|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | **Fundamentos de genética** |
| Código del guion | GUION CN\_08\_06\_CO |
| Descripción | A través de los genes, los padres les transmiten a sus hijos las características que determinan cómo son. Explora esta aventura por la genética y conoce su modo de acción. |

[SECCIÓN 1]**1 La genética**

¿Sabes por qué los hijos se parecen a sus padres? ¿Has pensado cómo se transmiten las características de padres a hijos? La respuesta a estas preguntas la tiene la **genética**.

La genética es la rama de la biología que estudia la **herencia** biológica, es decir, la manera en que los **padres** les transmiten las características a sus **hijos** a través de la **reproducción**.

Las características que un individuo hereda a sus hijos o **descendientes** se denominan **caracteres hereditarios**. Un carácter entonces es una característica de un ser vivo, como el color de los ojos de un animal o la forma de las hojas de una planta.

La información sobre qué características tendrá un organismo está en su **ADN**. Y como durante la **reproducción** los padres dan **copias** de su **ADN** a los hijos, estos terminan teniendo características parecidas a las de sus padres.

Características como el **color del pelo**, la **forma del lóbulo de la oreja**, la **percepción de sabor amargo** de ciertas sustancias y muchos otros caracteres son **heredados** a través del ADN.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | El **ADN** es una molécula presente en las células de todos los seres vivos. En organismos **eucariotas** como los humanos, el ADN se encuentra en el **núcleo**, mientras que en **procariotas** como las bacterias, está disperso en el **citoplasma**.  El ADN se conoce como la **molécula de la vida** porque contiene la lista de instrucciones necesarias para crear un individuo. A partir de la información registrada en el ADN, las células producen **moléculas funcionales** como las **proteínas**, fundamentales para su desarrollo. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG1 |
| **Descripción** | Adolescente con pecas |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ El material genético/ Imagen 1 |
| **Pie de imagen** | La presencia de pecas, el color del pelo o tener la barbilla con o sin hoyuelo, son características físicas hereditarias. Nuestra apariencia viene determinada por el ADN, aunque puede ser influenciada por el ambiente. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC10 |
| **Título** | La genética |
| **Descripción** | Interactivo que explica qué es la genética y por qué es importante |

Amplía la información sobre los conceptos básicos de genética en la página web del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación de España [[VER]](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos9.htm)

[SECCIÓN 2]**1.1 La importancia de la genética**

Todos los **seres vivos** tenemos **ADN** y este ejerce una influencia directa sobre nuestras vidas: determina nuestro **aspecto** así como la **respuesta** que tengamos a muchas **condiciones del medio** y a ciertas **enfermedades**. En los humanos, la información del ADN se relaciona también con la **inteligencia** y la **personalidad**.

La genética es importante para los **individuos**, para el desarrollo de las **sociedades** y para el avance de la **biología**. Veamos de qué manera:

* La genética es importante para los **individuos** porque ha permitido **comprender** cómo se transmite la información a lo largo de las **generaciones**, y cómo ciertos **cambios** en el ADN pueden **afectar** o **beneficiar** directamente al **individuo**.
* La genética también ha traído beneficios a la **sociedad**. Por ejemplo, en el campo de la **medicina** ha permitido entender que enfermedades como la **diabetes**, el **asma** y la **hipertensión** tienen un **componente genético** importante. Esto significa que un padre con alguna de estas enfermedades puede **heredar** a sus hijos la **susceptibilidad** a desarrollarla; es decir, sus hijos serán **más vulnerables** a padecer la enfermedad. Conocer esto ayuda a tener en cuenta los cuidados necesarios para prevenir o tratar la enfermedad.
* El estudio de la genética es importante para el avance de la **biología** porque permite entender por qué los seres vivos son tan variados y cómo los organismos generan nuevas características. Gracias a la genética, es más fácil comprender la historia de la vida en la Tierra.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG2 |
| **Descripción** | Niño recibiendo una vacuna |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [227904523](http://www.shutterstock.com/pic-227904523/stock-photo-little-boy-looking-at-his-arm-while-receiving-vaccine.html?src=0gh-lOaYp6Wwfr2V-UBhfg-1-21) |
| **Pie de imagen** | Los conocimientos en **genética** permiten generar **vacunas** y **fármacos** más específicos que pueden salvar **muchas vidas**. |

[SECCIÓN 2]**1.2 La historia de la genética**

La genética es una ciencia relativamente **joven** ya que tan solo tiene cerca de **100 años**. Sin embargo, los humanos la han utilizado durante **miles de años** sin saberlo.

Se cree que hace aproximadamente **12 000 años**, cuando las personas comenzaron a **cultivar plantas** y a **domesticar animales** en Medio Oriente, ya se aplicaban los **principios de la herencia.** Las personas seleccionaban plantas o animales con ciertas características, como una mayor producción de leche o de frutos. Entonces hacían que los organismos con las características deseadas se reprodujeran entre sí, para obtener más ejemplares con esas mismas características.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Los principios de la herencia son más antiguos que el estudio científico de la herencia** |
| **Contenido** | Desde hace mucho tiempo los humanos han obtenido plantas **resistentes a enfermedades** o a **plagas.** Esto se hace seleccionando organismos con resistencia natural y haciendo que se reproduzcan más que los que no tienen la resistencia. Con el tiempo se establece una población compuesta solamente por individuos resistentes. |

Mucho antes del surgimiento de la genética como ciencia, diferentes investigadores se interesaron en observar la manera en la que se **transmitían** las características de una **generación a otra**.

Al principio, las investigaciones se centraban en ver qué pasaba con las características de los hijos al compararlas con las de los padres. Más adelante, con la mejoría de los microscopios y el avance de la química, se comenzaron a investigar las moléculas involucradas en la herencia.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG3 |
| **Descripción** | Arveja (arvejas) y Mendel – Desarrollar el montaje como se presenta en el cuadro de abajo. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Imagen de arvejas en [157769456](http://www.shutterstock.com/pic-157769456/stock-photo-closeup-of-green-peas.html?src=A-3GQ5kiR21IChtmWfYKYQ-1-26)  Imagen de Mendel en https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gregor\_Mendel\_Monk.jpg |
| **Pie de imagen** | **Mendel** realizó los primeros trabajos de **genética** mediante la reproducción de diferentes plantas de arvejas. Observó que algunas tenían las mismas características de sus progenitores, mientras que otras tenían características diferentes. Gracias a sus observaciones formuló las **leyes de la herencia**, que permiten predecir en casos sencillos cuáles características heredarán los descendientes y en qué proporción. Los resultados que Mendel publicó en **1866** no fueron valorados en su tiempo, pero 35 años más tarde, varios investigadores los retomaron y les dieron la importancia que merecían. |

En sus 100 años de existencia, la genética ha avanzado rápidamente. Actualmente se conoce el ADN **humano** y el de otros **animales**, así como de **bacterias**, **hongos**, **protistas** y **plantas**.

[SECCIÓN 2]**1.3 Consolidación**

Realiza la siguiente actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC20 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: la genética |
| **Descripción** | Actividad acerca de la genética y su importancia |

[SECCIÓN 1]**2 Los genes**

Piensa en tus **rasgos físicos**, por ejemplo, el color de tu piel, la forma de tu pelo (liso o rizado), si puedes doblar o no la lengua en forma de U. Esos rasgos, al igual que muchos más, dependen de las **proteínas** que conforman tu cuerpo.

Así, hay proteínas en tu pelo que hacen que sea rizado o liso, y la cantidad de ciertas proteínas en la piel determina su color. Todo nuestro **cuerpo** está hecho en gran medida por proteínas, que son **moléculas** especiales que usan los seres vivos para llevar a cabo la mayoría de sus **funciones**.

¿Cómo sabe un organismo cuáles proteínas hacer? La información de las proteínas de un organismo se encuentra guardada en su **ADN**, desde allí, la célula lee las instrucciones y las transforma en proteína.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **El ADN: una gran molécula en un espacio diminuto** |
| **Contenido** | El ADN contiene demasiada información. Los científicos han determinado que el ADN es una hebra larga, que cabe en una célula gracias a que se enrolla lo suficiente.  Si desenrolláramos el ADN de una célula humana, esta hebra llegaría a medir aproximadamente 2 metros de longitud. |

El ADN se puede dividir en fragmentos llamados **genes**. Un **gen** es un fragmento de ADN que tiene la información necesaria para hacer una proteína. Cuando un gen es leído para hacer la proteína, se dice que se ha **expresado**.

Cada especie tiene un número determinado de genes; los humanos, por ejemplo, tenemos cerca de **25 000**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Un **carácter** es una característica, como el **color de la flor**.  Un **rasgo** es una forma particular de un carácter, por ejemplo las **flores blancas**.  Un **gen** es un fragmento de ADN que tiene las instrucciones para hacer una proteína. Los genes ayudan a determinar los rasgos que caracterizan a los **seres vivos**.  En los genes se encuentra el registro de los **caracteres** de un ser vivo, los cuales se heredan de **generación en generación**. |

[SECCIÓN 2]**2.1 La ubicación de los genes**

Los genes están en zonas específicas del ADN llamadas **locus**. En otras palabras, el locus de un gen es su ubicación en la molécula de ADN, el cual a su vez se encuentra **dentro** **de las células** de **todos los organismos**.

