Congreso del Futuro** realizado en 2017, fue la **edición del ADN**, principalmente para la cura de enfermedades en los seres humanos, mediante la revolucionaria tecnología **CRISPR Cas9**.

### ¿QUÉ ES CRISPR CAS9?

Es un sistema formado por la enzima Cas9 y una molécula guía. Ambos componentes recorren el material genético de la célula hasta encontrar un segmento del ADN que coincida con la molécula guía, por ejemplo, un gen defectuoso. En ese punto, el sistema se inserta entre las dos hebras de la doble hélice y la Cas9 corta esa región del genoma. Lo anterior, gatilla que la célula active sus mecanismos de reparación, mediante los cuales se puede introducir una copia mejorada del segmento de ADN eliminado.

Para desarrollar esta temática se contó con la participación de tres importantes investigadores:

#### DOCTOR DAVID LIU

Académico de la Universidad de Harvard

Se refirió, principalmente, a algunos desafíos implicados en la aplicación de esta técnica, por ejemplo, la prevención de cambios no deseados en el genoma.

#### DOCTOR MATTHEW PORTEUS

Profesor de la Universidad de Stanford

Explicó cómo esta tecnología puede aportar al tratamiento de la anemia falciforme, mediante la edición de genes defectuosos en las células hematopoyéticas (encargadas de formar las células sanguíneas).

#### DOCTORA CAIXA GAO

Investigadora del Institute of Genetics and Developmental Biology

Abordó cómo la tecnología CRISPR Cas9 permite efectuar cambios en las células de plantas con el fin de mejorar sus características.

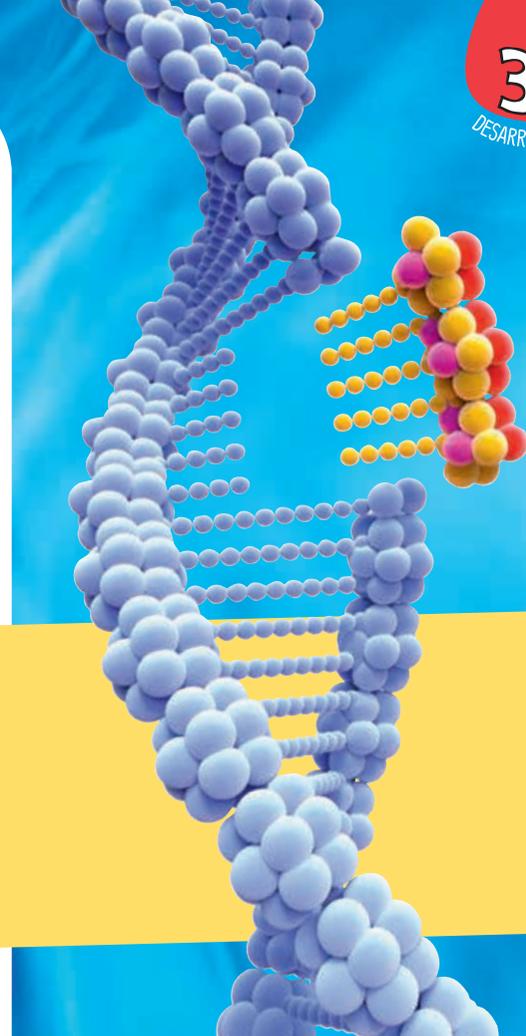
● ¿Crees que la tecnología CRISPR Cas9 debería ser utilizada para tratar enfermedades en personas? Fundamenta.

● ¿Qué importancia le atribuyes a que en Chile se realicen eventos como el Congreso del Futuro? Explica.

### Portafolio

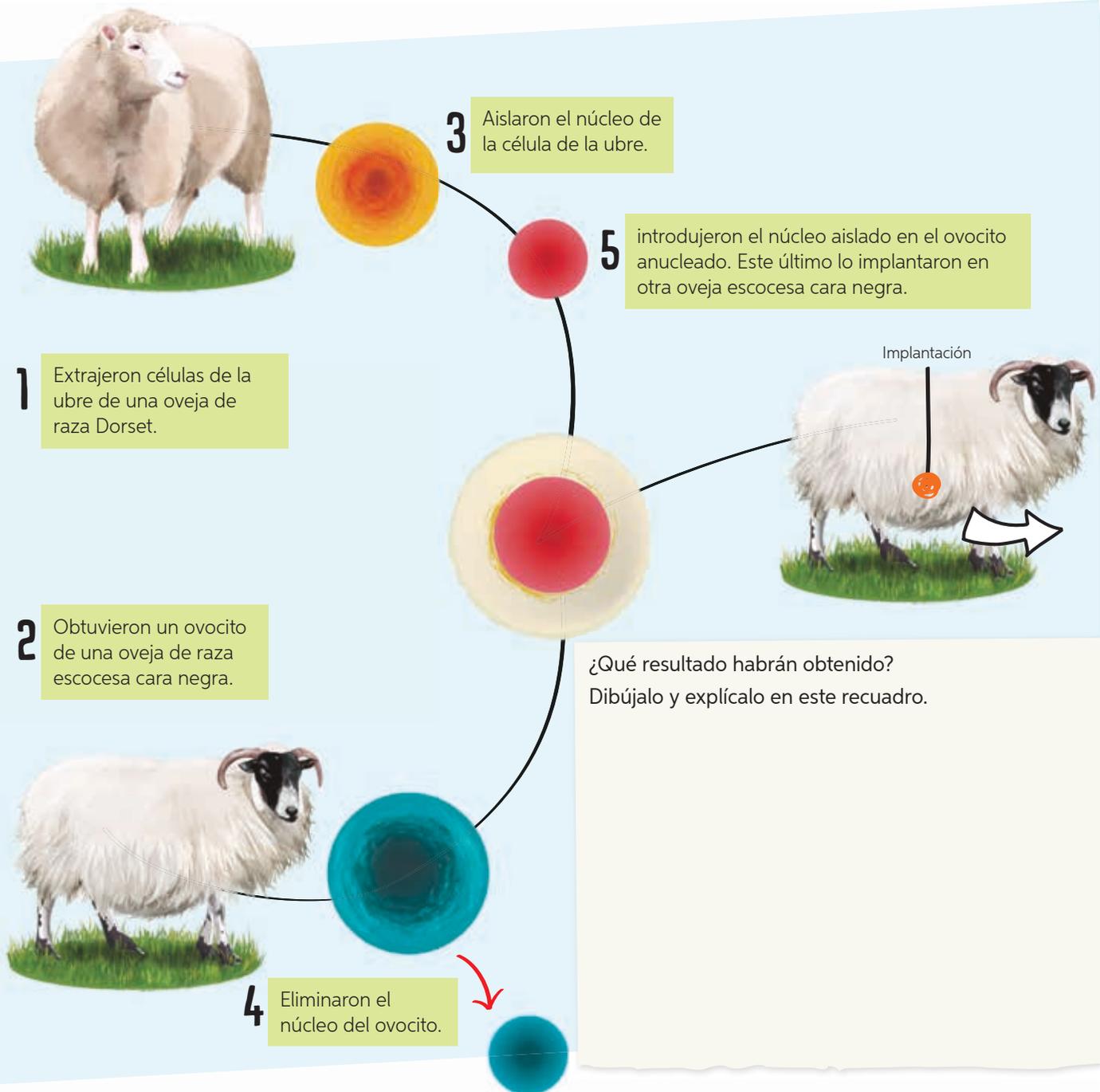
1. Junto con tu curso, reúnan todo el material que trabajaron en las diferentes actividades de este **Tema** y seleccionen los recursos que les podrían ser útiles para abordar las características del material genético (estructura, replicación y organización) en alguna sección de su boletín. A partir de ello, diseñen un boceto sobre cómo van a explicar este contenido de forma sencilla y rigurosa.
2. Reflexionen, de forma personal, en torno a esta pregunta: 

¿Qué otros aprendizajes, relacionados con este **Tema**, te gustaría desarrollar?, ¿qué otros desafíos te gustaría emprender? Plantea al menos dos aprendizajes y dos desafíos.



Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje mediante las siguientes actividades.

- 1 Un grupo de científicos y científicas realizaron el siguiente experimento con dos ovejas de diferente raza.



¿Qué resultado habrán obtenido?  
Dibújalo y explícalo en este recuadro.

a. ¿Qué problema e hipótesis habrán formulado antes efectuar el experimento? Plantéalas.

b. ¿A qué conclusiones habrán llegado? Fundamenta.

- 2 ¿Sabías que si extendiéramos el ADN de todas las células de un ser humano adulto, estas podrían llegar y retornar del sol varias veces? Al respecto, explica en tu cuaderno, cómo la molécula de ADN, siendo tan larga, se puede alojar al interior del núcleo celular.
- 3 Dos estudiantes desean conocer la cantidad de cromosomas que poseen las células somáticas y los gametos de diferentes organismos. Para ello, investigaron en diferentes fuentes bibliográficas y encontraron la tabla que se presenta a continuación.

Número de cromosomas de diferentes organismos	
Organismo	Número de pares de cromosomas
Mosquito	3
Planta de arroz	12
Rana	13
Planta de trigo	21
Planta de papa	24
Caballo	32
Perro	39

Fuente: Savada, D. (2009). *Vida, la ciencia de la Biología*. (8.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana. (Adaptación).

a. ¿Cómo interpretarías los datos que obtuvieron estos estudiantes? Explica.

b. ¿De qué otra manera presentarías la información de la tabla? Propón y desarrolla una estrategia.

### ¿Cómo has aprendido?

1 Responde en tu cuaderno la **pregunta esencial** de esta lección: **¿Cómo se organiza y duplica el ADN?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la unidad.

Aprendizajes	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo	En desacuerdo
 Analicé evidencias sobre la ubicación y función del ADN.			
 Expliqué la estructura y organización del ADN.			

3 Marca con un ✓ las estrategias que han sido más efectivas para cumplir tus desafíos y metas.

<input type="checkbox"/>	Analizar investigaciones científicas.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
<input type="checkbox"/>	Realizar experimentos.	<input type="checkbox"/>	Otra:	
<input type="checkbox"/>	Representar a través de modelos.	<input type="checkbox"/>	Otra:	

## ¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular?

### Es importante porque...

Al estudiar la división celular podrás ir resolviendo incógnitas que, probablemente, en más de alguna ocasión te has preguntado. Por ejemplo, ¿cómo el cuerpo de una bebé crece y se desarrolla hasta convertirse en adulta?, ¿cómo dicha bebé adquiere ciertas características de sus padres?, ¿de qué forma nuestro organismo va reemplazando las células que “no necesita”? En el transcurso de esta lección, esperamos que plantees y resuelvas tus propias interrogantes al respecto, y así, relaciones el conocimiento científico con aspectos de tu vida.

### Explora

Si prestas atención a tu alrededor, notarás que estamos rodeados de ciclos. En la naturaleza, podemos encontrar los ciclos de vida de diferentes organismos, y el flujo cíclico que experimentan otros componentes del entorno, como el agua. Además, es posible reconocer ciclos en procesos industriales y situaciones cotidianas, por ejemplo, al reciclar o reutilizar materias primas. Aunque no lo creas, las células también pasan por un ciclo que involucra su crecimiento y reproducción.

Para indagar sobre este tema, te invitamos a analizar el siguiente documento y a responder las preguntas propuestas.

### DIARIO CIENTÍFICO



## Células inmortales

En 1951 Henrietta Lacks, una mujer afroamericana, fue llevada al hospital John Hopkins donde se le detectó un tumor en el cuello del útero. Parte de las células extraídas fueron analizadas por el doctor Otto Gey, quien se encontraba investigando sobre cómo combatir el cáncer. Gey observó que las células de la paciente, al ser localizadas en un medio de cultivo, se multiplicaban en cuestión de horas y nunca dejaban de hacerlo, originando una muestra celular “inmortal”. A estas células las denominó HeLa, por las dos iniciales del nombre y apellido de Henrietta Lacks, quien falleció a los 31 años producto del cáncer que padecía.

Las células HeLa se han utilizado en innumerables investigaciones científicas y en el desarrollo de incontables tratamientos médicos, pues posibilitaron efectuar diferentes pruebas con agentes patógenos en tejidos humanos. Por ejemplo, en el desarrollo de la vacuna contra la poliomielitis, que salvó la vida de millones de personas, era necesario que el virus que causa esta enfermedad, se reprodujera en el laboratorio, para lo cual se requerían células humanas. Incluso, las células de Henrietta Lacks viajaron al espacio exterior en las primeras misiones espaciales, con la finalidad de anticipar los efectos de la gravedad cero en tejidos humanos. Sin duda, las células HeLa han sido un gran aporte para el avance de los ámbitos científico y médico.

Fuente: Redacción BBC. (2017). *Henrietta Lacks, la mujer con células inmortales que ha salvado innumerables vidas.* BBC Mundo. (Adaptación).





### ¿Te has fijado qué sucede cuando cicatriza una herida?

Cuando un tejido se daña, se activa un proceso de reparación. ¿Qué crees que ocurrirá con las células (y su ADN) de ese tejido durante dicho proceso? Describe.

a. ¿Por qué crees que las células HeLa fueron obtenidas de un tumor? Explica.

---



---



---

b. ¿Qué consecuencias crees que podría tener para un organismo, que las células de uno de sus tejidos se dividieran como las células HeLa? Argumenta.

---



---



---

c. Imagina que eres un científico o científica que tiene en su poder una muestra de células HeLa. ¿Qué investigación te gustaría efectuar con ellas? Explica.

---



---



---

d. ¿Crees que el contenido del documento anterior les podría ser útil para su proyecto?, ¿por qué? De ser así, describe qué aspectos de este podrían trabajar.

---



---



---

e. ¿Qué opinas sobre el uso y la distribución de las células HeLa, obtenidas de una persona fallecida varios años atrás? Argumenta.

---



---



---

f. ¿Te gustó el documento que acabas de revisar?, ¿te interesaría profundizar sobre esta temática? Explica.

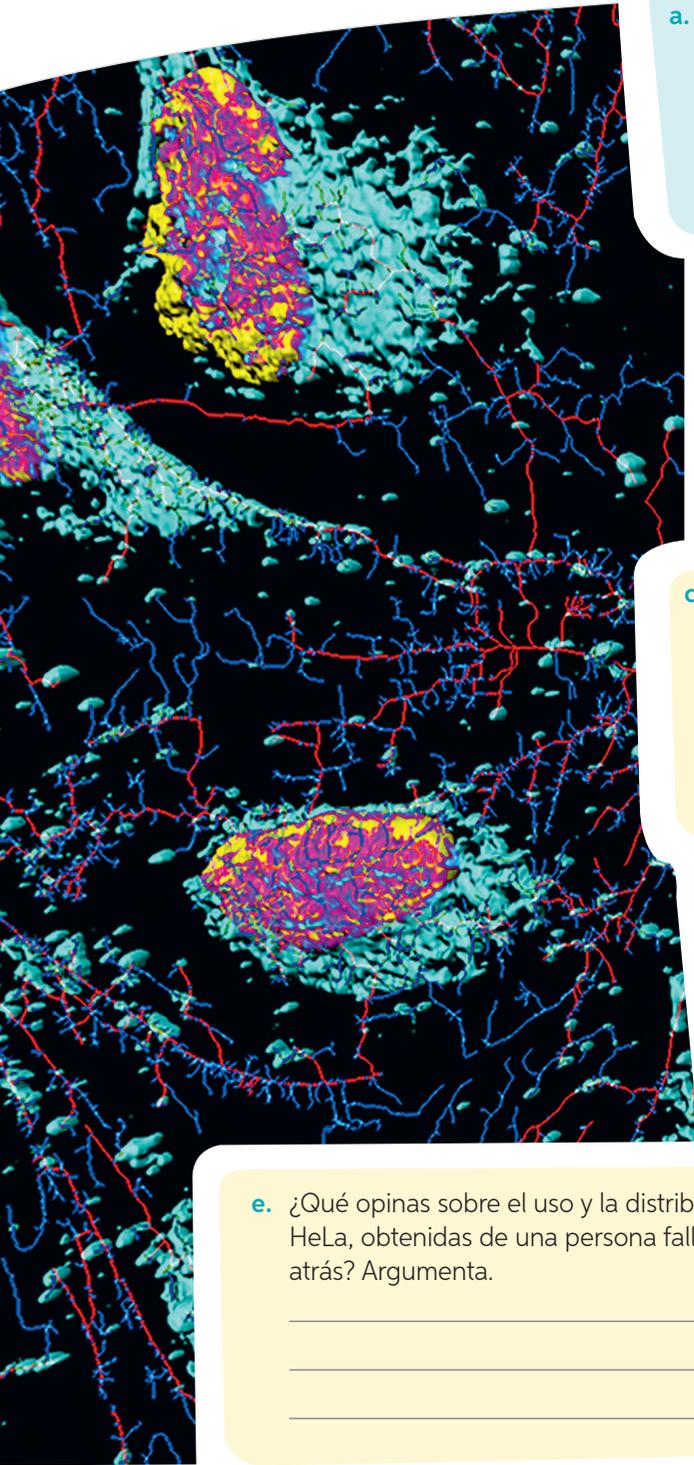
---



---



---



## Tema: El ciclo de una célula

Te invitamos a descubrir las características e importancia de la división celular mediante el siguiente **desafío**:



**Crear un modelo** para describir y comparar la transmisión del ADN durante la mitosis y meiosis.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

**Esforzándote y perseverando** en el trabajo, podrás lograr tus metas y cumplir con tu desafío. No olvides que el orden, la responsabilidad y la precisión facilitan la obtención de buenos resultados.

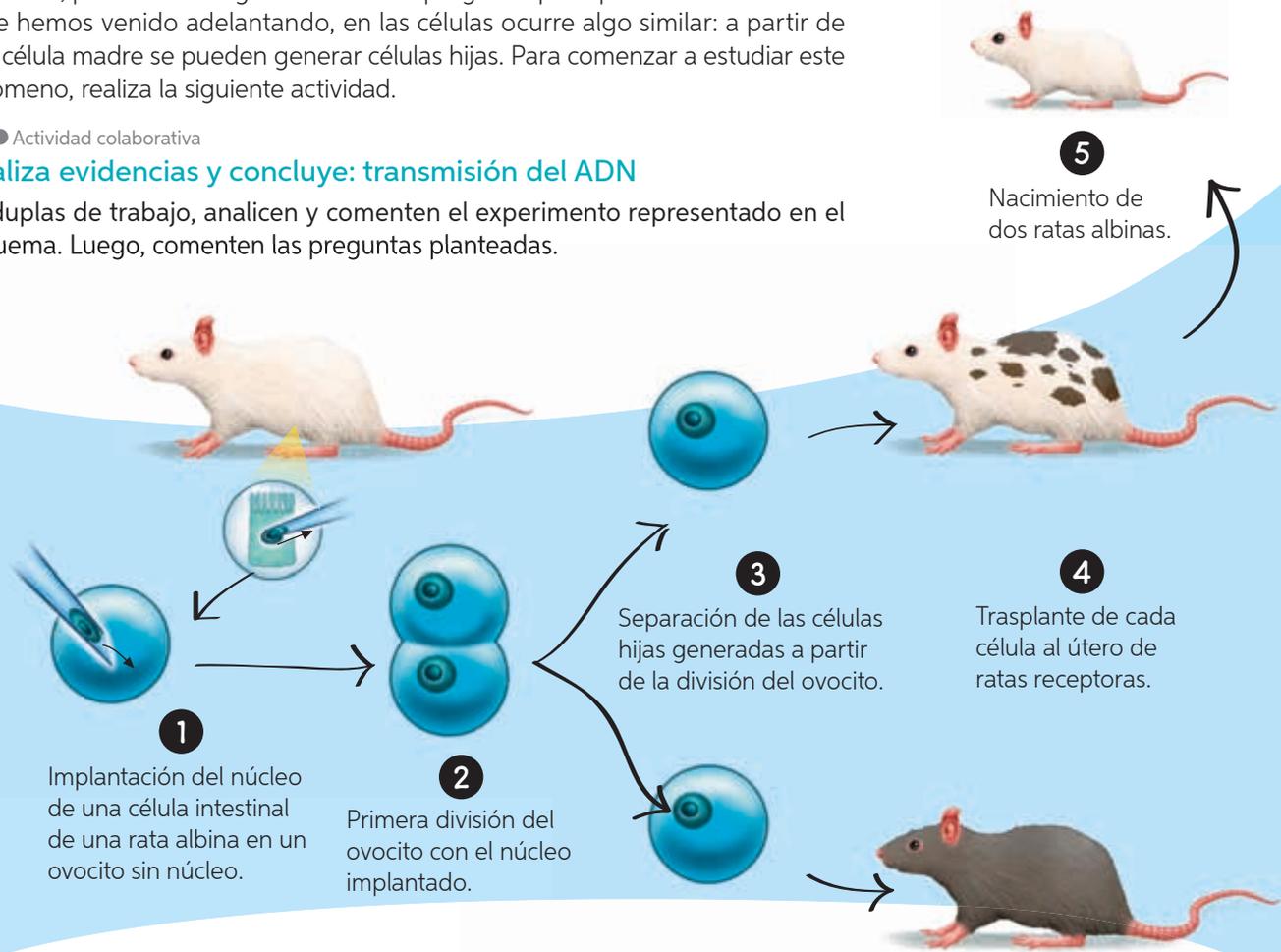
## ¿Cómo es el ciclo celular?

Todos los organismos presentan un ciclo de vida, pues nacen, se desarrollan, se reproducen y mueren. Al reproducirse, generan descendientes que, en algún momento, podrían dar origen a una nueva progenie que repetirá este ciclo. Como ya te hemos venido adelantando, en las células ocurre algo similar: a partir de una célula madre se pueden generar células hijas. Para comenzar a estudiar este fenómeno, realiza la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Analiza evidencias y concluye: transmisión del ADN

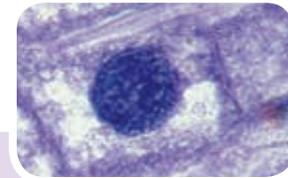
En duplas de trabajo, analicen y comenten el experimento representado en el esquema. Luego, comenten las preguntas planteadas.



1. ¿Por qué se obtuvieron ratas albinas? Expliquen.
2. De acuerdo los resultados obtenidos, ¿es posible afirmar que la información genética se reparte equitativamente durante la división celular? Fundamenten mediante un breve esquema.
3. ¿Fueron disciplinados al momento de observar y analizar el esquema? Por ejemplo, lo revisaron más de una vez, tomaron notas al respecto, solicitaron ayuda en caso de requerirla, etc. Expliquen.



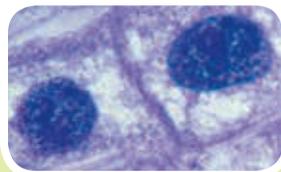
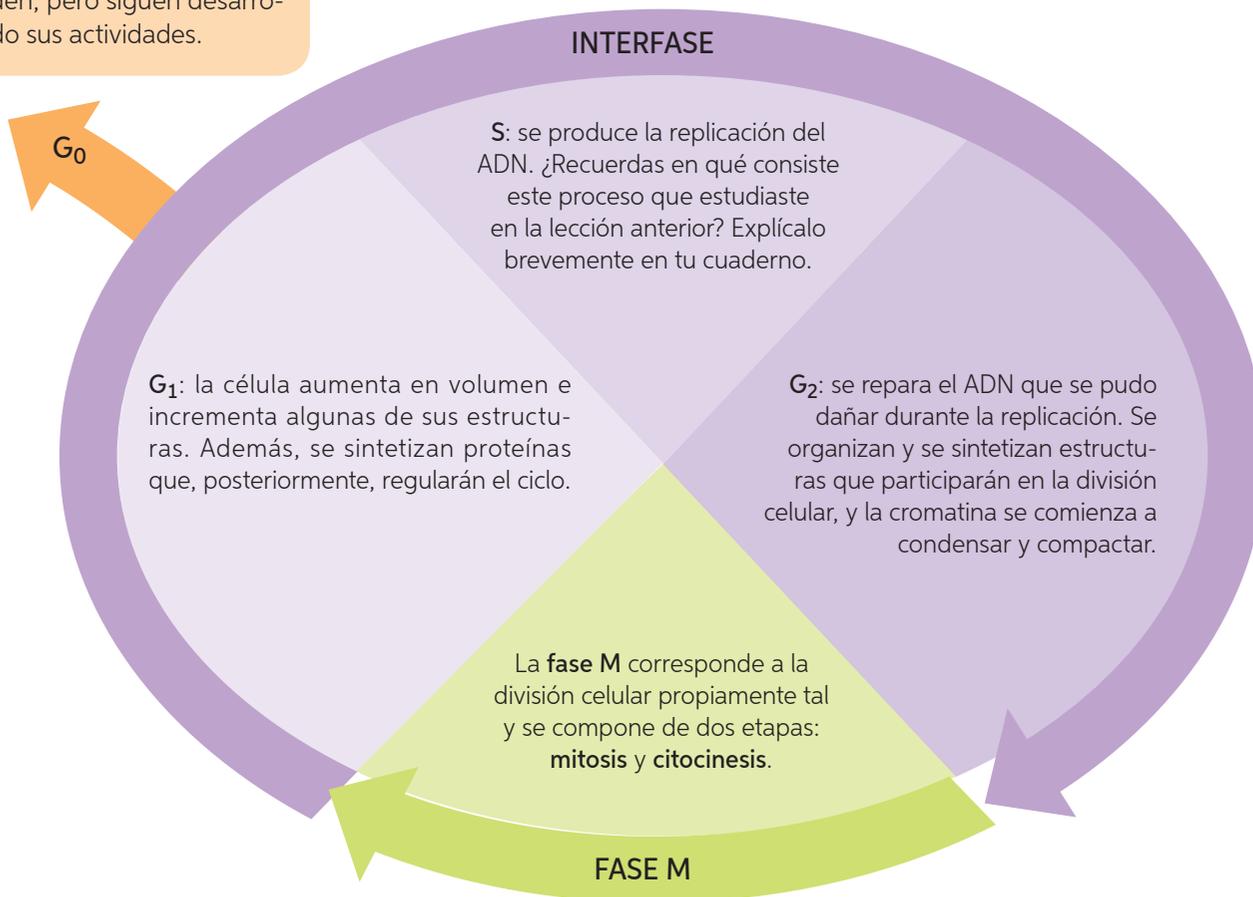
El ciclo celular involucra dos procesos principales: **interfase** y **división celular**. Estos y sus etapas se describen en el siguiente esquema.



### Interfase

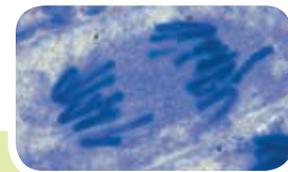
En esta etapa la célula efectúa sus actividades de forma normal y se prepara para su posterior división. Se subdivide en tres etapas:  $G_1$ , S y  $G_2$ .

**$G_0$** : algunas células ingresan a este estado en el que no se dividen, pero siguen desarrollando sus actividades.



### Citocinesis

Proceso de división del citoplasma, que acontece de forma simultánea, con el último paso de la mitosis. ¿Cómo crees que será la información genética de ambas células? Comenta con tu curso.



### Mitosis

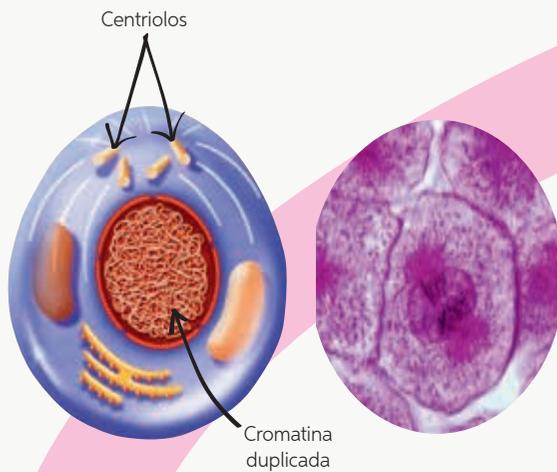
Corresponde a la división del núcleo de las células eucariotas, dando origen a dos núcleos idénticos al inicial. Al respecto, ¿crees que las bacterias experimentarán mitosis? Explica en tu cuaderno.

La duración del ciclo celular es variable, pues en algunos tipos celulares puede demorar horas, mientras que en otros puede demorar días. Ahora bien, al observar el esquema anterior, ¿cuál de las dos fases del ciclo celular crees es más extensa? **Comenta con tus compañeros y compañeras.**

## ¿Cómo se dividen las células?

A partir de los procesos de mitosis y citocinesis, se pueden producir dos células hijas genéticamente idénticas a partir de una célula madre. Revisa el siguiente esquema en el que se describe este proceso. **¡Visualízalo!**

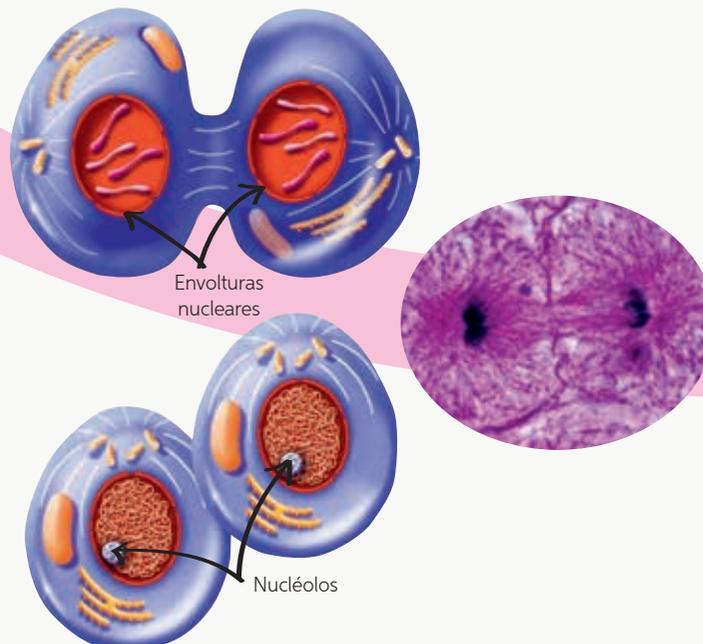
### 1 Profase temprana



El nucléolo se desintegra y, luego, la cromatina duplicada se comienza a condensar. En células animales los centriolos comienzan a migrar hacia los polos opuestos de la célula, lo que dará inicio a la formación del huso mitótico.

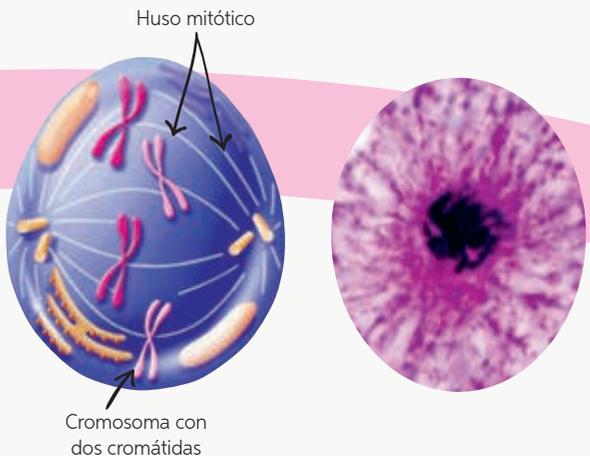
En la **telofase**, los cromosomas han llegado a los polos de la célula. Esta última, comienza a establecer sus condiciones iniciales: los cromosomas se descondencan, los microtúbulos del huso se desintegran y se vuelve a formar la envoltura nuclear alrededor de los dos nuevos núcleos, en cuyo interior se reorganizan los nucléolos. En la **citocinesis**, cada célula hija recibe una cantidad similar de citoplasma.

### 5 Telifase y citocinesis



El **huso mitótico** es un conjunto de proteínas, denominadas microtúbulos, que se unen a unas estructuras proteicas, llamadas **cinetocoros**, ubicadas en los centrómeros de los cromosomas. El huso mitótico además posee dos polos, cada uno con dos centriolos.

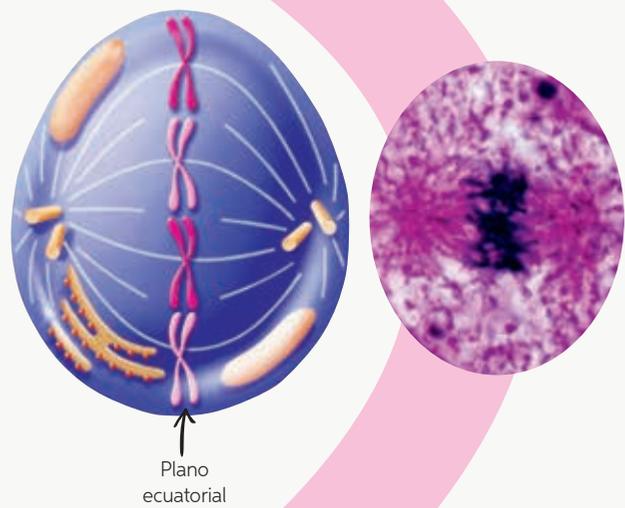
**2 Profase tardía**



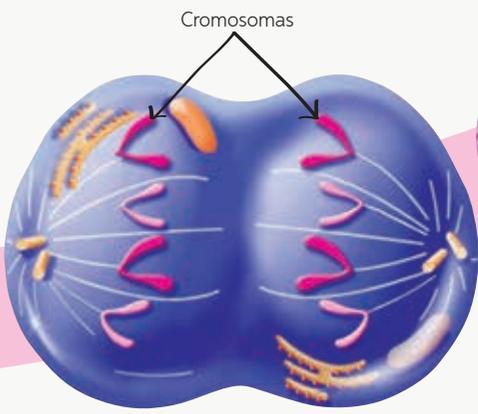
La envoltura nuclear se fragmenta y los microtúbulos del huso mitótico comienzan a interactuar con los cromosomas que se han condensado aún más.

**3 Metafase**

Es posible observar el huso mitótico completamente organizado y los cromosomas totalmente condensados. Los microtúbulos del huso mitótico interactúan con los cinetocoros de los cromosomas, experimentando movimientos de “tira y afloja”, lo que produce que los cromosomas se alineen en el plano ecuatorial de la célula.



**4 Anafase**



Los microtúbulos del huso se “acortan” ocasionando la separación de las cromátidas hermanas, hacia los polos de la célula. Ahora cada cromátida pasa a ser un cromosoma independiente. Los microtúbulos que no están conectados a los cromosomas se alargan, lo que provoca que la célula adopte una forma ovalada.

●●● Actividad colaborativa

**Establecer explicaciones relacionadas con la división celular**

Comenta con tu compañero o compañera de banco la siguiente pregunta:  
¿Por qué creen que las células hijas son idénticas a la célula madre?,  
¿qué fase o fases del ciclo celular permiten esto? Fundamenten.

## Importancia de la división celular

La división celular mitótica permite obtener células idénticas a la célula original y de esta manera conservar el material genético de un organismo. Por ello, tiene un papel fundamental para los organismos pluricelulares, principalmente en los siguientes procesos.

### Desarrollo



Como estudiaste en la **Unidad 2**, el proceso de fecundación da origen al cigoto, el cual constituye el primer estado de desarrollo de un ser vivo. En los organismos pluricelulares, esta célula comienza a experimentar sucesivas divisiones. Las células resultantes migran hacia diferentes zonas, dando origen a los distintos tipos celulares que formarán los tejidos y las estructuras del nuevo organismo.

### Crecimiento



La división celular cumple un papel fundamental en el crecimiento de organismos pluricelulares, puesto que permite la proliferación controlada del número de células. Por ejemplo, una planta que ha germinado comienza un proceso de crecimiento de sus raíces, tallos y hojas, lo cual se debe a la activación de genes que estimulan y regulan la reproducción de las células.

### Reparación de tejidos

En ocasiones, nuestro cuerpo, al igual que el de otros organismos pluricelulares, pierde un importante número de células. Algunas de ellas tienen un tiempo de vida limitado, como es el caso de los eritrocitos, mientras que otras se pierden producto de daños a los tejidos. En los casos anteriores, la división celular posibilita la reconstitución de muchas de las células que se pierden diariamente.



## Analiza, procesa información y crea: ciclo celular y mitosis

No todas nuestras células se dividen con la misma rapidez. Al respecto, observa la siguiente tabla, realiza lo solicitado y responde las preguntas.

Promedio de vida de diferentes tipos de células	
Tipo de célula	Tiempo de vida aproximado
Células de la piel	19 – 34 días
Células del colon	3 – 4 días
Células óseas	25 – 30 años
Células hepáticas	500 días
Células del estómago	2 días

Fuente: Barnes-Svarney, P. y Svarney, T. (2016). *The Handy Anatomy Answer Book*. Detroit: Visible Ink. (Adaptación).

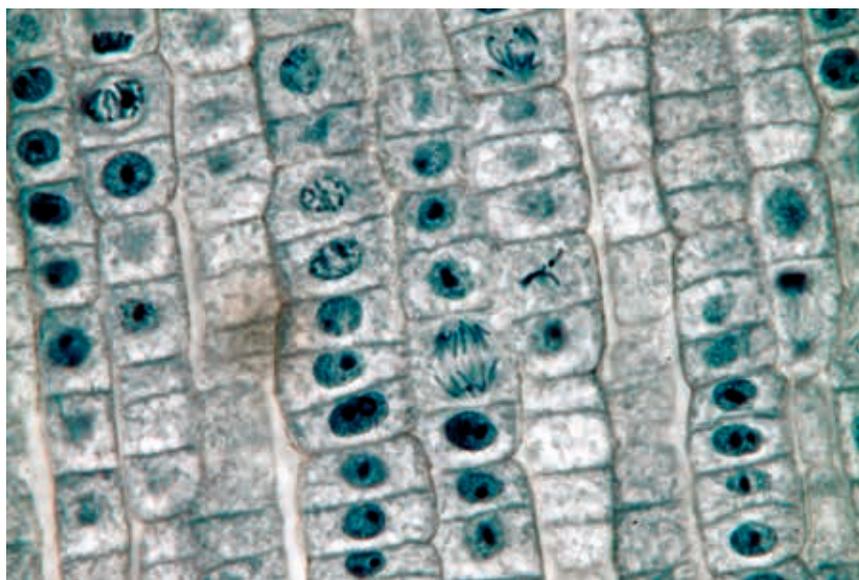
- Realiza un gráfico tipo pictograma que te permita presentar los datos de la tabla.
- Propón un modelo para representar y relacionar los conceptos: ADN, cromosomas, ciclo celular, desarrollo y crecimiento corporal, y reparación de tejidos.
  - ¿Cómo interpretarías la información del gráfico que elaboraste? Explica en tu cuaderno.
  - ¿Qué errores cometiste al crear y explicar tu modelo?, ¿cómo los solucionaste? Reflexiona.