* En las **células eucariotas**, la mayoría de los genes están dentro del **núcleo** **celular** y se conocen como **genes nucleares**. Otros genes se encuentran en las **mitocondrias** y se les denomina **genes mitocondriales**.

En las células **vegetales**, también eucariotas, la mayoría de los genes son **nucleares**, otros son **mitocondriales** y los restantes son **genes cloroplásticos**, es decir, están en los **cloroplastos.**

* En las células **procariotas**, todos los genes se encuentran en el **citoplasma**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG4 |
| **Descripción** | Célula vegetal |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [142194052](http://www.shutterstock.com/pic-142194052/stock-vector-easy-to-edit-vector-illustration-of-plant-cell-diagram.html?src=Dpuvy1lSTLogdA02yXkeIQ-1-1)  Señalar en la imagen solamente el núcleo (*nucleus*, en inglés), la mitocondria (*mitochondria*) y el cloroplasto (*chloroplast*). Los nombres van en español, y todos los demás se quitan. |
| **Pie de imagen** | En las células **eucariotas**, el material genético se encuentra principalmente en el **núcleo**; aunque organelos como la **mitocondria** y los **cloroplastos** poseen sus propios **genes**. |

Cada una de las células de nuestro cuerpo contiene copias de **todos** los genes del organismo; sin embargo, en cada **tipo de célula** (muscular, nerviosa, ósea, etc.) se **activan** solamente **algunos genes**, mientras que los demás permanecen **inactivos**. Cada célula activa solo los genes que necesita, así los tenga todos.

Imagina esto como un **interruptor** en el que se **prenden** o **apagan** genes. Así, por ejemplo, aunque una **célula ocular** (de los ojos) contiene todos tus genes, allí solamente están **encendidos** aquellos con información para “célula ocular”, mientras que los demás genes están apagados.

De este modo, se diferencian cada una de tus **células**, **tejidos** y **órganos**.

[SECCIÓN 2]**2.2 Los alelos**

Para entender mejor lo que es un **alelo**, imagina una población de personas en la que algunos individuos tienen ojos cafés y otros los tienen azules. Esto significa que en esta población, el **gen** que determina el **color de ojos** presenta dos formas o **versiones** distintas: la versión del gen que da ojos cafés y la versión que da ojos azules. Cada variación en el gen es conocida como **alelo**. En otras palabras, un **alelo** es cada una de las formas que tiene un **gen**. En nuestro ejemplo, la población tiene dos alelos para el color de los ojos.

Entre más alelos tenga un gen en una población, esta tendrá mayor **variabilidad genética**. Así, si una población de aves tiene muchos alelos para el gen del color de las plumas, habrá aves de muchos colores diferentes en esa población.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG5 |
| **Descripción** | Ojos de diferentes colores. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [109564340](http://www.shutterstock.com/pic-109564340/stock-photo-set-of-real-different-open-eyes-huge-size-macro.html?src=8jrQceYz9ldlJ0xyOViHEg-1-1)  Gris  Ambar  Avellana  Azul  Verde  Café |
| **Pie de imagen** | En realidad, el color de ojos en los humanos está determinado por varios **genes**, y cada uno de ellos tiene diferentes formaso **alelos**. Estos alelos se **expresan** en distintos colores de ojos, algunos más comunes que otros. ¿Qué colores de ojos reconoces en tu salón de clases? |

Cada gen humano tiene **dos alelos**, uno aportado por la madre y el otro por el padre. Los alelos de un gen pueden ser los mismos, por ejemplo, dos alelos para ojos azules. También pueden ser diferentes, por ejemplo, un alelo para ojos azules y el otro para ojos cafés. Según la relación entre los alelos (iguales o diferentes entre sí), los organismos se denominan:

* **Heterocigotos**: cuando el individuo posee dos **alelos diferentes** para un gen.
* **Homocigotos**: cuando el individuo posee dos **alelos idénticos** para un gen. Si los dos alelos son dominantes, se tiene un organismo homocigoto dominante. Si los dos alelos son recesivos, se tiene un homocigoto recesivo.

Es importante entender que un organismo puede ser homocigoto para un gen, pero heterocigoto para otro. Entre los miles de genes que tiene una persona, algunos serán homocigotos y otros heterocigotos.

Pero, ¿qué ocurre si una persona tiene dos alelos diferentes para alguna característica? ¿Cuál de ellos se expresa? ¿Se expresan los dos al tiempo? Para responder estas preguntas, es necesario saber que los alelos pueden ser **dominantes**, **recesivos** o **codominantes**. A continuación encuentras el significado de estos términos.

[SECCIÓN 3]**2.2.1 Los alelos dominantes**

Cuando hay dos alelos diferentes, el que se expresa se llama **alelo dominante**. Así, los alelos dominantes se expresan tanto cuando están en una pareja homocigota, como heterocigota.

Supón que “café” es el alelo dominante de nuestra población imaginaria. Entonces, los individuos **homocigotos** “**café/café**” tendrán los ojos color **café**, y los individuos **heterocigotos** “**café/azul**” también tendrán los ojos café.

Como puedes ver, el alelo dominante **siempre se manifiesta**, independientemente de la combinación en la que se encuentre.

[SECCIÓN 3]**2.2.2 Los alelos recesivos**

Un **alelo recesivo** es aquel que se expresa únicamente si está con otro alelo igual,es decir, solo se manifiesta en ausencia del alelo dominante.

Supón que “azul” es el alelo recesivo de nuestra población imaginaria, entonces, los individuos **homocigotos** “**azul/azul**” serán los únicos que expresen ojos de color **azul**.

Como puedes ver, el alelo recesivo **solamente se manifiesta** cuando el individuo es homocigoto en ese gen, dado que si es **heterocigótico**, el alelo dominante se impondrá sobre el recesivo y no le permitirá expresarse.

[SECCIÓN 3]**2.2.3 Los alelos codominantes**

Los **alelos codominantes** son aquellos que se expresan al tiempo incluso cuando el individuo es **heterocigoto**. En este caso, esa persona mostrará rasgos de los dos alelos.

Supón que “café” y “azul” son alelos codominantes. En ese caso, un individuo heterocigoto “café/azul” expresaría ambos alelos simultáneamente y tendría un ojo café y el otro azul.

El ejemplo anterior es imaginario, y es útil para que comprendas fácilmente el término codominancia; sin embargo, la presencia de **heterocromía** en los humanos, es decir que un individuo tenga los **ojos de diferente color**, es producto de una **alteración genética** y no un caso de **codominancia**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **La anemia falciforme: un ejemplo real de codominancia en humanos** |
| **Contenido** | La **anemia falciforme** es una enfermedad en la que los **glóbulos rojos** (células sanguíneas encargadas de transportar oxígeno a todos los tejidos) se deforman. Es un ejemplo de codominancia en humanos porque los individuos heterocigotos “**glóbulo redondo/glóbulo deforme**” expresan ambos alelos, es decir, en su sangre tienen algunos glóbulos sanos y otros deformes. |

[SECCIÓN 2]**2.3 La representación de los genes**

Los **genes** se simbolizan mediante **letras**. Si un gen tiene **dos alelos**, se le asigna una **letra mayúscula** al **alelo dominante**, y la misma **letra minúscula** al **alelo recesivo**.

Por ejemplo, podemos tener un gen en el que el alelo dominante se llama **M**, y el alelo recesivo se llama **m**. En este caso, las posibles combinaciones de alelos para este gen se representan así:

* Homocigoto dominante: MM
* Heterocigoto: Mm
* Homocigoto recesivo: mm

Para representar un gen con **alelos codominantes**, a cada alelo se le asigna una letra mayúscula acompañada de un superíndice (otra letra, más pequeña y arriba). Supongamos que hay un gen que tiene un alelo recesivo y dos codominantes. Los podríamos representar así:

* Alelo codominante A: IA
* Alelo codominante B: IB
* Alelo recesivo: i

Cuando alguno de los alelos codominantes esté con el recesivo, se expresará el codominante. Si están los dos codominantes juntos, ambos se expresan.

Puedes entender esto mejor estudiando los alelos que definen el tipo de sangre humano. Los seres humanos tenemos tres alelos para el tipo de sangre. Estos alelos son **IA**, para la sangre tipo **A**; **IB**, para la sangre tipo **B**, e **i**, para la sangre tipo **0**. Las diferentes combinaciones de alelos resultarían en:

* IA produce sangre tipo A
* IB produce sangre tipo B
* IA IB produce sangre tipo AB
* IA iproduce sangre tipo A
* IB iproduce sangre tipo B
* iproduce sangre tipo 0

Otro gen diferente determina el llamado **factor Rh** de la sangre, que solo tiene dos alelos: positivo (+) y negativo (-), siendo el positivo el alelo dominante.

Entonces, una persona que tenga los alelos IB i y los alelos Rh+ Rh-, tendría sangre de tipo B+.

En la página web del Proyecto Biosfera puedes ampliar la información y realizar las actividades complementarias [[VER]](http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/4ESO/genetica1/contenidos9.htm)

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC30 |
| **Título** | Genes y alelos |
| **Descripción** | Interactivo para estudiar los genes y los alelos |

[SECCIÓN 2] **2.4 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC40 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: el material genético |
| **Descripción** | Actividad para consolidar conceptos acerca de los genes y la información hereditaria |

[SECCIÓN 1]**3 Los cromosomas**

Un **cromosoma** es una estructura conformada por ADN enrollado alrededor de proteínas. Como llevan el ADN, los cromosomas portan los genes de un organismo.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG6 |
| **Descripción** | Cromosoma |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar  Obtenido de <http://www.areaciencias.com/biologia/cromosomas.html> |
| **Pie de imagen** | Los **genes** se encuentran dentro de los **cromosomas**, que están hechos de proteínas y ADN. Las **células eucariotas** tienen sus cromosomas en el **núcleo**, mientras que el **cromosoma** de los **procariotas** se encuentra en el **citoplasma**. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC50 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular / Los cromosomas |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Animación:  La animación que se encuentra en el recurso no corresponde a los cromosomas. De existir en los registros, podría usarse, de lo contrario, se sugiere hacer una animación similar a la encontrada en el enlace web <http://www.areaciencias.com/biologia/cromosomas.html> De esta, se tendrían en cuenta los siguientes momentos:  segundo 28 a minuto 56 y del minuto 3:48 a 4:32  La animación debe iniciar con la proyección de un bebé humano al que se le haría un acercamiento y posteriormente se presenta lo que aparece en la animación de ejemplo (ver el enlace propuesto).  El audio a incluir es:  En el interior de cada célula, existen unos corpúsculos en forma de hilo que contienen la información hereditaria. Estos cuerpos filamentosos conocidos como cromosomas, son los portadores de los códigos microscópicos denominados genes. Los genes y los cromosomas constituyen el manual de instrucciones necesarias para formar cada ser vivo, a través de ellos, la información hereditaria puede transmitirse de padres a hijos.  Los cromosomas están compuestos por una sustancia llamada cromatina. En las células eucariotas, la cromatina se tiñe intensamente y está integrada a su vez por ADN y proteínas histonas que ayudan al empaquetamiento de los cromosomas.  Durante la reproducción celular, los cromosomas se condensan, sus cuerpos filamentosos se contraen, haciéndose más cortos y gruesos.  Al examinar con detalle un cromosoma, se observa un centrómero, es decir una región aglomerada o condensada, que puede variar de posición en cada cromosoma, dándole una forma característica. También se observan sus cromátidas hermanas idénticas, que se unen a través del centrómero. Se reconocen además, los telómeros o extremos de los cromosomas, y dos porciones de diferente tamaño: una grande conocida como brazo Q y una más pequeña o brazo p.  Según el nivel de empaquetamiento que tenga el ADN, se puede diferenciar claramente el nucleosoma, formado por ADN e histonas en una estructura similar a una esfera; el solenoide que corresponde al conjunto de nucleosomas y se asemeja a un collar de perlas, y en un nivel mayor de organización, se observa el cromosoma propiamente dicho.    Aclaración: Mientras se menciona el último párrafo del audio, en la animación debe evidenciarse lo siguiente:    Cambios en léxico:  Modificar la definición de centrómero por:  “Región del cromosoma donde se unen las cromátides hermanas”  Modificar la definición de solenoide por:  “Nivel de compactación formado por el conjunto de nucleosomas. Se ve como un collar de perlas.  Cambios en comprensión:  Modificar las preguntas por:  ¿Por qué son necesarias las histonas?  ¿Por qué es importante la compactación del ADN durante la división celular?  Cambios en investiga:  Modificar la instrucción por:  Busca información acerca del cariotipo humano, y los tipos de cromosomas que existen en él.  Se conservan los links que aparecen en este espacio.  Cambios en la ficha del profesor  Objetivo  El objetivo de este interactivo con animación es que los estudiantes conozcan la estructura de un cromosoma y el proceso de empaquetado de la molécula de ADN que da origen a los cromosomas, base de la división celular.  Propuesta  Durante la presentación  Luego de proyectar la animación al grupo, realice las siguientes acciones didácticas asociadas:  - Léxico: los términos propuestos permiten profundizar en los conceptos tratados en la animación y otros relacionados. Muestre primero los términos y pida a los alumnos que intenten definirlos. Comenten juntos las respuestas dadas y haga las aclaraciones pertinentes.  - Comprensión: recoja las aportaciones a cada una de las preguntas y vuelva a presentar la animación para comprobar si las respuestas que han sugerido los estudiantes son correctas.  - ¿Por qué son necesarias las histonas?  Las histonas se necesitan para mantener compactado y ordenado el ADN.  - ¿Por qué es importante la compactación del ADN durante la división celular?  Esta compactación consigue que el material genético se pueda separar correctamente una vez duplicado en ambas células hijas. Si se mantuviera enmarañado, no habría control de cuáles genes pasan a una célula y cuáles pasan a otra. - Investiga: forme grupos de dos estudiantes, cada grupo busca información relacionada con los tipos de cromosomas (metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos) que forman el cariotipo humano. Pida que elaboren un pequeño informe con imágenes para entregarlo en la siguiente sesión, en la que pueden hacer una puesta en común de todas las contribuciones.  Después de la presentación  Como una forma de facilitar la comprensión del vocabulario incluido en este recurso, puede realizar la siguiente actividad complementaria:  Escriba en el tablero una palabra del vocabulario y pida a los estudiantes que la definan. Uno de ellos propone su definición y los compañeros pueden corregirle, si es preciso. Si es correcta, el estudiante propone otra palabra y se repite el procedimiento. Si es incorrecta, el compañero que la haya corregido correctamente propone la palabra.  Cambios en la ficha del estudiante  **Los cromosomas**  Los cromosomas son estructuras con forma de filamento que aparecen durante la división celular. Su misión es transmitir la información contenida en el ADN de la célula madre a las células hijas.  Los cromosomas están constituidos por una cadena de ADN muy enrollada a la que se unen unas proteínas denominadas histonas para formar unos largos filamentos denominados fibras de cromatina.  Mientras no existe división celular, la cromatina se encuentra dispersa por el núcleo, pero durante la división celular, la cromatina se empaqueta para formar los cromosomas. Cada cromosoma tiene un centrómero y dos cromátidas hermanas que contienen la misma información genética. Cada cromátida está formada a su vez por dos brazos que pueden tener la misma longitud o una longitud diferente y se denominan brazo corto (p) y brazo largo (q).  **El empaquetamiento o condensación del ADN**  Este proceso se lleva a cabo en varias fases:  1. El ADN está constituido por una cadena de filamentos de cromatina enrollada sobre sí misma formando una doble hélice.  2. Los filamentos de cromatina se enrollan alrededor de unas proteínas denominadas histonas.  3. Las histonas se empaquetan en grupos y el ADN se enrolla de nuevo alrededor, creando el nucleosoma.  4. Los nucleosomas se empaquetan enrollándose entre sí formando unas fibras llamadas solenoides.  5. En el siguiente nivel de compactación, el solenoide se pliega en forma de bucles alrededor de unas proteínas que forman el esqueleto de los cromosomas.  6. Esta estructura se vuelve a enrollar sobre sí misma formando los cromosomas.  **Los tipos de cromosomas**  Los cromosomas pueden clasificarse en función de la posición del centrómero:  - Los cromosomas metacéntricos tienen el centrómero en el centro.  - Los cromosomas submetacéntricos tienen el centrómero algo desplazado del centro.  - Los cromosomas acrocéntricos tienen el centrómero muy desplazado hacia un extremo.  - Los cromosomas telocéntricos tienen el centrómero en un extremo del cromosoma. |
| **Título** | Los cromosomas |
| **Descripción** | Interactivo con animación incluida que presenta la estructura del cromosoma y su proceso de condensación durante la división celular. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC60 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Identifica las partes de la estructura de un cromosoma |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Sin cambios |
| **Título** | Identifica las partes de la estructura de un cromosoma |
| **Descripción** | Actividad para repasar las características y partes de la estructura de un cromosoma. |

[SECCIÓN 2]**3.1 El número cromosómico**

El **número de cromosomas** puede **variar** de una especie a otra. Las **bacterias,** por ejemplo, tienen todos sus genes en **un cromosoma** solamente, mientras que en otros organismos, los genes se encuentran repartidos en dos o más cromosomas. Los humanos, por ejemplo, tenemos **46 cromosomas**.

En general, los organismos que tienen **reproducción sexual** tienen sus cromosomas en **pares**, pues cada uno de los progenitores aporta un cromosoma de cada tipo. Por ejemplo en el caso de los humanos, aunque tenemos 46 cromosomas, en realidad solo tenemos 23 tipos distintos de cromosomas, pero tenemos de a 2 cromosomas de cada tipo. Uno de los cromosomas de cada pareja es aportado por el padre y el otro por la madre.