Las raíces de las plantas son órganos que están en constante crecimiento, pues presentan un tejido compuesto por células que tienen una elevada tasa de división. Por ello, esta estructura es de gran utilidad para observar y estudiar las distintas etapas del ciclo celular.

### ¡Manos a la obra!

A continuación, determinarás la duración de cada una de las fases de la mitosis que están experimentando células de raíz de cebolla. Para ello, reúnete con un compañero o compañera y realicen lo solicitado.

- 1 Formulen una pregunta y una hipótesis que les permita guiar esta investigación.
- 2 Observen la siguiente microfotografía, en la que se muestran células de raíz de cebolla en diferentes fases de la mitosis. Luego, cuenten el total de células que se encuentran en cada una de estas fases.



- 3 Determinen la duración de las fases que detectaron en la muestra, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Duración de la fase} = \frac{\text{N.º de células en la fase}}{\text{N.º total de células observadas}} \cdot 120 \text{ minutos}$$

Para ello, pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Matemática**.

- 4 Elaboren un informe escrito que posea la siguiente estructura: portada, introducción, procedimiento, conclusiones y bibliografía.

En el caso de que cuenten con microscopio, y los demás implementos necesarios, pueden realizar esta actividad observando una muestra real de raíz de cebolla. Coordinen con su profesor o profesora de **Biología**.

## ¿Qué es y qué ocurre durante la meiosis?

Ya estudiaste que parte de nuestras células, específicamente los gametos, poseen la mitad de la dotación cromosómica de la especie. ¿Cómo es esto posible? A partir de un proceso, denominado **meiosis**, que involucra dos divisiones celulares, meiosis I y meiosis II, que se detallan a continuación.

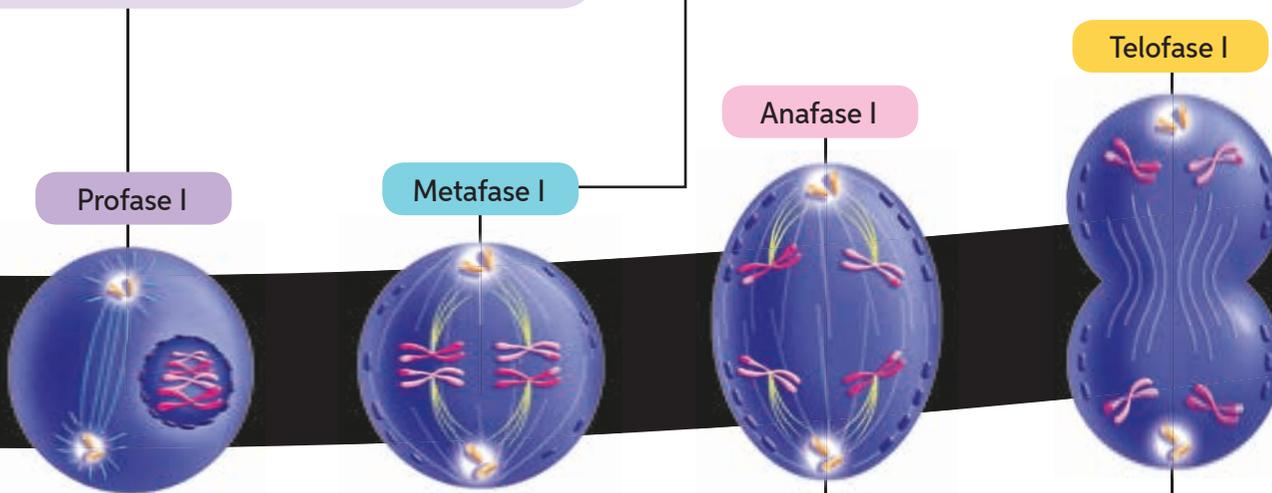
### Meiosis I

Antes de que comience la meiosis, el ADN se ha duplicado. Durante la meiosis I se producen dos células haploides con cromosomas duplicados, es decir, formados por dos cromátidas. En la meiosis I es posible distinguir las siguientes etapas:

#### ¡Visualízalo!

**Profase I:** en esta etapa los cromosomas homólogos, de origen materno y paterno, se aparean, originando una **tétrada** o cromosoma **bivalente**. Este proceso se denomina sinapsis. Posteriormente, estos cromosomas intercambian material genético, fenómeno conocido como **entrecruzamiento** o *crossing over*. Los cromosomas permanecen unidos en las zonas de intercambio llamadas quiasmas. Estas permiten mantener unidos a los cromosomas hasta su separación en anafase I.

**Metafase I:** los cromosomas homólogos se alinean azarosamente en el ecuador de la célula, fenómeno denominado **permutación cromosómica**. Esto permite que existan múltiples posibilidades de distribución de los cromosomas en las células que se van a originar.



Antes de seguir, usa un modelo:

¿Qué diferencias reconoces entre la mitosis y la meiosis? Describe.

---



---



---



---



---



---

**Anafase I:** cada uno de los cromosomas homólogos recombinados es arrastrado por las fibras del huso meiótico y conducido hacia el polo respectivo. Este evento se denomina segregación o disyunción de los cromosomas homólogos.

**Telofase I:** los cromosomas ya se disponen en los polos y comienza la reorganización de la envoltura nuclear y del nucléolo. Esta fase está acompañada de la citocinesis, la que produce dos células haploides, es decir, con la mitad de los cromosomas de la célula original.

## Meiosis II

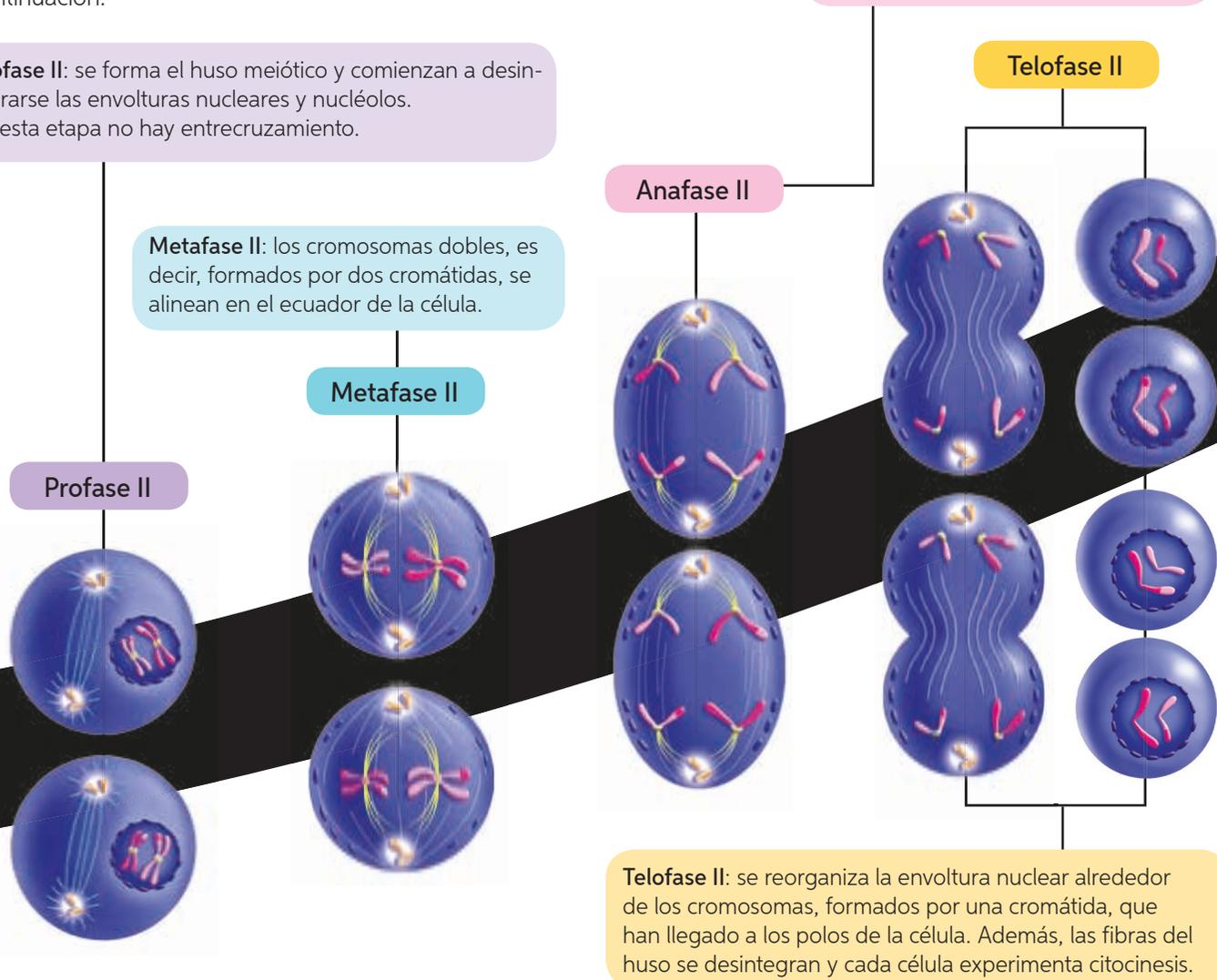
Una vez finalizada la meiosis I, las dos células hijas experimentan una breve interfase durante la cual no ocurre la duplicación del ADN. Luego de esto, se inicia la meiosis II, proceso de división muy similar a la mitosis, cuyas etapas se describen a continuación.

**Profase II:** se forma el huso meiótico y comienzan a desintegrarse las envolturas nucleares y nucléolos. En esta etapa no hay entrecruzamiento.

**Metafase II:** los cromosomas dobles, es decir, formados por dos cromátidas, se alinean en el ecuador de la célula.

**Anafase II:** las cromátidas hermanas se separan (disyunción), y cada una de ellas migra hacia polos opuestos de la célula.

**Telofase II**



**Telofase II:** se reorganiza la envoltura nuclear alrededor de los cromosomas, formados por una cromátida, que han llegado a los polos de la célula. Además, las fibras del huso se desintegran y cada célula experimenta citocinesis.

### Infiere a partir de un modelo:

Al ser completada la meiosis II, ¿cuántas células hijas se producen?, ¿estas son haploides o diploides?, ¿serán genéticamente iguales o distintas?

---



---



---



---



---



---

Ahora que has estudiado la mitosis y la meiosis, revisa tres de las principales diferencias entre ambos procesos:

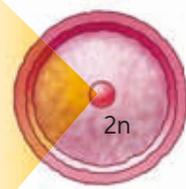
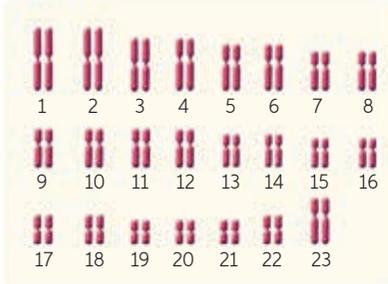
- En la meiosis el núcleo celular se divide dos veces. En la mitosis solo una vez.
- Durante la meiosis, los cromosomas homólogos se aparean en el ecuador de la célula. Durante la mitosis los cromosomas se alinean en el ecuador de la célula.
- En la anafase I, las cromátidas hermanas permanecen unidas. En la anafase de la mitosis, las cromátidas hermanas se separan.

Existen más diferencias, y también similitudes, entre ambos procesos que podrás explorar más adelante.

## ¿Cuál es la importancia de la meiosis?

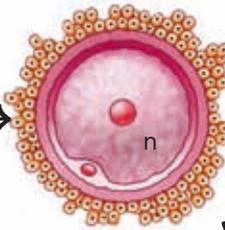
Como ya se mencionó, la meiosis permite la formación de gametos a partir de una células diploides, llamadas **células germinales** las que, al experimentar dos divisiones sucesivas, reducen su número de cromosomas. De esta forma, cuando los gametos fusionan sus núcleos, mediante el proceso de fecundación, cada uno aporta un **juego de cromosomas**, proveniente de cada progenitor, que está compuesto por la mitad del número total de cromosomas de la especie. Proceso representado en el siguiente esquema.

**Cariotipo de una mujer**



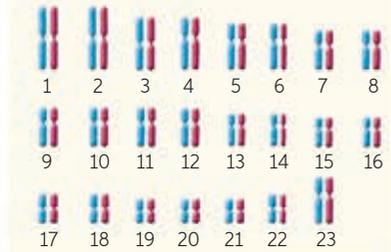
Célula germinal (46 cromosomas organizados en 23 pares,  $2n$  diploide)

Meiosis

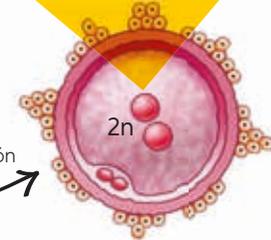


Gameto femenino (23 cromosomas,  $n$  haploide)

**Cariotipo resultante correspondiente a una mujer**

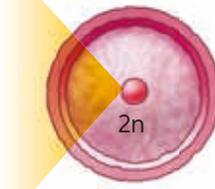
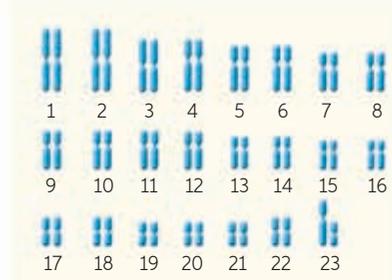


Fecundación



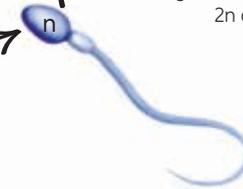
Cigoto (46 cromosomas organizados en 23 pares,  $2n$  diploide)

**Cariotipo de un hombre**



Célula germinal (46 cromosomas organizados en 23 pares,  $2n$  diploide)

Meiosis



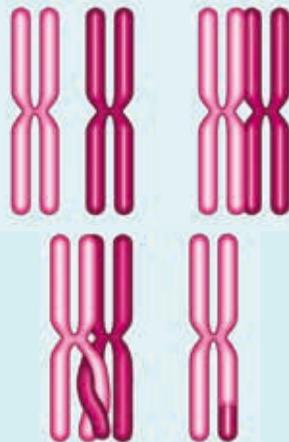
Gameto masculino (23 cromosomas,  $n$  haploide)

La meiosis, junto con la fecundación, es un proceso que permite aumentar la **variabilidad de características** de una especie. Esto, gracias a los mecanismos de **entrecruzamiento** y **permutación cromosómica**.

Tanto el entrecruzamiento como la permutación cromosómica, posibilitan que los gametos de un individuo contengan diversas combinaciones de genes. De esta manera, los progenitores darán origen a una progenie genéticamente diferente.

### Representación del entrecruzamiento

En el entrecruzamiento o *crossing over*, los cromosomas homólogos (paterno y materno) se acercan y se unen en ciertas zonas específicas. Esto permite que intercambien segmentos de material genético.



### Representación de la permutación cromosómica

En este esquema se explica la permutación cromosómica en una célula que posee cuatro cromosomas, se muestran las dos posibles disposiciones de los cromosomas paternos y maternos en el ecuador de la célula durante la metafase I.



## Meiosis versus mitosis

Si bien la meiosis y la mitosis son procesos involucrados en la división celular, presentan diferencias muy importantes que determinan el tipo de células que se obtendrá. Te invitamos a comparar ambos procesos por medio de la siguiente actividad.

●●● Actividad colaborativa

### Comparar, mediante modelos, los procesos de división estudiados

Formen equipos de trabajo de tres integrantes y elaboren un modelo que les permita representar y comparar gráficamente los procesos de mitosis y meiosis. Para ello, realicen los siguientes pasos y respondan las preguntas.

1. Completen, en sus cuadernos, el cuadro comparativo que se presenta a continuación. Este les permitirá organizar sus ideas.

Criterio	Meiosis	Mitosis
Número de divisiones nucleares.		
Cantidad de células que se producen.		
Dotación cromosómica de las células hijas (diploides/haploides).		
Tipo de células que producen (somáticas/gametos).		
Etapas del proceso.		

Pueden incluir otros criterios de comparación si así lo desean.

2. Concierden y diseñen el formato que utilizarán para desarrollar su modelo (afiche, maqueta, etc.) y, a partir de ello, hagan un listado con los materiales y el procedimiento que emplearán para construirlo.
3. Efectúen su modelo de acuerdo al plan de trabajo establecido.
  - a. ¿Reunieron los materiales y realizaron completamente el plan de trabajo que idearon? Describan.
  - b. ¿Qué aspectos de su trabajo personal y grupal modificarían con el propósito de obtener mejores desempeños? Expliquen.

### Evidencias Científicas

¿Qué evidencias, de las que han descubierto hasta ahora en la lección, les permitirían argumentar: que la información genética se transmite de generación en generación en plantas, animales y en todos los seres vivos? Expliquen en sus cuadernos.

### Portafolio

1. Basándose en las actividades realizadas durante el estudio de este **Tema**, desarrollen, como curso, un modelo que les permita explicar los cambios que experimenta el ADN durante la división celular y cómo este se transmite desde los progenitores hacia la descendencia. Creen su modelo en formato digital o mediante material concreto, e inclúyanlo en su boletín. Si optan por la última alternativa, fotografíen su modelo.
2. Reflexionen individualmente sobre la pregunta que se plantea a continuación:
 

¿En qué medida has realizado un trabajo riguroso y sistemático durante el estudio de este **Tema**? ¿Crees que hay aspectos de tu desempeño que deberías mejorar? Explica.

## ➔ Tema: Cuando falla el ciclo celular

¿Te imaginas qué sucedería si nuestras células se dividieran de forma descontrolada? Resuelve esta y otras interrogantes relacionadas, mediante el desafío que te proponemos a continuación:

➔ **Elaborar un documento** sobre las consecuencias producidas por anomalías en la transmisión del ADN y en el control de la división celular.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a promover, en tu comunidad educativa y en tu entorno cotidiano, el interés por el **cuidado de la salud e integridad de las personas**, considerando el origen de posibles alteraciones en nuestro organismo, factores de riesgo asociados y cómo la ciencia ha aportado a tratarlas y combatirlas.

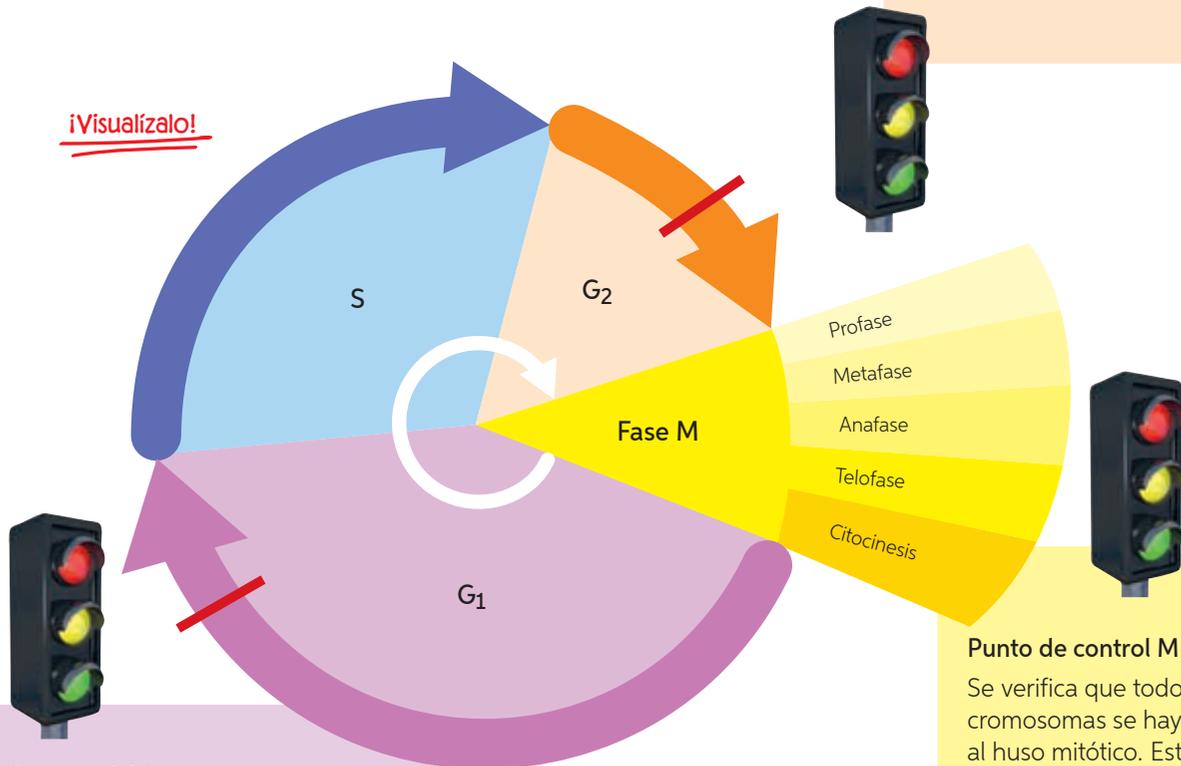
## El control del ciclo celular

¿Cómo una célula “sabrá” en qué momento se debe dividir y cuándo debe dejar de hacerlo? La división celular es un proceso muy preciso en el inicio y término de cada una de las etapas y en la distribución igualitaria y equitativa del material genético, pues posee mecanismos de regulación denominados **puntos de control**. En ellos, se hace una “revisión” de las condiciones celulares, lo que detiene o activa procesos involucrados en la replicación del ADN, el crecimiento de la célula y su división. Imagina que los puntos de control funcionan como semáforos que regulan el tráfico vehicular en una ciudad.

### Punto de control G2

Se revisa que el material genético no presente errores después de su duplicación en la fase S. De igual manera, se verifica que el medio extracelular sea favorable para la división. De ser así, la célula puede iniciar la fase M.

¡Visualízalo!



### Punto de control G1

Se verifica que el tamaño de la célula sea adecuado, que las condiciones del medio sean óptimas y que el ADN no presente daños o alteraciones. Si se cumplen estas condiciones, la célula seguirá con las otras etapas. De lo contrario, quedará detenida en la etapa G1.

### Punto de control M

Se verifica que todos los cromosomas se hayan unido al huso mitótico. Esto posibilita que la mitosis finalice, específicamente que se lleve a cabo el paso de metafase a anafase.

En nuestro organismo, y en el de otros organismos eucariotes, existen otros factores, tanto internos como externos, que regulan el ciclo celular.

## Factores externos

Incluyen diferentes tipos de señales físicas y químicas. Un ejemplo de señal física es el contacto entre célula y célula. Muchas de las células de mamíferos, al ser cultivadas en un laboratorio, forman una sola capa pues, cuando entran en contacto entre ellas, dejan de dividirse. La razón exacta de este fenómeno es desconocida. Una hipótesis frente a ella es que unos receptores localizados en la superficie celular, al unirse entre sí, ocasionan que los citoesqueletos de las células formen estructuras que pueden bloquear las señales que desencadenan la división celular.

Algunas células también liberan señales químicas que “indican” a otras células que se dividan, como es el caso de los factores de crecimiento, grupo de proteínas que se unen a receptores que activan genes específicos que estimulan la división celular. Un ejemplo de ello se observa en las plaquetas, fragmentos celulares que permiten formar coágulos, y que ayudan a detener el sangrado en caso de lesiones. Las plaquetas almacenan un factor de crecimiento que le posibilita a nuestro organismo, reparar heridas estimulando la división de diferentes tipos celulares. Existen hormonas que también pueden gatillar la división de ciertos tipos de células, por ejemplo, la hormona del crecimiento que estudiaste en la Unidad 1, ¿recuerdas cuál es la función de esa hormona? Comenta con tu compañero o compañera de banco.



## Factores internos

El sistema de control interno del ciclo celular está basado principalmente en la acción de dos grupos de proteínas. El primer grupo corresponde a las **quinasas dependientes de ciclinas (Cdk)**, y el segundo a las **ciclinas**. Las Cdk son enzimas que, para actuar, deben estar unidas a las ciclinas, formando un complejo Cdk-ciclina, que activa a ciertas proteínas que, a su vez, desencadenan procesos clave en el ciclo celular. En nuestras células hay seis diferentes complejos Cdk-ciclina que controlan, secuencialmente, el tránsito de la célula por las fases G1, S, G2 y M. Es importante señalar que, para que una célula pase de una etapa del ciclo a la siguiente, es necesario que el complejo Cdk-ciclina de la fase anterior se inactive. Para ello, la ciclina de dicho complejo debe ser degradada.

### Investiga y comunica: ¿qué es la apoptosis?

Tal como algunas de nuestras células se dividen, otras deben morir mediante un proceso denominado **apoptosis** o muerte celular programada. Al respecto, formen duplas de trabajo e investiguen, en fuentes confiables, sobre las características generales de este mecanismo. Pueden ingresar el código ◀18TB2M165a en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>. Luego, elaboren un esquema que represente este proceso y compártanlo con el resto del curso.

^ La eritropoyetina es un factor de crecimiento que estimula la división y producción de glóbulos rojos, células que transportan oxígeno hacia los tejidos del organismo. Si una persona se fuera a vivir a las alturas, donde la presión parcial de oxígeno atmosférico es menor, ¿cómo variarían los niveles de eritropoyetina en el organismo de dicha persona? Fundamenta en tu cuaderno.

### Avanza en tu proyecto

Elaboren un organizador gráfico que les permita sintetizar los mecanismos de regulación del ciclo celular, abordados en estas páginas, incluida la apoptosis. Reserven esta información para su boletín.

## ¿Qué es y cómo se produce el cáncer?

Ya estudiaste que, en condiciones normales, las células crecen, se reproducen y mueren. Sin embargo, existen condiciones que pueden alterar el ciclo celular. Si una célula se divide rápidamente y sin control, provoca que las nuevas células se acumulen en el tejido formando masas de células denominadas **tumores**, lo que podría originar un cáncer. Ahora bien, ¿cuál es el origen del cáncer? En ocasiones el material genético experimenta alteraciones denominadas **mutaciones**. Si la mutación se produce a nivel de los genes que participan en la regulación del ciclo celular, es probable que se desarrolle un cáncer. Los genes involucrados se especifican a continuación.

### Protooncogenes

Codifican proteínas, como las Cdk y las ciclinas, que estimulan la división celular. Estos genes, al experimentar mutaciones, se pueden transformar en **oncogenes**, lo que puede ocasionar el aumento de la síntesis de estas proteínas, activando o aumentando la división de algunas células.

### Genes supresores de tumores

Codifican proteínas que regulan negativamente el ciclo celular y se encargan de que la mitosis no continúe debido a que la replicación del ADN ha ocurrido en forma incorrecta. Si el daño en el ADN es severo, una proteína denominada **p53** induce a apoptosis. Cualquier mutación que disminuya la actividad normal de una proteína supresora de tumores puede contribuir a la aparición de cáncer.

●●● Actividad colaborativa

### Argumenta utilizando vocabulario científico

Reúnanse en duplas de trabajo y elaboren un modelo para presentar la información del siguiente documento. Luego, reflexionen en torno a la pregunta propuesta.

### Nanomedicamentos para tratar el cáncer

El cáncer es una enfermedad que afecta a millones de personas de todas las edades. Muchos de los fármacos utilizados como tratamiento para este trastorno, presentan graves efectos secundarios. Este aspecto ha sido mejorado mediante la incorporación de la nanotecnología aplicada a la medicina, la que consiste en la asociación de fármacos con estructuras biodegradables de tamaño nanométrico (un millón de veces menor que un milímetro), las cuales funcionan como “vehículos” que transportan el medicamento, con lo que se logra una “quimioterapia dirigida” que alcanza preferentemente a las células tumorales. Lo anterior constituye un progreso con respecto a la quimioterapia tradicional, ya que aumenta la eficacia de los tratamientos y reduce su toxicidad, lo que mejora la calidad de vida de los pacientes.

Fuente: Lozano, M., Alonso, et al. (2014). Nanomedicamentos contra el cáncer. *Investigación y ciencia*, (250). (Adaptación).

### Sintetiza tus aprendizajes

Reúnanse en duplas de trabajo y creen una estrategia de síntesis, como un mapa mental, un esquema de ideas principales o un cuadro sinóptico, que les posibilite resumir y representar los principales contenidos abordados en las **páginas 164 a 167**.



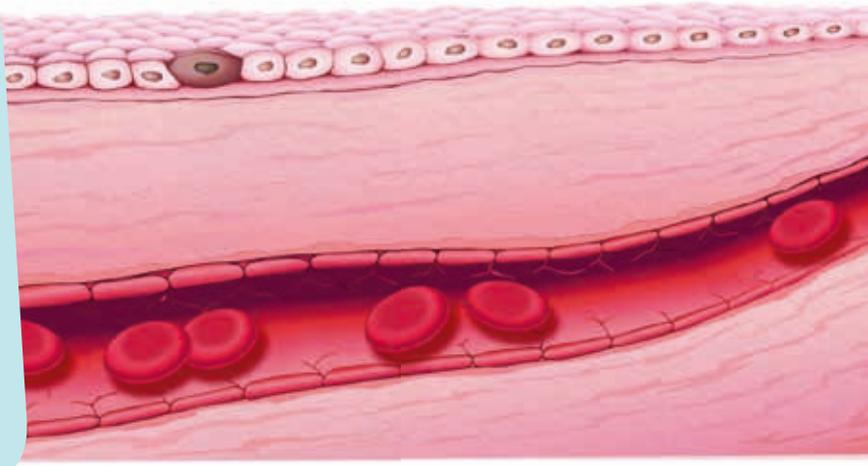
^ La identificación de moléculas características de las células tumorales ha permitido diseñar nanosistemas capaces de reconocerlas y destruirlas.

¿Por qué creen que las personas que padecen cáncer se pueden ver beneficiadas por el desarrollo de los nanomedicamentos? Expliquen.

**1** ¿Cómo se podría desencadenar un cáncer?

Una célula sana o normal puede convertirse en cancerosa si los genes involucrados en el control del ciclo celular experimentan daños en su estructura. Estos daños pueden ser ocasionados por **agentes carcinógenos**.

**Investiga** sobre los principales factores de riesgo asociados al cáncer. Comparte la información que recopilaste con tu curso y no olviden incluirla en su **proyecto**. Puedes acceder a <http://codigos.auladigital.cl> e ingresar el código: **18TB2M167a**.



**2** ¿Cómo se forma un tumor?

La célula cancerosa se divide rápidamente, una y otra vez, provocando que nuevas células cancerosas se acumulen en el tejido, formando un tumor.

Cuando una célula cancerosa se divide, ¿por qué sus células hijas también presentarán esta condición? **Argumenta** a partir de lo que has aprendido sobre mitosis.

---



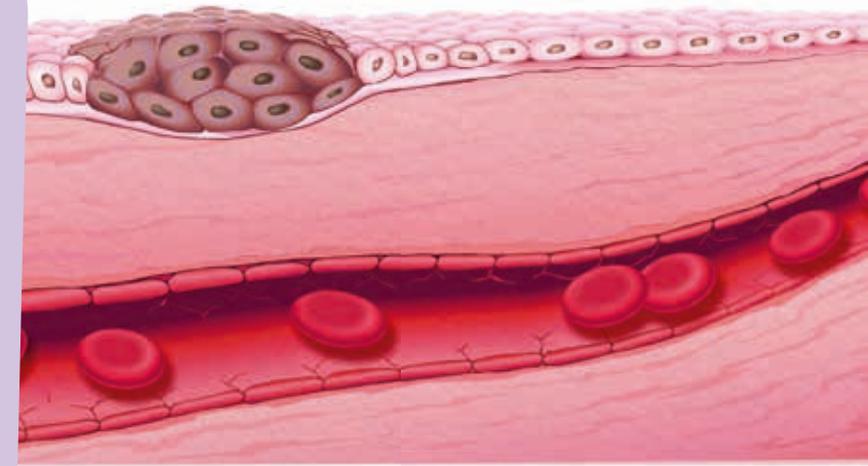
---



---



---



**3** ¿Cómo se ramifica un cáncer?

Existen **tumores benignos**, masas compactas de células que permanecen en el lugar del cuerpo donde se originaron y que, generalmente, pueden ser removidas a través de procedimientos quirúrgicos. En cambio, los **tumores malignos** o **cancerosos** invaden otros tejidos y órganos, impidiendo su normal funcionamiento, fenómeno conocido como **metástasis**. ¿Cómo puede ocurrir esto? **Observa** la imagen y **describe** con tus palabras.

---



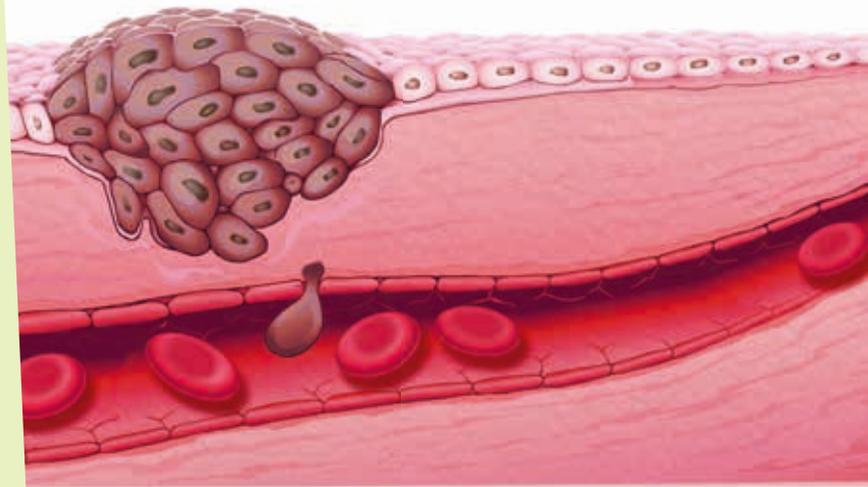
---



---



---





## Una importante revelación para el tratamiento del cáncer

Equipo a cargo de la investigación, liderado por el académico Vicente Torres.

### Algo de historia sobre el cáncer

La elevada tasa de mortalidad del cáncer está principalmente asociada a la metástasis proceso que, a nivel celular, se desencadena a partir de dos eventos cruciales: la migración celular y la capacidad de estas células para invadir y destruir otros tejidos.

Un equipo de investigación del Centro Avanzado de Enfermedades Crónicas (ACCDIS) de la Universidad de Chile, efectuó un estudio relacionado con esta temática, en el que se identificó una de las moléculas involucradas en la metástasis de las células cancerosas: la Rab5. Esta molécula es una proteína que está presente tanto en células normales como tumorales, solo que en estas últimas está “descontrolada”. La razón de ello es que las células tumorales están sometidas a condiciones de estrés, por falta de nutrientes y oxígeno, que hacen que vayan creciendo. Lo anterior provoca que Rab5 “pierda el control” y estas células se tornen más “agresivas” y con mayor capacidad de producir metástasis.

Los estudios realizados por este equipo revelaron que al retirar esta molécula de las células tumorales, mediante técnicas de biología molecular, estas dejan de moverse, migrar e invadir y, por tanto, hacen menos metástasis.

Entre las proyecciones de este estudio se encuentra el diagnóstico del cáncer, mediante marcadores moleculares, proceso en el que si se detecta un tejido sospechoso en un paciente, se puede realizar una biopsia y analizar si este tipo de proteínas se encuentran o no alteradas.

Este descubrimiento, además, puede significar un avance en la elaboración de fármacos que “ataquen” estas proteínas, disminuyendo la incidencia de metástasis en el paciente y prolongando su esperanza de vida.

Fuente: Palma, F. (2016). *Identifican proteína cuyo manejo retrasaría metástasis de células cancerosas*. Uchile.cl. (Adaptación).

¿Qué impacto puede tener para nuestra sociedad la investigación descrita? Fundamenta.

¿Crees que la ciencia puede aportar a la mejora de la calidad y esperanza de vida de las personas? Explica.

¿Cómo crees que se podría fomentar que en Chile se realicen más estudios como este? Describe.

## ¿Cómo son los principales tratamientos contra el cáncer?

Las personas que padecen cáncer pueden ser sometidas a diversos tratamientos. En términos médicos, los principales métodos para combatir esta enfermedad incluyen **procedimientos quirúrgicos**, y el uso de **radiación** y **drogas**.

Si el cáncer es detectado en una fase prematura, es decir, antes de que se haya propagado a otras partes del cuerpo, es posible eliminar el tumor canceroso a través de una cirugía. De lo contrario, si este se ha ramificado, o bien no puede ser removido, se debe optar por otros tratamientos: la **radioterapia** y la **quimioterapia**.

La **radioterapia** corresponde al uso de radiación, ondas de alta energía que se utilizan para eliminar células cancerosas, y reducir tumores, dañando el ADN de estas células. Generalmente, la aplicación de radiación se localiza en una región específica, pues también puede dañar células sanas. La **quimioterapia**, por su parte, se refiere al uso de fármacos que combaten el cáncer, los que son transportados a través del torrente sanguíneo, a diferentes partes del cuerpo. Estos medicamentos pueden eliminar células cancerosas o frenar su crecimiento. No obstante, muchos de estos fármacos también destruyen células normales, pudiendo ocasionar efectos secundarios en los pacientes.

Científicos y científicas continúan buscando nuevas alternativas para tratar el cáncer. Para ello, es necesario entender cada vez mejor cómo el ciclo celular es controlado. ¿Te das cuenta de la importancia de estudiar y comprender el ciclo de vida de nuestras células? **Comenta con tu curso.**



### Una nueva actitud

Muchas personas que padecen cáncer, como consecuencia de su tratamiento, presentan efectos secundarios que afectan su calidad de vida. Por ello, es de gran importancia que reciban la atención médica adecuada y el apoyo de familiares y seres queridos para ayudarle a sobrellevar estos síntomas.

→ ¿De qué manera crees que podrías ayudar a las personas que padecen esta enfermedad? Propón dos medidas.

●●● Actividad colaborativa

### Investiga sobre el cáncer

Reúnete con dos compañeros o compañeras y realicen los solicitado.

1. Profundicen sobre los tratamientos contra el cáncer abordados: **radioterapia** y **quimioterapia**. Para ello, busquen, en fuentes confiables, información sobre ambos procedimientos. Les sugerimos dirigirse al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos: ◀18TB2M169a y ◀18TB2M169b.
2. Averigüen sobre las características de tres tipos de cánceres más comunes. Por ejemplo, el cáncer al pulmón, de piel y de mama. Pueden ingresar los códigos ◀18TB2M169c, ◀18TB2M169d y ◀18TB2M169e en la página web señalada en el paso anterior, o bien elijan otros que les interesen.
3. Elaboren un material que les permita comunicar su estudio de forma clara y llamativa. Compártanlo con el resto del curso y desarrollen un plenario en el que argumenten, a partir de **evidencias**, sobre la importancia de la regulación de la proliferación celular.
4. Integren los que más les haya gustado de los materiales presentados e inclúyanlos en su **proyecto**. Procuren incluir argumentos sobre la importancia de adoptar **medidas de cuidado** y sobre el **impacto de la ciencia** en el desarrollo de tratamientos para combatir esta enfermedad.