El número de cromosomas es igual en todas las células de un organismo, excepto en las **células sexuales** (si las tiene). En ellas están todos los tipos de cromosomas pero solo hay uno de cada uno. En los humanos, por ejemplo, todas las células que no son sexuales (llamadas **células somáticas**) tienen 46 cromosomas repartidos en 23 pares. Pero los óvulos y los espermatozoides solo tienen 23 cromosomas, pues cada uno viene solo; es decir, los cromosomas no vienen duplicados como en el resto del cuerpo. De este modo, al unirse el óvulo y el espermatozoide, el cigoto resultante tiene el número correcto de cromosomas: 46.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG7 |
| **Descripción** | Cariotipo humano |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [149370560](http://www.shutterstock.com/pic-149370560/stock-photo-normal-human-karyotype-which-is-the-diploid-pairing-of-the-chromosomes-dependant-upon-their-number.html?src=Tto1ia7OTpmyycwMUVp3qQ-1-1) |
| **Pie de imagen** | El **cariotip**o es el conjunto de **todos los cromosomas** de un individuo o célula, ordenados por parejas según su tamaño y forma. La especie humana tiene **23 pares de cromosomas**. De esos, un par es de cromosomas sexuales, es decir, los que determinan el sexo de una persona. Los cromosomas sexuales pueden ser X o Y; quien tenga dos cromosomas X será **mujer**, y quien tenga un cromosoma X y uno Y será **hombre**. No hay personas con dos cromosomas Y.  Los otros 22 pares de cromosomas, que no son sexuales, son llamados **autosomas**. |

En la siguiente tabla encuentras ejemplos del número par de cromosomas, presentes en diferentes especies:

|  |  |
| --- | --- |
| Organismo | Pares de cromosomas |
| Chimpancé | 24 |
| Perro | 39 |
| Gato | 19 |
| Ratón | 20 |
| Pollo | 39 |
| Arveja | 7 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG8 |
| **Descripción** | Cromosomas gigantes y Drosophila |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Drosophila 159857090 |
| **Pie de imagen** | En las glándulas salivales de *Drosophila melanogaster* (**mosca de la fruta**) se han observado **cromosomas gigantes** o **politénicos**, llamados así debido a que son unas 1000 veces más grandes que los cromosomas humanos.Estos insectos tienen **4 pares de cromosomas** que, debido a sus características, han sido bien estudiados. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | En los **humanos,** las **células somáticas**, es decir todas las que **forman los órganos y los tejidos**, contienen **23 pares de cromosomas**, por lo que en total hay **46**.  Las **células gaméticas humanas** (**óvulos** y **espermatozoides**) contienen solamente **23 cromosomas**. |

En genética, cada copia de un cromosoma se designa con la letra **n**. Si una célula tiene dos copias de cada cromosoma, será **2n**, y si tuviera 3 copias, sería **3n**. Además, las células reciben distintos nombres según la cantidad de cromosomas que tengan, como puedes ver en el siguiente cuadro:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo de célula | Descripción | Ejemplos |
| Haploide  (n) | Célula que consiste en una copia de cada cromosoma. | * Células sexuales animales (óvulo y espermatozoide) * Bacterias * Gametofitos vegetales |
| Diploide  (2n) | La célula tiene dos copias (homólogas) de cada cromosoma. | * Células somáticas animales * Esporofitos vegetales |
| Poliploide  (3n, 4n, etc.) | Célula que contiene tres o más copias de cada cromosoma. | * Células de algunas plantas * Células de algunas algas |

De acuerdo con lo anterior, las **células somáticas** humanas son **diploides**, mientras que las **células sexuales** son **haploides**.

[SECCIÓN 2]**3.2 Las aberraciones cromosómicas**

En general, todos los individuos de una especie tienen el **mismo número** de cromosomas; sin embargo, los **cromosomas** de un organismo pueden sufrir **cambios** conocidos como **alteraciones** o **aberraciones cromosómicas**.

Las alteraciones cromosómicas involucran una **modificación** en el **número** o la posición de los **genes**. La mayoría de estas modificaciones produce **anormalidades** en el funcionamiento de una **célula** o de un **organismo**.

Las aberraciones cromosómicas se pueden dividir en dos grupos: **cambios** en el **número de cromosomas** y cambios en la **estructura del cromosoma**.

[SECCIÓN 3]**3.2.1 Las aberraciones en el número de cromosomas**

Existen dos tipos de aberraciones en el número de cromosomas. La primera es cuando todos los cromosomas de un organismo están en un número incorrecto. Así, una especie haploide podría ser diploide o poliploide. Esto ocurre con cierta frecuencia en plantas, en donde los organismos con el número anormal de cromosomas pueden sobrevivir. En animales en cambio, esta condición casi siempre es mortal.

La otra aberración en el número de cromosomas es tener alteraciones en solo uno o unos cuantos cromosomas. Así, por ejemplo, un individuo diploide puede tener dos copias de cada cromosoma excepto en uno, en el que tenga tres. Este tipo de aberración cromosómica es muy grave, pues implica un desequilibrio genético importante. En muchos casos conlleva a la muerte del organismo, y en otros, provoca enfermedades graves. En los seres humanos, por ejemplo, cuando el cromosoma 21 tiene 3 copias, la persona padece de síndrome de Down.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG9 |
| **Descripción** | Niña Down con una flor |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [119593189](http://www.shutterstock.com/pic-119593189/stock-photo-portrait-of-beautiful-young-girl-smiling-in-the-park.html?src=gDpMPPrW5zyV87wGGtAsXg-1-4) |
| **Pie de imagen** | El **síndrome de Down** es una alteración en el número de cromosomas. Las personas con esta condición tienen **47 cromosomas** en lugar de 46, de los cuales **tres copias** se encuentran en el **cromosoma 21**. Por eso a esta enfermedad también se le denomina **Trisomía 21**. |

[SECCIÓN 3]**3.2.2 Las aberraciones en la estructura de los cromosomas**

Las alteraciones en la **estructura cromosómica** se relacionan con **la pérdida** o **ganancia** de **fragmentos** en un cromosoma, y con la **ubicación** de **fragmentos** de cromosomas en zonas distintas a aquellas en las que deberían estar.

Este tipo de cambios cromosómicos pueden ser:

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de cambio | Descripción |
| Inversión | Es cuando un fragmento del cromosoma cambia de orientación dentro del mismo cromosoma. El fragmento queda en el mismo cromosoma y en la misma posición, pero al revés. |
| Translocación | Se tiene cuando se presenta un intercambio de fragmentos entre dos cromosomas distintos. |
| Duplicación | Consiste en la repetición de un fragmento en un cromosoma. |
| Deleción | Es la pérdida de un fragmento del cromosoma. |
| Inserción | Es cuando un fragmento de un cromosoma se mueve e inserta en otro cromosoma distinto. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG10 |
| **Descripción** | Anormalidades cromosómicas |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Poner los textos en español  [248376691](http://www.shutterstock.com/pic-248376691/stock-photo-chromosomal-abnormalities.html?src=w9CYrrRRGeim2ivo5J0iCw-1-3) |
| **Pie de imagen** | Una **aberración cromosómica** **estructural** puede afectar uno o varios genes. Estas alteraciones se deben a fallas durante la reproducción celular y suelen provocar **defectos** que **disminuyen la viabilidad** de los individuos **portadores**. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC70 |
| **Título** | El número cromosómico y las aberraciones en los cromosomas |
| **Descripción** | Interactivo que trata sobre el número cromosómico y sobre las aberraciones cromosómicas |

[SECCIÓN 2]**3.3 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC80 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: las características de los cromosomas |
| **Descripción** | Actividad para consolidar conceptos acerca de las características de los cromosomas |

[SECCIÓN 1]**4 El ciclo celular**

Las células **crecen**, **envejecen** y **mueren**. Cuando mueren son reemplazadas por otras, mediante la **reproducción celular**. Esta serie de **crecimiento** y **división** que experimentan las células se conoce como **ciclo celular**.

El **ciclo celular** completo es la secuencia de hechos que se presentan desde que una **célula progenitora** se encuentra en cualquiera de sus etapas hasta que la **célula hija** alcanza la misma etapa. Consta de dos momentos claramente diferenciados: la **interfase** y la **división celular**.

* La **interfase** es la etapa más larga del ciclo celular; en esta etapa, la célula se prepara para la división realizando una **copia** de su **ADN** y de todos los **componentes celulares** que posteriormente deberá **repartir equitativamente** entre las células resultantes.
* La **división celular** es la base de la **reproducción** de todos los seres vivos; a través de esta, los individuos le transmiten el **ADN** a su descendencia. Incluye:
  + La **mitosis** o **meiosis**: división del núcleo y repartición del **ADN**.
  + La **citocinesis**: división del citoplasma y separación celular.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG11 |
| **Descripción** | El ciclo celular |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ El ciclo celular/ imagen 2 |
| **Pie de imagen** | Durante el **ciclo celular** se presentan dos fases: la **interfase** (fases **G0**, **G1**, **S** y **G2**) y la **división celular** (mitosis o meiosis y citocinesis). |

[SECCIÓN 2]**4.1 La mitosis**

Tanto las células **haploides** como las **diploides** pueden dividirse mediante **mitosis**; este es un **periodo corto** de la vida de una célula eucariota, que se caracteriza por una **división nuclear**, que da lugar a dos **células hijas** con el mismo **ADN** del núcleo original.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Para comprender mejor este proceso, los biólogos clasifican la mitosis en cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase.   * La **profase** es el inicio de la mitosis, aquí los **cromosomas** son **visibles** y luego se **condensan** (contraen). * En la **metafase** los cromosomas se mueven a través del **huso acromático** hacia el **plano ecuatorial de la célula**. * En la **anafase** los **pares de cromátidas** se dirigen a los **polos opuestos** de la célula. * La **telofase** consiste en que, una vez separados los cromosomas en dos juegos, se **desenrollan** y se forma una **membrana nuclear** alrededor de cada nuevo núcleo hijo. En este momento, lo que habíamos llamado **cromátidas**, pasa a denominarse **cromosomas**.   Finalizada la mitosis, se lleva a cabo la **citocinesis** o separación del citoplasma, aquí los organelos celulares se reparten equitativamente en dos citoplasmas. |

Para comprender mejor este tipo de división celular, puedes consultar la web del Proyecto Biosfera [[VER]](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/actividad4b.htm) y realizar la actividad sobre la mitosis propuesta allí.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC90 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Las etapas de la mitosis |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambios en el audio de la animación  La mitosis es un proceso de reproducción celular asexual en el que a partir de una célula se forman dos genéticamente iguales. Consta de varias fases. En la primera fase los cromosomas previamente duplicados se hacen visibles y se condensan, además, el centrómero se divide formando dos centrómeros hermanos.  En la metafase, la membrana nuclear desaparece y los cromosomas migran a través del huso, a la zona media de la célula. Luego, durante la anafase, las dos cromátidas de los cromosomas hermanos se separan, migrando hacia los polos de la célula. La mitosis termina con la telofase, en donde luego de completarse la migración, las cromátidas, ahora llamadas cromosomas, se desenrollan y se forma una membrana nuclear alrededor de cada nuevo núcleo hijo.  Finalizada la mitosis, vuelve a formarse la membrana nuclear alrededor de los cromosomas, tiene lugar la división citoplasmática y las células se separan.  Cambios en la ficha del profesor  Objetivo  El objetivo de esta animación es presentar al estudiante las etapas de la mitosis y los eventos que ocurren en cada una de ellas.  Propuesta  Antes de la presentación  Organice la clase en grupos de cuatro estudiantes. Cada grupo realiza un esquema o dibujo que represente:  - Las etapas de la mitosis con sus respectivos nombres.  - Los eventos que se presentan en cada etapa.  Durante la presentación  Proponga a los estudiantes que comparen las fases que aparecen en la animación con las que ellos han descrito en sus esquemas y de ser necesario, corrijan o completen sus propuestas.  Proyecte de nuevo la animación y pida que redacten un escrito con las cuatro fases de la mitosis y lo que ocurre en cada una de ellas.  Después de la presentación  Proyecte la animación en tres dimensiones acerca de las etapas de la mitosis que se encuentra en [[VER]](http://vimeo.com/8333643). Con ayuda de dicho recurso, consolide los conceptos.  A continuación, invite a los estudiantes a que pregunten a otro compañero cualquier cosa relacionada con la mitosis y comprueben si la respuesta es correcta.  También puede plantear preguntas como:  - Si la célula progenitora es diploide, ¿cómo serán las células hijas después de la mitosis?  - Si la célula progenitora es haploide, ¿cómo serán las células hijas después de la mitosis?  Puede ampliar la información sobre la mitosis consultando el Gran Artículo Temático relacionado en la página web de la Enciclopedia Planeta [[VER]](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=553831&ruta=Buscador)  Cambios en la ficha del estudiante  **La división celular por mitosis**  Las células eucariotas se reproducen por medio de una **división celular** llamada **mitosis**, que consiste en la división nuclear que origina dos células hijas con la misma información genética que la célula madre.  Las células resultantes de la mitosis tienen la misma cantidad de orgánulos citoplasmáticos que la célula madre, ya que estos se duplican durante la interfase.  La mitosis es el proceso de reproducción de muchos organismos unicelulares. Sin embargo, en el caso de los organismos pluricelulares, este proceso produce nuevas células para facilitar el crecimiento del organismo o para sustituir a otras que han muerto o que se deterioran.  **Las fases de la mitosis**  Antes de iniciarse la mitosis se produce una replicación del material genético para poder dotar a cada célula hija de la misma información genética.  Después tienen lugar las cuatro fases de la mitosis, que se van produciendo en un proceso continuo:  1. Profase:  - Los cromosomas se condensan y se dividen los centrómeros.  - La membrana nuclear se rompe y los centriolos se duplican y se dirigen a los polos opuestos de la célula.  - Los centriolos forman el huso acromático. En la célula vegetal, como no existen centriolos, el huso se forma sin necesidad de estos.  2. Metafase:  - Los cromosomas se unen al **huso acromático** y se disponen en el centro, formando la placa ecuatorial.  - Cada cromosoma está formado por dos cromátidas idénticas, resultado de la replicación del ADN que ha tenido lugar antes de iniciarse la profase.  3. Anafase:  - Las cromátidas hermanas se separan y se dirigen a los polos opuestos de la célula, arrastradas por los filamentos del huso acromático.  - En esta fase, cada cromosoma está formado por una sola cromátida.  4. Telofase:  - Separados los dos juegos de cromosomas, empiezan a desempaquetarse y se envuelven en una membrana nuclear.  - El proceso de mitosis o división del núcleo se da por finalizado.  Tras la telofase, última etapa de la división del núcleo, se produce un proceso de división del citoplasma llamado **citocinesis**.  Profundiza en los conceptos sobre las fases de la mitosis observando una animación en tres dimensiones en Vimeo [[VER]](http://vimeo.com/8333643). Además, amplía la información en la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[VER](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=553831&ruta=Buscador)] |
| **Título** | Las etapas de la mitosis |
| **Descripción** | Animación acerca de las fases de la mitosis y los eventos que ocurren en cada una de ellas. |

Al final de la reproducción celular las células hijas tienen el mismo **ADN** que la madre, lo que significa que sus **cromosomas** son **idénticos** a los de la célula original, tanto en contenido como en número.

[SECCIÓN 2]**4.2 La meiosis**

La **meiosis** está estrechamente relacionada con la **reproducción sexual**, ya que es la división necesaria para que se formen las células **gaméticas**, las cuales tienen la **mitad del contenido genético** con respecto a las células de las cuales se originan (células germinales). Se presenta solamente en células con **núcleo diploide**, el cual se divide dando lugar a **cuatro células hijas haploides**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | La meiosis consiste en **dos divisiones nucleares** seguidas (**meiosis I** y **meiosis II**). Antes de que comience la meiosis, el material genético de la célula diploide se **replica** durante la **interfase**.  Las fases de la meiosis son la **meiosis I** y la **meiosis II**.  La meiosis I a su vez incluye: **profase I,** **metafase I**, **anafase I** y **telofase I**.  Y la meiosis II presenta a su vez: **profase II**, **metafase II**, **anafase II** y **telofase II**.  Los procesos que se realizan durante la meiosis I son muy diferentes a los de la meiosis II, aunque tengan nombres parecidos; y a su vez son distintos a la mitosis. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_IMG12 |
| **Descripción** | Meiosis |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | [160388525](http://www.shutterstock.com/pic-160388525/stock-vector-meiosis-cell-division-vector-diagram.html?src=50NnJgZ0trTClhTtFPK5hg-1-6) |
| **Pie de imagen** | En la **meiosis** una **célula diploide** experimenta dos divisiones (**meiosis I** y **meiosis II**), generando como resultado, **cuatro células hijas haploides**. |

Ten en cuenta que la meiosis es un mecanismo de **división celular especializado**, en el que las **células germinales** trasmiten su **ADN** a las células **sexuales**.

Otros aspectos muy importantes a tener en cuenta de este proceso son:

* Durante la **profase I** las cromátidas hermanas se entrecruzan, es decir que **intercambian** **fragmentos** cromosómicos, lo que asegura que el **ADN** de las células hijas resultantes de la meiosis sea **diferente** al de la célula madre.
* Al final de la **meiosis I**, las dos células resultantes son **haploides**, aunque tengan el mismo número de cromosomas que la progenitora. Además, los cromosomas de las células hijas son diferentes en contenido, debido al entrecruzamiento.
* Finalizada la **meiosis II**, las cuatro células hijas, además de ser haploides, tienen solamente la **mitad de los cromosomas** con respecto a la célula madre.

Revisemos lo anterior con un ejemplo:

Una **célula germinal humana** es **diploide** y tiene 46 cromosomas (23 pares), antes de que esta célula inicie la meiosis, es decir en la **interfase**, duplica su **ADN** generando92 cromosomas.

Durante la **meiosis I** se lleva a cabo el entrecruzamiento que da como resultado una mezcla del ADN original. Al final de la meiosis I los 92 cromosomas se reparten en dos células hijas, cada una con 46 cromosomas que ya no se encuentran en parejas sino que son haploides.

Cada célula hija a su vez realiza **meiosis II** y genera dos células nuevas que además de ser haploides, ahora tienen la mitad de los cromosomas, es decir que cada célula presenta solamente 23 cromosomas.