## Algo de historia sobre el cáncer

La paleopatología ha entregado evidencias sobre lesiones compatibles con el cáncer en seres humanos, desde hace 150 000 años. Aunque existe controversia sobre si estas lesiones óseas prehistóricas eran realmente consecuencia del cáncer o correspondían a otras causas.

En el papiro de Smith, tratado médico elaborado en el antiguo Egipto (1600 a. C.), se describen casos de eliminación de tumores.

En otro documento médico egipcio, el Papiro de Ebers (1500 a. C.), se describe un mayor número de lesiones tumorales en diferentes órganos, como la piel y el estómago, y relatos de extirpaciones quirúrgicas.

En el siglo IV a. C., en la antigua Grecia, Hipócrates creó el término cáncer (cangrejo), para designar a unas lesiones ulcerosas crónicas, que se desarrollaban y expandían sin control por los tejidos, y en diferentes direcciones, semejando a las patas de un cangrejo.

Durante la Edad Media fue posible realizar algunas intervenciones quirúrgicas gracias al uso de ciertas plantas somníferas. Sin embargo, el éxito de estas operaciones casi siempre resultaba nulo, por las múltiples complicaciones que surgían y la remoción incompleta de los tumores.

### Científicas chilenas

La doctora Verónica Burzio, junto con su equipo, logró desarrollar un método que elimina eficazmente células cancerosas sin dañar el resto de los tejidos. Este tratamiento es suministrado, día por medio, mediante inyecciones después de que el tumor ha sido extirpado del paciente.



En 1809, el cirujano estadounidense Ephraim McDowell intervino a una mujer con una gran tumoración ovárica, obteniendo buenos resultados. Posteriormente, a mediados del siglo XIX, los avances en medicina, como la anestesia por éter y cloroformo, y la asepsia por lavado de manos, permitieron el desarrollo de mejoras en los métodos quirúrgicos.



En el siglo XX, además de las cirugías se incorporaron otros tratamientos: radioterapia y la quimioterapia, junto con el desarrollo de modernas técnicas de diagnóstico, por ejemplo, la mamografía avanzada y la resonancia magnética. Durante el siglo XXI, los avances en genética y el mapeo del genoma humano posibilitaron el inicio de la terapia hormonal y el uso de anticuerpos para combatir tumores.

- ¿Cómo crees que será el diagnóstico y los tratamientos contra el cáncer en unos 20 años? Describe.
- Imagina que eres un científico o una científica que está investigando sobre el cáncer, ¿qué te gustaría descubrir? Explica.
- Junto con tu curso, extraigan los aspectos que les parecieron más interesantes sobre la historia del cáncer e inclúyanlos en su proyecto de boletín. Pueden investigar e incorporar más hitos.

## Anomalías en los cromosomas

Existen diversas enfermedades y anomalías cuyo origen se encuentra en mutaciones que afectan la estructura o el número de cromosomas de un organismo. Este tipo de mutaciones, denominadas **cromosómicas**, pueden ser estructurales o numéricas.

Las **mutaciones cromosómicas estructurales** son aquellas en las que se producen alteraciones en el tamaño o en la forma de los cromosomas, ocasionadas por pérdida, duplicación, inversión o translocación de alguno de sus fragmentos. Las **mutaciones cromosómicas numéricas** corresponden a cambios en el número de cromosomas pro-

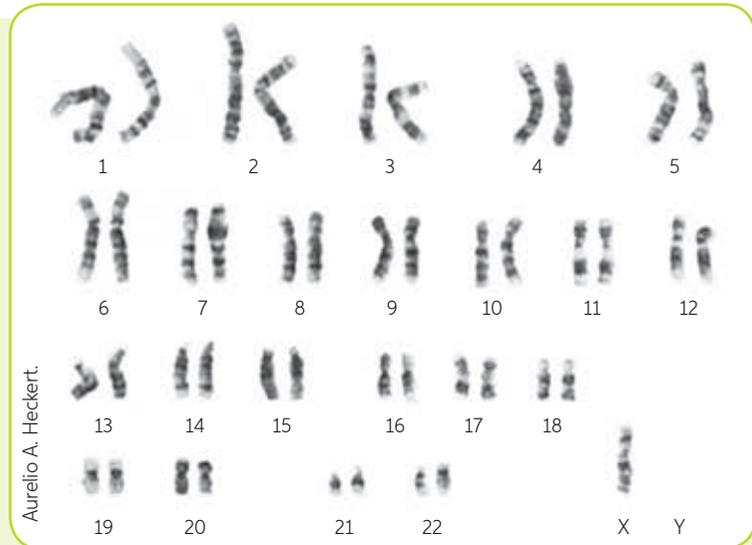
pios de la especie. Estas pueden ser de dos tipos: euploidías y aneuploidías. Las **euploidías** son alteraciones que afectan al conjunto completo de cromosomas. Las **aneuploidías**, en cambio, corresponden a anomalías que se evidencian en el número de cromosomas de un individuo. Surgen por errores en la distribución de los cromosomas homólogos durante la meiosis, por lo que las células resultantes de este proceso de división anormal, presentan exceso o falta de cromosomas, lo que suele ocasionar trastornos en sus portadores. Las aneuploidías más comunes en los seres humanos son las **monosomías** y **trisomías**.

**Monosomías:** son aquellas alteraciones que se producen por la falta de un cromosoma en las células del individuo. Esto se produce debido a que uno de los gametos que originó a la persona afectada, presentaba 22 cromosomas, en vez de 23. En el ser humano existe una monosomía que es viable, el síndrome de Turner.

### Analiza e investiga sobre el síndrome de Turner

A partir del cariotipo presentado anteriormente, que corresponde a una persona que padece el síndrome de Turner, responde las preguntas propuestas:

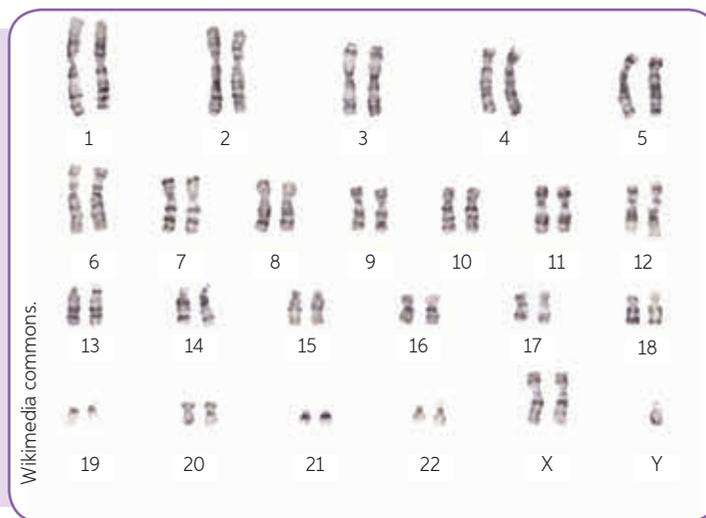
- ¿Qué alteración detectas en este cariotipo? Descríbela.
- ¿Cómo crees que debió ser la dotación cromosómica de los dos gametos que dieron origen a esta persona? Explica.



Aurelio A. Heckert.

^ Cariotipo de una persona que presenta síndrome de Turner.

**Trisomías:** alteraciones en las que hay un cromosoma extra en las células del individuo. En este caso, existen tres cromosomas de un mismo tipo, en lugar del par homólogo que se da en condiciones biológicamente normales. Esto se produce debido a que uno de los gametos que originó a la persona afectada, presentaba 24 cromosomas, en vez de 23. En los seres humanos las trisomías pueden ocurrir en los cromosomas sexuales, lo que deriva en trastornos como el **síndrome de Klinefelter**. También se pueden producir trisomías en los cromosomas autosómicos. Por ejemplo, el **síndrome de Patau**, ocasionado por la trisomía del **cromosoma 13**, y el **síndrome de Edwards**, causado por la trisomía del **cromosoma 18**.



Wikimedia commons.

^ Cariotipo de una persona que presenta síndrome de Klinefelter. Esta anomalía se caracteriza por la presencia de dos cromosomas X y un cromosoma Y.

El **síndrome de Down** es una de las condiciones más comunes ocasionadas por una trisomía: **cromosoma 21**.

Las personas con síndrome de Down presentan ciertas dificultades de aprendizaje y algunos problemas de salud. Sin embargo, muchas de ellas tienen vidas muy productivas y se desarrollan plenamente en la sociedad.



●●● Actividad colaborativa

### Investiga, debate y comunica sobre aneuploidías

Formen duplas de trabajo y averigüen, en fuentes confiables, sobre las características de las siguientes aneuploidías: síndromes de Turner, de Down, de Klinefelter, de Patau y de Edwards. incluyendo su diagnóstico y tratamiento. Pueden comenzar a investigar en los sitios webs que les proponemos, para ello, ingresen estos códigos: ◀ 18TB2M173a, ◀ 18TB2M173b, ◀ 18TB2M173c y ◀ 18TB2M173d en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.

1. Elaboren una presentación digital que les permita comunicar su investigación.
2. Compartan su presentación digital con su curso; luego, organicen una mesa redonda en la que puedan debatir en torno a las implicancias sociales y económicas de las anomalías cromosómicas abordadas.
3. Discutan, además, sobre qué actitudes pueden favorecer y promover la integración de las personas que padezcan alguno de estos trastornos, en la sociedad, bajo una mirada inclusiva y sin ningún tipo de discriminación.

#### Aprendizajes previos

- ¿Qué ideas o nociones tenían sobre los síndromes que estudiaron? Describan en sus cuadernos.
- ¿En qué medida cambiaron estas ideas o nociones luego de efectuar su investigación? Comenten.

Uno de los principales avances que se han obtenido en el campo de la reproducción asistida, en los últimos años, es el diagnóstico genético preimplantacional (DGP), técnica que se usa como alternativa al diagnóstico prenatal convencional, que consiste en un análisis genético temprano realizado en embriones concebidos en condiciones de laboratorio, antes de su transferencia en el útero, con el propósito de evitar anomalías hereditarias en el embarazo. El DGP revela el estado de los embriones obtenidos para que solo los que están sanos sean implantados en la cavidad uterina.

### PASO 1

#### Plantea y evalúa un problema.

Reúnanse en equipos de trabajo de tres integrantes y, a partir de la información descrita anteriormente, respondan las preguntas planteadas.

🗎 ¿Qué fue lo que más les llamó la atención sobre lo que acaban de leer?

---

---

🗎 ¿Qué les gustaría descubrir acerca del tema propuesto?

---

---

De acuerdo con sus respuestas anteriores, formulen un problema que les permita guiar una investigación documental relacionada con DGP. Luego, evalúen si este problema puede ser resuelto por medio de la revisión y el análisis de fuentes de información. De lo contrario, ajústelo o replantéenlo.

### PASO 2

#### Diseña y evalúa un plan de trabajo.

🗎 Propongan el objetivo de su investigación y, a partir de este, planifiquen las actividades que llevarán a cabo para cumplir con este propósito.

🗎 Revisen la planificación que plantearon, poniendo especial atención en si el conjunto de actividades ideadas son conducentes al cumplimiento del objetivo de la investigación. De no ser así, ajústela o bien propongan otra.

🗎 Averigüen y seleccionen conceptos clave, relacionados con el DGP, que deben manejar para efectuar esta investigación. A continuación, les proponemos algunos:

- Biopsia embrionaria
- Blastómeros
- Diagnóstico prenatal
- Reproducción asistida
- Fecundación *in vitro*
- Inyección intracitoplasmática de espermatozoides
- Enfermedades monogénicas

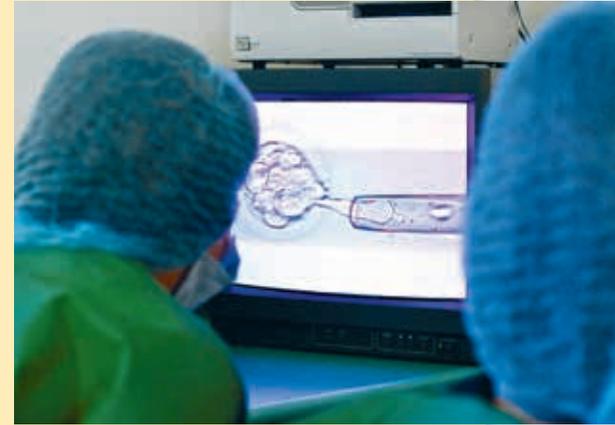
Busquen el significado de los conceptos que hayan acordado. Pueden incorporar otros que consideren importantes. Si lo desean, comiencen revisando el material que les proponemos. Para ello, diríjense al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresen los códigos ◀18TB2M174a y ▶18TB2M174b.

## PASO 3

## Desarrolla el plan de trabajo.

Lleven a cabo su investigación. Incluyan, entre las actividades acordadas en el paso anterior, el análisis del siguiente documento con el fin de extraer las ideas principales de este.

El diagnóstico genético preimplantacional (DGP) consiste en el análisis genético de embriones obtenidos por fecundación *in vitro* o por inyección intracitoplasmática de espermatozoides, con la finalidad de seleccionar los que estén sanos, implantarlos en el útero y tratar de conseguir un embarazo viable. Este procedimiento diagnóstico está dirigido principalmente a parejas con antecedentes familiares de enfermedades genéticas, como anomalías cromosómicas o enfermedades monogénicas. Una de las formas más utilizadas en DGP es el estudio de blastómeros obtenidos el tercer día tras fecundación *in vitro*, cuando el embrión cuenta con aproximadamente ocho células. Habitualmente se obtienen uno o dos blastómeros a través de un agujero que se abre enzimáticamente en la zona pelúcida. Los embriones seleccionados se transfieren al útero, uno o dos días después, para continuar el embarazo.



Fuente: Ramos F. y Ribate M. (2007). Diagnóstico genético preimplantacional. *Revista española de pediatría clínica e investigación*, 63 (6), 443 – 499. (Adaptación).

## PASO 4

## Comunica y evalúa el proceso y el resultado.

- A partir de los datos recopilados y analizados, concuerden argumentos a favor y en contra sobre el DGP, y expónganlos a su curso, mediante un plenario.
- Evalúen su trabajo, considerando la rigurosidad al momento de trabajar, el cumplimiento del propósito que establecieron y el desempeño personal y grupal.

## Alfabetización científica

En el ámbito científico, **evaluar** es examinar los aspectos positivos y negativos de las etapas de la investigación que desarrollaron, y el desempeño y actitudes propias y de los compañeros y compañeras de equipo.

## Ahora tú

Aplica los pasos de este taller para investigar sobre otros métodos de diagnóstico prenatal que se usen o se hayan utilizado. Puedes ingresar el código ◀18TB2M175a en la página web <http://codigos.auladigital.cl>. Pídele ayuda a tu profesor o profesora al momento de analizar la fuente propuesta.

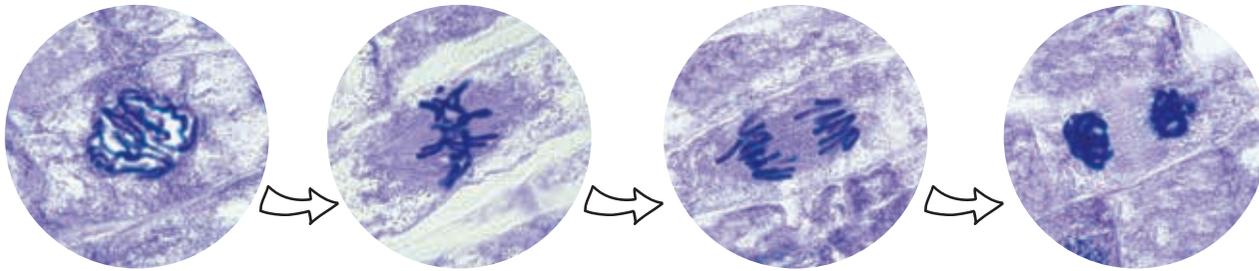
 Portafolio

1. Junto con tu curso, revisen las actividades que han realizado y los contenidos trabajados durante el **Tema: Cuando falla el ciclo celular**, y determinen los contenidos que van a incluir en su boletín y elaboren un resumen de estos, señalando cómo los van a presentar (mediante organizadores gráficos, textos con imágenes, etc.).
2. Comenten la siguiente pregunta:

¿Qué medidas adoptarían para crear conciencia en las personas de su entorno sobre los cuidados y la realización periódica de exámenes médicos para prevenir el cáncer y anomalías cromosómicas?

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje mediante las siguientes actividades.

- 1 En un laboratorio se analizó la multiplicación de una célula, con el objetivo de determinar a qué proceso de división corresponde. Los resultados se muestran a continuación.



¿A qué tipo de proceso de división, mitosis o meiosis, corresponde el mecanismo observado en el laboratorio? Fundamenta a partir de las diferencias que existen entre ambos procesos.

---

---

---

- 2 Imagina que eres un científico o científica que desea investigar si una determinada sustancia es o no carcinógena. Al respecto, realiza lo solicitado.

- a. Plantea la pregunta o problema que te gustaría resolver.

---

---

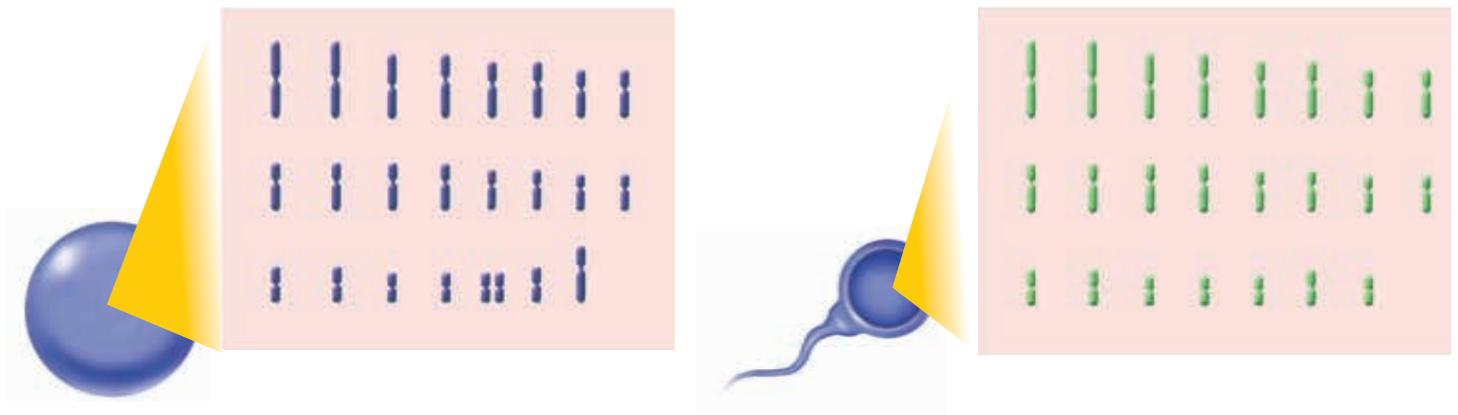
- b. Formula una hipótesis que puedas poner prueba.

---

---

- c. Diseña un experimento que te permita comprobar la hipótesis que formulaste y responder la pregunta que planteaste.

3 En el siguiente esquema se muestran dos gametos, cuyos cromosomas están representados, de forma ordenada, en los recuadros que emergen de cada uno.



Al respecto, imagina que estos dos gametos se fusionan a través del proceso de fecundación. ¿Cuántos cromosomas tendrían las células somáticas del nuevo ser? ¿Qué anomalía presentaría esta persona? Fundamenta.

---



---



---

**¿Cómo has aprendido?**

1 Responde en tu cuaderno la **pregunta esencial** de esta lección: **¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la lección.

Aprendizajes	Escala de valoración de desempeño			
	Muy bien	Bien	Suficiente	Insuficiente
Comparar la transmisión del ADN en los procesos de mitosis y meiosis.				
Explicar causas y consecuencias del descontrol del ciclo celular y anomalías cromosómicas.				

3 Evalúa la efectividad de las estrategias de estudio que has usado. Marca con un ✓ la opción que más represente tu valoración.

Estrategias	Me ha sido útil	La debo replantear
Construir y comparar modelos.		
Investigar en diferentes fuentes de información.		
Interpretar esquemas.		
Otra:		

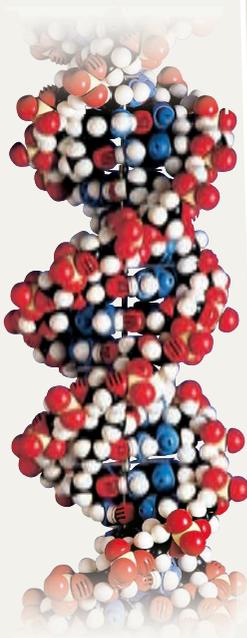
## ¿Qué descubriste?

### Lección 5

Páginas 134 a 151

¿Cómo se organiza y duplica el ADN?

- En organismos eucariontes el ADN, o material genético, se encuentra localizado principalmente al interior del núcleo celular.
- El ADN está formado por dos largas cadenas (o hebras) helicoidales de nucleótidos los que, entre sus componentes, presentan bases nitrogenadas.
- Ciertas bases nitrogenadas se enlazan entre sí, por complementariedad, y mantienen unidas las dos cadenas de ADN.
- La molécula de ADN es muy larga, sin embargo, se puede alojar dentro del núcleo porque experimenta un proceso de compactación, cuyo grado máximo se denomina cromosoma.
- El ADN se duplica mediante un mecanismo en el cual sus hebras sirven de molde para generar nuevas cadenas.



### Lección 6

Páginas 152 a 177

¿Cómo se transmite el ADN durante la división celular?

- Las células presentan un ciclo de vida, compuesto por diferentes etapas, denominado ciclo celular.
- Una de las etapas de este ciclo es la fase M, que incluye dos procesos: la mitosis, división del núcleo celular; y la citocinesis, división del citoplasma.
- Otro proceso de división que experimenta la célula es la meiosis, mecanismo en el cual el número de cromosomas de la especie se reduce a la mitad.
- El ciclo celular es un proceso estrictamente controlado. En ocasiones este control falla, pudiendo ocasionar cáncer, por una división celular descontrolada.
- La distribución de cromosomas homólogos en la meiosis puede experimentar errores que podrían generar anomalías cromosómicas como las monosomías y trisomías.



## ¿Cómo lo descubriste?

### Habilidades científicas

- Analizando y explicar los resultados de una investigación científica.
- Usando modelos para describir fenómenos y apoyar explicaciones.

### Actitudes científicas

- Manifestando interés y valoración por los aportes de mujeres y hombres al conocimiento científico.
- Disfrutando del crecimiento intelectual que otorga la ciencia y valorar su importancia.

### Habilidades científicas

- Planificando una investigación científica documental o no experimental.
- Crear y usar modelos para explicar un objeto de estudio, empleando vocabulario científico.

### Actitudes científicas

- Demostrando persistencia y rigurosidad al trabajar.
- Promoviendo el interés por el cuidado de salud y la integridad de las personas.

¿Cuál o cuáles de las habilidades trabajadas crees que fue primordial para cumplir tus metas y avanzar en tu proyecto? Explica.

¿Qué importancia le atribuyes a tener una actitud positiva al momento de aprender? Fundamenta.

## ¿Cómo podrías sintetizar lo que descubriste?

Ahora te presentamos los pasos necesarios para desarrollar la estrategia de síntesis: **cuadro sinóptico** con las ideas clave de la Lección 5.

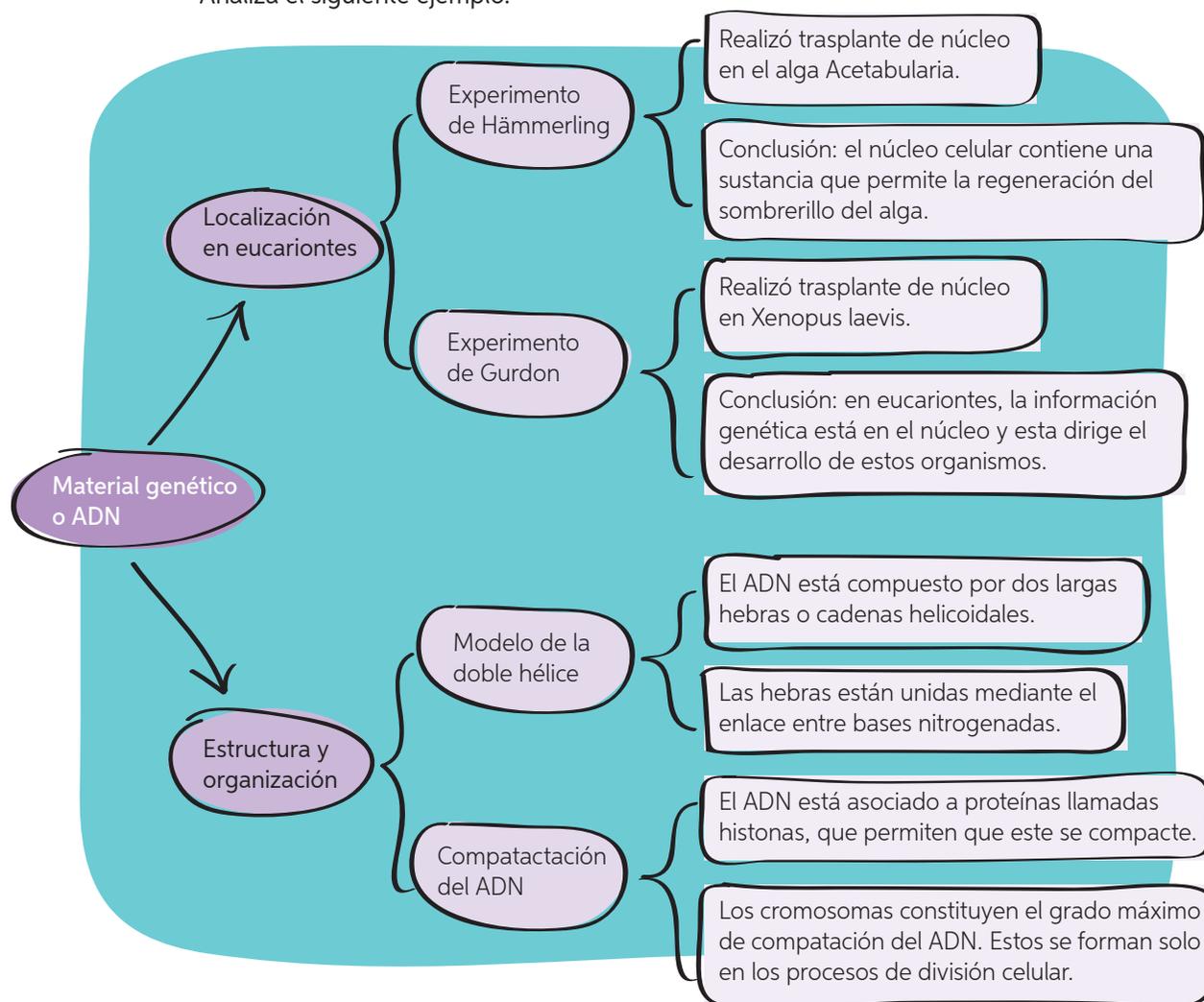
**1**  
**PASO**

Reconoce el **concepto central**, que engloba todo el contenido que has estudiado, y escríbelo en el costado izquierdo.

**2**  
**PASO**

Escribe hacia el costado derecho, los **conceptos secundarios** que se desprenden del concepto central. Luego, señala las **ideas complementarias** que surjan de estos últimos y, a continuación, escribe **detalles** más específicos que se relacionen con estas ideas. Finalmente, une los conceptos, ideas y detalles que seleccionaste mediante llaves.

Analiza el siguiente ejemplo:



### Ahora tú

Construye en tu cuaderno tu propio cuadro sinóptico sobre las nociones esenciales de la Lección 6. Para ello, aplica los pasos que acabas de revisar.

Realiza las siguientes actividades, para que conozcas cómo has integrado los aprendizajes de la unidad.

### 1 Concretamos nuestro proyecto

Ha llegado el momento de concluir y dar a conocer su proyecto.

#### Ejecutemos nuestro proyecto:

Elaboren su proyecto de boletín. Para ello, revisen los productos que elaboraron a partir de los desafíos que desarrollaron en la sección Portafolio y, a partir de ello, seleccionen los temas que van a presentar y el grado de profundidad con que los van a tratar. Luego, redacten los contenidos con un lenguaje sencillo, claro y riguroso. Incluyan los recursos gráficos que consideren pertinentes, como fotografías, dibujos, organizadores gráficos, tablas, etc. Recuerden tener en consideración los aprendizajes de las otras asignaturas que involucraron en su proyecto. Por ejemplo, pueden solicitarle a su profesor o profesora de **Lengua y Literatura** que revise y retroalimente los textos que redactaron; y pedirle a sus profesores o profesoras de **Artes Visuales** y **Educación Tecnológica** orientaciones para la diagramación de su boletín.

#### Reflexiona de forma personal sobre tu desempeño:

¿Cuán comprometido o comprometida estuve con el desarrollo del proyecto? Explica.

¿Cuáles fueron mis aportes en el diseño, la elaboración y la distribución del boletín?

¿Qué fue lo que más podría destacar de mi participación en este proyecto? ¿Qué aspectos de mi desempeño podría mejorar?



#### Comuniquemos nuestro proyecto:

Una vez que hayan decidido el formato en que van a distribuir su boletín, de forma digital o impresa, coordinen las actividades que les van a permitir cumplir este objetivo. Además, creen una cuenta de correo electrónico, que les posibilite recibir comentarios y sugerencias sobre el material que elaboraron, como los temas tratados y el diseño gráfico, e inclúyanlo en un lugar visible de su boletín. De esta manera podrán evaluar e incorporar mejoras en futuras ediciones.

- 2 En un laboratorio se aisló una de las cadenas de un fragmento de ADN proveniente de un saltamontes. Dicho fragmento se analizó químicamente para determinar las proporciones de las bases nitrogenadas que lo componen. Los resultados se organizaron en la siguiente tabla.

Base nitrogenada	Adenina (A)	Guanina (G)	Citosina (C)	Timina (T)
Proporción (%)	29	30	26	15

- ➔ ¿Cuál es la proporción de bases nitrogenadas de la cadena complementaria a la que fue analizada? Fundamenta.

---

---

---

- 3 Un científico añadió, a un cultivo de células somáticas, una sustancia que inhibe una de las etapas del ciclo celular. Al examinar la muestra, este investigador observó que el número de células que tenía inicialmente no había variado, sin embargo, cada una de ellas presentaba dos núcleos, ambos con la misma cantidad de material genético.

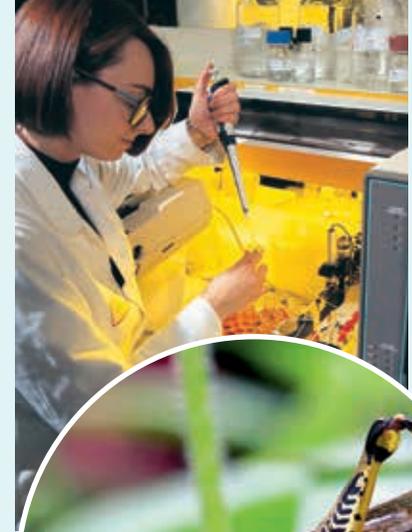
- ➔ Respecto de la situación anterior, ¿sobre qué etapa del ciclo celular actúa la sustancia? Fundamenta.

---

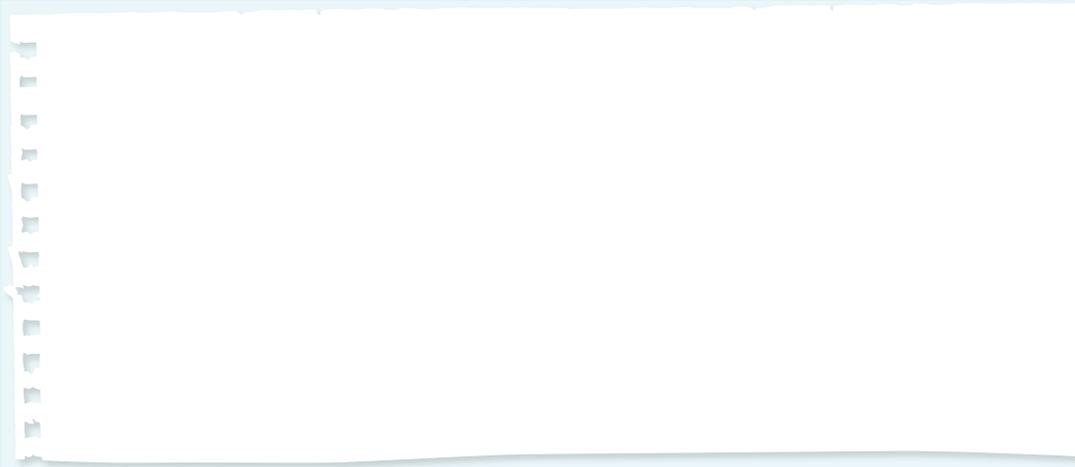
---

---

- 4 Imagina que eres una científica o científico que se encuentra estudiando la meiosis en una célula diploide de cuatro cromosomas. Durante tu investigación, notas que la anafase I no se lleva a cabo correctamente, pues los cromosomas homólogos no se logran separar. Si el resto de las fases de la meiosis se desarrollan con normalidad, ¿cómo serán las células resultantes una vez finalizado este proceso? Dibújalas y explícalas.



- 5 Una científica agregó a una célula diploide de ocho cromosomas, una droga que inhibe la separación de las cromátidas hermanas de los cromosomas duplicados.
- a. Si esta célula ingresara a la fase M del ciclo celular, ¿cuántos cromosomas tendrían las células resultantes? Describe mediante un dibujo.



- b. Si esta misma célula experimentara un proceso de meiosis, en lugar de mitosis, ¿qué resultados se obtendrían? Fundamenta.

---



---

- 6 Imagina que eres un científico o científica que se encuentra efectuando un estudio sobre los genes involucrados en el cáncer. Durante tu investigación consigues reconocer dos genes: **Gen A** y **Gen B**, que sospechas que se relacionan con el desarrollo de esta enfermedad. Para comprobar tu hipótesis, llevas a cabo el siguiente experimento:

- ➔ Obtienes tres cultivos celulares de células somáticas idénticas entre sí, a los que numeras del 1 al 3.
- ➔ Alteras químicamente ambos genes, consiguiendo una versión mutada y no funcional del Gen A en la muestra 1; y del Gen B en la muestra 2.
- ➔ Mantienes los genes A y B con su estructura inalterada en la muestra 3, de tal forma que ambos funcionan normalmente.

Luego, organizas los resultados obtenidos en la tabla que se muestra a continuación.

Muestra	Resultado
1	Las células presentan una tasa de división muy elevada.
2	Las células detuvieron su tasa de división.
3	Las células mantuvieron su tasa de división habitual.

Al respecto, ¿cómo es la acción conjunta de estos genes en la regulación del ciclo celular?, ¿cuál de ellos crees que, en condiciones normales, se encarga de evitar la división celular descontrolada? Argumenta.

---

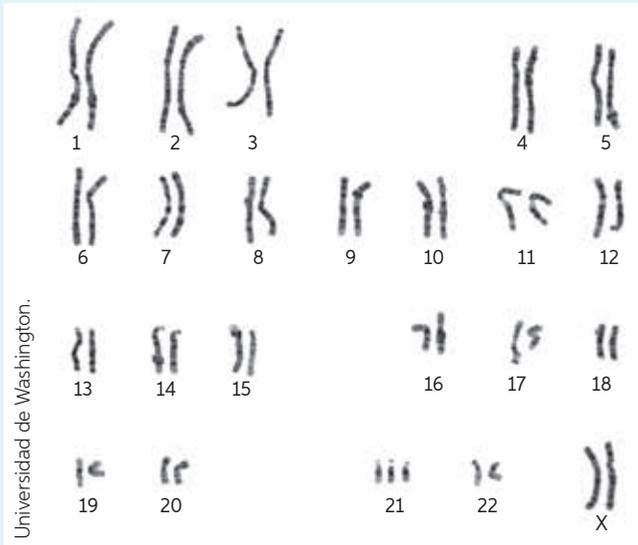


---



---

7 Imagina que eres un médico o médica, y que debes analizar los cromosomas de una célula somática de un paciente, con el fin de determinar si presenta alguna anomalía cromosómica. Para ello, obtienes el cariotipo de este paciente, el cual se muestra a continuación.



Al respecto, ¿cuál sería tu diagnóstico frente al cariotipo anterior? Argumenta.

---



---



---



---



---



---

### ¿Cómo has aprendido?

1 Al principio de la unidad te planteamos una **gran incógnita**: **¿Cómo se dividen nuestras células y nuestro material genético?** Resuelve dicha incógnita, integrando todos los aprendizajes que has trabajado.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la unidad.

Aprendizajes	Preguntas		
 Analizar y explicar la transmisión del ADN, considerando la comparación entre mitosis y meiosis.	1 a 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
 Argumentar, a partir de evidencias, causas y consecuencias de anomalías y pérdida de control de la división celular.	1, 6 y 7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

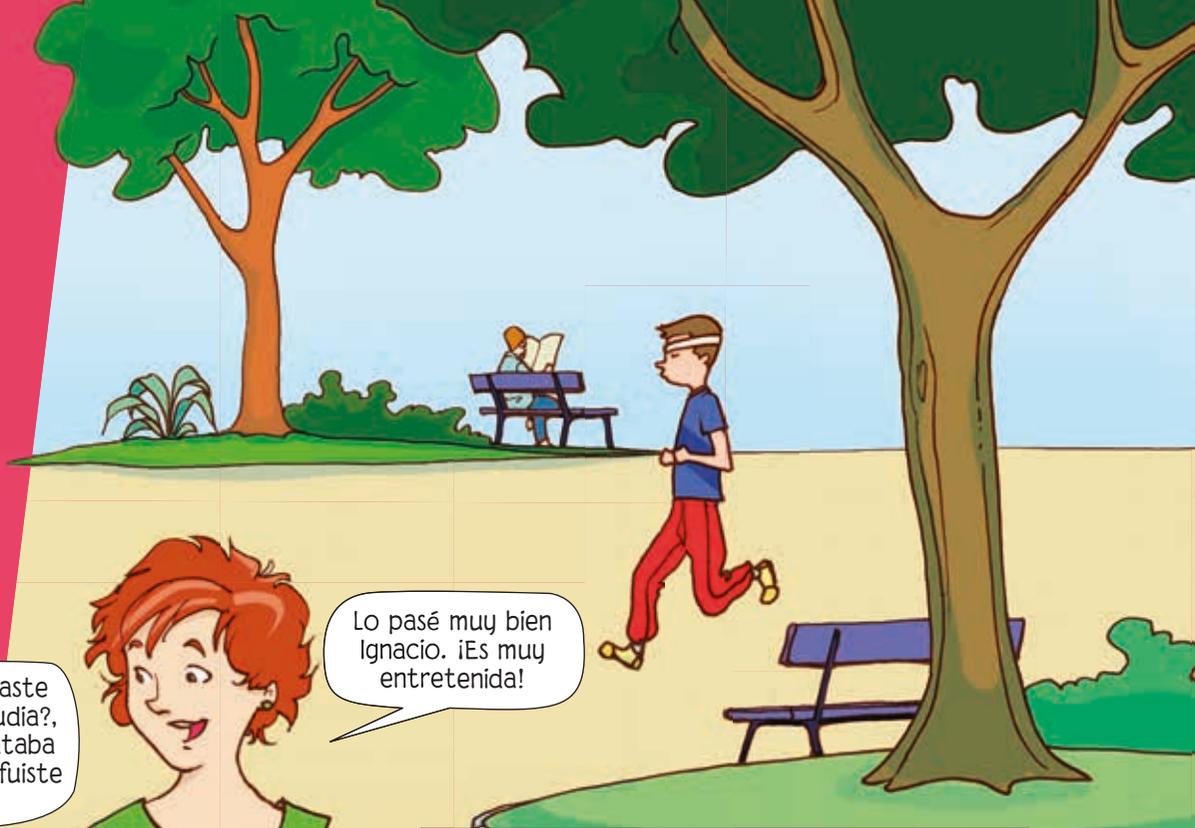
3 Reflexiona en torno a estas preguntas.

- ¿Qué fue lo que más te gustó o impactó de la unidad?  
¿Por qué?
- ¿Cuáles son las fortalezas y desafíos personales que fuiste detectando a medida que estudiabas la unidad?
- ¿Qué habilidades y actitudes te permitieron culminar con éxito la unidad?

Dirígete a la **página 17** del texto, y responde en tu cuaderno, las preguntas de la **Ruta de aprendizaje** correspondientes a esta unidad.

# UNIDAD 4

## HERENCIA GENÉTICA



¿Cómo lo pasaste en el cine, Claudia?, ¿de qué se trataba la película que fuiste a ver?

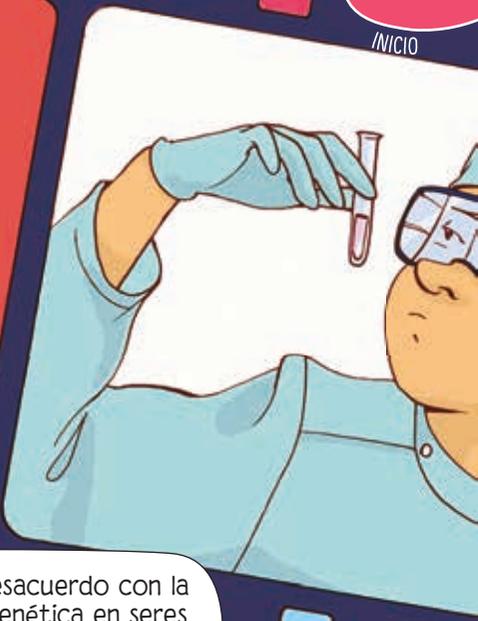
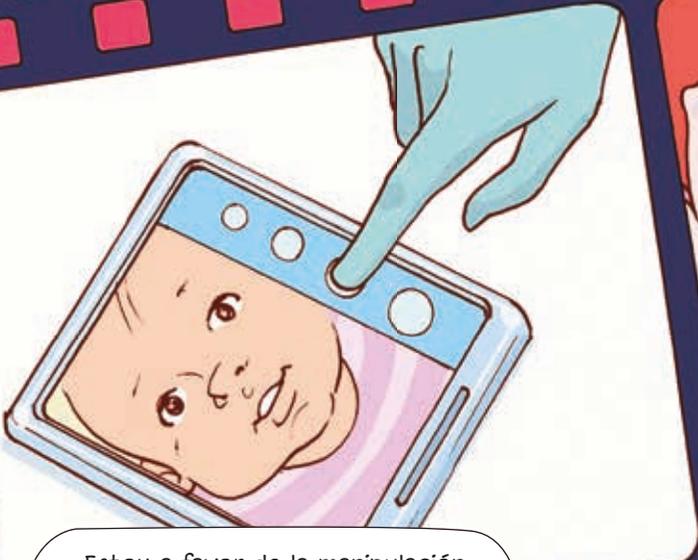
Lo pasé muy bien Ignacio. ¡Es muy entretenida!

Se trataba de una sociedad futurista, en la que muchas personas son mejoradas genéticamente antes de nacer. En otras palabras, los padres y madres pedían hijos e hijas con características "a la carta", por ejemplo, podían elegir su sexo y eliminar predisposiciones a ciertas enfermedades.



La gran incógnita

# ¿CÓMO SE HEREDAN LAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS Y QUÉ IMPLICANCIAS TIENE MANIPULARLAS?



Estoy a favor de la manipulación genética, incluso en seres humanos. Gracias a ella, podemos mejorar nuestras características. Además, creo que mediante esta práctica podríamos obtener mejores productos, como alimentos y fármacos.

Yo estoy en desacuerdo con la manipulación genética en seres humanos, pues creo que esto va en contra de nuestros derechos como personas.

Tampoco estoy a favor de que se obtengan productos a partir de la alteración de genes en otros seres vivos: ¿quién nos asegura que dichos productos no son perjudiciales para la salud y el medio ambiente?



¿Con cuál de las opiniones te identificas más, con la Claudia o con la de Ignacio?, ¿en qué te basas para responder?

¿Te imaginas vivir en una sociedad en la que se manipularan nuestras características genéticas? Esto, aunque no lo creas, es un tema de actual debate. Por ello, te invitamos a estudiar cómo se hereda el material genético o ADN, junto con los beneficios y riesgos que implica su manipulación. Así tendrás una opinión fundada sobre este tema. Para cumplir este propósito, responderás las siguientes **preguntas esenciales**:

Lección 7

Lección 8

¿Cómo heredamos las características genéticas?

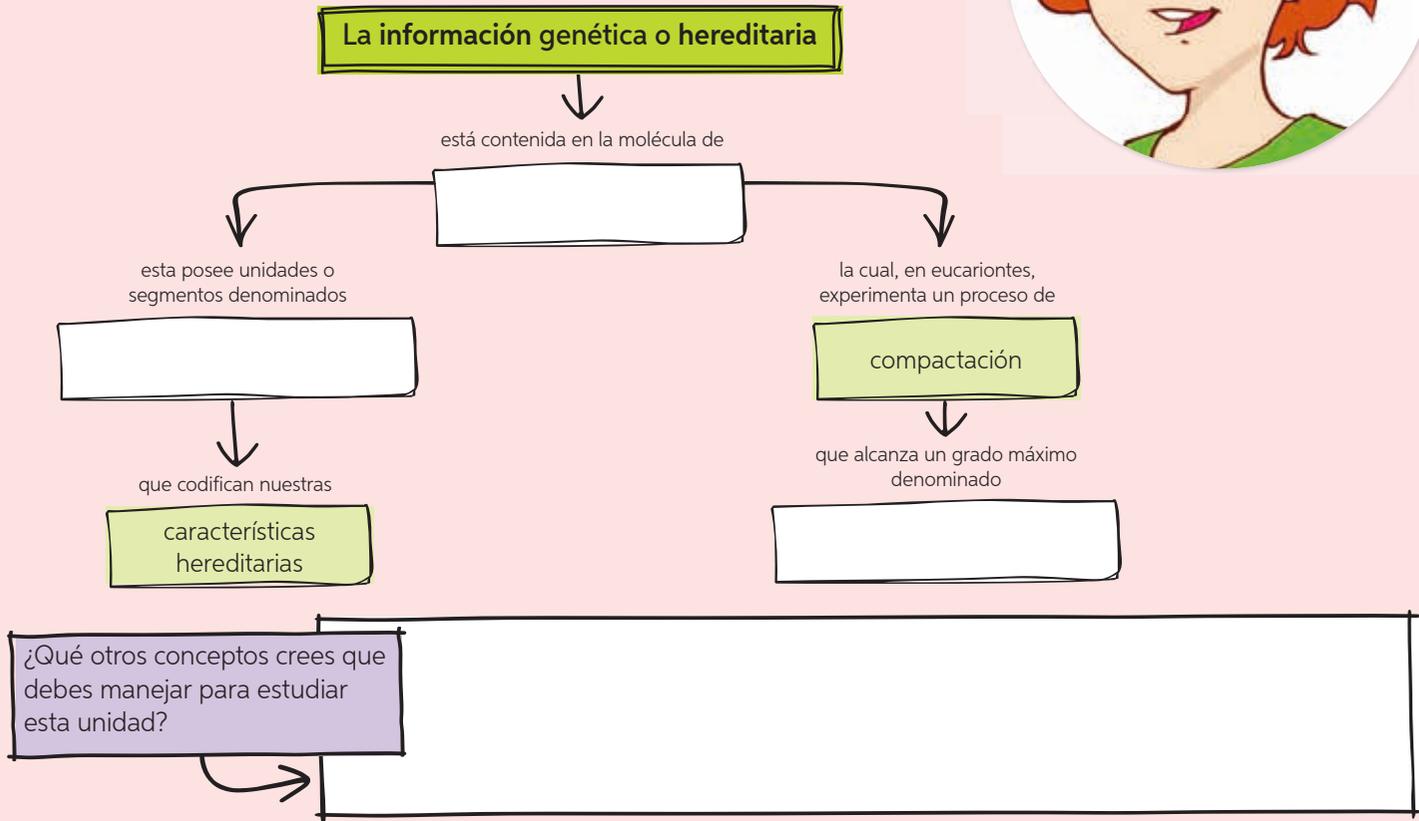
¿Qué efectos produce la manipulación genética?

Estas preguntas te ayudarán a resolver **La gran incógnita** de esta unidad.

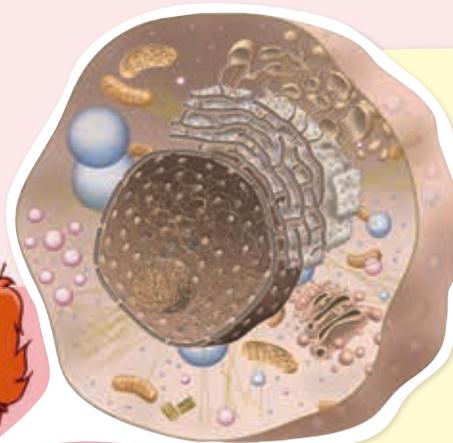
Conozcamos más acerca de la temática de la película. Pero antes, repasemos lo que hemos aprendido.



Completa el siguiente mapa conceptual.



Todas las células poseen material genético, así que podríamos estudiarlas.



¿Qué estructuras celulares reconoces en la imagen? Nómbralas.

¿En cuál de ellas se localiza el material genético?

Sí, en este libro encontré una imagen de una célula vista al microscopio.



## Agricultura transgénica

En 1983, se creó la primera planta transgénica de tabaco y diez años después se aprobó la introducción de plantas transgénicas en la producción agrícola, lo que dio inicio a una creciente pero controvertida presencia de los organismos genéticamente modificados en la agricultura. Esta técnica, que consiste en el traspaso de genes de una especie vegetal a otra, da origen a variedades de plantas con características nuevas y de gran interés.

A pesar de esto último, es grande la controversia entre quienes postulan su inocuidad y quienes, en el extremo opuesto, se oponen a su consumo apelando, entre otros aspectos, a la presencia de toxinas y alérgenos que pueden provocar consecuencias graves en el ser humano o en animales que se alimentan de estos cultivos.

Fuente: Ardisana E., Torres A., Millet B., Fosado O. (2019). Alimentos transgénicos: ¿sí o no? La perspectiva Sudamérica. Chakiñan, 8, 148-157. (Adaptación).

Mira Claudia, encontré este documento en Internet. Creo que nos puede servir.

Sí, es como lo que sucede en la película, pero en vez de seres humanos, están modificando el material genético de plantas.



- a. ¿Qué conceptos sobre la agricultura transgénica habías escuchado antes?

---



---



---



---



---

- c. ¿Qué otros conceptos científicos crees que son importantes para resolver la gran incógnita de la unidad?

---



---



---



---



---

- b. ¿Tienes alguna idea o noción sobre estos conceptos?

---



---



---



---



---

- d. ¿Estás o no de acuerdo con este tipo de experimentación? Argumenta.

---



---



---



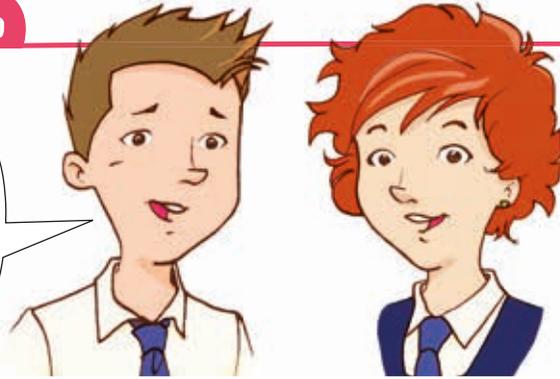
---



---

## Iniciemos nuestro proyecto

Claudia y yo tenemos opiniones diferentes sobre la **manipulación del material genético**, ámbito que hoy en día es toda una realidad.



Efectivamente. Por eso, es importante conocer esta temática para **debatir** sobre ella, usando argumentos de calidad.

Por esto, te invitamos a realizar el siguiente proyecto!

¿Cuál es el nombre de nuestro proyecto?

### LA MANIPULACIÓN GENÉTICA: DIFUSIÓN Y DEBATE DESDE LA ESCUELA

¿Cuál es nuestro objetivo?

Este proyecto tiene como propósito **informar** a la comunidad escolar sobre la herencia de características, junto con las aplicaciones e implicancias de la manipulación genética, y realizar un **debate** al respecto.

¿Quiénes participarán?

En el proyecto participará todo el curso. Por ello, deberán formar distintos equipos de trabajo para desarrollar cada etapa.

¿Qué otras asignaturas integraremos?

Es importante incluir conocimientos de otras asignaturas. Por ejemplo, de **Lengua y Literatura**: la búsqueda de fuentes confiables, preparación del material de difusión, agumentación y debate. De **Artes visuales**: la preparación de material gráfico. De **Educación tecnológica**: el uso de tecnologías de la información.

¿Cómo y cuándo lo realizaremos?

El proyecto se realizará a lo largo de la unidad y se presentará al finalizar esta. En cada lección, recopilarán y analizarán datos, y se les pedirá, en la sección **Portafolio**, elaborar materiales que expliquen y sinteticen lo aprendido, para **difundir** la información en una exposición que le presentarán a la comunidad escolar. Al finalizar la Lección 8, planificarán y organizarán el **debate** que llevarán a cabo en torno a la manipulación genética.

¿Cuándo lo presentaremos?

Al finalizar la unidad, reunirán todo el material elaborado y montarán la **exposición** en la sala de clases, que será visitada por integrantes de su colegio, como estudiantes de otros cursos, profesores, apoderados o directivos. Esto, para informar a la comunidad escolar e invitarla para que asistan y participen del **debate** que ustedes van a protagonizar.

Para guiar su trabajo, revisen las páginas 251 a 255 del texto.



**Debate:**  
**Manipulación genética**  
Ponentes:  
Claudia Lagos - Ignacio López  
Miércoles 17 de octubre  
10:00 horas

En conjunto con su profesor o profesora determinen plazos y fechas para la exposición y el debate final.

## Tus desafíos y metas

### Lección 7

#### Desafíos

- ✓ Desarrollar un producto TIC sobre evidencias obtenidas por Mendel y las leyes que se formularon a partir de estas.
- ✓ Construir material gráfico de difusión, sobre la teoría cromosómica de la herencia de características y la genética humana.

¿Qué habilidades desarrollarás para cumplirlos?

- Analizar evidencias.
- Usar modelos.
- Desarrollar una investigación científica.

#### ¿Qué actitudes vas a trabajar?

- Usar TIC de manera responsable.
- Esforzarse y perseverar en el trabajo.
- Demostrar curiosidad e interés por el conocimiento.
- Manifestar una actitud de pensamiento crítico.

¿Cuál o cuáles de los desafíos y de tus metas personales te motivan más?

¿Qué dificultades crees deberás enfrentar?, ¿en quiénes te podrías apoyar para solucionarlas?

### Lección 8

#### Desafíos

- ✓ Crear material de difusión para explicar técnicas empleadas en la manipulación genética.
- ✓ Diseñar recursos para comunicar los beneficios, riesgos y cuestionamientos de la manipulación genética.

¿Qué habilidades desarrollarás para cumplirlos?

- Desarrollar una investigación científica.
- Comunicar.
- Argumentar.

#### ¿Cuáles son tus metas personales?

Señala lo que quieres lograr con el estudio de esta unidad.

#### ¿Cómo lo vas a lograr?

Menciona dos estrategias que puedan ser útiles para estudiar esta unidad. Por ejemplo: realizar esquemas y modelos, investigar en fuentes de información confiables y sintetizar contenidos.

Todo lo anterior te guiará a concretar el proyecto de la unidad

## LA MANIPULACIÓN GENÉTICA: DIFUSIÓN Y DEBATE DESDE LA ESCUELA

## ¿Cómo heredamos las características genéticas?

### Es importante porque...

Tú, al igual que muchos seres vivos, eres un organismo único; y si bien puedes presentar similitudes con tus padres, no eres idéntico o idéntica a ellos. ¿Qué tipo de características piensas que se heredan y cuáles no?, ¿por qué si hay características heredadas cada uno de nosotros es único o única?

Para que resuelvas estas y otras interrogantes, te invitamos a estudiar cómo se heredan muchas de las características de los seres vivos y, de este modo, comprenderás de mejor manera tu organismo y el entorno natural.

### Explora

Si vieras a un mago hacer el truco de desaparecer una moneda, posiblemente sabrías que la moneda realmente no se ha ido, y que no la puedes ver únicamente porque está escondida bajo una manga o dentro de un bolsillo.

Cuando los seres vivos se reproducen, ocurre algo similar. En la descendencia, ciertas características, al igual como sucede con el truco de la moneda, parecieran desaparecer, sin embargo, estas características sí están presentes, pero no se expresan pues están “escondidas”. ¿Por qué crees que ocurre esto?

Para comenzar a estudiar este fenómeno, realiza la siguiente actividad.

### Usar modelos para diferenciar lo heredado de lo aprendido

En muchas familias, sus integrantes comparten diferentes características físicas, a las que en este caso llamaremos “lo heredado”, pero además, gustos, intereses y costumbres, las que denominaremos como “lo aprendido”. Ahora bien, ¿qué diferencia a algo heredado de algo aprendido? Indaguemos sobre ello mediante el siguiente juego.

1. Reúnanse en duplas de trabajo y consigan estos materiales: lápiz grafito, tijera, pliego de cartulina, pegamento y regla.
2. Diríjense a las **páginas 247 y 249**, y recorten las tarjetas que ahí aparecen.
3. Peguen las tarjetas en trozos de cartulina de igual tamaño.
4. Revuelvan las tarjetas y póngalas sobre un mesón, boca abajo, extendiéndolas una al lado de otra, en cuatro columnas y tres filas.
5. Decidan la persona que inicia el juego: esta debe voltear dos tarjetas buscando formar una pareja que tenga la misma imagen.
6. En el caso de formar la pareja, el jugador o jugadora se queda con ambas tarjetas, de lo contrario, las debe regresar a su ubicación inicial y boca abajo. Entonces, es el turno del siguiente participante.
7. Finalicen el juego una vez que se hayan formado todas las parejas.

### Ojo

Las parejas de tarjetas coinciden únicamente en la imagen pues, si se fijan bien, tienen frases diferentes. Esto se debe a que, en una de las tarjetas del par, la frase corresponde a la **descripción** de algo **heredado**, y en la otra, a la de algo **aprendido**.

La información de estas descripciones las ocuparán una vez que hayan terminado la partida.



### ¿Reconoces similitudes y diferencias físicas entre la alpaca y su cría?

Explica, con tus propias palabras, qué características le traspasó esta madre a su descendencia y cómo crees que se las traspasó.

8. Ahora, que cada integrante tiene una cantidad determinada de parejas, lean en voz alta las descripciones de las tarjetas.
9. Determinen, por separado, si cada descripción corresponde a algo heredado, o bien a algo aprendido. Para ello, respondan individualmente las siguientes preguntas:

a. ¿Cuál o cuáles de las descripciones de las tarjetas crees que se podrían observar en una persona desde su nacimiento? ¿Por qué?

b. ¿Cuál o cuáles son aprendidas o adquiridas con el tiempo? Explica.

10. Compartan y argumenten sus respuestas. Luego, establezcan conclusiones en conjunto.
11. Marquen una de las casillas de cada tarjeta, señalando si se trata de algo heredado o aprendido. Justifiquen sus respuestas.
12. Respecto de las **actitudes** trabajadas en la actividad reflexionen, de forma individual, en torno a las preguntas que se proponen a continuación.

a. ¿Te ayudó esta actividad a despertar tu interés por el estudio de la herencia de características? ¿Por qué?

c. ¿Cómo evaluarías tu desempeño personal en esta actividad?, ¿expusiste tus argumentos de forma clara, precisa y respetuosa?

b. ¿Qué fue lo que más llamó tu atención de la actividad que acabas de realizar? Explica.

d. ¿Cómo evaluarías el trabajo de tu compañero o compañera considerando el mismo criterio de la pregunta anterior? Coméntale y explícale tu respuesta.

## Tema: Herencia genética

Para comenzar a estudiar los contenidos y trabajar las habilidades de esta unidad, te proponemos el siguiente **desafío**:



**Desarrollar un producto TIC** sobre evidencias obtenidas por Mendel y las leyes que se formularon a partir de estas.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Haciendo un **uso responsable y efectivo de las tecnologías de la comunicación**, comunicarás explicaciones y evidencias científicas, reconociendo el trabajo de otras personas y su aporte a la ciencia y a la sociedad.

## Características heredadas y comportamientos aprendidos

Tal como trabajaste en la actividad de las páginas anteriores, en diferentes familias, las características de los hijos e hijas son similares a las de sus padres, por ejemplo, el color de sus ojos y cabello, y el tipo de sangre. Estas son **características heredables**, es decir, se transmiten de generación en generación a través del material genético.

Para poder establecer qué características son heredables y cuáles no, primero hay que recordar algunos conceptos. Como ya estudiaste en la unidad anterior, todas las células que componen a un ser vivo contienen una molécula llamada **ADN**, también conocido como **material genético** o **hereditario**, que participa en el control de sus actividades y en la expresión de sus características. El ADN está formado por subunidades denominadas **genes**. El conjunto de genes que posee un individuo se denomina **genotipo**. La **expresión del genotipo** y el efecto del **medio ambiente** determinan el **fenotipo**, que corresponde al conjunto de características heredables observables de un organismo. El color de ojos y el color del cabello son algunos ejemplos de características heredables.

Las personas también presentan comportamientos que van desarrollando y aprendiendo a lo largo de toda su vida, y que no se transmiten genéticamente a la prole, como el gusto por la lectura y la habilidad para dibujar y pintar.

- El gusto por un deporte (A) se va adquiriendo con el tiempo y no es heredable. En cambio, el lóbulo de la oreja separado a la cara (B) es una característica que se puede transmitir desde los padres a la prole. ¿Conoces otras características heredables? Coméntalas con tu compañero o compañera de banco.



Además de la **información genética** y el **ambiente** en el que se desenvuelven las personas, el **estilo de vida** de estas puede determinar la expresión de algunas características. Conocer las leyes básicas de la herencia genética permite comprender, por ejemplo, cómo se transmiten las enfermedades en un grupo familiar y cómo el ambiente y las conductas asociadas a un determinado estilo de vida pueden potenciar o reducir la expresión de cierta predisposición genética. Por ejemplo, si el papá y el abuelo de un niño tienen hipertensión, es probable que este haya heredado una predisposición genética relacionada con esta condición, pero un estilo de vida que incluya conductas como una buena alimentación y la práctica permanente de actividad física pueden reducir que esa predisposición se manifieste y no necesariamente en él se va a presentar dicha enfermedad. Al respecto, observa las siguientes situaciones y responde las preguntas propuestas.



### Presentar alergia al polen

¿Cómo crees que se relaciona una determinada condición de salud con el ambiente?



### Practicar actividad física

¿En qué medida crees que el estilo de vida saludable de una persona puede ayudar a que una predisposición genética no se manifieste?

### Mundo digital

Te sugerimos algunos sitios webs donde podrás encontrar herramientas que te pueden servir para desarrollar tu esquema. Para acceder a ellos, dirígete al sitio web: <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresa los códigos ◀ 18TB2M193a y ◀ 18TB2M193b. Pídele ayuda a tu profesor o profesora de **Educación Tecnológica** para usar estas herramientas. Puedes buscar otros recursos tecnológicos que quieras utilizar.

### Construye un historial familiar con un producto TIC

Elabora y comunica un historial de salud de tu familia, o de la familia de un amigo o amiga de tu barrio, incluyendo a la mayor cantidad de integrantes que te sea posible. Para ello, realiza los pasos que se indican a continuación.

1. Define qué tipo de preguntas vas a hacer, a quiénes necesitas contactar y cómo registrarás y procesarás la información recopilada.
2. Selecciona una herramienta digital con la que puedas hacer un esquema, que te permita sintetizar tu trabajo y comunicarlo con tu curso.

Una vez finalizada tu investigación, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué descubriste mediante tu estudio?, ¿se repetían ciertas enfermedades entre los integrantes de la familia? Explica.
- b. ¿Cómo procesaste los datos que recopilaste?, ¿empleaste alguna herramienta tecnológica para ello? Describe.
- c. ¿En qué medida la herramienta digital que creaste facilitó tu aprendizaje en esta actividad? Explica.

Explorar y descubrir la genética chilena ha sido un tema de gran interés para muchos científicos y científicas de Chile y del mundo. Una prueba de ello es el estudio efectuado por la investigadora Susana Eyheramendy, en conjunto con académicos de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad del Desarrollo.

## Una exploradora de genes chilenos

La profesora Susana Eyheramendy, quien lideró esta investigación, siente una gran pasión y curiosidad por entender, a través de los números, cómo funciona el mundo. Por ello, ha dedicado una importante parte de su carrera a comprender las bases genéticas de las enfermedades empleando metodologías estadísticas.

En 2015, la prestigiosa revista *Nature Communications* publicó uno de sus estudios de mayor impacto, que consistía principalmente en un análisis genético de la población chilena. Dicho análisis permitió visibilizar la estructura genética de chilenos y chilenas, y conocer el correlato biológico de la historia de inmigración y mestizaje del territorio nacional. Este estudio es muy importante para las personas del país, pues el ADN contiene información sobre sus características fenotípicas, incluyendo características físicas y susceptibilidad a enfermedades, cuyas frecuencias los diferencian de otras poblaciones. Por ejemplo, la población chilena posee una elevada frecuencia de una variante de un gen que la hace más resistente al cólera, enfermedad infecciosa ocasionada por la bacteria *Vibrio cholerae*, que se contrae habitualmente por ingestión de agua o alimentos contaminados.

Uno de los principales desafíos que la profesora Eyheramendy, junto con su equipo de académicos, se ha propuesto, a raíz de los resultados de esta investigación, es desarrollar métodos estadísticos para encontrar, con mayor precisión, qué genes y sus variantes pudieran estar implicados en diferentes enfermedades comunes en Chile.

Fuente: Susana Eyheramendy: "Los genes nos dirán qué enfermedad sufriremos". (2015). [www.explora.cl](http://www.explora.cl). (Adaptación)

➤ Susana Eyheramendy.

A partir de lo presentado en el documento anterior, ¿sería correcto afirmar que el ADN puede revelar información sobre la historia y características de las personas de una región del planeta? Explica.

¿Qué aspectos de esta investigación te gustaría conocer más? ¿Por qué? ¿Cómo crees que se podría fomentar que en Chile se realicen más estudios como este? Describe.

¿En qué medida crees que este estudio puede beneficiar a chilenos y chilenas? Explica.

## Mendel, el padre de la genética

La disciplina que estudia la herencia de características se denomina genética. Se considera que el origen de esta rama científica se remonta a mediados del siglo XIX, a partir de los resultados obtenidos por Gregor Mendel (1822-1884), monje que dedicó varios años de su vida a investigar la transmisión de características en plantas. Mendel realizó experimentos en los que utilizó la planta de arveja o guisante, la especie *Pisum sativum*, y seleccionó las características más contrastables y reconocibles con solo dos expresiones fenotípicas posibles, y dejó de lado aquellas difíciles de diferenciar. A continuación, se especifican las **siete características** que este investigador utilizó para estudiar la herencia. Cada una de ellas tiene dos variantes, y la planta expresa una de estas en cada caso.

Color de la semilla	Textura de la semilla	Color de la vaina	Forma de la vaina	Color de la flor	Posición de la flor	Longitud del tallo
						
Amarilla	Lisa	Verde	Hinchada	Púrpura	Axial	Largo
						
Verde	Rugosa	Amarilla	Hendida	Blanca	Terminal	Corto

Para analizar la herencia de estas siete características, Gregor Mendel contabilizó el número de descendientes que expresaba cada fenotipo para una misma característica y los relacionó mediante una razón matemática.

●●● Actividad colaborativa

### Planifica una investigación sobre la vida Mendel

- Organícense en duplas de trabajo y averigüen, en diversas fuentes confiables, aspectos relevantes sobre la vida de Mendel y redacten una biografía sobre él. Guíense mediante preguntas como ¿dónde y cuándo nació Gregor Mendel?, ¿a qué monasterio ingresó y en qué año?, ¿qué estudios académicos realizó?, ¿en qué consistió su investigación con plantas de arveja?, ¿qué publicó a partir de esta investigación?
- Elaboren una presentación digital que les permita comunicar su estudio y compártanla con sus compañeros y compañeras.

¿En qué medida la presentación digital que efectuaron les facilitó la divulgación de los nuevos conocimientos que descubrieron? Expliquen.

### Mundo digital

Para realizar su investigación, consulten diferentes fuentes confiables. Por ejemplo, pueden ingresar los códigos [◀ 18TB2M195a](#) y [◀ 18TB2M195b](#) en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.

## Los trabajos de Mendel

Interpretaciones de diferentes estudios señalan que Mendel estaba interesado en cruzamientos que criadores de animales y mejoradores vegetales efectuaban entre variedades, que diferían en unas pocas características, con el propósito de reforzar la presencia de dichas características.

A partir de ello, dedicó varios años de su vida a investigar la herencia de características en plantas que crecían en el jardín de la abadía de Brünn, en Austria, actualmente Brno, República Checa.

En 1857, comenzó a cultivar plantas de arveja en el jardín de la abadía para llevar a cabo sus estudios. Posiblemente, eligió trabajar con esta especie porque es fácil de cultivar y crece con rapidez. Además, sus variedades presentan características fácilmente diferenciables (que acabas de estudiar en la tabla de la página anterior).

La planta de arveja es hermafrodita. Además, las estructuras reproductivas de su flor, generalmente, están encerradas por los pétalos, incluso cuando están maduras. Por lo tanto, esta especie habitualmente se autopoliniza.



Mendel autopolinizó las plantas con las que trabajó y obtuvo líneas puras para las siete características. Las líneas puras son organismos cuya descendencia expresa una sola variante de una característica de generación en generación. Por ejemplo, una variedad de plantas de arveja con semillas verdes, si se cruza siempre entre sí, en su descendencia siempre presentará esta misma característica.

Posteriormente, realizó fecundaciones cruzadas entre líneas puras diferentes que obtuvo mediante autopolinización. Para ello, cortó los estambres de las flores cuyas plantas presentaban una de las variantes estudiadas, y les transfirió a sus pistilos, con un pincel, el polen de los estambres de las flores cuyas plantas presentaban la variante contraria. Por ejemplo, entre plantas de flores púrpura y otras de flores blancas.



A través de rigurosos cruzamientos, Mendel obtuvo cientos de plantas, a partir de las que calculó las proporciones en las que aparecían las características estudiadas. En 1866, decidió comunicar su estudio por medio de un boletín titulado "Ensayos sobre los híbridos vegetales". Sin embargo, la comunidad científica de la época no los comprendió y los ignoró hasta 35 años después, cuando dichos estudios fueron retomados. Sus conclusiones siguen vigentes hasta hoy, y forman parte de los principios básicos de la genética.

## ¿En qué consistió la investigación científica de Mendel?

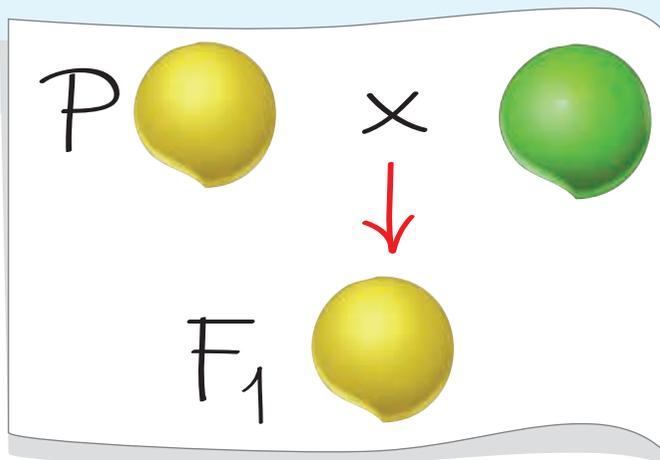
Mendel quería averiguar qué ocurriría con la expresión de una determinada característica, por ejemplo, el color de las semillas de una planta de arveja, al **cruzar** dos ejemplares de líneas puras que solo se diferenciaban en esa característica. Para ello, analizó la descendencia y, en este caso, observó de qué color resultaban las semillas.

Antes de continuar, responde estas preguntas:

a. ¿Qué pregunta de investigación habrá formulado Mendel?

b. ¿Qué resultados crees que obtuvo? Plantea y explica tu hipótesis.

## ¿Qué experimento realizó y qué evidencias obtuvo?



- 1 Cruzó líneas puras de plantas que producían semillas amarillas con líneas puras de plantas que producían semillas verdes. A estos organismos los denominó **generación parental**, la cual se abrevia con la letra P.
- 2 Posteriormente, analizó la descendencia obtenida de los cruces, a la cual denominó **primera generación filial** o  $F_1$ .
- 3 Como resultado se obtuvo que el **100%** de la  $F_1$  correspondía a plantas con semillas amarillas.

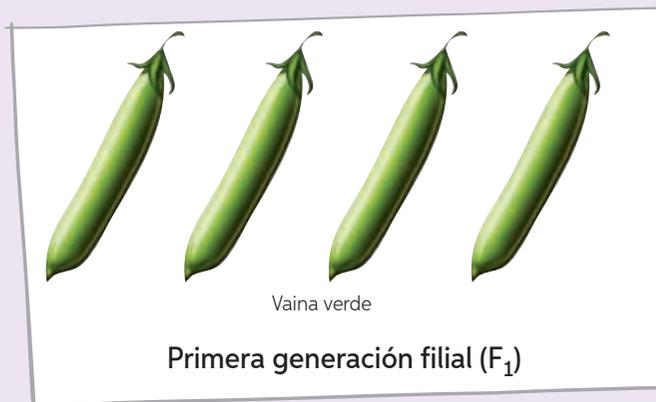
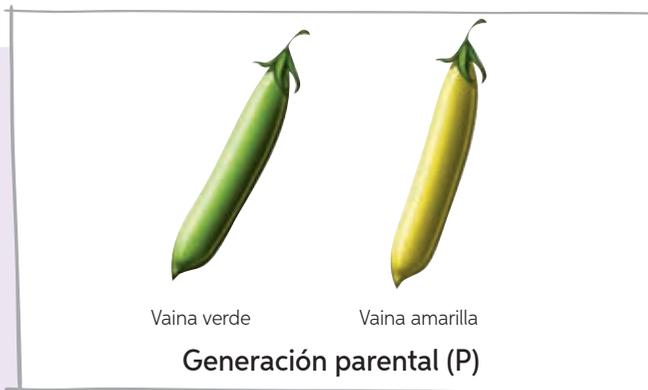
Mendel realizó el mismo procedimiento considerando el resto de las seis características elegidas y evidenció que la  $F_1$  siempre presentaba un fenotipo uniforme, pues expresaba solo una de las dos variantes, mientras que la otra “desaparecía”. A las variantes de la línea parental que se expresaban en la  $F_1$  las llamó **dominantes**.

El cruzamiento de dos variedades de líneas puras que efectuó Mendel se conoce como **hibridación**. Cuando este cruce se realiza con individuos que solo se diferencian en una característica, se denomina cruzamiento **monohíbrido**.

Al analizar los resultados anteriores, surge la siguiente interrogante: ¿qué sucedió con las variantes expresadas en uno de los individuos de la línea parental y que no se expresaron en la  $F_1$ ? Mendel se planteó una pregunta similar a esta, por lo que permitió la autofecundación entre los individuos de la  $F_1$ , obteniendo la **segunda generación filial** o  $F_2$ . Los resultados revelaron que las variantes que no se expresaban en la  $F_1$ , por ejemplo, semillas verdes, sí lo hacían en la  $F_2$ . A estas variantes las denominó **recesivas**. Mendel contabilizó el número de descendientes que expresaba cada fenotipo para una misma característica y los analizó matemáticamente. Sus resultados han permitido establecer que, para todas las características estudiadas, las dominantes eran tres veces más frecuentes que las recesivas, proporción que se representa como **3:1**.

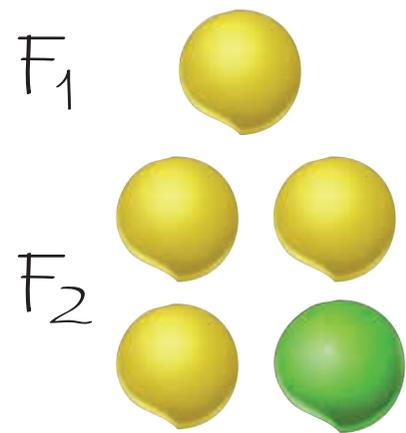
**Predice los resultados de un cruzamiento monohíbrido**

Observa el esquema y complétalo. Luego, responde las preguntas.



¿Cuántos individuos vainas verdes y vainas amarillas se obtendrían en la  $F_2$ ? Dibújalos. Supón que el total de individuos de la  $F_2$  es cuatro.

**Segunda generación filial ( $F_2$ )**



^ Los resultados de la  $F_2$  también se podrían expresar como: del 100 %, 75 % plantas con semillas amarillas, 25 % plantas con semillas verdes.

**Alfabetización científica**

**Predicir** es explicar un pronóstico razonable y verificable, que se caracteriza por anticipar lo que va a ocurrir en relación con un acontecimiento científico bajo ciertas condiciones específicas.