De este modo, la **célula diploide** que **inició la meiosis** da lugar a **4 células hijas haploides**, cuyo contenido genético es diferente entre sí y al de la célula progenitora.

|  |  |
| --- | --- |
| Las diferencias entre la mitosis y la meiosis | |
| MITOSIS | **MEIOSIS** |
| Células somáticas (todas las células del cuerpo) | Células sexuales |
| No se presenta entrecruzamiento. | Se presenta entrecruzamiento. |
| Se obtienen dos células hijas con el mismo ADN que la célula madre. | Se obtienen cuatro células hijas genéticamente diferentes a la célula madre. |
| Las células hijas tienen igual número de cromosomas que la célula madre. | Las células hijas tienen la mitad de los cromosomas que la célula madre. |
| Se presenta en células haploides y diploides. | Se presenta en células diploides. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC100 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Las etapas de la meiosis |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambios en el audio de la animación  La meiosis es un tipo de reproducción celular sexual. Consiste en una serie de divisiones que reducen el número diploide o doble de cromosomas, a haploide o simple.  La primera etapa de la meiosis comienza con el emparejamiento de los cromosomas homólogos en una especie de abrazo conocido como sinapsis. En este momento se intercambian fragmentos cromosómicos mediante el proceso denominado entrecruzamiento (profase I). Luego, desaparece la membrana nuclear y cada par de cromosomas homólogos se dirige hacia el centro de la célula (metafase I), desde allí se separan migrando hacia los polos opuestos (anafase I). Dado que en este momento los cromosomas carecen de una pareja, las nuevas células formadas serán haploides. En algunos organismos se da lugar a la formación de una nueva membrana nuclear y a una primera citocinesis (telofase I), aunque otros pasan directamente a la meiosis II.  Cada célula formada durante la meiosis I pasa a la segunda etapa, la cual consiste en una nueva división celular en la que se reduce a la mitad el número de cromosomas.  Al inicio de esta nueva etapa (profase II), el número haploide de cromátidas hermanas se condensan, luego (metafase II) se sitúan en el centro de la célula, desde donde se separan y migran hacia los polos, arrastradas por las fibras del nuevo huso (anafase II). Una vez el huso desaparece, se forma la membrana nuclear de las nuevas células (telofase I). Así se generan cuatro células hijas con un número haploide de cromosomas, cada uno de ellos es distinto a los de la célula madre.  Cambios en la ficha del profesor  Objetivo  El objetivo de esta animación es presentar al estudiante las etapas de la meiosis y los eventos que ocurren en cada una de ellas.  Propuesta  Antes de la presentación  Organice la clase en grupos de cuatro estudiantes. Cada grupo realiza un esquema o dibujo que represente:  - Las etapas de la meiosis con sus respectivos nombres.  - Los eventos que se presentan en cada etapa.  Durante la presentación  Proponga a los estudiantes que comparen las fases que aparecen en la animación con las que ellos han descrito en sus esquemas y de ser necesario, corrijan o completen sus propuestas.  Proyecte de nuevo la animación y pida que redacten un escrito en el que resalten las diferencias entre la meiosis I y la meiosis II.  Después de la presentación  Invite a los estudiantes a preguntar a otro compañero cualquier cosa relacionada con la meiosis y a comprobar si la respuesta es correcta.  Trabaje con los estudiantes las diferencias entre la mitosis y la meiosis. Pida que las mencionen, mientras las escribe en el tablero. Corrija los errores.  Si lo desea, puede mostrar el interactivo en inglés del portal denominado *Cells Alive!* para consolidar los conocimientos sobre la meiosis [[VER]](http://www.cellsalive.com/meiosis.htm). Para finalizar, puede ampliar la información en la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[VER](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=553831&ruta=Buscador)] y en el portal de la Universidad de Arizona [[VER](http://www.biologia.arizona.edu/cell/tutor/meiosis/page3.html)]  Cambios en la ficha del estudiante  **La división celular por meiosis**  La **reproducción sexual** requiere dos células reproductoras, o **gameto**s, las cuales son generadas mediante un tipo de división celular conocido como **meiosis**, que de manera general consiste en:  - Una **duplicación previa** de los cromosomas.  - **Dos divisiones nucleares** seguidas:  - Primera división meiótica o **meiosis I**.  - Segunda división meiótica o **meiosis II**.  Al final de la meiosis se forman c**uatro células hijas haploides únicas**, genéticamente diferentes de la célula madre y entre sí.  **Primera división meiótica o meiosis I**  Previamente, se produce la **interfase** o duplicación de los cromosomas. A continuación tienen lugar las cuatro fases de la meiosis I:  - Profase I:  - Se **condensan** los cromosomas. Se produce el **entrecruzamiento** entre los **cromosomas homólogos**, que intercambian fragmentos de ADN. Este proceso asegura que las células hijas sean diferentes genéticamente a la célula madre.  - Desaparece la membrana nuclear.  - Metafase I:  - Los cromosomas homólogos se sitúan por parejas en la zona central de la célula, unidos al **huso acromático**.  - Anafase I:  - Los cromosomas son arrastrados por los filamentos del huso acromático hacia los polos celulares. Cada miembro de un par de cromosomas homólogos se dirige a un **polo diferente**.  - Telofase I:  - Algunas veces, los cromosomas se envuelven en una nueva membrana nuclear.  Tras la telofase I se produce la citocinesis, que separa las dos células hijas, ahora **haploides** pero con un número similar de cromosomas que la célula madre.  Segunda división meiótica  Las células hijas resultantes de la meiosis I se dividen y dan lugar a don nuevas células, cada una de ellas con la **mitad de los cromosomas**, así:  - Profase II:  - Cada una de las células hijas disuelve su membrana nuclear.  - Se forma el huso acromático y los cromosomas se mueven hacia la placa ecuatorial.  - Metafase II:  - Los cromosomas se ubican en el centro y se unen al huso acromático.  - Anafase II:  - Las cromátidas de los cromosomas se separan y son arrastradas por los filamentos del huso acromático hacia los polos de la célula.  - Telofase II:  - Se vuelve a formar la membrana nuclear alrededor de las cromátidas.  Tras la telofase II se produce la citocinesis, que separa las células hijas. Tras esta segunda división meiótica se han formado cuatro células haploides (n), es decir, con los cromosomas formados por una sola cromátida.  En el momento de la fecundación, el material genético de ambos gametos haploides (n) se combina, formando un cigoto diploide (2n).  Observa de nuevo todas las fases de este proceso en una animación en inglés [[VER]](http://www.cellsalive.com/meiosis.htm) del portal titulado *Cells Alive!* Para finalizar, amplía la información en el Gran Artículo Temático de la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[VER](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=553831&ruta=Buscador)] y en el portal de la Universidad de Arizona [[VER](http://www.biologia.arizona.edu/cell/tutor/meiosis/page3.html)] |
| **Título** | Las etapas de la meiosis |
| **Descripción** | Animación acerca de las fases de la meiosis y los eventos que ocurren en cada una de ellas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC110 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Diferencia entre meiosis y mitosis |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Sin cambios |
| **Título** | Diferencia entre meiosis y mitosis |
| **Descripción** | Actividad para reconocer diferencias entre la mitosis y la meiosis. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC120 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ La reproducción sexual y la meiosis |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | La secuencia de imágenes se conserva  Cambios en la ficha del profesor  Objetivo  Esta secuencia de imágenes tiene como objetivo que el alumno reconozca el papel de la meiosis en la reproducción sexual.  Propuesta  Antes de la presentación  Lea el título del recurso y pregúnteles a los estudiantes qué les sugiere el enunciado y de lo que creen que hablará.  Durante la presentación  Pantalla 1: ¿Qué ocurre si fusionamos dos células?  Si son células diploides del cuerpo humano, obtendríamos una célula 4n. Aquí puede agregar:  - ¿Sería viable una célula que tuviera el doble contenido genético?  Pantallas 2, 3 y 4: Contenido genético del cigoto.  - ¿En qué se basa la reproducción sexual?  - ¿Cómo son las células sexuales?  - ¿Cuál es el contenido genético del cigoto?  Con las respuestas a estas tres pantallas, los estudiantes reconocerán que cuando las sexuales o reproductoras se unen, dan como resultado una célula 2n.  - ¿Cómo deben ser estas células sexuales?  El contenido genético de los gametos es haploide (n), así, producto de su unión, el cigoto es 2n.  Recuerde el proceso de meiosis.  Pantallas 5, 6 y 7: La espermatogénesis y la ovogénesis.  Divida la clase en dos grupos. Uno debe explicar lo que ocurre en la espermatogénesis y el otro, lo que ocurre en la ovogénesis. Pregunte si se al final de estos procesos, el número de células obtenidas es el mismo. En la pantalla 7, trabaje la diferencia entre ambos procesos. Puede hacer un listado con las diferencias que vayan observando los estudiantes y preguntar a qué se deben.  Pantalla 8 y 9: ¿Qué importancia evolutiva tiene la meiosis?  Después de tratar el hecho de que la meiosis genera descendientes diferentes entre sí y de los padres, puedes pedir a los estudiantes que menciones el punto que consideran clave en la meiosis, es decir, que lleguen a la conclusión de que la meiosis es fundamental para la reproducción debido a que produce células con contenido genético n para que al unirse formen una célula 2n viable.  Por último, el portal de Educarchile proporciona información sobre la meiosis y la gametogénesis [[VER]](http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=137279) y una actividad relacionada [[VER](http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/CR_FichasTematicas/biologia_Ficha%2015%20Actividad.pdf)]  Cambios en la ficha del estudiante  **La meiosis y la reproducción sexual**  En la reproducción sexual intervienen dos individuos de distinto sexo para crear una descendencia común.  En este tipo de reproducción, la descendencia no es idéntica a sus progenitores, ya que su material genético es una mezcla del de las células reproductoras, o gametos, de ambos progenitores.  Cada gameto (haploide, n) tiene la mitad del contenido genético que la célula original, de este modo el cigoto formado, producto de la unión de los gametos, es diploide (2n).  La haploidía requerida en las células gaméticas se cumple gracias a la **meiosis**, un proceso basado en dos fases consecutivas de **división celular**, en las cuales los cromosomas homólogos **intercambian información genética** y se generan como producto cuatro células haploides, con la mitad de la información genética que la parental.  Este tipo de división tiene una gran importancia evolutiva, ya que debido a la fusión de dos gametos haploides obtenidos por meiosis, se consigue la formación de nuevos individuos diploides que incrementan la variabilidad genética de una población.  El portal de Educarchile te proporciona información sobre la meiosis y la gametogénesis [[VER]](http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=137279) y una actividad relacionada [[VER](http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/CR_FichasTematicas/biologia_Ficha%2015%20Actividad.pdf)] |
| **Título** | La reproducción sexual y la meiosis |
| **Descripción** | Interactivo que trata la relación entre meiosis y reproducción sexual |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC130 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Conoce la reproducción de los organismos y las células |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Las preguntas que se encuentran en el recurso permanecen sin cambios; pero se deben incluir las siguientes tres preguntas:  Es un tipo de reproducción celular sexual:  Mitosis  Bipartición  **Meiosis**  Fisión binaria  La reproducción celular sexual es propia de los:  Cigotos  **Gametos**  Procariotas  Cromosomas  Las células hijas resultantes de la división celular sexual, con relación a la célula progenitora:  Son idénticas  **Son diferentes**  **Tienen la mitad de los cromosomas**  Tienen el doble de los cromosomas |
| **Título** | Reconoce los tipos de reproducción en los organismos y en las células |
| **Descripción** | Actividad para repasar conceptos fundamentales acerca de la reproducción de los organismos y las células. |