**Aprendizajes previos**

- ¿En qué te basaste (conocimientos previos, ideas, nociones, etc.) para responder la actividad? Explica.
- ¿Con qué contenidos que hayas estudiado, en las unidades o cursos anteriores, relacionas esta actividad? Nómbralos y explica.
- ¿Tuviste dificultades para realizar esta actividad?, ¿cómo las resolviste?
- Averigua, en fuentes confiables de información, si tu resultado estuvo correcto o no. Puedes acceder al sitio: <http://codigos.auladigital.cl>, ingresando el código **18TB2M199a**.

## Establecimiento de la primera ley de Mendel

Mendel realizó un trabajo riguroso y ordenado, en el que describió sus experimentos y organizó los resultados con mucha claridad, de tal manera que estos pudieron ser repetidos y controlados por muchos otros científicos y científicas.

A continuación, te invitamos a que, de forma similar a cómo lo hizo él, analices algunos de los datos que obtuvo a partir de sus cruces, por medio de la actividad que te presentamos a continuación.

### Analiza y explica evidencias obtenidas por Mendel

Observa y analiza la información de la siguiente tabla. Luego, contesta las preguntas planteadas.

Resultados de algunos de los cruzamientos que realizó Mendel en plantas que diferían en una sola característica			
Cruce	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Proporción F <sub>2</sub> (aprox.)
Semilla lisa x semilla rugosa	Todas lisas	5474 lisas; 1850 rugosas	3:1
Flores púrpura x flores blancas	Todas púrpura	705 púrpura; 224 blancas	3:1
Vaina hinchada x vaina hendida	Todas hinchadas	882 hinchadas; 299 hendidas	3:1
Flores axiales x flores terminales	Todas axiales	651 axiales; 207 terminales	3:1
Tallo largo x tallo corto	Todos largos	787 largos; 277 cortos	3:1

Fuente: Griffiths, A. (2002). *Genética*. (7.ª ed.). Madrid: McGraw Hill-Interamericana. (Adaptación).

- De los fenotipos señalados en la tabla: ¿cuáles de las variantes son dominantes?, ¿cuáles son recesivas? ¿De qué manera lo pudiste determinar?
- Imagina que fueras tú la científica o científico que obtuvo estos resultados: ¿cómo los explicarías? Emplea tus propias palabras.
- Si tuvieras que comunicar estos resultados mediante una herramienta digital, ¿qué herramienta emplearías?, ¿por qué?

#### Aprendizajes previos

- ¿Qué otra estrategia, de las que hayas trabajado anteriormente, utilizarías para procesar y comunicar los datos obtenidos por Mendel? Explica.
- ¿Qué habilidades que has ido desarrollando con el tiempo, tuviste que aplicar para interpretar y explicar la información de la tabla? Describe.

Los resultados obtenidos por Mendel en los cruces de tipo monohíbrido contribuyeron a demostrar que las características heredables se encuentran en unidades a las que denominó como **factores de herencia**, que equivaldrían a lo que en la actualidad conocemos como genes. Para cada uno de estos factores de herencia o **genes**, existen versiones alternativas, que permiten explicar las variaciones de las características heredables. Por ejemplo, el factor o gen que determina la textura de las semillas de las plantas de arveja presenta dos versiones, lisa o rugosa. Estas versiones alternativas ahora se conocen como **alelos**.

Hoy en día también se sabe que los factores de herencia descritos por Mendel se encuentran formando pares en los organismos que él estudió, y que se pueden separar uno del otro durante la formación de los gametos. Las plantas de la  $F_1$  reciben un factor de cada progenitor, de tal manera que estos factores quedan apareados en los individuos de la primera generación filial.

Los factores apareados en las plantas de la  $F_1$  se separan nuevamente cuando estas producen sus gametos, por lo tanto, estos gametos pueden tener una versión alternativa, o alelo, de cada factor o gen. La explicación anterior, permitió formular lo que actualmente conocemos como la **primera ley de Mendel o principio de segregación**.

Mendel llevó a cabo sus trabajos sin conocer la existencia de los genes, cromosomas ni del proceso de meiosis en la formación de gametos. Fue su alternativa para explicar por qué una característica recesiva desaparecía en una primera generación y luego reaparecía en la segunda generación.

En el siguiente esquema se explican algunos conceptos relacionados con la primera ley de Mendel, utilizando terminología actual, que en ese entonces se desconocía.

**Avanza en tu proyecto**

Organícense como curso para comenzar a recopilar y seleccionar la información que usarán para crear el material de difusión de su proyecto, por ejemplo, afiches y pósteres. Se sugiere, iniciar con los trabajos y descubrimientos de Mendel como punto de origen del estudio de la genética. Procuren idear recursos esquemáticos y llamativos, con títulos que logren despertar el interés de la comunidad educativa.





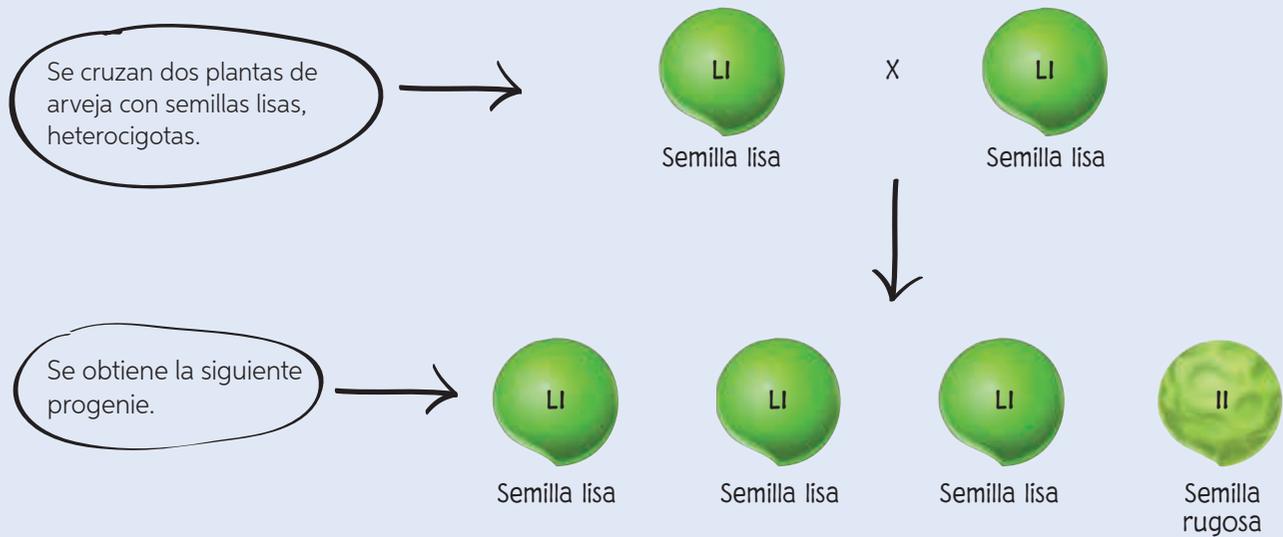
Quizás has notado que, en todo partido de fútbol, se realiza el “lanzamiento de la moneda”, acto en el que las capitanas o capitanes de equipo eligen cara o sello antes de que el árbitro lance una moneda, para así determinar cuál equipo elegirá el campo de juego y cuál dará el puntapié inicial al balón. ¿Cuál es el chance de que uno u otro equipo gane el lanzamiento de la moneda?

La probabilidad es una medida que describe la posibilidad de que ocurra un evento. Cada vez que lanzas una moneda, tienes dos posibles resultados: cara o sello. En términos matemáticos, se puede afirmar que, al tirar la moneda, la probabilidad de que esta caiga en posición “cara” es 1 en 2; al igual como ocurre con la posición “sello”. Una probabilidad 1 en 2 puede ser expresada como 50%. Es importante señalar que las probabilidades nos permiten indicar lo que es posible que ocurra, no lo que va a ocurrir.



### ¡Manos a la obra!

Formen duplas de trabajo y observen el siguiente esquema, donde se ejemplifica un cruce entre dos plantas de arveja. Luego, respondan las preguntas y realicen lo solicitado.



- a** De acuerdo con los resultados presentados, ¿cuál es la probabilidad de obtener plantas heterocigotas en la progenie?
- b** ¿Qué probabilidad hay de que en la progenie se exprese la característica textura rugosa? Expliquen.

Investiguen sobre el procedimiento para convertir las probabilidades de fracción a porcentaje, o a la inversa. Pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Matemática**. Para ello, seleccionen uno de los cruces realizados por Mendel y apliquen este procedimiento para expresar, en fracción y porcentaje, los fenotipos y genotipos de la descendencia de dicho cruce.

Elijan una herramienta digital para comunicar su trabajo y envíenla a su profesor o profesora de **Biología**, vía correo electrónico, para recibir su retroalimentación.

## ¿Cómo predecir y estudiar los patrones de herencia?

¿De qué forma las probabilidades se relacionan con la genética? Recuerda que, en su experimento, Mendel contabilizó cuidadosamente las características que se expresaban en la progenie que obtenía a partir de sus cruces. Cada vez que él repetía un cruzamiento, fue observando resultados similares. De este modo se dio cuenta que los principios de las probabilidades se aplicaban a su trabajo. Por ejemplo, descubrió que, al cruzar dos plantas de arvejas híbridas, una de tallo alto y la otra de tallo corto, la probabilidad de obtener, en la  $F_2$ , plantas de tallo largo es 3 en un total de 4, resultado que se puede expresar como  $\frac{3}{4}$  o 75%. Es por esto que Mendel fue el primer científico en reconocer que, a través de las probabilidades, se pueden predecir los resultados de cruces genéticos.

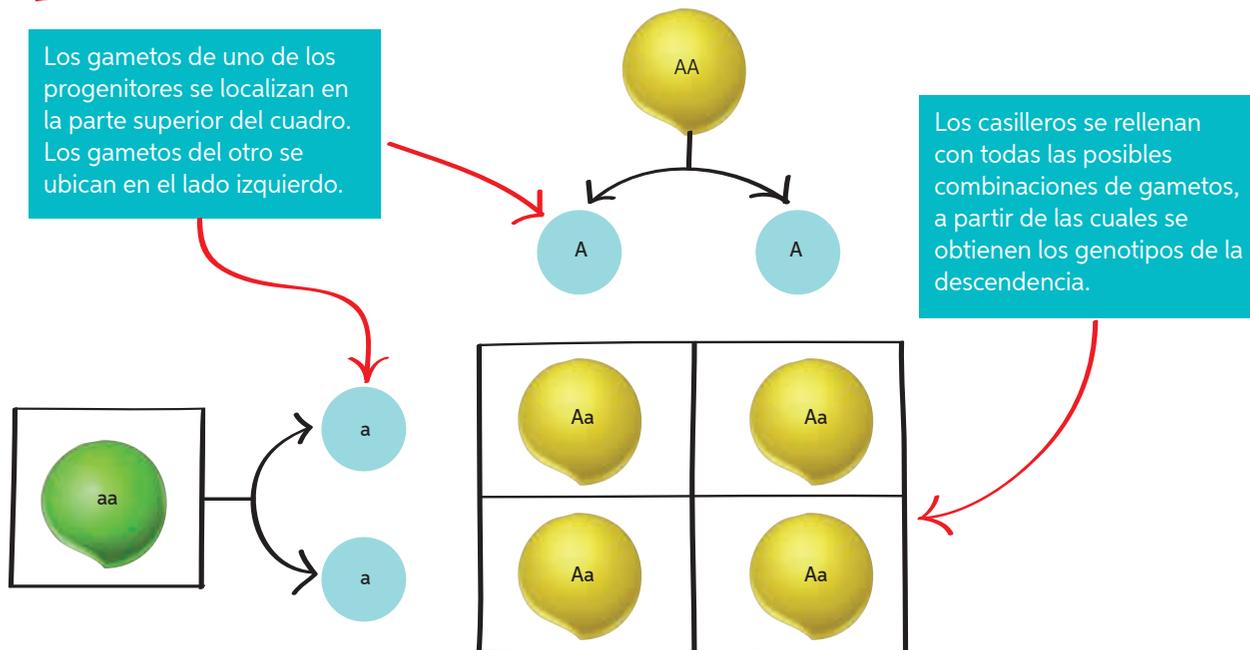
Una herramienta muy útil en la predicción de los posibles genotipos y fenotipos de la progenie proveniente de un cruce genético es el **tablero de Punnett**.

Tiempo después de que los experimentos de Mendel fueran ampliamente conocidos por la comunidad científica, un genetista inglés llamado Reginald Crundall Punnett, propuso una representación gráfica para determinar las posibles combinaciones de genes en los descendientes. En términos visuales, es una cuadrícula cuyos ejes simbolizan los posibles genotipos de los gametos de cada uno de los individuos de la generación parental (P) o progenitores. Los cuadros que están al interior de la cuadrícula muestran los posibles genotipos de la progenie de esos dos padres, tal como se representa en el esquema que te presentamos a continuación.

### Ojo

No olvides, como viste en páginas anteriores, que los resultados de los cruces genéticos también se pueden expresar como **proporciones**. Por ejemplo, si en la  $F_2$ , la probabilidad de obtener plantas de arveja de tallo largo es 3 en un total de 4, esto quiere decir que cada 3 plantas de tallo largo, habrá 1 de tallo corto, lo que equivale a una proporción de **3:1**.

### ¡Visualízalo!



### Observa y explica un modelo

Describe con tus palabras el resultado del tablero de Punnett anterior. Para ello, señala el genotipo y el fenotipo de la generación parental y de la  $F_1$ .

## ¿Cómo construir un tablero de Punnett?

Resuelve esta interrogante por medio del cruce de dos plantas de arveja heterocigotas para la característica tallo largo. Para ello, considera la simbología presentada a continuación.

Tallo largo: L  
Tallo corto: l

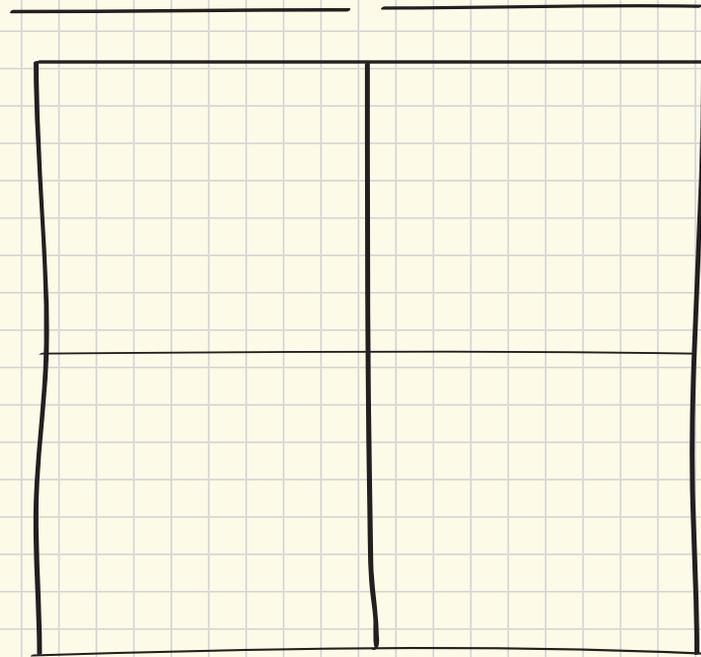
Aplica los pasos que te presentamos en el recuadro del costado izquierdo y completa el siguiente tablero de Punnett.

### Pasos para completar un tablero de Punnett

1. Dibuja una cuadrícula compuesta por cuatro cuadrados, como el esquema del costado derecho, y escribe los gametos de cada progenitor (línea parental) en los espacios señalados en dicho esquema.
2. Copia los alelos de los gametos de uno de los progenitores en el casillero que le corresponde. Podrías comenzar con el progenitor del costado izquierdo.
3. Continúa ahora con los gametos del otro progenitor. Siempre escribe el alelo dominante antes del recesivo.

Gametos

Gametos



Como pudiste comprobar en el ejercicio anterior, cada progenitor produciría dos tipos de gametos: uno de ellos con el alelo "L" y el otro con el alelo "l". Como resultado se obtendrá una descendencia con una **proporción fenotípica** de 3:1, es decir, que por cada tres descendientes con tallos largos, habrá uno con tallos cortos; y una **proporción genotípica** de 1:2:1, puesto que por cada homocigoto dominante (LL), habrá dos heterocigotos (Ll) y un homocigoto recesivo (ll).

### Sintetiza tus aprendizajes

Elabora en tu cuaderno un cuadro sinóptico sobre los contenidos que has estudiado hasta ahora. Puedes incluir conceptos como gametos, estudios de Mendel, alelos, genotipo y fenotipo. Recuerda que, para ello, debes reconocer el concepto central y relacionarlo con conceptos secundarios, ideas complementarias y detalles específicos que se desprendan de este.

●●● Actividad colaborativa

### Usa modelos y explica

Reunidos en duplas de trabajo, desarrollen las actividades que se proponen a continuación.

1. El cobayo o cuy es un mamífero muy usado en los experimentos de genética. Analicen, comenten y completen el siguiente tablero de Punnett, que muestra las posibles combinaciones de alelos de la descendencia de dos cobayos de pelaje negro. Luego, contesten en sus cuadernos las preguntas propuestas.

¿Pueden inferir los genotipos y gametos de la generación parental? Escribanlos. Guíense observando los genotipos de la progenie.

 <p>BB Cobayo de pelaje negro</p>	 <p>Bb Cobayo de pelaje negro</p>
 <p>Bb Cobayo de pelaje negro</p>	 <p>bb Cobayo de pelaje café</p>

- a. ¿Cuál es la proporción fenotípica y genotípica de la descendencia? Expliquen.
- b. ¿Cuál es la probabilidad de que nazcan cobayos de pelaje café?, ¿en qué se basan para responder?

2. Construyan un tablero de Punnett que les permita resolver el siguiente cruzamiento:

La lana blanca de las ovejas se debe a un alelo dominante, mientras que la lana negra a su alelo recesivo. Una hembra blanca fue cruzada con un macho blanco, ambos heterocigotos.

- ¿Qué conclusiones pueden establecer a partir del tablero de Punnett que hicieron? Expliquen.
3. Elaboren, mediante alguna herramienta digital, tablas que les permitan comunicar los resultados que obtuvieron en los puntos 1 y 2. Soliciten ayuda a su profesor o profesora de **Educación Tecnológica**.
  4. Compartan su trabajo con el resto del curso mediante alguna red social o correo electrónico y, a partir de ello, pídanles comentarios sobre el material que elaboraron.

#### Aprendizajes previos

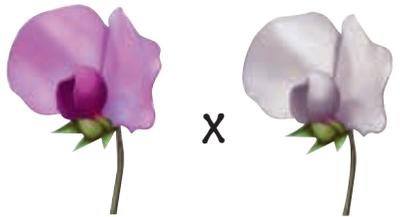
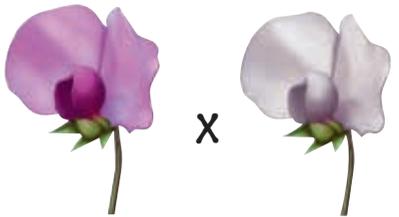
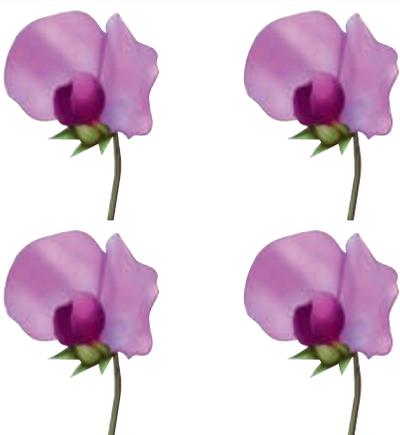
¿Qué conceptos y habilidades, que hayan trabajado en cursos anteriores o en las unidades previas a esta, creen que se relacionan más con esta actividad? Escribanlos y explíquenlos en sus cuadernos.

Antecedentes

Un organismo que expresa un fenotipo dominante, por ejemplo, las flores púrpura en las plantas de arveja, puede tener un genotipo homocigoto dominante o heterocigoto, entonces, ¿de qué manera es posible conocer el genotipo exacto de los individuos con características dominantes si, a simple vista, son idénticos? Para ello, existe una técnica llamada **crucamiento de prueba** o **retrocruce**. En un cruzamiento de prueba se cruza el individuo de genotipo desconocido con un individuo que exprese la característica recesiva. Tomando el mismo ejemplo mencionado al inicio, dicha característica sería una planta de arveja de flores blancas.

Situación problema

En las plantas de arveja el color de la flor está determinado por un gen cuyo alelo P (color púrpura) domina frente al alelo recesivo p (color blanco). Se tienen dos plantas de arveja de genotipo desconocido, y ambas producen flores de color púrpura. Para determinar la configuración genotípica de ambos organismos, un grupo de científicos y científicas realizó dos cruces que se detallan en la siguiente tabla.

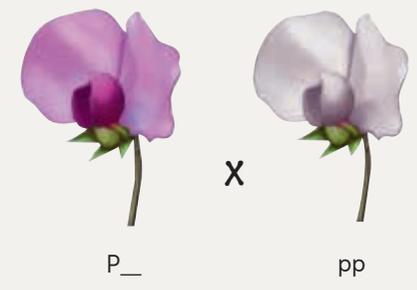
Cruce 1	Cruce 2
	
Resultados (F <sub>1</sub> )	Resultados (F <sub>1</sub> )
 <p>El 100% de la descendencia tiene flores púrpura.</p>	 <p>El 50% de la descendencia tiene flores púrpura; el otro 50%, flores blancas.</p>

Respecto de los resultados obtenidos por este grupo de investigadores e investigadoras para ambos cruces, **¿cuál es el genotipo de las plantas con flores púrpura de la línea parental?**

**PASO 1**

**Ordena y representa los datos.**

Dado que los individuos que presentan flores púrpura pueden tener dos genotipos posibles (PP o Pp), estos se representarán como P\_, debido a que se desconoce la condición, de dominante o recesivo, que presenta el segundo alelo. En cambio, se sabe con certeza que los organismos con flores blancas presentan el genotipo homocigoto recesivo, por lo tanto, ambos se representarán como pp.



**PASO 2**

**Analiza y relaciona los datos.**

Mediante la observación de los fenotipos de la descendencia que se produce a partir de este cruzamiento, es posible deducir el genotipo del individuo que expresa la característica dominante.

**Cruce 1**

Si la planta de genotipo desconocido es homocigota dominante, el 100% de la descendencia expresará el fenotipo dominante.

P: PP x pp  
 Gametos: P p  
 F<sub>1</sub>:

	p	p
P	Pp	Pp
P	Pp	Pp

**Cruce 2**

Si la planta de genotipo desconocido es heterocigota, el 50% de la descendencia expresará el fenotipo dominante; y el otro 50%, el fenotipo recesivo.

P: Pp x pp  
 Gametos: P; p p  
 F<sub>1</sub>:

	p	p
P	Pp	Pp
p	pp	pp

**PASO 3**

**Concluye y comunica.**

A partir del análisis de los resultados presentados en el punto anterior, es posible responder y fundamentar la pregunta planteada en la situación problema.

En el **cruce 1**, la planta de genotipo desconocido es homocigota (PP), pues el 100% de la descendencia expresa el fenotipo dominante. En cambio, en el **cruce 2** la planta de genotipo desconocido es heterocigota (Pp), ya que el 50% de la descendencia exhibe el fenotipo dominante y el otro 50% el fenotipo recesivo.

¿Cómo comunicarías estas evidencias? Para determinar esto, debes seleccionar una herramienta adecuada para compartir tus resultados, como una presentación digital, un blog, etc., y pensar en los receptores de esta información.

**Ahora tú**

Un alelo dominante es el responsable del color rojo de la cáscara del tomate; su alelo recesivo produce el color de cáscara de tomate amarillo. Si se tienen dos plantas de tomate de cáscara roja de genotipo desconocido, explica cómo podrías descifrar el genotipo de estas dos plantas de tomate, aplicando los pasos de este taller.

## Establecimiento de la segunda ley de Mendel

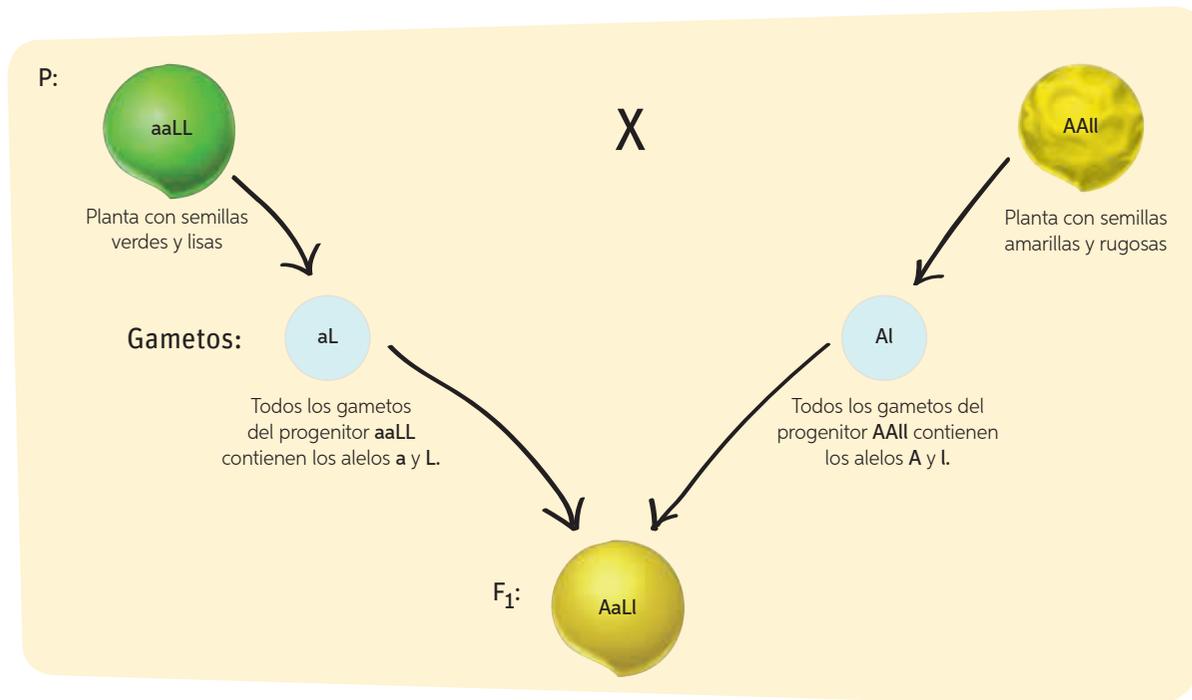
Como ya estudiaste, en su primer experimento Mendel consideró el comportamiento hereditario de una sola característica. Ahora bien, las plantas de arveja, al igual que muchos seres vivos, presentan características que se heredan de manera simultánea. Ante esto, Mendel realizó otro experimento que le permitió estudiar la transmisión de dos características al mismo tiempo. Esto se denomina **crucamiento dihíbrido** y para ello realizó el siguiente procedimiento:

- 1 Hizo un cruce entre líneas puras de plantas de arvejas que diferían en dos características en su semilla: color amarillo o verde; y textura lisa o rugosa.
- 2 A partir de los cruces monohíbridos, Mendel sabía que las características color amarillo y textura lisa de la semilla eran dominantes, y que las características color verde y textura rugosa de la semilla eran recesivas.

Antes de seguir, formula una predicción:

→ ¿Qué resultados crees que esperaba obtener Mendel? Fundamenta.

¿Qué resultado obtuvo? Observa y analiza el siguiente esquema:



Como resultado del cruce, obtuvo organismos F<sub>1</sub> **dihíbridos**, es decir, heterocigotos para ambas características ( $AaIi$ ).

Ahora bien, estas características, color y textura de las semillas, al ser heredadas, ¿se mantienen siempre unidas o se heredan de forma independiente una de otra? Para responder interrogantes como esta, Mendel permitió la autopolinización de los individuos dihíbridos de la  $F_1$ . ¿Qué proporciones fenotípicas crees que habrá obtenido? En el siguiente tablero de Punnett, se representan los resultados de la  $F_2$ .

		Gametos			
		AL	Al	aL	al
Gametos	AL				
	Al				
	aL				
	al				

Se puede observar que los descendientes de la  $F_2$  presentan 16 combinaciones diferentes en los genotipos, pero solo se expresan **4 fenotipos**, cuya proporción es **9:3:3:1**. Mendel realizó este mismo procedimiento para otras combinaciones de características y encontró que en todas las  $F_1$  se obtiene esta misma proporción fenotípica.

A partir de lo anterior se puede establecer que el organismo que se autofecundó, de genotipo:  $AaLl$ , generó cuatro tipos de gametos distintos: **AL**, **Al**, **aL** y **al**. La combinación aleatoria de estos gametos en la fecundación da la posibilidad de originar individuos que expresen los cuatro fenotipos distintos.

Las evidencias obtenidas por Mendel en su segundo experimento, permitieron formular lo que hoy se conoce como la **segunda ley de Mendel** o **principio de distribución independiente**. Esta señala que, durante la formación de los gametos, cada par de alelos se segrega o separa de forma independiente de los otros pares de alelos; en otras palabras, los factores de herencia, para cada característica, se distribuyen independientemente uno del otro.

### Una nueva actitud

La perseverancia y prolijidad de Mendel le permitieron realizar hallazgos muy anticipados para esos tiempos.

¿Has adoptado alguna de estas actitudes en tu desempeño como estudiante? De ser así, ¿cómo esto te ha beneficiado a ti y las personas que te rodean?

Esperamos que la experiencia de este científico te inspire para tener siempre una actitud de esfuerzo y perseverancia.

### Evidencias Científicas

¿Qué importancia le atribuyes a las evidencias obtenidas por Mendel para el establecimiento de las leyes de la herencia de características? Fundamenta.

### Antecedentes

Mendel efectuó muchos cruces dihíbridos y experimentó con una variedad de combinaciones diferentes. Por ejemplo, el cruzamiento de plantas de arveja de tallo largo y flores en posición axial con plantas de tallo corto y flores en posición terminal. Esta herencia de dos características también es posible evidenciarla en otros organismos, por ejemplo, el tipo (corto o largo) y color (negro o café) del pelaje de los conejos; y también el color del cuerpo (ébano o gris) y el tipo de alas (normales o vestigiales) en moscas del género *Drosophila*. Usaremos este último caso para desarrollar este taller.

### Situación problema

El color gris o silvestre del cuerpo de *Drosophila* está determinado por un gen dominante (G) y el color ébano, por su alelo recesivo (g). Además, las alas de tamaño normal resultan de un gen dominante (N) y las vestigiales de su alelo recesivo (n). Si se cruzan dos moscas heterocigotas, para ambos genes, ¿cuál será la cantidad de individuos que presenta cada uno de los fenotipos en la F<sub>2</sub>, si el total de organismos obtenidos es de 64 moscas?

### PASO 1

Ordena los datos y representa los datos.

Las moscas son heterocigotas para ambos genes (GgNn). Debido a la distribución independiente de los alelos, se puede establecer que cada mosca puede formar cuatro tipos de gametos distintos: GN, Gn, gN y gn, los que al combinarse aleatoriamente, pueden generar los individuos que presentan los fenotipos señalados en el siguiente tablero de Punnett.



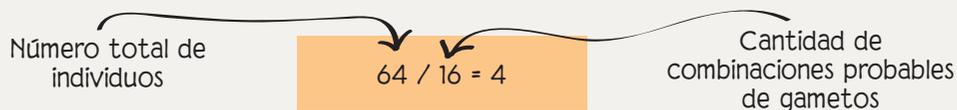
	GN	Gn	gN	gn
GN	 Cuerpo gris y alas normales GGNN	 Cuerpo gris y alas normales GGnN	 Cuerpo gris y alas normales GgNn	 Cuerpo gris y alas normales GgNn
Gn	 Cuerpo gris y alas normales GGnN	 Cuerpo gris y alas vestigiales GGnn	 Cuerpo gris y alas normales GgNn	 Cuerpo gris y alas vestigiales Ggnn
gN	 Cuerpo gris y alas normales GgNn	 Cuerpo gris y alas normales GgNn	 Cuerpo ébano y alas normales ggNN	 Cuerpo ébano y alas normales ggNn
gn	 Cuerpo gris y alas normales GgNn	 Cuerpo gris y alas vestigiales Ggnn	 Cuerpo ébano y alas normales ggNn	 Cuerpo ébano y alas vestigiales ggnn

Proporción fenotípica

9 : 3 : 3 : 1

**PASO 2** Analiza y relaciona los datos.

Si se examina el tablero de Punnett anterior, es posible reconocer que, al fusionarse los cuatro gametos diferentes que puede producir cada progenitor, habrá 16 (4 x 4) combinaciones, igualmente probables, de estos gametos en la F<sub>2</sub>. Por ello, para determinar la cantidad de individuos que presentan cada fenotipo, primero se debe dividir el número total de individuos de la F<sub>2</sub> por 16.



Posteriormente, se multiplica el valor obtenido en la operación anterior: 4, por cada una de las proporciones de la F<sub>2</sub> (9:3:3:1).

- 4 x 9 = 36 moscas de cuerpo gris y alas normales.
- 4 x 3 = 12 moscas de cuerpo gris y alas vestigiales.
- 4 x 3 = 12 moscas de cuerpo color ébano y alas normales.
- 4 x 1 = 4 moscas de cuerpo color ébano y alas vestigiales.

**PASO 3** Concluye y comunica.

Los resultados obtenidos en el paso anterior permitirán resolver la pregunta planteada al inicio: ¿cuál será la cantidad de individuos que presenta cada uno de los fenotipos en la F<sub>2</sub> si el total de organismos obtenidos es de 64 moscas? Para comunicar la respuesta de esta interrogante, se puede emplear una herramienta tecnológica de la información, como una presentación PowerPoint.

**Ahora tú**

Resuelve el siguiente problema, aplicando los pasos de este taller:

Se autofecunda una planta de arveja, que presenta flores púrpura y tallo largo, obtenida de la F<sub>1</sub> de un cruce entre dos líneas puras diferentes para estas características. A partir del caso anterior, se produce una F<sub>2</sub> compuesta por las proporciones fenotípicas que se muestran en la tabla.

Fenotipo	Proporción
Plantas con flores púrpura y tallos largos	9
Plantas con flores blancas y tallos largos	3
Plantas con flores púrpura y tallos cortos	3
Plantas con flores blancas y tallos cortos	1

**Autoevalúate**

- ¿Cuán metódico o metódica fuiste al revisar y aplicar los pasos de este taller? Explica.
- ¿Cómo evaluarías la herramienta tecnológica que creaste para comunicar tu trabajo? Fundamenta.

**Portafolio**

Junto con tu curso, elaboren una presentación digital que les permita comunicar una explicación científica sobre la herencia de características, aplicando los principios de Mendel. Para ello, revisen las herramientas tecnológicas que hayan utilizado en las actividades que realizaron durante el estudio de este **Tema** y seleccionen la que consideren más adecuada. Reserven esta presentación para su **proyecto**, como uno de los materiales de difusión previos al debate.

## Tema: Más allá de Mendel

Te invitamos a estudiar las aplicaciones de las leyes de Mendel en múltiples procesos de herencia mediante este **desafío**:



**Construir** material gráfico de difusión sobre la teoría cromosómica de la herencia de características y la genética humana.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Te invitamos a desarrollar acciones, prácticas y hábitos que demuestren tu **persistencia** y **esfuerzo** en las actividades que realizarás durante este tema. Considera que el logro exitoso de las metas que te has propuesto depende, en gran medida, de que efectúes un trabajo ordenado y preciso.

## Evidencias sobre herencia y cromosomas

Años después de los descubrimientos de Mendel, y gracias al uso de técnicas mejoradas de microscopía, fue posible describir los procesos de mitosis y meiosis. Con ello, se pudo observar equivalencias entre el comportamiento de los cromosomas y los factores de herencia de Mendel (recuerda que hoy los conocemos como genes). La asociación de los cromosomas con la herencia biológica fue un trabajo de varios científicos, entre ellos el genetista estadounidense **Walter Sutton**. Este investigador, a comienzos del siglo XX, estudió las similitudes entre los factores de Mendel y el movimiento de los cromosomas durante la meiosis a partir de la observación de células de saltamontes, investigación representada en el siguiente esquema:



Recuerda que todas las células del cuerpo, a excepción de los gametos, se denominan **somáticas**.

### ¡Visualízalo!

#### 1 Célula somática



Las células somáticas del saltamontes presentan 24 cromosomas.

#### 2 Células sexuales



Cada célula sexual del saltamontes presenta 12 cromosomas, es decir, la mitad en comparación con las células somáticas.

#### 3 Fecundación



El ovocito fecundado del saltamontes presenta 24 cromosomas.

#### 4 Descendencia del saltamontes



Los 24 cromosomas de las células somáticas del saltamontes se organizan en 12 pares.

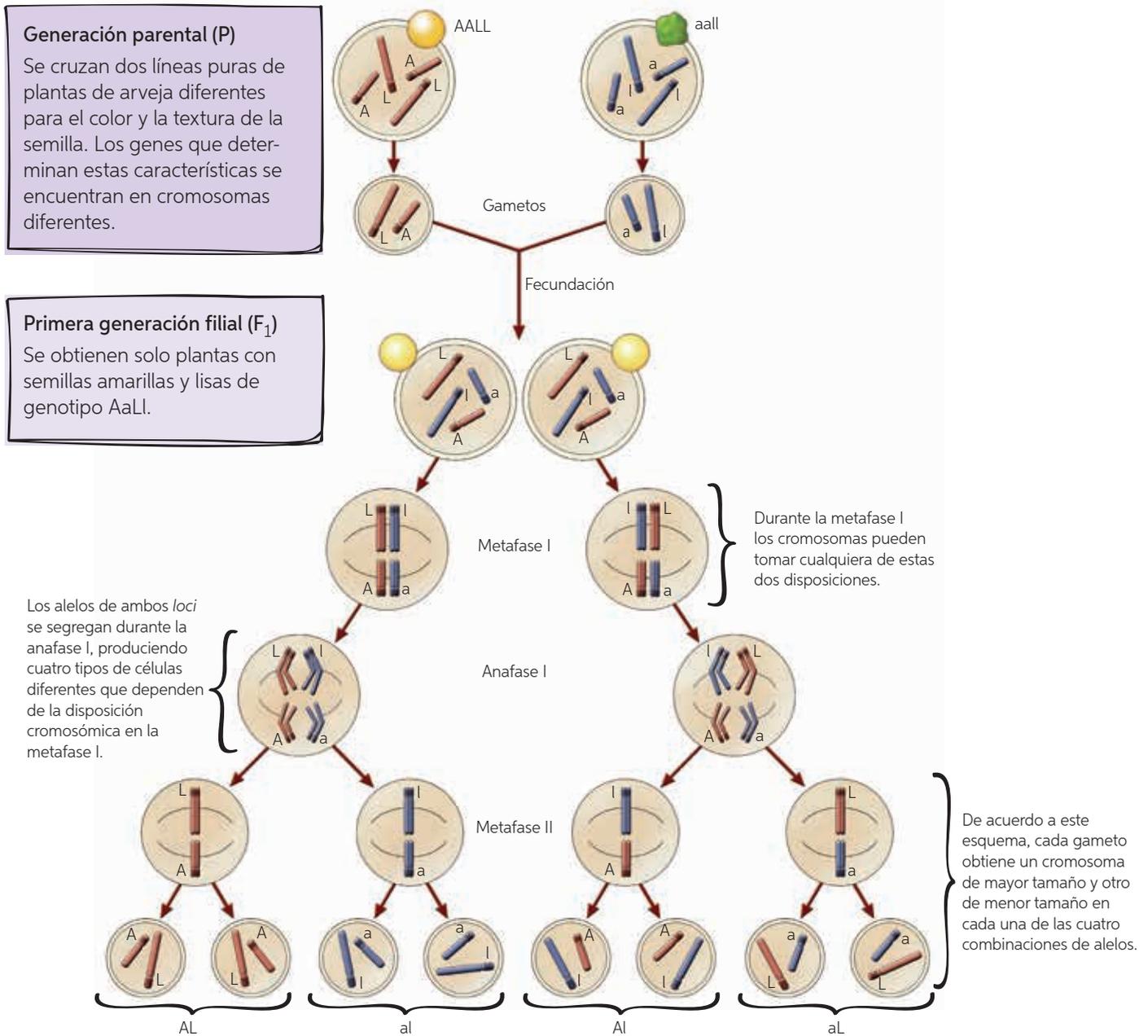
A partir de sus observaciones, Sutton planteó que los cromosomas eran los portadores de los factores de herencia descritos por Mendel. Esta idea, más los descubrimientos de otros investigadores, contribuyeron a establecer, años más tarde, la **teoría cromosómica de la herencia**, la cual establece que los genes se ubican en los cromosomas. Por lo tanto, son estos los que experimentan la segregación y la distribución independiente.

En el siguiente esquema se representa un cruce dihíbrido entre plantas de arveja, el comportamiento de los cromosomas homólogos durante la meiosis y la segregación y la distribución independiente de los alelos.



No olvides que los **factores de herencia** de Mendel hoy en día los conocemos como **genes** y que las formas alternativas de estos se denominan **alelos**.

### Comportamiento de los cromosomas y de los alelos durante la meiosis



Los alelos de una característica son segregados en la formación de gametos, porque cada uno de ellos está localizado en uno de los cromosomas homólogos que, durante la meiosis, se dirigen a gametos diferentes.

Si bien los descubrimientos de Sutton y de otros investigadores reforzaban la teoría cromosómica de la herencia, la primera evidencia sólida que asoció la ubicación de un gen determinado en un cromosoma específico surgió de uno de los trabajos efectuados por el científico estadounidense **Thomas Morgan**. Este investigador utilizó la mosca *Drosophila melanogaster*, conocida como mosca de la fruta.

- Este organismo posee solo cuatro pares de cromosomas, fácilmente distinguibles al microscopio óptico: tres pares de autosomas y un par sexual.
- En las hembras, el par sexual está formado por dos cromosomas X; en cambio, en los machos, está compuesto por un cromosoma X y uno Y.

Morgan quería encontrar patrones regulares de herencia. Para ello, primero buscó, entre estas moscas, alguna diferencia genética que le permitiera estudiar la herencia de características en este organismo.



▲ La mosca de la fruta es un organismo muy apropiado para realizar estudios genéticos, pues presenta un ciclo de vida corto y genera un elevado número de descendientes al reproducirse.

### PASO 1 Plantea y evalúa un problema.

A partir de los antecedentes entregados, reúnanse en duplas de trabajo y formulen un problema, sobre el estudio de Morgan, que pueda ser resuelto mediante una investigación documental o bibliográfica.

Evalúen el problema que propusieron, considerando que este debe ser preciso, es decir, estar acotado a lo que se pretende descubrir; y además, debe ser posible resolverlo mediante el análisis de fuentes.

### PASO 2 Diseña y evalúa un plan de trabajo.

Determinen el o los objetivos que quieren alcanzar por medio de esta investigación. Luego, describan el conjunto de actividades que van a realizar para cumplir con estos objetivos. Comiencen con buscar y seleccionar fuentes de información confiables en las que se describan las evidencias obtenidas por Morgan. Les sugerimos algunos sitios a los que podrán acceder ingresando los códigos ◀ 18TB2M214a, ◀ 18TB2M214b y ◀ 18TB2M214c en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.

### Evidencias Científicas

A partir de la información que han recopilado y analizado en este taller, reflexionen en torno a esta pregunta:

- ¿Qué importancia le atribuyen a la obtención de evidencias, basadas en la observación de hechos, como parte del proceso científico? Argumenten.

### PASO 3 Desarrolla el plan de trabajo.

Examinen las fuentes de información que seleccionaron y efectúen una síntesis de ellas, extrayendo las ideas centrales de cada documento. Luego, interpreten los datos que obtuvieron y establezcan conclusiones, utilizando un lenguaje riguroso y científico.

### PASO 4 Comunica y evalúa el proceso y el resultado.

Construyan un afiche que les permita exponer oralmente su trabajo ante el resto del curso. Este debe incluir los siguientes componentes: un título creativo, un contexto general, esquemas sobre el procedimiento, los resultados y las conclusiones. Guarden este afiche, pues les puede servir para confeccionar parte del material de difusión que usarán en su proyecto.

**Autoevalúate** ¿Qué aspectos de tu desempeño en este taller dan cuenta de un trabajo esforzado y perseverante? Describe.

**Coevalúa** ¿Cuán perseverante fue tu compañero o compañera de equipo al realizar esta actividad? Explica.

## ¿Qué papel juegan los cromosomas sexuales en la herencia?

A partir de las evidencias obtenidas por Morgan, fue posible introducir el concepto de **herencia ligada al sexo**. Esta se refiere a que existen genes localizados en los cromosomas sexuales, que presentan mecanismos de herencia diferentes a los ubicados en los cromosomas autosómicos. Ahora bien, ¿cómo actúa este tipo de herencia en los seres humanos? Como estudiaste en la **Unidad 3**, las células somáticas de los seres humanos poseen 23 pares de cromosomas, de los cuales 22 son autosomas y uno es sexual. Recordemos algunas de las particularidades de nuestros cromosomas sexuales mediante el siguiente esquema:

En los seres humanos, el cromosoma Y es más pequeño que el X. Los hombres poseen un cromosoma X y un cromosoma Y. En cambio, las mujeres presentan dos cromosomas X.

El cromosoma X tiene una mayor cantidad de genes en comparación con el cromosoma Y. Además, la mayoría de los genes localizados en X no están presentes en Y.



Cromosoma Y



Cromosoma X

Por lo anterior, cuando nos refiramos a la herencia ligada al sexo, estaremos haciendo alusión específicamente al cromosoma X. Es importante también que recuerdes que, debido a que nuestros gametos tienen la mitad del número total de cromosomas, en condiciones normales, presentan tan solo uno de los cromosomas sexuales: los hombres producen células sexuales con el cromosoma X o Y; en cambio, las mujeres solo pueden producir gametos con el cromosoma X.

Al igual como ocurre con otros genes, los genes ligados al sexo presentan alelos dominantes y recesivos. En las mujeres, un alelo dominante localizado en un cromosoma X, puede “enmascarar” a su alelo recesivo ubicado en el otro cromosoma X. En los hombres, por el contrario, como solo presentan un cromosoma X, cualquier versión del gen presente en este cromosoma se expresará, incluso si esta es recesiva. Por lo tanto, los hombres presentan más probabilidad de expresar una característica que es determinada por un gen recesivo. Un ejemplo de ello es el **daltonismo**, trastorno que se caracteriza por la dificultad para distinguir ciertos colores.

### Posibles genotipos y fenotipos para el daltonismo en la mujer

$X^D X^D$	$X^D X^d$	$X^d X^d$
Mujer sana	Mujer sana (portadora)	Mujer daltónica

### Posibles genotipos y fenotipos para el daltonismo en el hombre

$X^D Y$	$X^d Y$
Hombre sano	Hombre daltónico

### Aplica conocimientos mediante un tablero de Punnett

Elabora en tu cuaderno un tablero de Punnett para resolver la situación que se plantea a continuación.

Una pareja, conformada por un hombre sano y una mujer portadora, desea saber cuál es la probabilidad de tener hijos o hijas daltónicas. Fundamenta tu respuesta.

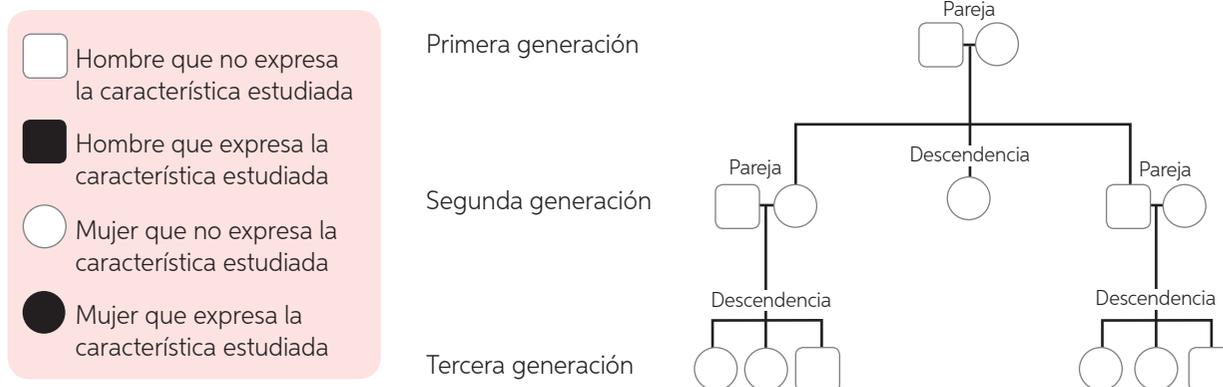
- De acuerdo con tus actitudes, ¿realizaste el tablero de forma ordenada y rigurosa?
- ¿Comprobaste que tus resultados estuvieran correctos?, ¿los comparaste con otros compañeros y compañeras?

## Genética humana: análisis de árboles genealógicos

Como has ido estudiando a lo largo de esta lección, para conocer diferentes mecanismos de herencia, se han efectuado múltiples cruces entre organismos cuyas características los hacen adecuados para los estudios genéticos. Este tipo de prácticas no es posible realizarlas en seres humanos, pues existen aspectos éticos y legales que van en contra de la utilización de personas como material de experimentación. Ante esto, se ha recurrido al análisis de **árboles genealógicos** o **pedigrís**. Los pedigrís permiten rastrear los fenotipos y genotipos en una familia. Cuando se conocen suficientes fenotipos familiares, a menudo se pueden inferir genotipos y patrones de herencia de ciertas características, que corresponden principalmente a patologías que se heredan generación tras generación en individuos biológicamente emparentados.

Ahora bien, ¿cómo se analiza esta herramienta? Averiguar los posibles genotipos por medio de un árbol genealógico es como armar un rompecabezas, pues tienes que usar y relacionar la información que este representa, sobre los fenotipos de los integrantes de la familia, y encajarla. De esta forma, podrías determinar si el gen estudiado es dominante o recesivo, e incluso, si se localiza en un cromosoma sexual, o bien en un autosoma.

Para que comiences a conocer cómo se construyen los pedigrís, te presentamos algunos de los símbolos que se usan para elaborarlos.



Para construir o analizar un diagrama de pedigrí, se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

- ➔ Los padres se unen a través de una línea horizontal.
- ➔ Los descendientes provienen de líneas verticales que emergen de la línea horizontal que une a los progenitores.
- ➔ Las generaciones se simbolizan con números romanos (I, II, III, etc.).
- ➔ Dentro de cada generación, los individuos se identifican con números arábigos (1, 2, 3, etc.) de izquierda a derecha.

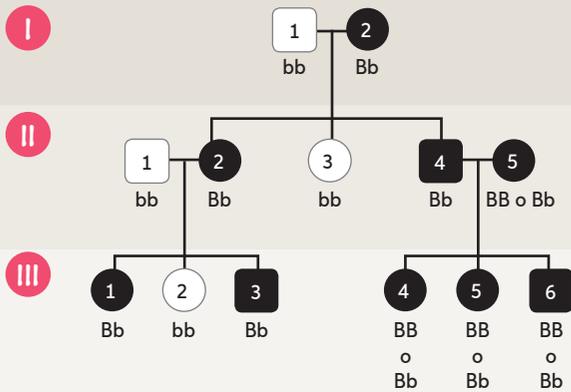
En las siguientes páginas te explicaremos particularidades distintivas que presentan cuatro tipos de herencia que se pueden reconocer en el ser humano. Estas te ayudarán a interpretar y descifrar pedigrís.

## Herencia dominante autosómica

### Particularidades distintivas de este tipo de herencia:

- ➔ La característica se expresa tanto en homocigotos dominantes como en heterocigotos.
- ➔ Se hereda de forma continua de generación en generación y se expresa en ambos sexos en una proporción similar.
- ➔ Cada descendiente que expresa la característica proviene de un progenitor que también la expresa.
- ➔ Los individuos homocigotos dominantes heredan la característica a toda su descendencia.

### Ejemplo de pedigrí sobre una característica dominante autosómica



- El individuo I-1 es un hombre de genotipo  $bb$  y el individuo I-2 es una mujer de genotipo  $Bb$ , pues una de sus hijas (individuo 3) no expresa la característica, por ende su genotipo es  $bb$ .
- Los hijos II-2 y II-4 expresan la característica. Estos deben ser heterocigotos, pues su padre es homocigoto recesivo.
- No es posible determinar con exactitud el genotipo del individuo II-5. **¿Por qué? Explica en tu cuaderno.**
- Los descendientes III-1 y III-3, que expresan la característica, son heterocigotos. **¿Por qué crees que en este caso se puede afirmar su genotipo? Responde y fundamenta en tu cuaderno.**
- Los individuos III-4, III-5 y III-6, que también expresan la característica, pueden ser homocigotos, o bien heterocigotos.

## Herencia recesiva autosómica

### Particularidades distintivas de este tipo de herencia:

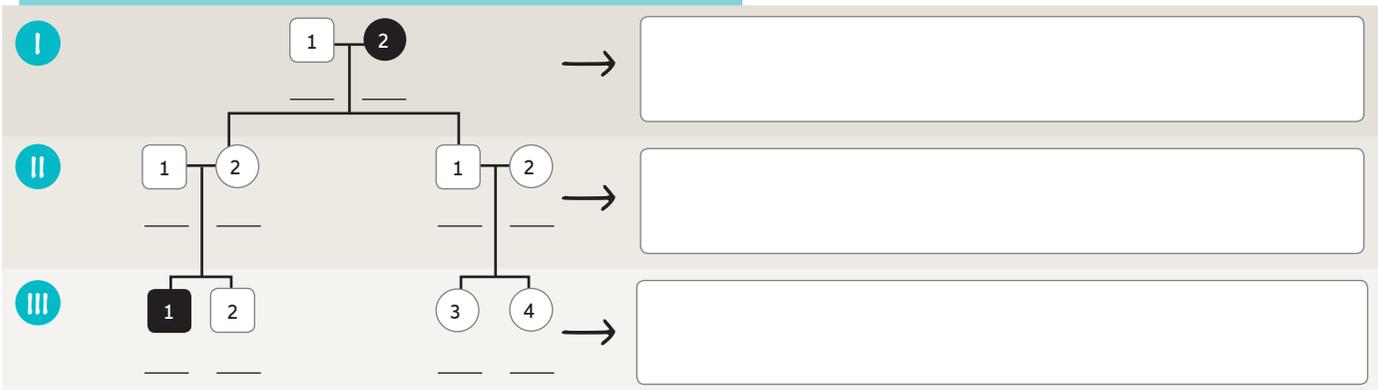
- ➔ La característica solo se expresa en estado homocigoto.
- ➔ Puede estar ausente en varias generaciones, incluso si uno de los progenitores la expresa.
- ➔ Las personas que expresan la característica pueden provenir de padres que no expresen el fenotipo.
- ➔ Tanto hombres como mujeres pueden expresar el fenotipo en una proporción similar.

●●● Actividad colaborativa

### Analiza un pedigrí

Junto con tu compañero o compañera de banco, completen y expliquen el siguiente pedigrí. Usen la información entregada en el recuadro de más arriba.

### Ejemplo de pedigrí sobre una característica recesiva autosómica



## Herencia dominante ligada al sexo

### Particularidades distintivas de este tipo de herencia:

- ➔ Las características suelen expresarse con más frecuencia en mujeres que en hombres y están presentes en todas las generaciones.
- ➔ Los hombres afectados heredan la característica a todas sus hijas, pero no a sus hijos.
- ➔ Las mujeres heterocigotas heredan la característica a aproximadamente la mitad de sus hijos e hijas; si son homocigotas, la heredan a toda la progenie.

### Analiza un pedigrí

Completa y explica el siguiente pedigrí a partir de la información del recuadro anterior.

#### Ejemplo de pedigrí sobre una característica dominante ligada al sexo

## Herencia recesiva ligada al sexo

### Particularidades distintivas de este tipo de herencia:

- ➔ Las características pueden estar ausentes en algunas generaciones, y suelen ser mucho más comunes en hombres que en mujeres.
- ➔ Una mujer portadora hereda la característica a la mitad de sus hijos.
- ➔ Un hombre afectado heredará la característica solo a sus hijas.
- ➔ Las mujeres solo expresarán la característica si heredan el alelo recesivo de ambos progenitores.

#### Ejemplo de pedigrí sobre una característica recesiva ligada al sexo

- El hombre I-1 tiene genotipo  $X^D Y$ , pues no expresa la característica.
- La mujer I-2 tiene genotipo  $X^D X^d$ , y es portadora del alelo recesivo.
- Los hombres II-4 y II-5 son de genotipo  $X^d Y$ , ya que expresan la característica.
- La mujer II-2 es portadora, pues uno de sus hijos varones expresa la característica.
- Las mujeres II-3 y II-6 podrían ser portadoras u homocigotas dominantes.
- Las mujeres III-5 y III-6 son portadoras, ya que heredaron el alelo recesivo de su padre.
- En cambio, III-1 y III-3 podrían ser portadoras u homocigotas dominantes.

Con  
Historia, Geografía  
Y Ciencias Sociales

## Trastornos genéticos históricos

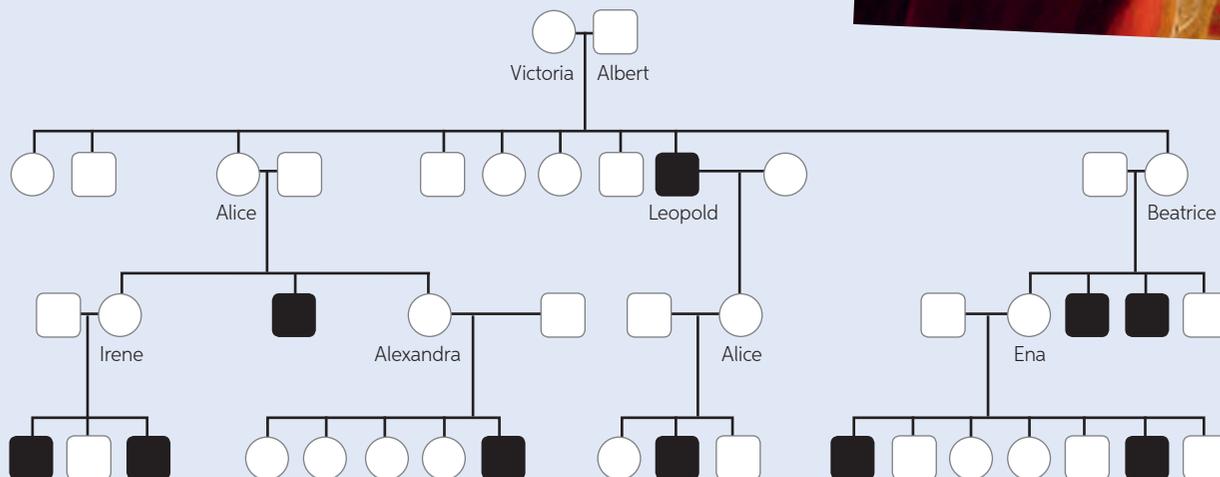
La hemofilia es una enfermedad hereditaria, cuyas primeras descripciones se remontan al siglo II a. C., en los papiros egipcios y en el Talmud, el libro sagrado de los judíos. Sin embargo, su estudio adquirió relevancia cuando afectó a la familia de la reina Victoria I de Inglaterra (1837 - 1901).



### ¡Manos a la obra!

Reúnanse en duplas de trabajo y realicen las siguientes actividades.

- 1 Analicen el siguiente pedigrí, que representa la herencia de la hemofilia al interior de la familia de la reina Victoria. Luego, respondan las preguntas propuestas.



- a. ¿La hemofilia es un trastorno dominante o recesivo?
  - b. ¿Qué tipo de herencia presenta: autosómica o ligada al sexo?
  - c. ¿Qué evidencias sustentan sus respuestas anteriores?
- 2 Investiguen, en fuentes confiables, los antecedentes históricos de la hemofilia y de otra enfermedad genética, a elección, con relevancia histórica. Pueden acceder al sitio: <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar el código ◀18TB2M219a. Consideren el contexto social en el que se produjeron, la localización geográfica y el fenotipo que producen. Pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Historia, Geografía y Ciencias Sociales**.

### Portafolio

1. Con el grupo curso, elaboren un tríptico que les permita comunicar esta y otras actividades que hayan desarrollado durante el estudio de este **Tema**. Distribuyan este material el día de la exposición antes de que realicen el debate.

2. Reflexiona en torno a esta pregunta:

¿Cómo fue tu desempeño al efectuar las actividades de este tema? Evalúa tu trabajo considerando la rigurosidad y la responsabilidad.

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje, mediante las siguientes actividades.

- 1 Las plantas de tomate presentan flores hermafroditas y tallos que pueden ser altos o enanos y, además, pilosos o no pilosos.



^ Planta de tomate de tallos pilosos.



^ Planta de tomate de tallos no pilosos.

Si fueras un científico o científica que debe comprobar los patrones de herencia de estas características por medio del cruce de dos plantas heterocigotas de tallos largos y pilosos, ¿cómo lo harías? Realiza lo que se te solicita a continuación.

Plantea un problema y formula una hipótesis

Describe el procedimiento que llevarías a cabo

Presenta tus resultados a través de un tablero de Punnett

Explica tus conclusiones

2 Sandra y Pedro quieren tener hijos, pero antes desean conocer las posibilidades de que su descendencia tenga daltonismo pues Pedro y algunos familiares de ambos expresan esta condición. Ellos recopilaron la información sobre la familia de cada uno en las siguientes fichas:

**Familia de Sandra**

- Padre: daltónico.
- Madre: sana.
- Hermana: sana.
- Hermano: daltónico.
- Hermana: sana.

**Familia de Pedro**

- Padre: sano.
- Madre: daltónica.
- Hermana: sana.
- Hermana: sana.

- a. En el recuadro lateral, elabora los pedigrís de la familia de Sandra y Pedro con el propósito de determinar el genotipo de ambos.
- b. Determina las probabilidades que tienen de que sus hijas e hijos sean daltónicos.

**¿Cómo has aprendido?**

1 Responde, usando los aprendizajes alcanzados, la pregunta esencial de esta lección: **¿Cómo heredamos las características genéticas?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.

---



---



---

2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de aprendizaje que crees haber alcanzado.

	Muy de acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo
Expliqué, sobre la base de evidencias científicas, patrones de herencia de características. (Pregunta 1)			
Apliqué evidencias relacionadas con la teoría cromosómica de la herencia de características y la genética humana. (Pregunta 2)			

3 Evalúa la efectividad de las estrategias de estudio que has usado. Marca con un ✓ la opción que más represente tu valoración.

Estrategias	Me ha sido útil	La debo replantear	Estrategias	Me ha sido útil	La debo replantear
Realizar esquemas y modelos			Otra:		
Investigar en fuentes de información			Otra:		
Hacer resúmenes y organizadores gráficos			Otra:		

## ¿Qué efectos produce la manipulación genética?

### Es importante porque...

Desde hace varios años que la manipulación genética forma parte de nuestras vidas. Además de los diversos avances que nos ha proporcionado, esta disciplina está sujeta a un debate actual que tiene múltiples implicancias éticas. Por ello, surge la necesidad de informarse sobre las distintas evidencias y puntos de vista que forman parte de este debate para, de esta forma, tener una opinión fundamentada.

### Explora

Es posible que hayas visto, ya sea en noticias o en series de TV policiales, que científicos y científicas descifran crímenes mediante el análisis de muestras de ADN. También, es probable que hayas escuchado sobre los alimentos transgénicos, la manipulación genética y la clonación. Es evidente que las múltiples aplicaciones de la genética están muy presentes en los tiempos de hoy, y que se relacionan con muchos ámbitos de nuestras vidas.

### DIARIO CIENTÍFICO



## Terapia genética para tratar el alcoholismo

El alcoholismo es un trastorno que ocasiona múltiples consecuencias en diversos ámbitos de la vida. Cuando una persona consume alcohol, este se descompone y se transforma en una sustancia llamada acetaldehído. Si esta sustancia se acumula en el cerebro, gatilla la liberación de dopamina, neurotransmisor relacionado con la sensación de bienestar y recompensa. Así que, en términos sencillos, cada vez que un individuo bebe bebidas alcohólicas, se produce una sensación de placer en el cerebro, que influye en la adicción por el alcohol.

Ante esto, un equipo de investigación de la Universidad de Chile y del Instituto Milenio de Neurociencia Biomédica ha trabajado en una terapia que fue probada en ratones. Con ella fue posible reducir en un 80 % el consumo de alcohol. El doctor Yedy Israel, uno de los líderes del estudio, explica que los animales con los que trabajan no son capaces de controlar su consumo de alcohol, por lo tanto, al igual que ocurre en las personas, son bebedores crónicos. Con ellos, probaron una terapia que consiste en aplicar una única inyección en su cerebro, que evita la acumulación de acetaldehído en el órgano.

Para el desarrollo de esta terapia el equipo de investigación empleó un gen capaz de inhibir el acetaldehído, y con ello, la adicción. Dicho gen es incorporado en un virus, que se utiliza como “vehículo” para llevarlo a su destino: en este caso el cerebro. Mediante esta terapia génica es posible bloquear la ingestión de alcohol, modificando la expresión de los genes que codifican las enzimas involucradas. Se espera que, en el futuro, este tratamiento pueda ser aplicado en seres humanos.

Fuente: Yañez, C. (2013). Desarrollan terapia genética que frena alcoholismo. *La Tercera*. (Adaptación).



^ Yedy Israel

### Mundo digital

La **terapia génica** consiste en el tratamiento de enfermedades producidas por alteraciones en el ADN mediante la inserción de copias sanas del gen defectuoso.

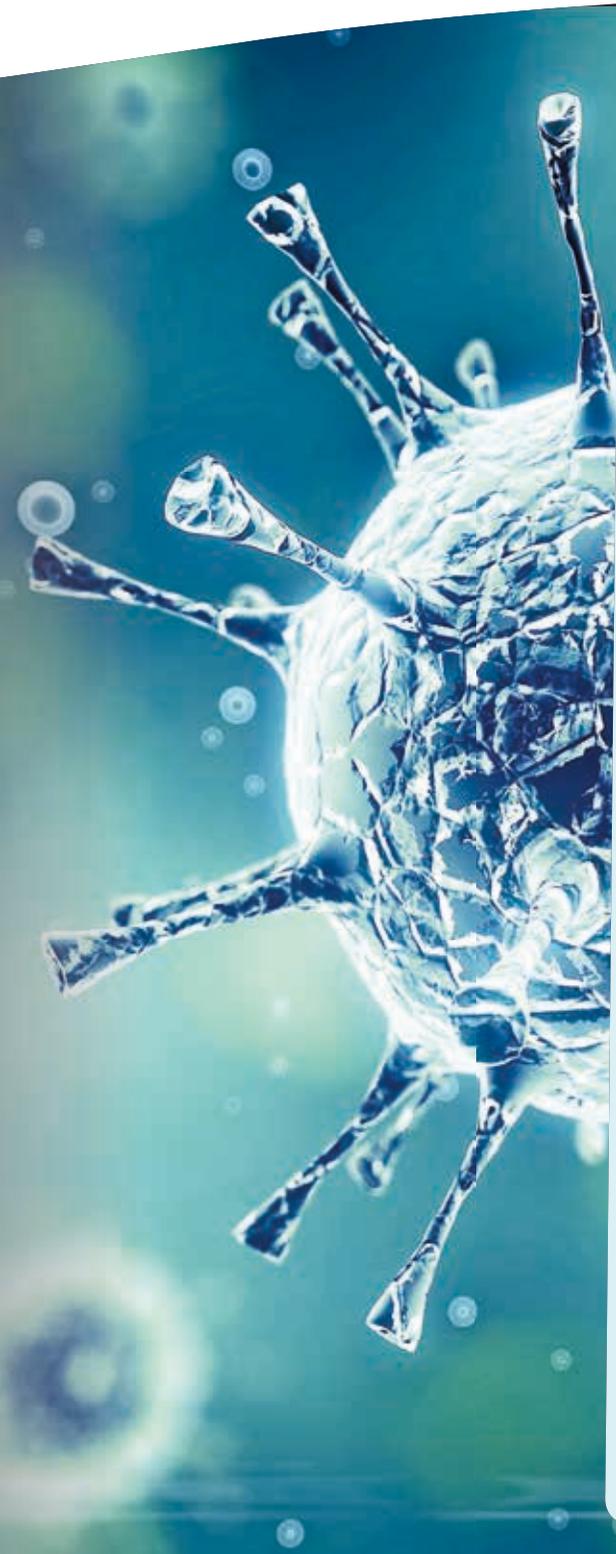
Al respecto, ingresa los códigos ◀ 18TB2M222a ▶ 18TB2M222b en la página web:

<http://codigos.auladigital.cl>, e investiga sobre las características de esta práctica. Luego, comunica tu investigación mediante un blog. Procura incluir y explicar ejemplos concretos y cotidianos en los que se aplica la terapia génica.



En la imagen se observa la extracción de una muestra de material genético, que luego será sometido a un estudio.

**¿Conoces en qué consiste esta técnica?, ¿sabes para qué se efectúa usualmente este tipo de estudios?**



- a. ¿Te fue fácil comprender la información del artículo anterior?, ¿tuviste que aclarar algunos conceptos al abordarlo? Explica.

- b. ¿Qué entiendes por modificación de la expresión de los genes?

---



---

- c. ¿Qué opiniones tienes respecto de este tema?

---



---

- d. ¿Cuál crees que es la importancia de este tipo de investigaciones para Chile y para el mundo?

---



---

- e. ¿Cómo crees que será la medicina del futuro?, ¿llegaremos a tener esta personalización para el tratamiento de nuestras enfermedades?

---



---

- f. ¿Te interesaría aprender sobre otras técnicas para el tratamiento de enfermedades, que sean más avanzadas y que involucren la manipulación genética? ¿Por qué?

---



---

- g. ¿Te gustaría conocer el impacto de la manipulación genética en la salud y en otros ámbitos de la vida humana? Explica.

---



---

## Tema: La manipulación de los genes

Comienza a explorar el mundo de la manipulación genética mediante este tema. Para ello, te planteamos el siguiente desafío:



**Crear material de difusión** para explicar técnicas empleadas en la manipulación genética.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Desarrolla y demuestra tu **interés** y **curiosidad** por el conocimiento científico mediante el estudio e investigación de fenómenos desafiantes, que llamen tu atención, y la formulación de preguntas creativas que te gustaría resolver sobre estos.

## ¿En qué consiste la manipulación genética?

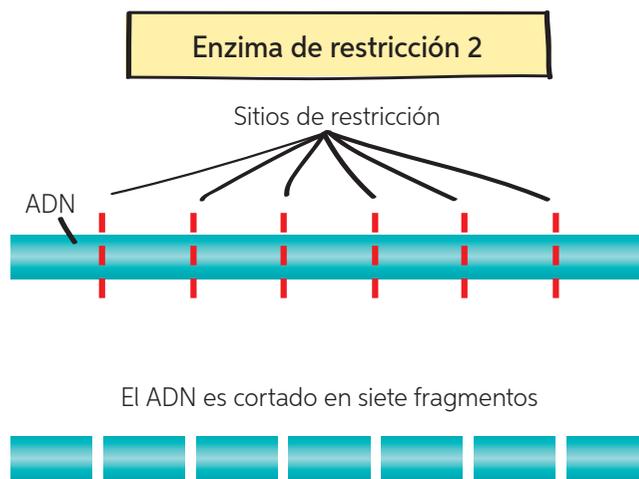
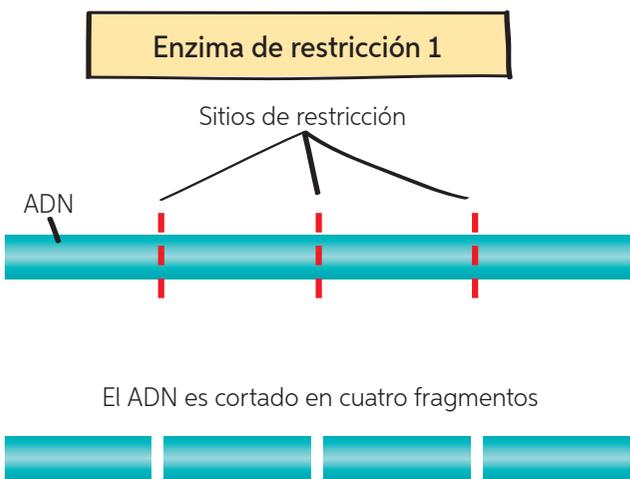
Desde sus inicios, los seres humanos han ideado técnicas que han contribuido a mejorar su calidad de vida. Entre ellas se encuentra el uso de seres vivos, o parte de ellos, con el objetivo de obtener diferentes productos, como el yogur, algunos antibióticos y ciertas telas. Esta práctica, que comenzó hace miles de años y que continúa hasta el día de hoy, actualmente se denomina **biotecnología**, concepto propuesto en 1919 por el agrónomo húngaro Karl Ereky.

Los avances en biotecnología y en el estudio de genomas han permitido a científicos y científicas desarrollar técnicas de **manipulación genética**, práctica que consiste principalmente en la extracción de un gen de un individuo y la inserción de dicho gen en el material genético de otro organismo, para que este último pueda expresarlo. Este proceso de modificación del ADN de un ser vivo, para otorgarle nuevas características, se llama **ingeniería genética**. En esta disciplina, el procedimiento que comúnmente se emplea es la **tecnología del ADN recombinante**. El ADN recombinante es una molécula de ADN formada por la unión artificial de genes que provienen de especies diferentes.

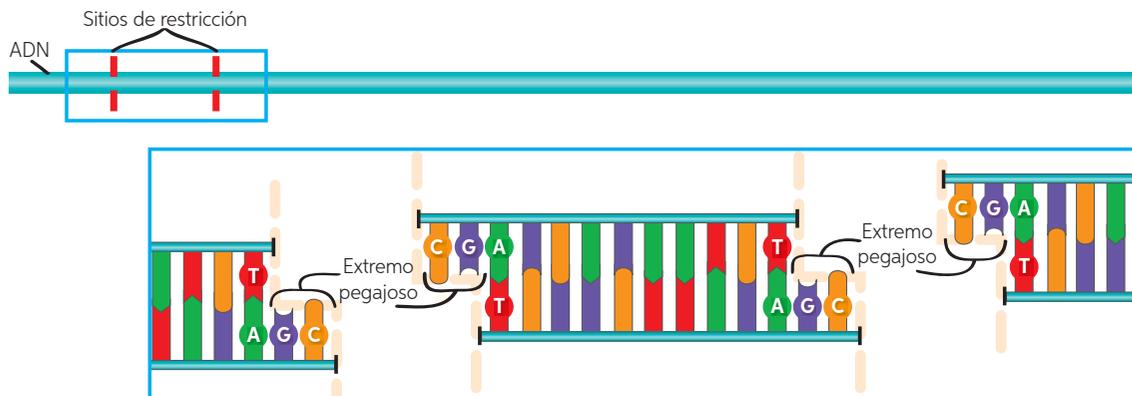
En esta técnica se usan diversas herramientas. Una de ellas son las **enzimas de restricción**, moléculas que reconocen y cortan segmentos específicos del ADN. Las zonas del material genético que son identificadas y cortadas por una enzima de restricción se denominan **sitios de restricción**. Existen cientos de enzimas de restricción conocidas que pueden cortar una misma molécula de ADN en una variedad de formas, tal como se representa en el ejemplo que se muestra a continuación.

### Científicas chilenas

Emilia Díaz es una científica y emprendedora que, a través de su empresa Kaitek Labs, está desarrollando un sensor, en el que se usan bacterias para detectar la presencia de toxinas de la marea roja.