[SECCIÓN 2]**4.3 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC140 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | Este recurso es una mezcla entre:  4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Refuerza tu aprendizaje: El ciclo celular  4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Refuerza tu aprendizaje: los tipos de reproducción celular |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Del recurso 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Refuerza tu aprendizaje: El ciclo celular  Modificar el enunciado:  Realiza la siguiente actividad. Cuando termines haz clic en enviar. Si es necesario, entrega las respuestas en mano o por email a tu profesor para que pueda validarlas. Por Realiza la siguiente actividad. Cuando termines haz clic en enviar. Si es necesario, entrega las respuestas a mano o por correo electrónico a tu profesor para que pueda validarlas.  Eliminar las preguntas:   * Justifica la importancia biológica que tiene la reproducción celular. * Describe la estructura de una molécula de ADN. En la descripción deben aparecer los siguientes conceptos: nucleótidos, ácido fosfórico, desoxirribosa, base nitrogenada, doble hélice. * Indica dónde se encuentra el ADN en una célula eucariota y en una célula procariota. * Define qué es un cromosoma.   Modificar las preguntas:   * Explica qué entiendes por reproducción celular. Por Define con tus palabras la reproducción celular y justifica su importancia biológica. * Compara la duración del ciclo celular de una célula de la piel y el de una célula del sistema nervioso y propón una teoría para explicar las posibles diferencias. Por Compara la duración del ciclo de una célula de la piel con el de una célula del sistema nervioso y propón una explicación a las diferencias encontradas.   Incluir además las preguntas del recurso:  4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Refuerza tu aprendizaje: los tipos de reproducción celular  A excepción de las dos siguientes:   * Indica las diferencias entre mitosis y meiosis en la especie humana respecto a las siguientes cuestiones: las células implicadas, el número de divisiones, si hay o no entrecruzamiento, el número de células hijas, el número de cromosomas en las células hijas, las características de * Lista las distintas modificaciones que se producen en la mitosis y justifica por qué crees que es un tipo de división propia de las células eucariotas. |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: el ciclo y la reproducción celular |
| **Descripción** | Actividad para consolidar conceptos relacionados con el ciclo y la reproducción celular. |

[SECCIÓN 1]**5 La herencia y el ambiente**

Las características de los seres vivos son determinadas por la expresión de la información genética contenida en los **cromosomas**, así como la interacción con el **medio ambiente** que tienen los organismos. Ambos factores influyen e interactúan para determinar cómo es un ser vivo.

Es por esto que en **1911** el **genetista danés** **Johannsen** propuso distinguir entre el **genotipo** y el **fenotipo** de un organismo.

[SECCIÓN 2]**5.1 El genotipo**

El **genotipo** es la información genética de un **organismo**. Así, toda la información genética heredada por un ser vivo de su progenitor o progenitores, y que indica cómo será y cómo funcionará ese organismo, constituye el genotipo. Esta información es relativamente estable a lo largo de la vida de un individuo.

El **genotipo exacto** de un organismo no se puede observar a simple vista, pues el ADN es muy pequeño, pero sí es posible ver muchas de las **características** que se expresan a partir de esta información.

De este modo, **familiares cercanos** que además han crecido en ambientes parecidos, pueden presentar **rasgos distintos**, por ejemplo, algunos serán de ojos café y otros de ojos verdes o azules.

Sin embargo, dos individuos **no emparentados**, es decir, no relacionados genéticamente, que se desarrollen en ambientes parecidos o distintos y tengan rasgos semejantes, por ejemplo ojos cafés, no necesariamente tienen genotipos similares.

Recuerda que alguien de ojos café podría tener en su genotipo dos alelos para ojos café, mientras que otra persona con este **mismo rasgo**, podría llevar en sus genes un alelo recesivo para ojos azules que no se expresa debido al fenómeno de **dominancia**.

[SECCIÓN 2]**5.2 El fenotipo**

El **fenotipo** es el aspecto del organismo, es decir la suma de todos sus **caracteres observables**: el color, el tamaño, la forma, la estructura interna y externa, la composición química, etc.

Reconocemos a los organismos por su **aspecto físico**, es decir por su fenotipo, el cual cambia con el tiempo. Por ejemplo, si observas tus fotografías desde que eras bebé hasta ahora, notarás que has cambiado; por cierto, el funcionamiento de nuestro cuerpo también lo hace.

El **fenotipo** de un individuo **no es exactamente el mismo** en dos momentos distintos. De este modo, aunque la información genética que determina nuestros rasgos permanezca relativamente estable, nuestro fenotipo puede moldearse según las condiciones del ambiente, haciendo que nos veamos distintos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_05\_CO\_IMG13 |
| **Descripción** | Gemelos |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 93013351 |
| **Pie de imagen** | Dos individuos con el mismo **genotipo** podrían desarrollar **fenotipos diferentes** si son sometidos a ambientes distintos. Supón que uno de ellos, debido a una alimentación deficiente o a una infección, adquiere una enfermedad que afecta su aspecto físico, en este caso, el funcionamiento de su cuerpo y sus características observables podrían verse afectadas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC150 |
| **Título** | Genotipo y fenotipo |
| **Descripción** | Interactivo que expone los conceptos de genotipo y fenotipo |

[SECCIÓN 2]**5.3 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC160 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética / Relaciona la herencia y el medio ambiente |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Eliminar los textos asociados a los términos:  Epigenética, mutaciones, somáticas, germinales, mutágenos.  El texto general quedaría:  El **genotipo** de un individuo determina sus **caracteres**; sin embargo, durante su desarrollo el **ambiente** influye en su **fenotipo**. Los hábitos, la alimentación y el hábitat pueden influir de tal manera que dos gemelos idénticos podrían verse distintos en condiciones ambientales **diferentes**. El genotipo suele ser **estable** e incluye la suma de todos los **genes**, mientras que el fenotipo es **variable** y corresponde a las características **observables** de un individuo.  Las palabras en negrilla son las opciones que se deben arrastrar. |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: la herencia y el ambiente |
| **Descripción** | Actividad para consolidar la información acerca de la influencia del ambiente en la herencia genética. |

[SECCIÓN 1]**6 La genética mendeliana**

Dado que no todos los genes se heredan de la misma forma, en la actualidad es posible hablar de **genética mendeliana** y de **genética no mendeliana**; la primera de ellas la abordaremos en este apartado.

La genética mendeliana corresponde al estudio de aquellas **características genéticas** que se heredan según los principios propuestos por **Gregor Mendel**, conocido como “el padre de la genética”.

[SECCIÓN 2]**6.1 El cuadro de Punnett**

Antes de revisar los planteamientos de Mendel, abordemos una herramienta muy importante en genética, que te permitirá interpretar más fácilmente los planteamientos de Mendel. Este instrumento se denomina **cuadro de Punnett**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **El cuadro de Punnett** |
| **Contenido** | El **cuadro de Punnett** es un diagrama ideado por **Reginald Punnett** (1875-1967), un genetista británico muy importante. Este diagrama es usado por los biólogos y permite observar los genotipos posibles para cada gen estudiado, al combinar un alelo materno con otro paterno.  También se emplea para calcular las proporciones en las que se pueden generar los diferentes genotipos. |

Apliquemos un cuadro de Punnett al siguiente ejemplo:

Si una mujer de ojos azules tiene hijos con un hombre de ojos café, heterocigoto para el color de los ojos, podemos calcular la probabilidad de que sus hijos tengan los ojos azules.