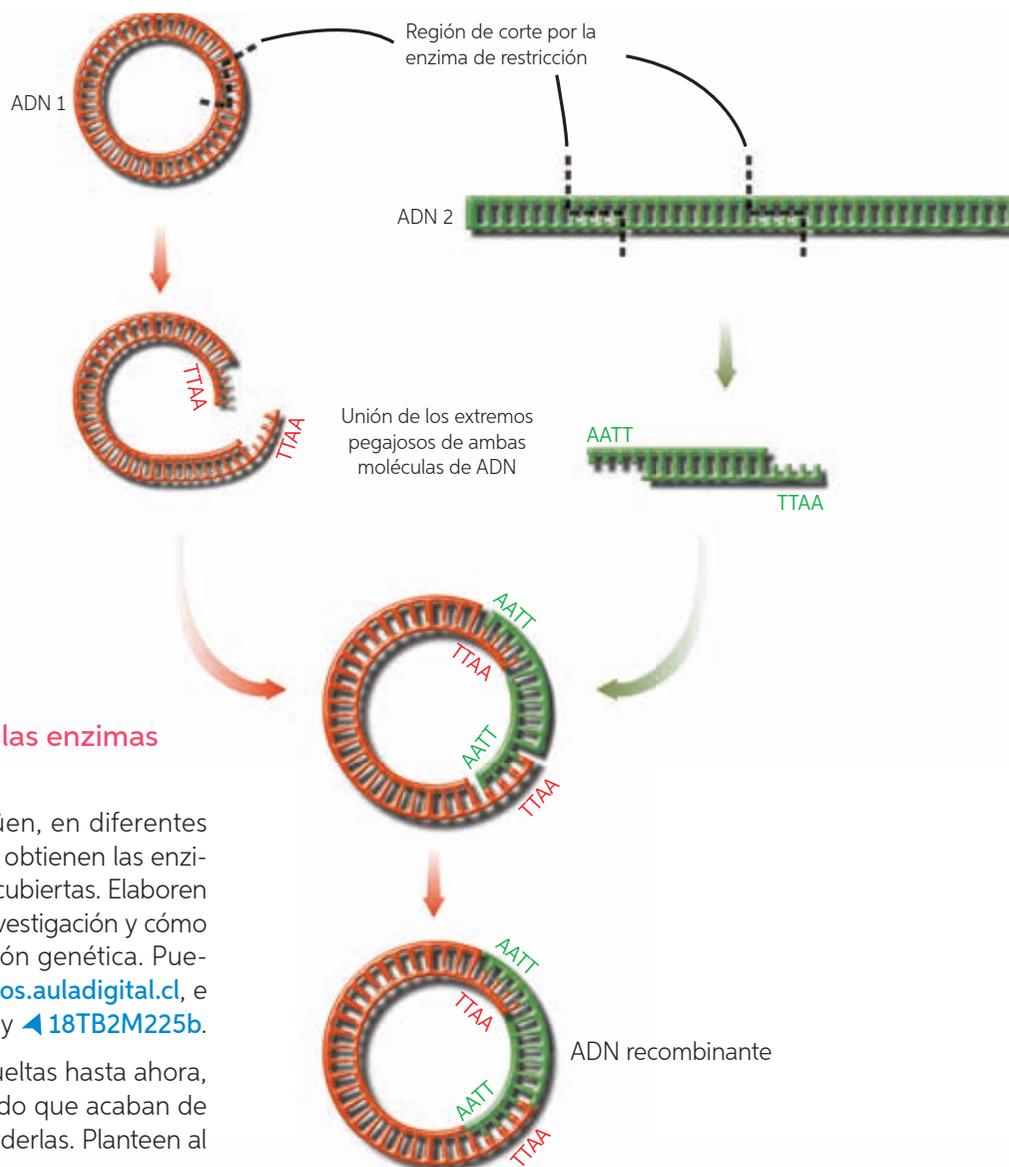
Algunas enzimas de restricción hacen cortes escalonados a través de las dos cadenas de ADN, que dejan bases nitrogenadas libres a cada lado del corte, generando **extremos pegajosos**, proceso representado en el siguiente esquema:



Los fragmentos de ADN cortados con la misma enzima de restricción y que presenten extremos pegajosos pueden unirse por complementariedad de bases, mediante la acción de la enzima **ADN ligasa**, proceso representado en el esquema del costado derecho.

**Ojo**

Las enzimas son en su mayoría proteínas que aceleran la velocidad de las reacciones químicas que ocurren al interior de la célula.



●●● Actividad colaborativa

**Investiga y comunica el origen de las enzimas de restricción**

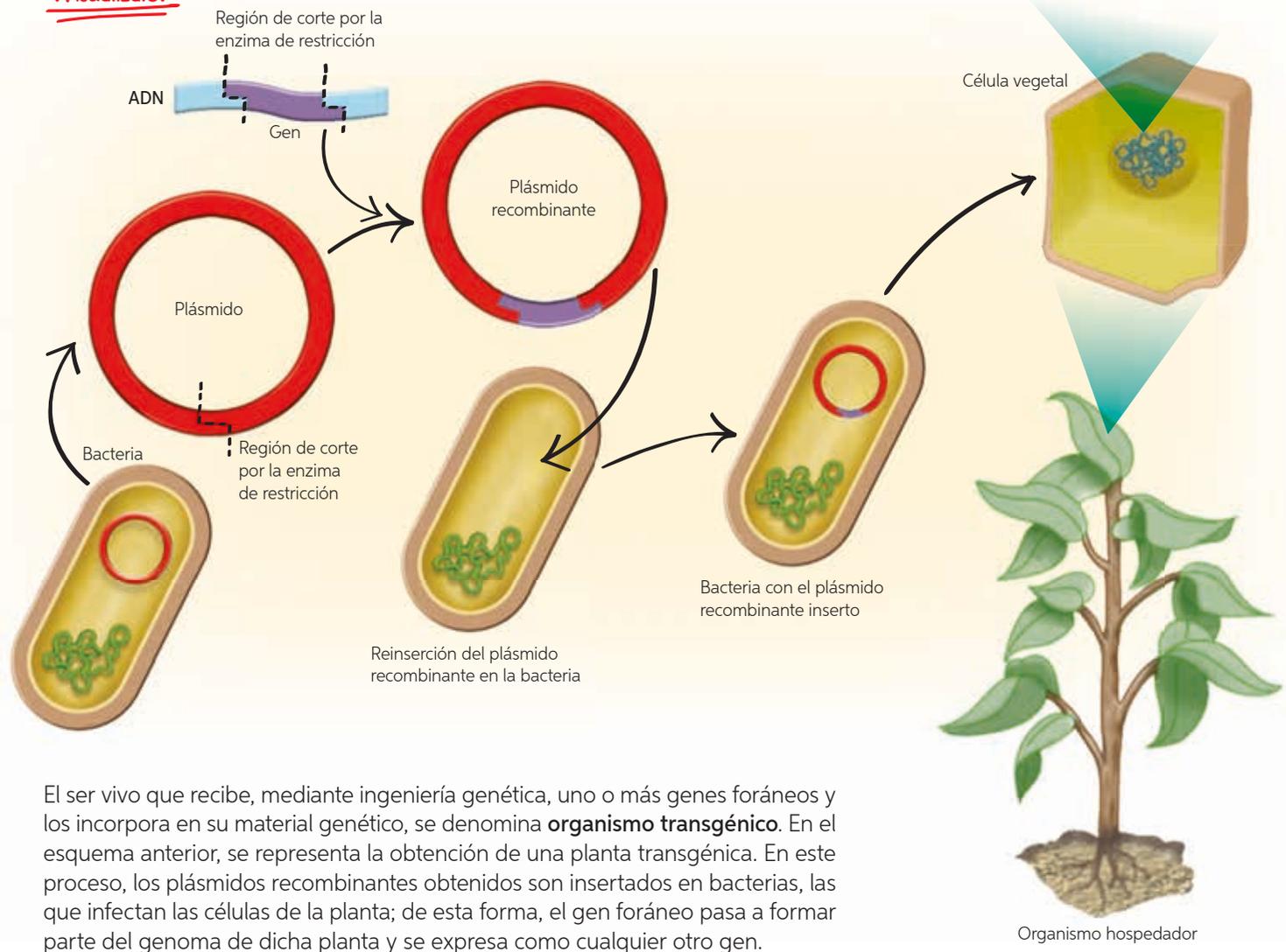
1. Formen duplas de trabajo y averigüen, en diferentes fuentes de información, de dónde se obtienen las enzimas de restricción y cómo fueron descubiertas. Elaboren un póster científico que explique su investigación y cómo estas son utilizadas en la manipulación genética. Pueden acceder al sitio web <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos ◀ 18TB2M225a y ◀ 18TB2M225b.
2. Comenten qué interrogantes, no resueltas hasta ahora, les gustaría resolver sobre el contenido que acaban de investigar, y cómo harían para responderlas. Planteen al menos dos.

## ¿Cómo traspasar un gen de un organismo a otro?

Una vez que es extraído el gen que se desea incorporar en el material genético de otro organismo, es necesario usar un **vector**, molécula de ADN en la que se inserta el gen de interés, para ser transportado al interior de una célula hospedera. Uno de los vectores más utilizados es el **plásmido**, fragmento de ADN bacteriano circular, independiente del cromosoma de la bacteria, que se puede replicar de forma autónoma, al interior de la célula.

Para insertar el gen de interés en el plásmido, primero se usa una enzima de restricción con la que se extrae dicho gen desde el material genético de origen. A continuación, se corta el plásmido con la misma enzima de restricción; luego, el gen de interés y el plásmido se unen mediante sus extremos pegajosos, formando una molécula de ADN recombinante, la que se transfiere a una célula u organismo hospedador. Todo este proceso se representa en el esquema que se muestra a continuación.

### ¡Visualízalo!



El ser vivo que recibe, mediante ingeniería genética, uno o más genes foráneos y los incorpora en su material genético, se denomina **organismo transgénico**. En el esquema anterior, se representa la obtención de una planta transgénica. En este proceso, los plásmidos recombinantes obtenidos son insertados en bacterias, las que infectan las células de la planta; de esta forma, el gen foráneo pasa a formar parte del genoma de dicha planta y se expresa como cualquier otro gen.

### Mundo digital

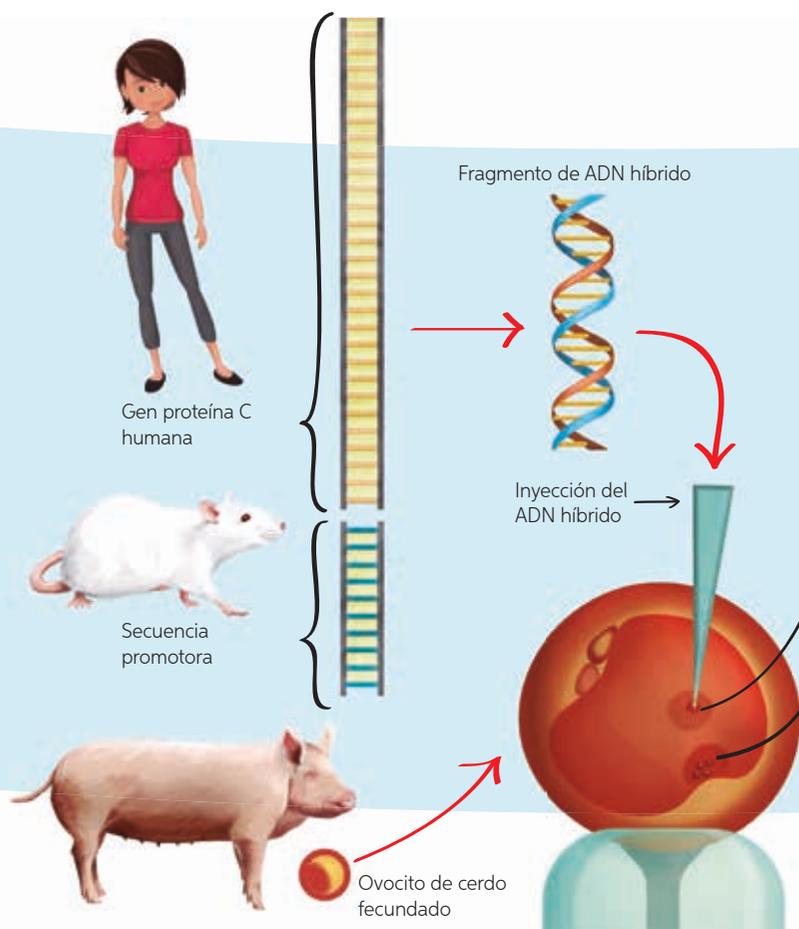
Ingresa el código **18TB2M226a** en la página web: <http://codigos.auladigital.cl>, y accede a información y animaciones sobre la tecnología del ADN recombinante. Revisalas y efectúa un modelo que represente los pasos de esta tecnología.

## Animales transgénicos

Una de las principales aplicaciones de la manipulación genética ha sido la obtención de animales transgénicos para diversos fines. Uno de ellos es la inserción de genes en el genoma de mamíferos para que estos sinteticen proteínas de uso terapéutico y las liberen a través de la leche. Ejemplo de ello son los experimentos que se han efectuado en cerdos para que produzcan leche con una elevada concentración de **proteína C humana**, importante anticoagulante natural que en ciertas personas se encuentra en concentraciones mínimas producto de deficiencias congénitas. En el siguiente esquema, se explica cómo se obtienen animales transgénicos tomando el ejemplo señalado anteriormente.



Los cerdos producen aproximadamente 300 litros de leche por año, y presentan un período de gestación de solo cuatro meses. Estas fueron algunas de las razones por las que se decidió experimentar con ellos.



- 1 Se prepara un fragmento de ADN híbrido, que contiene el gen de la proteína C humana, más otra secuencia llamada "promotora" obtenida del genoma de una rata. Esta secuencia favorece la expresión del gen de la caseína, una de las proteínas de la leche, y que solo se expresa en la glándula mamaria. Por lo tanto, dicha secuencia promotora permite que el gen humano se active únicamente en la glándula mamaria del cerdo.
- 2 Posteriormente, se obtiene un ovocito fecundado de cerdo. En él se inyecta el fragmento de ADN híbrido, que se aloja al interior del pronúcleo de uno de los progenitores, con lo cual se consigue que este ADN foráneo se incorpore en el genoma del futuro embrión.

### Avanza en tu proyecto

Junto con tu curso, preparen y desarrollen una mesa redonda que les permita comunicar y argumentar sus puntos de vista respecto de la creación y uso de animales transgénicos. Pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Lengua y Literatura**.

Las aplicaciones en esta área son diversas, por ejemplo, se han obtenido otros animales transgénicos, como ratones, que se emplean en el estudio de enfermedades que afectan a los seres humanos, como el cáncer y la diabetes. Sin embargo, es importante considerar el impacto ambiental que esta práctica puede implicar. Por ejemplo, la introducción de animales transgénicos en ecosistemas podría generar efectos negativos, como la pérdida de especies nativas. Ante este posible escenario, uno de los principales desafíos de investigadores e investigadoras de esta disciplina, es desarrollar sus experimentos conociendo y adoptando medidas que eviten consecuencias negativas en el entorno natural.

Fuente: Archivo editorial.

¿Estás de acuerdo con la manipulación genética en animales para obtener fármacos u otros productos de interés? Argumenta.

## La genética a lo largo de la historia

Los estudios y avances en genética forman parte de un proceso de investigaciones que se iniciaron hace muchos años y que seguirán desarrollándose en el futuro.

### ANTIGÜEDAD

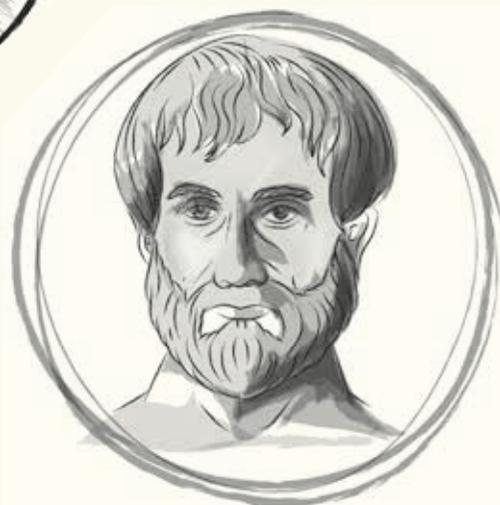
Alrededor del 410 a. C., Hipócrates propuso la pangénesis, como hipótesis explicativa de la herencia de características.



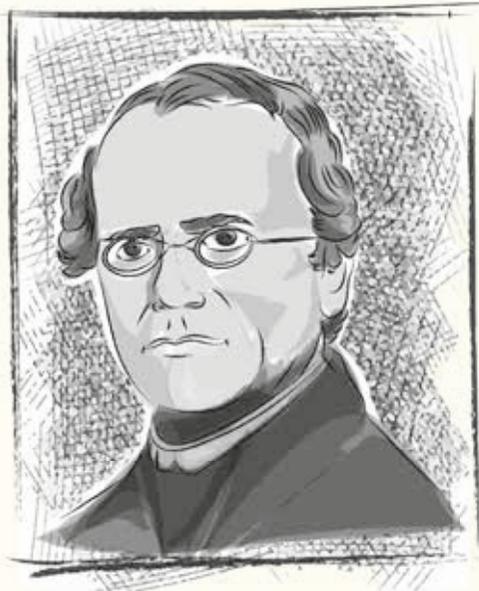
La **pangénesis** señala que la transmisión de características se produce gracias a la elaboración de partículas o "semillas" por los diferentes órganos del cuerpo, las cuales se transmiten a la descendencia en el momento de la concepción.



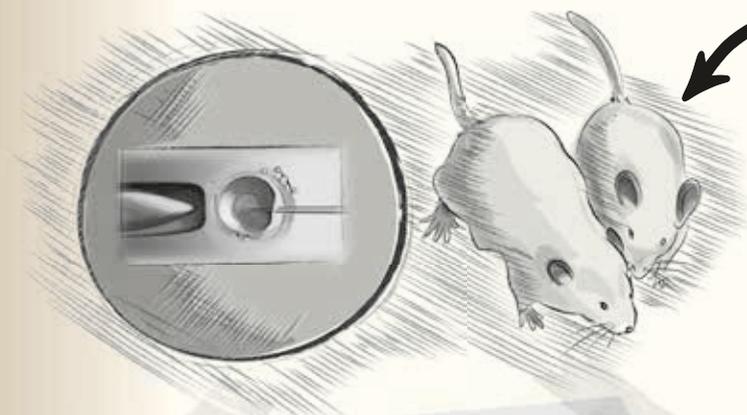
Un siglo después Aristóteles rechazó las ideas de Hipócrates. Postuló que en la fecundación, el semen masculino, formado por ingredientes heredados de generaciones pasadas, se mezclaba con el "semen femenino", nombre que le dio al fluido menstrual. A partir de este proceso, se formaba el nuevo organismo.



### SIGLO XX



¡Esto ya lo estudiaste! Cuéntanos sobre el aporte de Mendel al estudio de la genética.



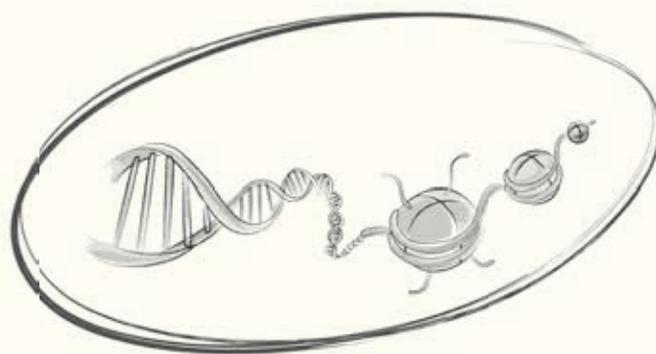
En 1980, investigadores de la Universidad de Yale obtuvieron el primer animal transgénico, un ratón. Dos años más tarde, científicos de la Universidad de Pennsylvania y de la Universidad de Washington introdujeron el gen de la hormona del crecimiento humana en el material genético de ratones. Como resultado, estos animales transgénicos crecieron hasta el doble del tamaño promedio; con ello, se demostró que el gen humano que se había integrado en el genoma de estos ratones se estaba expresando.



En 2000, se obtuvo la secuencia de bases nitrogenadas completa del genoma del ser humano. La finalidad de este programa, llamado **Proyecto Genoma Humano (PGH)**, fue determinar la estructura y función de los más de 35 000 genes que están presentes en nuestras células.

## SIGLO XXI

Actualmente se están realizando numerosas investigaciones relacionadas con una disciplina llamada epigenética. La **epigenética**, hoy en día, se refiere al estudio de los cambios heredables en la expresión de los genes, que no involucran una modificación en la secuencia de bases nitrogenadas del ADN. Se han descubierto diferentes mecanismos de control de la expresión génica a nivel molecular; uno de ellos es la modificación química de las histonas, proteínas que están asociadas al ADN de eucariontes.



● ¿Cómo crees que serán los desafíos del estudio de la genética en el futuro? Describe.

● ¿Qué avances o descubrimientos crees que se lograrán en los próximos años? Explica.

### Portafolio

1. Organícense en equipos de trabajo de cuatro integrantes y distribuyan los contenidos estudiados en este **Tema**. Elaboren esquemas que les permitan explicar dichos contenidos mediante dibujos o imágenes, incluyendo los conceptos clave abordados, como biotecnología, ingeniería genética, etc. Reserven los esquemas para compartirlos con la comunidad educativa en la presentación de su proyecto como contexto previo al debate.

2. Comenten las siguientes preguntas:

¿Qué inquietudes te fueron surgiendo al ir estudiando los contenidos de este **Tema**? ¿Qué hiciste para resolver estas inquietudes?

¿Qué otros aprendizajes, relacionados con este **Tema**, te gustaría desarrollar?, ¿qué otros desafíos te gustaría emprender? Plantea al menos dos aprendizajes y dos desafíos.

## Tema: Aplicaciones e implicancias de la manipulación genética

Para que desarrolles un punto de vista personal y fundamentado sobre la manipulación genética, te proponemos el siguiente **desafío**:



**Diseñar** recursos para **comunicar** los beneficios, riesgos y cuestionamientos de la manipulación genética.

### ¿Qué actitud te ayudará a cumplir este desafío?

Cuando expresas tus opiniones y explicas situaciones, basándote en evidencias, estás manifestando un **pensamiento crítico**. Con esta actitud podrás discutir sobre la veracidad de argumentos y fundamentar tu postura frente a alguna temática.

## Aplicaciones de la manipulación genética

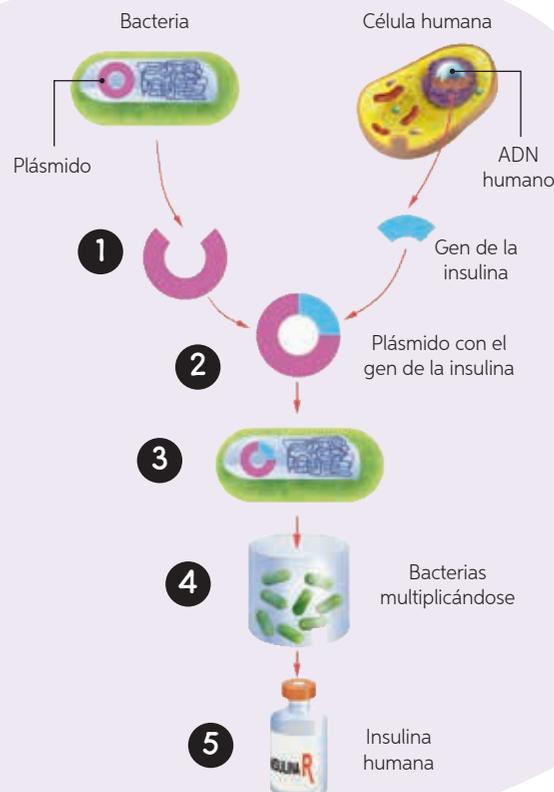
Las técnicas de manipulación del ADN han posibilitado el uso de la ingeniería genética en múltiples áreas. No obstante, también han surgido cuestionamientos éticos ante ello, principalmente por los posibles riesgos que representa el uso de organismos transgénicos, tema que actualmente está en debate. Te invitamos a estudiar algunas aplicaciones de la ingeniería genética.

### Obtención de fármacos

En algunos casos, la industria farmacológica ha optado por hacer uso de la tecnología del ADN recombinante en la fabricación de algunos medicamentos. En este caso, se transfieren genes humanos a bacterias, las que se reproducen rápidamente y en un número elevado, lo que posibilita obtener una gran cantidad del medicamento en poco tiempo. Un ejemplo de ello es la **insulina humana sintética**, hormona empleada para el tratamiento de la diabetes *mellitus*, que es producida por bacterias transgénicas.

Obtención de insulina humana a partir de bacterias transgénicas

- 1 El ADN del plásmido y el gen de la insulina son cortados con enzimas de restricción.
- 2 Se incorpora el gen de la insulina en el plásmido.
- 3 El plásmido, que ahora posee el gen de la insulina, es reinsertado en la bacteria.
- 4 La bacteria se multiplica produciendo un elevado número de células las que, en conjunto, sintetizan grandes cantidades de insulina humana.
- 5 La insulina se purifica y se almacena en frascos para su distribución y uso.

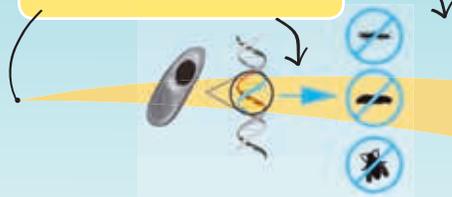


## Cultivos transgénicos

La manipulación del ADN también ha posibilitado que la industria agrícola incorpore genes foráneos en ciertas plantas con el fin de aumentar la producción y otorgarles ciertas propiedades, como la tolerancia a condiciones adversas y la resistencia a herbicidas y a plagas. [¡Visualízalo!](#)

### Obtención de una planta transgénica

**1** Se identifica y aísla el gen de la característica que se desea otorgar a la planta.



**2** El gen aislado se inserta en el genoma de la planta, principalmente mediante dos métodos:

**Biolística:** pequeños balines de metal que tienen adherido el gen de interés en su superficie. Estos, una vez disparados sobre las células de la planta, ingresan en el núcleo celular.



**3** Se detectan y seleccionan las células que han incorporado el gen de forma exitosa.

**Por medio de *Agrobacterium tumefaciens*:** se incorpora un plásmido con el gen de interés en la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Esta última transfiere dicho plásmido a las células de la planta.



**4** Una vez seleccionadas las células, bajo condiciones de laboratorio, se obtienen plantas enteras que expresan la característica deseada.



●●● Actividad colaborativa

#### Analiza y reflexiona en torno a los cultivos transgénicos

Reúnanse en duplas de trabajo e ingresen el código en [◀18TB2M231a](#) en el sitio: <http://codigos.auladigital.cl>. Lean y comenten la noticia relacionada con los cultivos transgénicos, en la que se presentan diferentes visiones sobre esta temática. Compartan y argumenten su opinión al respecto.

#### Sintetiza tus aprendizajes

Creen una infografía que les permita sintetizar los contenidos sobre manipulación genética estudiados hasta el momento y la información abordada en la noticia anterior.

## Alimentos transgénicos

La obtención de organismos transgénicos ha posibilitado que la industria alimentaria proporcione ciertas características a algunos de sus productos, como es el caso de los tomates transgénicos, capaces de crecer en suelos con una elevada concentración de sales, pues se les ha incorporado el gen de una proteína relacionada con el balance iónico e hídrico de la célula. Además, esta industria ha producido animales transgénicos para mejorar la producción del ganado y de otros animales, por ejemplo, mediante la obtención de individuos de mayor tamaño y resistentes a condiciones adversas.



Salmón transgénico de mayor tamaño y su ejemplar natural.

## Elaboración de vestimenta y detergentes

Al interior de las células se producen, de forma permanente, múltiples reacciones químicas. Todas ellas son posibles por la acción de las **enzimas**, moléculas (principalmente proteínas) que se encargan de acelerar estas reacciones químicas. En las últimas décadas, muchas enzimas han sido usadas en diversos procesos industriales los que, mediante técnicas de ingeniería genética, se han optimizado. Ejemplo de ello, es la elaboración de algunos **productos textiles** a partir de la utilización de enzimas obtenidas de organismos transgénicos, como es el caso de ciertas bacterias que han sido modificadas genéticamente para producir grandes cantidades de índigo, pigmento extraído originalmente de plantas, que le otorga a los *jeans* su coloración azul. En la industria de los **detergentes** también se ha empleado este tipo de técnicas. Las enzimas optimizan la eficiencia de los detergentes, permitiendo que el trabajo de limpieza se realice en amplios rangos de temperatura y en períodos cortos de lavado. Por medio de la ingeniería genética, se han podido producir numerosas enzimas las que, una vez obtenidas, son aisladas, purificadas y envueltas en cápsulas que son incluidas junto con el resto de los componentes de los detergentes.



El índigo es uno de los pigmentos más antiguos. Una prenda teñida con índigo, que fue descubierta durante una excavación en la ciudad de Tebas, ubicada en Grecia, se remonta al año 2500 a. C.

●●● Actividad colaborativa

### Desarrolla una investigación científica: usos de la ingeniería genética

1. Reúnanse en duplas de trabajo y profundicen, mediante fuentes confiables, sobre las aplicaciones abordadas, y evalúen su impacto en la vida cotidiana, la economía y el medio ambiente. Para ello, pueden acceder al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar los códigos ◀18TB2M232a, ▶18TB2M232b, ▶18TB2M232c y ▶18TB2M232d. Luego, seleccionen una herramienta gráfica que les permita comunicar su investigación, por ejemplo, un afiche, una presentación digital, etc., y compártanla con su curso.
2. Reflexionen en torno a la siguiente pregunta:

¿Qué opinión tienen respecto de que existan y se comercialicen productos transgénicos que son de uso cotidiano, y que pueden estar al alcance de muchas personas? Argumenten.

## Mundo digital

Ingresa el código ◀18TB2M232e en <http://codigos.auladigital.cl> y revisa la información sobre los **biocombustibles**. Luego, elabora una presentación digital que te permita comunicar las respuestas a estas interrogantes:

- ¿A partir de qué necesidad o problemática se producen biocombustibles?
- ¿De dónde se obtienen los biocombustibles?
- ¿Cuál es el impacto de los biocombustibles para nuestra vida?

Comparte tu trabajo con tu curso.

## Evidencias Científicas

¿Cuáles son las principales evidencias que les permitieron sustentar sus argumentos? Resúmanlas en sus cuadernos.

Aunque no lo creas, la literatura, los cómics y el cine, se han adelantado a diversos escenarios de nuestra sociedad, que se han producido o bien, podrían hacerlo. Uno de estos escenarios es justamente la manipulación genética en seres humanos.

En 1993 se publicó la novela *Un mundo feliz* escrita por el novelista británico Aldous Huxley. En esta historia se narra un mundo futurista en el que todas las personas son creadas de forma artificial, y manipuladas desde su estado embrionario, con el propósito de mejorar o deteriorar su crecimiento, y otras de sus características, según la casta a la que se ha determinado que pertenezcan. Dichas castas se numeran desde las que presentan características más ventajosas hasta las menos favorecidas. De esta manera, se determina el lugar que a cada persona le corresponde en la sociedad.

Algo parecido se representa en la película del director neozelandés Andrew Niccol, *Gattaca* estrenada en 1997. El film examina las consecuencias de las prácticas de mejoramiento de la especie humana, y cómo estas podrían generar “discriminación genética”.



### ¡Manos a la obra!

- 1 Formen equipos de trabajo de tres integrantes, e investiguen sobre la trama de la novela *Un mundo feliz* y de la película *Gattaca*. Para ello, busquen reseñas sobre ambas obras y analícnlas. Pueden ingresar el código ◀18TB2M233a en la página web <http://codigos.auladigital.cl>.
- 2 Si es posible, consigan el libro y complementen su análisis, leyendo y comentando el primer capítulo. También pueden ver el film *Gattaca* si así lo desean.
- 3 Elaboren un ensayo sobre su investigación, en el que describan el contenido del material que revisaron y su evaluación personal sobre las implicancias éticas que están en juego.
- 4 Pidan ayuda a su profesor de **Lengua y Literatura** para desarrollar su ensayo y, una vez realizado, preséntenselo para que lo evalúe.
- 5 Respecto de sus actitudes, comenten estas preguntas:
  - a. ¿Qué opinan sobre los escenarios descritos en el libro y la película?, ¿les gustaría que este tipo de contexto fuera una realidad? Expliquen.
  - b. ¿Cuán posible ven, en un futuro próximo, ocurra lo representado en el libro y en la película? ¿En qué se basan para responder?
  - c. Si tuvieran que apoyar o refutar las prácticas descritas en ambas obras, ¿cuáles serían sus argumentos?

#### Avanza en tu proyecto

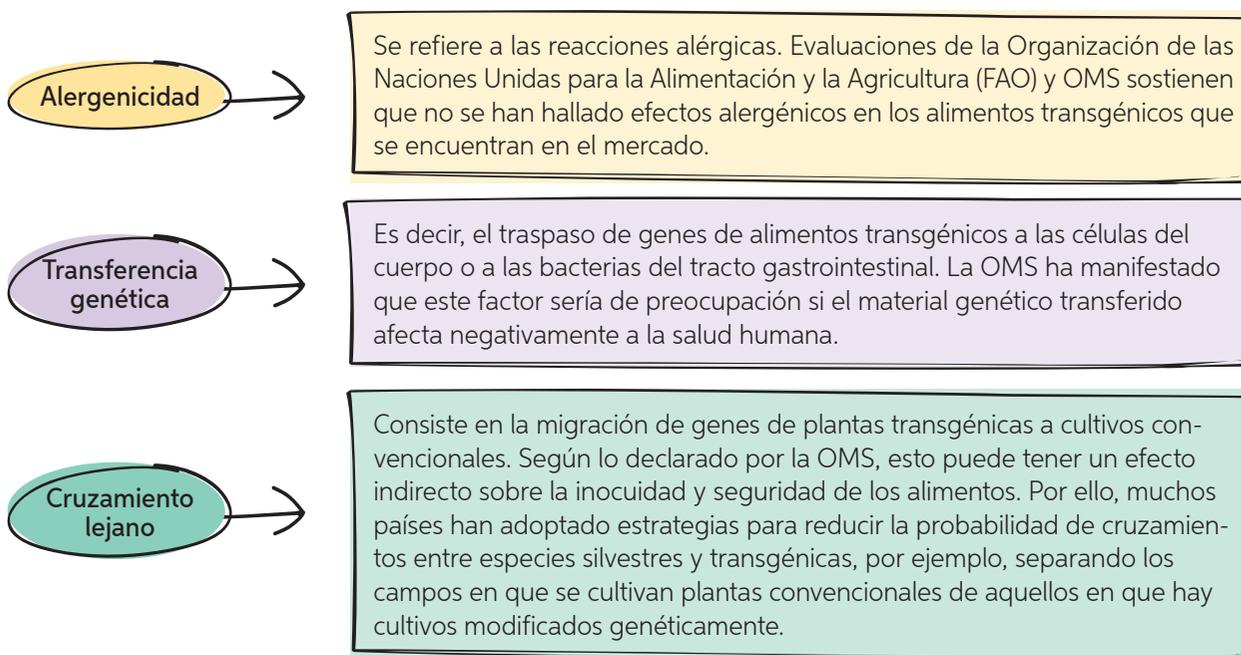
Utilicen la información que recopilaron para desarrollar este trabajo en la elaboración de un folleto que pueda ser utilizado como material de difusión para la exposición previa al debate.

## Cuestionamientos de la manipulación genética

Junto con los avances en ingeniería genética, han surgido cuestionamientos éticos sobre su práctica. Estos apuntan principalmente al uso de organismos transgénicos en la industria alimentaria. Si bien la modificación genética en seres vivos ha traído ventajas, hay quienes están en desacuerdo con esta práctica debido a los posibles riesgos que puede implicar, principalmente en dos ámbitos: la **salud** y la **preservación de la biodiversidad**.

### Implicancias en la salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala tres tópicos principales en este ámbito: la **alergenicidad**, la **transferencia de genes** y el **cruzamiento lejano**.



A pesar de lo anterior, parte de la comunidad científica y de la opinión pública señala que el consumo de alimentos transgénicos podría provocar enfermedades o presentar cierta toxicidad. Además, hay quienes sostienen que la elaboración y comercialización de estos productos debería abordarse también desde una perspectiva social, ética y de seguridad, tanto para el ser humano como para los demás organismos y el medio ambiente. Por ello, es primordial que se efectúen continuamente investigaciones que permitan resolver dudas e incertidumbres sobre esta temática y proveer de conocimientos rigurosos para establecer buenas prácticas y criterios regulatorios sobre el manejo de los factores de riesgo asociados.

●●● Actividad colaborativa

#### Investiga y explica, ¿a favor o en contra de los transgénicos?

Reúnete con un compañero o compañera y averigüen, en fuentes de información confiables, argumentos a favor y en contra sobre los organismos transgénicos. Luego, analicen la información que recopilaron y comenten con qué argumentos están más de acuerdo. Para efectuar esta actividad, pueden acceder al sitio <http://codigos.auladigital.cl>, e ingresar el código ◀18TB2M234a.

#### Una nueva actitud

Debido a que el consumo de alimentos obtenidos de organismos transgénicos trae consigo posibles riesgos para la salud de las personas, el etiquetado de estos productos ha adquirido una gran relevancia en los últimos años.

- ¿Consideras importante que las personas se informen sobre qué alimentos son transgénicos? ¿Por qué?
- ¿Crees que es necesario legislar acerca del etiquetado de los alimentos transgénicos? Explica.

## Implicancias en la preservación del entorno y la biodiversidad

Se ha señalado que la obtención y el uso de los organismos transgénicos también podría ocasionar perturbaciones en ciertos ecosistemas, principalmente por la desaparición o alteración de las especies y de las dinámicas naturales de interacción ecológica.

La OMS señala las principales preocupaciones que se tienen sobre los efectos de los organismos transgénicos en el medio ambiente. Algunas de ellas son:

La capacidad potencial de los organismos transgénicos para disgregarse e introducir los genes manipulados en organismos silvestres.

La susceptibilidad de seres vivos, que no se desean combatir, a sustancias que producen organismos transgénicos. Por ejemplo, insectos que no son plagas se ven afectados por un plaguicida que es sintetizado por una planta modificada genéticamente.

La reducción de la diversidad de otras especies vegetales.

Un mayor uso de sustancias químicas en la agricultura.

No es posible hacer afirmaciones generales sobre la inocuidad de todos los organismos y alimentos transgénicos, puesto que cada uno de ellos presenta genes foráneos específicos, que han sido incorporados en su genoma mediante técnicas y condiciones particulares. Lo anterior, junto a muchos cuestionamientos, exige que esta práctica esté siempre sometida a un marco regulatorio y se desarrolle dentro de protocolos estrictos, bajo la supervisión de instituciones especializadas y manteniendo informada a la opinión pública.

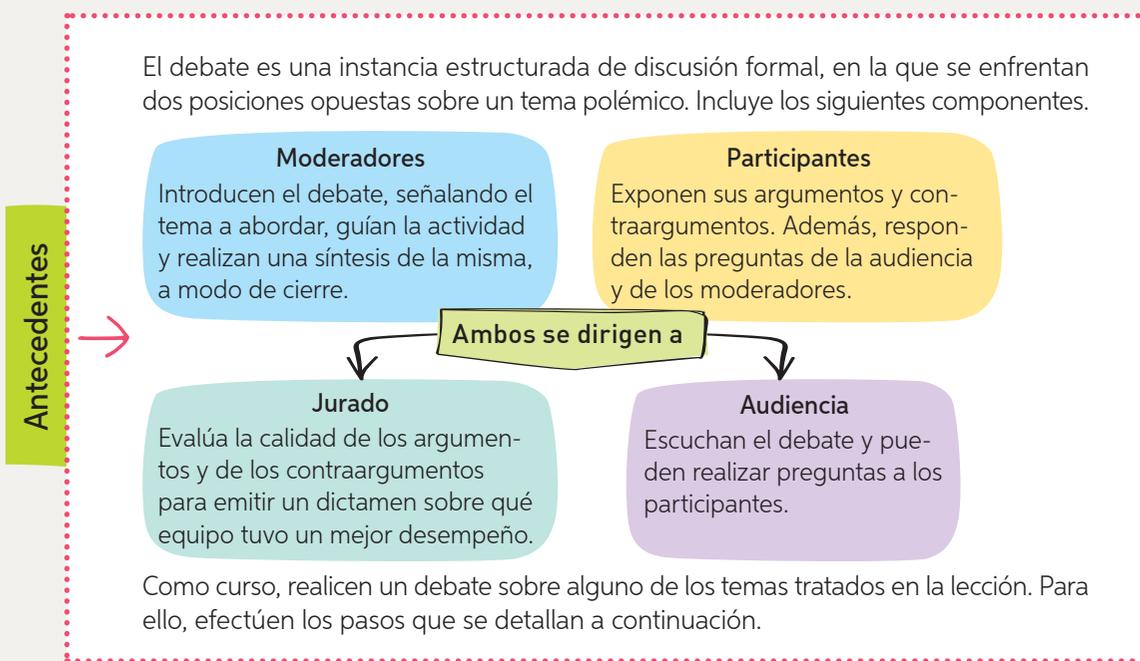
●●● Actividad colaborativa

### Desarrolla una investigación científica: transgénicos en Chile

1. Reúnanse en duplas de trabajo y busquen fuentes de información, como noticias, artículos académicos, etc., sobre la producción de organismos y alimentos transgénicos en Chile, incluyendo las normas regulatorias que rigen esta práctica y diferentes puntos de vista de expertos y expertas en esta materia. Para ello, pueden ingresar los códigos ◀18TB2M235a, ◀18TB2M235b y ◀18TB2M235c en el sitio <http://codigos.auladigital.cl>.
2. Elaboren una estrategia de síntesis que les permita resumir la información que recopilaron.
3. Desarrollen una puesta en común en torno a la siguiente pregunta: ¿Se debe prohibir o permitir la producción y consumo de alimentos transgénicos en Chile? Para desarrollar esta estrategia, pídanle ayuda a su profesor o profesora de **Lengua y Literatura**.
4. Argumenten el punto de vista asignado, considerando los riesgos y beneficios de esta práctica en los ámbitos salud, agricultura y ganadería.
5. Comuniquen la estrategia de síntesis y los principales argumentos que presentaron durante su debate, y evalúen en conjunto las implicancias éticas y sociales que puede provocar la manipulación genética para Chile.

### Alfabetización científica

En ciencias, **comunicar**, es una habilidad que requiere de conocimientos y creatividad. Para desarrollarla, deben divulgar sus observaciones, preguntas y predicciones, explicándolas y describiéndolas de forma oral, escrita o gráfica. Para ello, pueden usar diversos recursos, como herramientas digitales, esquemas, dibujos, maquetas, gráficos y tablas.



**PASO 1**

**Definan un tema polémico y puntos de vista contrarios.**

El debate se debe realizar a partir de un hecho o situación de interés que favorezca la reflexión de los participantes, y que genere dos puntos de vista contrapuestos. Por ejemplo: ¿Es correcto, desde el punto de vista ético, realizar prácticas de modificación genética en seres humanos con la finalidad de obtener individuos con determinadas características?

- 🗨️ Conversen como curso y determinen el tema que eligieron.
- 🗨️ Revisen si el tema escogido cumple con los requisitos de un debate.

**El tema elegido...**

- Está relacionado con los contenidos de la lección.
- Propicia la reflexión de los y las participantes.
- Posibilita establecer posturas opuestas.

Si este no cumple con todas estas condiciones, propongan otro.

- 🗨️ Definan las opciones contrapuestas formuladas de manera que ninguna de ellas se vea favorecida ante la otra. Por ejemplo:

**Punto de vista 1.** La modificación del ADN en seres humanos es una práctica válida desde el punto ético pues, mediante ella, se mejora el progreso de la sociedad a nivel económico, político y social.

**Punto de vista 2.** La modificación del ADN en seres humanos es una práctica inadecuada desde el punto de vista ético, pues con ella se atenta contra la dignidad de las personas.

## PASO 2

## Planifiquen el debate.

- Distribuyan los roles:
  - Elijan al moderador o moderadora. Este rol lo puede ejercer más de una persona. Es importante que quien modere maneje bien los tiempos de cada intervención y dirija la discusión desde una postura neutra.
  - Seleccionen al jurado. Se recomienda un grupo de siete a ocho personas. Para emitir el dictamen, las personas del jurado deben evaluar el contenido y la forma del debate, no las opiniones.
  - Determinen los equipos de debate. Es recomendable que no sean más de 10 participantes. En este caso, cada equipo defenderá una postura, independiente de si los integrantes estén o no de acuerdo con esta.
- Definan las condiciones del debate:
  - Determinen cuál será la audiencia a la que se dirigirá el debate. En este caso, puede ser otros cursos, los apoderados o apoderadas, u otros miembros de la comunidad.
  - Decidan cuándo se realizará el debate, el tiempo total en que se desarrollará y los tiempos destinados para la intervención y conclusiones de cada participante, para la ronda de preguntas y para la síntesis final.
  - Elijan el espacio donde se realizará y planifiquen la distribución de sus integrantes, considerando que los equipos queden separados por los que moderen.

## PASO 3

## Preparen el debate.

Preparen el contenido del debate: los equipos deben investigar, elaborar argumentos, buscar evidencias para la posición que defenderán, anticiparse a preguntas o a argumentos de sus contrincantes y preparar contraargumentos. Además, el jurado debe investigar, elaborar la pauta de evaluación con los criterios que considerarán para tomar su decisión y organizar su funcionamiento. Los moderadores deben investigar, elaborar preguntas gatilladoras y preparar la ejecución del debate.



Existen dos tipos de argumentación: la **secuencial** y la **dialéctica**. Ingresen el código ◀18TB2M237a en la página web: <http://codigos.auladigital.cl> y profundicen sobre ellas. Esto les ayudará a preparar los argumentos del debate.

## Ahora tú

Apliquen los pasos de este taller para organizar, como curso, un debate sobre las implicancias éticas, la legislación y las limitaciones de la **clonación terapéutica** y **reproductiva**. Investiguen sobre esta temática en fuentes de información confiables. Si lo desean pueden acceder al sitio web <http://codigos.auladigital.cl> e ingresar los códigos ◀18TB2M237b, ◀18TB2M237c y ◀18TB2M237d.



## Portafolio

1. Como grupo curso, elijan una estrategia de síntesis para presentar los contenidos de la lección, como parte del material de **difusión** hacia la comunidad escolar.
2. Escriban de manera individual, su posición respecto de los contenidos de la lección, y señalen argumentos para fundamentarla. Reúnan todas estas opiniones en un panel que podrán presentar el día de la exposición.
3. Organicen el debate que van a realizar en la fecha definida para presentar su **proyecto**. Consideren cómo van a efectuar la convocatoria y si harán un registro audiovisual de esta instancia.

Descubre cómo va tu proceso de aprendizaje, mediante las siguientes actividades.

- 1 Para jugar necesitas una ficha u otro objeto pequeño. Avanza con tu ficha a través de las casillas. En cada una de ellas te enfrentarás a diversos desafíos.

**TU MISIÓN ES OBTENER LA INSULINA HUMANA SINTÉTICA.**

**¡COMIENZA!**

Ubica tu ficha acá

**1**

¿Qué vector debes ocupar? Avanza un casillero si estás en lo correcto; si no lo estás, vuelve al punto de partida.

**2**

Ya cuentas con una enzima de restricción. ¿Qué función cumple? Si aciertas, avanza por la flecha en diagonal. De lo contrario, vuelve a intentarlo y avanza al siguiente casillero.

**3**

¡Problemas! El aislamiento del gen de la insulina falló. Explica los pasos para aislar este gen e inténtalo nuevamente. Si aciertas, avanza un espacio; si no aciertas, vuelve al inicio.

**4**

Acabas de recibir un nuevo equipamiento para tu laboratorio. Avanza un casillero.

**5**

¡Felicitaciones! Lograste aislar el gen de la insulina. Avanza un espacio.

**6**

¿Qué tipos extremos debes formar en el gen y en el vector para que estos se unan? Avanza un casillero si estás en lo correcto; si no es así, retrocede tres espacios.

**7**

Fundamenta tu respuesta anterior y avanza un casillero. De lo contrario, retrocede cuatro espacios.

**8**

Une el gen al vector. ¿Qué enzima debes ocupar? Avanza un espacio si estás en lo correcto; si no es así, retrocede dos casilleros.

**9**

Ya tienes el gen unido al vector, ¿dónde debes insertarlo ahora? Si respondes bien, avanza un casillero. De lo contrario, retrocede seis espacios.

**10**

Ahora, comenzarás a obtener grandes cantidades de insulina. Avanza un espacio.

**11**

¿Qué debes hacer con la insulina que obtuviste? Avanza un casillero si respondes bien; si te equivocas, quédate donde estás y vuelve a intentarlo.

**12**

¡Lograste tu objetivo! Ahora debes comunicar tu trabajo: ¿cómo lo harías? Si respondes bien avanza un espacio. En caso contrario, retrocede un casillero.

**¡BIEN HECHO!**

Tuviste un gran desempeño

- 2 Imagina que eres la organizadora u organizador de un debate sobre la manipulación genética en cultivos y que, por ello, debes determinar todos los puntos que se van a discutir en la jornada. Al respecto, realiza lo solicitado a continuación.

Plantea una pregunta que pueda ser abordada en el debate.

Formula dos puntos de vista contrapuestos.

- a. Si tuvieras que optar por alguna de estas dos opciones, ¿cuál elegirías?
- \_\_\_\_\_
- b. Señala dos argumentos que emplearías para defender tu punto de vista.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**¿Cómo has aprendido?**

- 1 Responde la pregunta esencial de esta lección: **¿Qué efectos produce la manipulación genética?** Para ello, haz uso de los aprendizajes que has ido desarrollando.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de aprendizaje que crees haber alcanzado.

Aprendizajes	Escala de valoración de desempeño		
	Logrado	Medianamente logrado	Por lograr
Explicar aplicaciones que han surgido de la manipulación genética. (Pregunta 1)			
Evaluar el impacto de las aplicaciones de la manipulación genética. (Pregunta 2)			

- 3 Marca con un ✓ las estrategias de estudio que te ayudaron a enfrentar los desafíos de mayor dificultad; con una **R** las que te fueron útiles para repasar contenidos ya aprendidos; y con una **X** las que deben ser modificadas o reemplazadas por otras.

	Investigar y comunicar resultados		Otra:	
	Sintetizar y relacionar contenidos		Otra:	
	Desarrollar esquemas y dibujos		Otra:	
	Participar en debates		Otra:	

# Síntesis activa

A continuación, se presentan nociones esenciales sobre los contenidos que estudiaste en la unidad y las páginas donde estos se encuentran. Si quieres reforzar alguno de ellos, regresa a las páginas señaladas.



## ¿Qué descubriste?

### Lección 7

Páginas 190 a 221

¿Cómo heredamos las características genéticas?

- Muchos de nuestros mecanismos de herencia de características pueden ser explicados mediante las leyes de Mendel.
- La herramienta tablero de Punnett nos permite predecir el genotipo y fenotipo de la progenie pues, por medio de esta, podemos representar las combinaciones de genes en la generación filial.
- Existen genes localizados en los cromosomas sexuales, que presentan mecanismos de herencia diferentes de los genes autosómicos.
- El análisis de pedigrís permite rastrear fenotipos y genotipos en diferentes generaciones de una familia.



### Lección 8

Páginas 222 a 239

¿Qué efectos produce la manipulación genética?

- La ingeniería genética es una disciplina en la que se modifica el material genético de un organismo para otorgarle nuevas características, principalmente por medio de la tecnología del ADN recombinante.
- Esta tecnología ha permitido manipular el ADN y transferir genes de una especie a otra, lo que ha posibilitado el desarrollo de múltiples aplicaciones en diversas áreas, como la industria alimentaria, farmacológica y textil.
- La manipulación genética ha generado controversia, pues hay quienes afirman que genera múltiples beneficios y otros que enfatizan en los posibles riesgos e implicancias éticas involucradas en ella.

## ¿Cómo lo descubriste?

### Habilidades científicas

- Analizando evidencias obtenidas en investigaciones científicas.
- Usando modelos para describir fenómenos y apoyar explicaciones.
- Planificando una investigación científica no experimental.

### Actitudes científicas

- Usando las TIC de manera responsable y efectiva.
- Esforzándome y perseverando en el trabajo.

### Habilidades científicas

- Planificando una investigación científica no experimental.
- Comunicando los resultados de una investigación científica no experimental.
- Argumentando basándome en evidencias.

### Actitudes científicas

- Desmostrando interés y curiosidad por el conocimiento.
- Manifestando una actitud de pensamiento crítico.

¿Crees que debes reforzar alguna de las habilidades trabajadas? De ser así, ¿cómo lo harías?

¿Cómo estas actitudes te ayudaron a cumplir tus metas?

¿Qué otras actitudes pusiste en práctica para desarrollar los aprendizajes de la unidad?

## ¿Cómo podrías sintetizar lo que descubriste?

Ahora te presentamos los pasos necesarios para desarrollar la siguiente estrategia de síntesis: **esquema de ideas principales** con las nociones esenciales de la **Lección 8**.

**PASO 1**

Escribe en un recuadro localizado en el centro, la idea principal o el concepto clave de la lección.

**PASO 2**

Añade información relacionada con la idea central y organízala en torno a esta última. Pueden ser definiciones, características o imágenes que permitan visualizar las relaciones entre los conceptos.

### Tecnología utilizada

#### Tecnología del ADN recombinante:

- Vectores. Por ejemplo, plásmidos, fragmentos de ADN circular de origen bacteriano.
- Enzimas de restricción, moléculas que reconocen y cortan segmentos específicos de ADN.
- Enzima ligasa, molécula que permite unir el segmento de ADN aislado con el vector.

### Aplicaciones

- Fármacos, como la insulina humana sintética, obtenida a partir de bacterias transgénicas.
- Alimentos elaborados a partir de cultivos y animales transgénicos.
- Enzimas utilizadas en la industria de los detergentes y en la fabricación de vestuario.

### Idea principal

Las tecnologías empleadas en ingeniería genética han permitido manipular el ADN y transferir genes foráneos a organismos con el propósito de que estos expresen alguna característica. Los seres vivos que reciben, de forma artificial, uno o más genes de otras especies y los incorporan en su material genético se denominan organismos transgénicos. Esto ha originado múltiples aplicaciones, pero también conlleva la reflexión en torno a diversas implicancias éticas y sociales.

### Posibles riesgos

- En la salud: alergenidad, transferencia genética y cruzamiento lejano.
- En la preservación del entorno y biodiversidad: posible desaparición o alteración de las especies y de las dinámicas naturales de interacción ecológica, entre otras consecuencias.

### Implicancias éticas y sociales

Existen múltiples cuestionamientos en torno a la manipulación genética. Por ello, es muy importante mantener informadas a las personas sobre esta práctica, la cual se debe desarrollar bajo un marco regulatorio, utilizando protocolos estrictos y con la supervisión continua de expertos y expertas en el tema.

### Ahora tú

Construye en tu cuaderno tu propio esquema de ideas principales sobre las nociones esenciales de la **Lección 7**. Para ello, aplica los pasos que acabas de revisar.

Realiza las siguientes actividades para que conozcas cómo has integrado los aprendizajes de la unidad.

### 1 CONCRETAMOS NUESTRO PROYECTO



Ha llegado el momento de concluir y dar a conocer su proyecto.

#### Ejecutemos nuestro proyecto

Recopilen la información y el material que elaboraron mediante las actividades de la unidad, y adaptenlos como recursos de **difusión**, por ejemplo, afiches, folletos y trípticos, para ser presentados a la comunidad educativa durante la exposición. También pueden digitalizar algunos de los materiales y compartirlos mediante correo electrónico. Procuren revisar los recursos que elaboraron antes de hacerlos circular, así podrán asegurar la calidad de los mismos. Para ello, apliquen aprendizajes trabajados en otras asignaturas, como **Lengua y Literatura**: revisión bibliográfica y desarrollo de textos escritos; **Educación tecnológica**: uso de herramientas tecnológicas para el procesamiento y comunicación de la información; y **Artes Visuales**: diseño gráfico del material de difusión. Recuerden que dicho material les servirá para informar y motivar a los demás integrantes de su colegio y prepararlos para la exposición y debate que van a presenciar.

Preparen la exposición, utilizando los productos que elaboraron en la sección **Portafolio**, y planifiquen el debate aplicando los pasos que trabajaron en el **Taller de estrategias** de las páginas 236 y 237.

#### Comuniquemos nuestro proyecto

Realicen la exposición y debate que prepararon. Elaboren y apliquen una encuesta que les permita conocer la apreciación de los y las asistentes, considerando diversos aspectos, por ejemplo, la organización del evento, la calidad del material presentado y el desarrollo del debate. De esta forma, podrán evaluar su desempeño como grupo curso. Si es posible, hagan un registro audiovisual de esta instancia y compártanla con el resto de la comunidad educativa. Así motivarán a otros cursos a realizar proyectos como este.

#### Reflexiona de forma personal sobre tu desempeño:

¿Qué aprendiste al desarrollar este proyecto? Considera conocimientos, habilidades y actitudes.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

De las actividades que realizaste, ¿cuál o cuáles te gustaron más?, ¿en qué consistían?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿En qué medida te sientes capaz de emitir juicios fundamentados sobre la manipulación genética? Explica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 2 Una científica realizó diferentes cruces con tres plantas de arveja de tallo alto: **planta 1**, **planta 2** y **planta 3**, cuya procedencia es desconocida. Dichos cruces y sus resultados están descritos en la siguiente tabla.

	Cruce 1	Cruce 2	Cruce 3
	Planta 1 x planta de tallo corto	Planta 2 x planta de tallo corto	Planta 3 x planta de tallo corto
Resultado	210 plantas tallo alto.	108 plantas tallo alto. 104 plantas tallo corto.	90 plantas tallo alto. 93 plantas tallo corto.

Respecto del procedimiento y los resultados presentados, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué pregunta o problema habrá querido resolver esta científica? Plantéalo y fundaméntalo.

---

---

- b. ¿Qué genotipos presentan las plantas 1, 2 y 3? Justifica tu respuesta.

---

---

- 3 En las aves de corral, la presencia de cresta en la cabeza y el color negro de las plumas dominan sobre las características ausencia de cresta y plumas rojas. Al respecto, realiza lo que se solicita a continuación.

- a. Representa, por medio de un tablero de Punnett, las diferentes combinaciones de alelos que se producirían en el cruce de dos aves heterocigotas para ambas características.
- b. Explica estos resultados a partir de los principios propuestos por Mendel.

- 4 Señala y explica un ejemplo concreto y cotidiano que esté relacionado con los siguientes conceptos abordados en la unidad: **biotecnología**, **ingeniería genética**, **manipulación genética** y **organismos transgénicos**.

---

---

---

---

---

5 Lee el siguiente documento y realiza lo solicitado:

## Vacunas transgénicas

Desde su descubrimiento en 1796, las vacunas han sido utilizadas con gran éxito para erradicar diversas enfermedades, salvando millones de vidas. A pesar de su efectividad, la elaboración tradicional de vacunas presenta ciertas dificultades, como los elevados costos de producción y las estrictas medidas para asegurar la atenuación adecuada de la cepa infecciosa utilizada. Además, existen enfermedades, como el VIH-sida, en las que dicha elaboración tradicional de vacunas no es útil. Ante esto, avances en ingeniería genética han posibilitado la creación de una nueva generación de vacunas para, principalmente, lograr respuestas inmunitarias más eficaces y conseguir nuevas vías de administración. Algunas de estas vacunas se explican a continuación.



- **Vacunas atenuadas:** emplean agentes patógenos que han sido modificados genéticamente, eliminando los genes que provocan su virulencia.
- **Vacunas vectores:** utilizan microorganismos y partículas, como bacterias y virus no patógenos, a los que les han incorporado genes de agentes infecciosos que codifican para los antígenos que desencadenan la respuesta inmune. Este método podría permitir el desarrollo de vacunas que inmunicen simultáneamente para varias enfermedades, por ejemplo, incorporando en un virus genes de diferentes agentes patógenos.
- **Vacunas de subunidades:** se aíslan genes que codifican proteínas que provocan la respuesta inmune, por ejemplo, proteínas de cápsulas de los virus. Estos genes se insertan en una célula huésped, como una bacteria o levadura, que comienza a sintetizar grandes cantidades de estas proteínas, las que posteriormente son utilizadas como vacunas.
- **Vacunas de ADN:** consisten en el uso de plásmidos en los que se introducen genes que codifican la producción de uno o más antígenos de un agente infeccioso. El plásmido, al ser inyectado en la piel o músculo de un paciente, ingresa al núcleo celular, comandando desde allí la producción de los antígenos del agente patógeno que gatillarán la respuesta inmune.

Ojo

Las **vacunas** corresponden a preparados elaborados con versiones debilitadas del patógeno, o bien con sus antígenos, los que al ser inyectados en un organismo, promueven la producción de anticuerpos. Los **antígenos** son partículas extrañas al organismo que son capaces de desencadenar una respuesta inmunitaria.

Si bien muchas de estas tecnologías se encuentran en etapa de desarrollo, su uso podría traer múltiples beneficios. Por ejemplo, se prevé la disminución de riesgos en su producción a escala industrial, pues no se trabaja en ningún momento con agentes patógenos. Además, según datos de la UNICEF, se estima que la aplicación de estas vacunas evitará la muerte de 8 millones de niños por año en todo el mundo.

Fuente: ArgenBio. *Vacunas recombinantes. Cuaderno n.º 71. Porquebiotecnologia.com.ar.* (Adaptación).

Evalúa el impacto de la elaboración de vacunas transgénicas en nuestra sociedad. Para ello, argumenta considerando los siguientes ámbitos: social, económico y ambiental.

---

---

---

---

---

- 6 Imagina que eres un científico o científica que desea incorporar, en una planta de papa, los genes que contienen la información para la síntesis de la toxina Bt, insecticida natural obtenido de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Al respecto, dibuja un esquema con los pasos que deberías seguir para cumplir con tu propósito y las herramientas de ingeniería genética que tendrías que ocupar. Explica brevemente cada uno de estos pasos.



Ahora, propón un argumento a favor y otro en contra para este tipo de práctica.

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

**¿Cómo has aprendido?**

- 1 Al principio de la unidad te planteamos una **gran incógnita: ¿Cómo se heredan las características genéticas y qué implicancias tiene manipularlas?** Resuelve dicha incógnita, integrando todos los aprendizajes que has trabajado.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 2 Revisa tus respuestas junto con tu profesora o profesor y, según tus resultados, marca con un ✓ el nivel de desempeño que alcanzaste para los aprendizajes trabajados en la unidad.

Aprendizajes	Preguntas		
 Explicar, sobre la base de evidencias, procesos de herencia genética en plantas y animales.	1 a 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
 Evaluar y argumentar aplicaciones e implicancias que han surgido a raíz de la manipulación genética.	1 y 4 a 6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 3 Reflexiona en torno a estas preguntas.
- ¿Cumpliste las metas que te propusiste al inicio de la unidad?, ¿a qué lo atribuyes?
  - Si tuvieras que abordar nuevos desafíos por medio de las estrategias de estudio que empleaste en esta unidad: ¿cuál o cuáles elegirías?, ¿por qué?

Dirígete a la **página 17** del texto, y responde en tu cuaderno, las preguntas de la **Ruta de aprendizaje** correspondientes a esta unidad.



Los lóbulos de mis orejas están separados de mi cara.

Heredado

Adquirido



Tengo mis orejas perforadas.

Heredado

Adquirido



El color natural de mi cabello es castaño oscuro.

Heredado

Adquirido



Uso tintura para cambiar el color de mi cabello.

Heredado

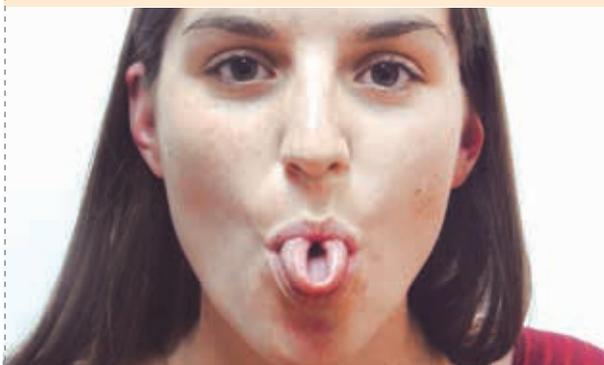
Adquirido



Puedo doblar la lengua en U.

Heredado

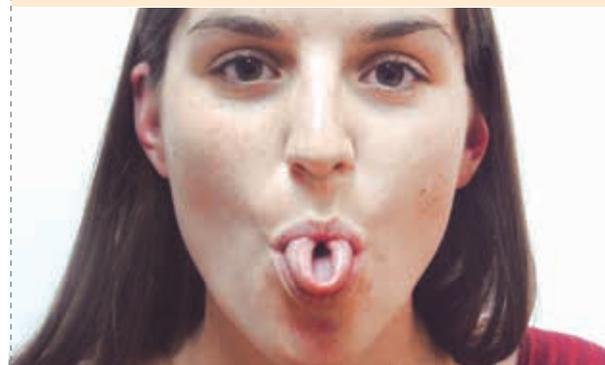
Adquirido



Me gustan los sabores dulces.

Heredado

Adquirido





Al sonreír, se me forman hoyuelos.

Heredado

Adquirido



Siempre sonrío cuando saludo a alguien.

Heredado

Adquirido



Presento ceguera al color.

Heredado

Adquirido



Tengo habilidades para pintar.

Heredado

Adquirido



Tengo pecas, al igual que mi papá.

Heredado

Adquirido



Tengo la piel bronceada.

Heredado

Adquirido





# ¿Cómo hacer un proyecto?

## Inicio: planificamos nuestro proyecto

- Los invitamos a que se reúnan con tres o cuatro compañeros de curso. Los integrantes del equipo que conformen van a trabajar para llevar a cabo uno o varios de los proyectos que elijan realizar. También podrán hacer los que encuentran propuestos al interior del texto.
- El proyecto puede ser implementado en su colegio e integrar a distintas personas de su comunidad escolar, tener aplicaciones de uso tecnológico o contribuir a que sus compañeros y compañeras de curso o estudiantes de otros niveles comprendan un tema, entre muchas otras alternativas. Para concretarlo integrarán conocimientos de diversas disciplinas y podrán recurrir a los docentes de otras asignaturas, en caso de que sea necesario.
- Ahora que ya conocen a su grupo, y si no les han asignado un tema para su proyecto, entablen una conversación que les permita descubrir aquellas problemáticas, relacionadas

con la asignatura, que sean de su interés y que puedan planificar como proyectos. Lo primero y más importante de esta etapa es que logren concebir la idea que van a desarrollar. A ello pueden destinarle todo el tiempo que sea necesario, hasta que se sientan conformes con su propuesta.

- Recuerden que pueden recurrir a sus ideas previas, tomar referencias de otros proyectos que conozcan, revisar alguna noticia del ámbito de las ciencias, realizar observaciones directas, investigar sobre un contenido mencionado en el texto, seleccionar un tema sugerido por su profesor o profesora, o definirlo a partir de las ideas que surjan de los integrantes del grupo.
- Para ayudarse a tomar una decisión, reúnanse como equipo y respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué queremos hacer? ¿Qué temas nos interesan? Escriban una lista con algunas ideas.
- ¿Qué tema elegimos y qué sabemos de este antes de comenzar?
- ¿Cuál es el objetivo de nuestro proyecto?
- ¿Es posible hacerlo? Si su respuesta es no, pueden modificar su idea o el objetivo.
- ¿Cómo lo podríamos llevar a la práctica?
- ¿Qué necesitamos para ello?
- ¿Quién nos puede ayudar con lo que no sabemos?
- ¿Dónde podemos encontrar información confiable?
- ¿Qué nombre le pondremos al proyecto?
- ¿Qué tenemos que hacer para organizarnos?

- Construyan una tabla en su cuaderno para planificar esta primera etapa de búsqueda de información. Para ello, puede considerar los siguientes aspectos: integrante, rol asignado para esta etapa, tareas a realizar y plazo acordado.
- Ahora que han distribuido las tareas pueden finalizar esta etapa y evaluar algunos puntos de su participación. Para ello, completen individualmente esta tabla.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Asumí tareas voluntariamente para colaborar con el grupo?			
¿Propuse ideas novedosas al imaginar nuestro proyecto?			
¿Participé activamente en la reflexión teniendo en cuenta mis puntos de vista y respetando los de los demás?			
¿Hice sugerencias creativas para facilitar la organización del proyecto?			
¿Aporté con mi sello personal al momento de decidir nuestra idea de proyecto?			
¿Me siento parte del proyecto?			

# Cómo hacer un proyecto

## Desarrollo: ejecutamos nuestro proyecto

- En esta etapa deberán centrarse en realizar aquellas acciones necesarias para llevar a cabo el proyecto. En la planificación, completaron en grupo una tabla con tareas que cada uno debía realizar. Reúnanse y hagan un chequeo. Si quedan temas pendientes, revisen qué falta, qué deben hacer para cumplirlo y, si es necesario, reasignen nuevas tareas.
- Es importante que como equipo lleven una bitácora donde dejen registro de todas las decisiones, preocupaciones, preguntas, problemas, cambios, ideas, observaciones, dibujos, mediciones, resultados y acuerdos que se originen en el grupo. No descarten nada de inmediato, ninguna idea o plan, aunque lo desestimen a medida que avance la ejecución del proyecto. Pueden elegir a un secretario. Otro integrante del grupo deberá encargarse de tomar fotografías y/o grabar las experiencias a realizar.

• ¿Qué alternativas tenemos para realizar nuestro proyecto? De estas, ¿cuál elegiremos?

• ¿Hay algo que no estamos considerando que pueda ser importante antes de continuar?

• ¿Qué dificultades podríamos enfrentar?

● En esta etapa es cuando deben definir los pasos a seguir para ejecutar todos aquellos procedimientos, diseños, creaciones y acciones que sean necesarios para dar cuenta de lo que tienen proyectado y los materiales que van a necesitar para ello.

● Es posible que no logren desarrollar todas sus tareas en una sesión. Si es así, pónganse de acuerdo para decidir cómo van a distribuir las responsabilidades y fijen una nueva fecha para continuar con su desarrollo. Es importante cumplir con las fechas acordadas.

● Antes de comenzar, les sugerimos intentar responder preguntas como:

• ¿Qué información es crucial que conozcamos para llevar a cabo este proyecto y no hemos tomado en cuenta aún?

• ¿Cómo podemos concretar lo que tenemos pensado hacer? Escriban una lista con los **pasos** necesarios para ello y en el orden en que deben hacerlos.

• ¿Qué tenemos pendiente antes de continuar?

- Nuestro objetivo al seguir estos pasos es:

---



---



---



---

- ¿Cuánto tiempo estimamos que nos puede tomar cada paso?

---



---



---



---

- ¿Dónde vamos a realizar cada una de las tareas?

---



---



---



---

- ¿Podemos hacer todo lo presupuestado solos o requerimos apoyo? Si es así, ¿de quién(es)?

---



---



---



---

### ¿Qué tenemos que hacer para llevar a cabo el proyecto?

Completen la siguiente tabla para definir quién hará qué en esta segunda etapa de ejecución.

Integrante	Rol asignado para esta etapa	Pasos en los que participa y funciones	Materiales necesarios	Fecha de ejecución

Según los plazos que se hayan fijado, que deben tener directa relación con la naturaleza del proyecto, podrán definir cuándo llevar a la práctica los pasos acordados y hacerlos, sin olvidar que aún queda una etapa por cerrar. Tras haber ejecutado el proyecto, les sugerimos evaluar algunos puntos de su participación hasta el momento. Para ello, completen individualmente la siguiente tabla.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Me logré comunicar con mi equipo para dar a conocer mis sugerencias y solicitarles ayuda cuando lo necesité?			
¿Traté de manera respetuosa a mis compañeros y compañeras de grupo?			
¿Colaboré en todas las tareas que se me asignaron y propuse otras?			
¿Tomé la iniciativa para proponer soluciones y concretar acciones?			
¿Contribuí con mi actitud a generar un ambiente de trabajo grato?			
¿Me sentí motivado y logré contagiar a los demás integrantes del equipo?			

# Cómo hacer un proyecto

## Cierre: comunicamos nuestro proyecto

-  Ha llegado el momento de compartir su proyecto con las personas de su entorno para comunicarles todo lo que han logrado como equipo.
-  Nuevamente, distribuyan en esta etapa las tareas necesarias para preparar su exposición y los materiales de apoyo que van a requerir, según el formato de la presentación que decidan realizar: exposición oral, presentación PowerPoint, póster, video, entre otras.
-  No olviden incluir en su presentación preguntas como: ¿Por qué hicimos este proyecto?, ¿cómo lo hicimos?, ¿qué encontramos?
-  Si es necesario, en la exposición pueden ayudarse con tarjetas que incluyan información clave. Antes de disertar, tengan en consideración responder las siguientes preguntas. Marquen con un ✓ en cada caso.

- |  |   |
|--|---|
| • ¿Dominamos como grupo el tema que vamos a presentar? <input type="radio"/>                                 | • ¿Tenemos claro lo que vamos a destacar del proyecto? <input type="radio"/>    |
| • ¿Contemplamos los tiempos que requiere cada integrante del grupo en la exposición? <input type="radio"/>   | • ¿Hemos definido el mensaje que queremos transmitir? <input type="radio"/>     |
| • ¿El material que vamos a exponer está bien presentado y potencia el proyecto? <input type="radio"/>        | • ¿Identificamos cómo queremos involucrar a la audiencia? <input type="radio"/> |
| • ¿Hemos considerado algunas de las preguntas que nos podrían hacer y cómo abordarlas? <input type="radio"/> | • ¿Surgieron nuevas interrogantes que debemos resolver? <input type="radio"/>   |
| • ¿Tenemos claros los puntos débiles del proyecto? <input type="radio"/>                                     | • ¿Tenemos posibilidades de continuar con este proyecto? <input type="radio"/>  |

-  Antes de concluir el proyecto, siempre es bueno reflexionar sobre lo realizado. Para ello, les sugerimos responder las siguientes preguntas:

¿Logramos concretar nuestro proyecto?	
¿Cumplimos con el objetivo que nos habíamos propuesto?	
¿Quedamos satisfechos con el trabajo realizado?	
¿Surgieron problemas o errores que no pudimos prever? Si es así, ¿cuáles?	
¿Qué factor importante no consideramos al momento de implementar nuestra idea?	
¿Hubiese sido necesario realizar otras tareas que no nos ocurrieron en la planificación?	
¿Se puede mejorar nuestro proyecto? Si es así, ¿cómo?	
Si otro grupo va a desarrollar un proyecto con características similares, ¿qué sugerencias podríamos brindarle?	

 Reúnanse como equipo y completen la siguiente pauta antes de dar a conocer su proyecto.

• ¿Cómo nos gustaría exponer nuestro proyecto? Escriban una lista con algunas ideas.

---



---



---



---

• ¿A quiénes les vamos a comunicar nuestro proyecto?

---



---



---



---

• Nuestro objetivo al exponer es:

---



---



---



---



---

### ¿Qué tenemos que hacer para llevar a cabo el proyecto?

Completen la siguiente tabla para organizar esta tercera etapa y compartir su proyecto con otros.

Integrante	Rol asignado para esta etapa	Tareas a realizar	Materiales de apoyo que va a necesitar	Tiempo para exponer

 Ahora que ya tienen claro lo que van a exponer y cómo hacerlo, fijen una fecha, hora y lugar, y convoquen a su audiencia. Una vez que terminen, les sugerimos destinar un espacio para que dialoguen y recopilen aquellos comentarios, sugerencias y aportes de sus compañeros(as) y de su profesor(a), para que puedan saber cómo fue recibido su trabajo y ustedes también puedan relatar su experiencia.

 ¡Han llegado al final de las etapas, felicitaciones! En este camino se han visto enfrentados a diferentes desafíos. Por un lado, crear un proyecto innovador, en el que tuvieron que trabajar en equipo, de manera autónoma y organizada; por otro, involucrar en este proceso a una comunidad escolar que también fue partícipe de sus logros.

 Tal como lo hicimos en las otras etapas, los invitamos a completar individualmente la siguiente tabla y ya con ello dar por concluido el proyecto.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Actué de manera generosa con mis compañeros y compañeras de grupo?			
¿Me involucré con la planificación, ejecución y comunicación del proyecto?			
¿Me comprometí para dar a conocer este proyecto a la comunidad?			
¿Fui capaz de reconocer mis errores y ser tolerante?			
¿Me esforcé por hacer un buen trabajo?			
¿Quedé conforme con mi participación en este proyecto?			

## Bibliografía utilizada para la elaboración del texto

- Alberts B. y Bray D. (2006). *Introducción a la biología celular*. (2.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Campbell, N. y Reece, J. (2007). *Biología*. (7.ª ed.). Madrid: Médica Panamericana.
- Curtis, H. y Barnes, S. (2008). *Biología*. (7.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Griffiths. (2002). *Genética*. (7.ª ed.). Madrid: McGraw Hill-Interamericana.
- Guyton, A. y Hall, J. (2006). *Tratado de Fisiología médica*. (11.ª ed.). Madrid: Elsevier.
- Hoffman, B. et al. (2016). *Williams Gynecology*. (2.ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Education.
- Kronenberg, H. (2009). *Williams: tratado de endocrinología*. (11.ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Nowicki, S. (2015). *Biology*. Orlando, FL: Holt McDougal.
- Sadava D., et al. (2009). *Vida, la ciencia de la biología*. (8.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Silverthorn, D. (2008). *Fisiología humana: un enfoque integrado*. (8.ª ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.

## Bibliografía recomendada para el estudiante

- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2013). *Biología. La vida en la Tierra con Fisiología*. (9.ª ed.). México, D. F.: Pearson Educación.
- Hoffman B, et al. (2016). *Williams Gynecology*. (2.ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Education.
- Raven P., Jonson G., Manson K., Losos, J. y Singer S. (2017). *Biología*. (11.ª ed.). Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Titora, G. J. y Derrickson, B (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*. (13.ª ed.). México, D. F.: Médica Panamericana.

## Sitios webs recomendados

- <http://www.crececontigo.gob.cl/>
- <http://www.educarchile.cl/>
- <http://www.explora.cl/>
- <https://www.goconqr.com/es-CL>
- <http://www.johnkyrk.com/index.esp.html>
- <https://www.pixton.com/es/>
- <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>
- <http://www.senda.gob.cl/>
- <http://www.who.int/es/>
- <http://www.yoestudio.cl/>



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