* En humanos, el color de ojos azul es recesivo. Por tanto, la mujer de ojos azules es **homocigota recesiva** (**aa**) para el gen de color de ojos, así que todos sus óvulos tendrán el **alelo a**.
* Dijimos que el hombre de ojos oscuros es heterocigoto (**Aa**) para este gen; por lo tanto la mitad de sus espermatozoides tendrán el **alelo A** y la otra mitad el **alelo a**.

La información anterior se pone en un cuadro de Punnett, de la siguiente manera:

Los posibles alelos de la madre se ponen en la primera columna, mientras que los posibles alelos del padre se ponen en la primera fila. En las demás casillas se escriben los alelos que porta cada padre. Así, la casilla que está en la segunda columna y la segunda fila dice Aa, pues el padre aporta el alelo A y la madre el alelo a (recuerda que en los organismos diploides, como los humanos, cada célula tiene dos alelos de cada gen, uno proveniente del padre y el otro de la madre). La casilla de la tercera fila y tercera columna tiene aa, lo que significa que tanto el padre como la madre aportaron el alelo recesivo a.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Padre  Madre | A | a |
| a | Aa | aa |
| a | Aa | aa |

Al combinar los posibles alelos de los padres obtienes los posibles genotipos de sus hijos. En este ejemplo, en ninguna parte del cuadro de Punnett aparece el genotipo homocigoto dominante AA, por lo que ningún hijo de esta pareja tendrá esa combinación de alelos.

Además de permitir saber cuáles son los genotipos posibles en la descendencia de una pareja dada, el cuadro de Punnett también permite determinar las proporciones de cada genotipo. En nuestro ejemplo, la mitad de los genotipos posibles son Aa y la otra mitad son aa; esto significa que si la pareja tiene hijos, existe un 50% de probabilidad de que tengan ojos oscuros con un genotipo Aa, y un 50% de probabilidad de que sus hijos tengan ojos azules con el genotipo aa.

Hay que resaltar que aunque en este ejemplo pusimos los alelos de la madre en la columna y los del padre en la fila, bien podríamos haber puesto al padre en la columna y a la madre en la fila, y el resultado habría sido el mismo. Este orden no importa. También debes tener en cuenta que la costumbre es poner la letra mayúscula primero cuando hay heterocigosis, aunque en realidad es igual escribir aA que Aa. Este orden es solo por un asunto de tradición y estética.

Una vez comprendido el funcionamiento del cuadro de Punnett, revisemos en detalle las leyes de Mendel.

[SECCIÓN 2]**6.2 Las leyes de Mendel**

**Gregor Mendel** (1822-1884) fue un monje austriaco del siglo XIX interesado en la herencia de los seres vivos. Hizo sus experimentos con plantas de **arveja** y resumió los resultados que obtuvo en **tres leyes** relacionadas con la **herencia** de los caracteres que se transmiten de padres a hijos. Dichas leyes constituyen las **bases** de la **genética** moderna.

[SECCIÓN 3]**6.2.1 La primera ley de Mendel**

Para sus experimentos, Mendel seleccionó plantas de arvejas con rasgos que aparecían en dos formas notablemente distintas en diferentes variedades; por ejemplo, una variedad de arveja siempre producía **semillas amarillas**, mientras que la otra siempre producía **semillas verdes**.

Asimismo, una tercera variedad siempre presentaba semillas con aspecto **rugoso**, a diferencia de una cuarta variedad cuyas semillas siempre eran completamente redondas (**lisas**).

A las variedades con estas características, Mendel les denominó **puras**; hoy en día sabemos que los caracteres puros son resultados de genotipos **homocigotos**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_05\_CO\_IMG14 |
| **Descripción** | Primera ley de Mendel |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar    Fuente: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA/Paginas/5.htm> |
| **Pie de imagen** | Mendel **cruzó** dos variedades puras (P): arvejas de **semillas amarillas** con arvejas de **semillas verdes**, y observó que todos los descendientes de la **primera generación** (a menudo llamada **generación Filial 1** o **F1**) eran **amarillos**. A partir de estos resultados propuso la **ley de la uniformidad**, llamada así porque todos los individuos de la F1 tienen un aspecto semejante entre sí (amarillos) y a su vez con uno de sus parentales (padres). Mendel también llamó **dominante** al rasgo que se expresó en la F1 (semilla amarilla), y denominó **recesivo** al rasgo que se mantuvo oculto (semilla verde).  Según la imagen, ¿qué genotipos tienen los parentales y sus descendientes? |

[SECCIÓN 3]**6.2.2 La segunda ley de Mendel**

Mendel quiso saber lo que había ocurrido con el rasgo verde que no se presentó en la primera generación; entonces permitió que las plantas de la F1 se autopolinizaran, es decir, que las células masculinas de la planta se unieran con las femeninas de la misma planta (en otras palabras, la planta tuvo hijos fecundándose ella misma). Esperaba así ver si el rasgo verde seguía presente en la planta, aunque no se presentara.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_05\_CO\_IMG15 |
| **Descripción** | Segunda ley de Mendel |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar  C:\Users\USUARIO\Desktop\5.htm5.gif  Fuente: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA/Paginas/5.htm> |
| **Pie de imagen** | Cuando Mendel **cruzó** **entre sí** los individuos de la **F1**, observó que las características dominantes y recesivas aparecían de nuevo en la segunda generación o **F2**; entonces comprendió que cada planta tenía dichos rasgos en **pares** (a cada elemento del par hoy se le denomina **alelo**). Estos elementos que llevan los rasgos se **segregan** (separan) de forma equitativa para repartirse entre los gametos, y durante la fecundación vuelven a reunirse. Esta explicación se conoce como la **ley de la segregación**.  Según la imagen, ¿en qué proporciones se encuentran los fenotipos y los genotipos en la F2? ¿Por qué el fenotipo verde no se manifestó en la F1 y si en la F2? |

[SECCIÓN 3]**6.2.3 La tercera ley de Mendel**

Más adelante, Mendel experimentó con plantas que se diferenciaban en **dos características**; por ejemplo: una planta que producía **semillas lisas** y **amarillas** (recuerda que estos caracteres son dominantes) y otra que generaba **semillas rugosas** y **verdes** (caracteres recesivos).

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_08\_05\_CO\_IMG16 |
| **Descripción** | Tercera ley de Mendel |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Ilustrar  Fuente: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA/Paginas/5.htm> |
| **Pie de imagen** | Cuando Mendel cruzó plantas puras en dos caracteres, semilla **amarilla** (AA) y **lisa** (BB), con plantas de semilla **verde** (aa) y **rugosa** (bb), observó que todos los individuos de la F1 tuvieron semillas amarillas y lisas. Luego, al cruzar estas plantas heterocigotas (AaBb) entre ellas, observó que los caracteres recesivos aparecieron nuevamente en la F2, aunque en pequeñas proporciones. Con esto, Mendel reafirmó sus dos primeras leyes, además comprobó que cada carácter se hereda de forma independiente, por lo tanto, el **patrón de herencia** de un **rasgo** no afecta el patrón de herencia del otro. A esto lo denominó la **ley de la herencia independiente de caracteres** o **ley de la segregación independiente**.  Según la imagen, ¿en qué proporciones se encuentran los fenotipos y los genotipos en la F2? |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC170 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ Las leyes de Mendel |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambios en el audio de la animación  “La genética es la ciencia que estudia la transmisión de los caracteres biológicos que pasan de generación en generación.”  Todo lo demás, se conserva.  Cambios en la ficha del profesor  **Objetivo**  Esta animación explica las leyes de la herencia que descubrió Mendel, mediante sus experimentos con plantas de arvejas.  **Propuesta**  **Antes de la presentación**  Pida a los estudiantes que busquen información acerca de Mendel y los experimentos que llevó a cabo. Puede resultarles útil la información de la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[VER]](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=8461&ruta=Buscador). Este trabajo previo les servirá para comprender el avance que supusieron sus estudios a pesar de contar con pocos medios y la única ayuda de las matemáticas.  **Durante la presentación**  Al final de la animación aparece un cuadro en el que se muestra la descendencia del cruce de una planta de arvejas lisas (L\_) y amarillas (A\_) con una planta de arvejas rugosas (ll) y verdes (aa). Utilice este cuadro para que los estudiantes practiquen la distribución de los alelos y los resultados en la descendencia. Puede proponer variaciones en el genotipo de los padres (P) para observar las diferentes proporciones en la descendencia (F1).  Se recomienda consultar el portal del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación de España para obtener información adicional, esquemas y actividades interactivas sobre genética mendeliana [[VER](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos10.htm)], y visitar la página web de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) de Colombia [[VER]](http://canal.unad.edu.co/genogenios/botones_menu_sup.swf)  **Después de la presentación**  Proponga la siguiente actividad a los estudiantes, para realizar en el aula:  Cada uno debe escribir un problema sobre herencia mendeliana del siguiente estilo:  “Una especie tiene dos características determinadas por dos alelos. La primera característica viene determinada por un alelo dominante A y un recesivo a, la segunda por un alelo dominante B y recesivo b. Si los padres son \_\_\_ y \_\_\_, ¿cómo será la descendencia?”  Una vez lo hayan redactado, deberán entregárselo a un compañero, quien tendrá que resolverlo.  Ficha del estudiante  Todo queda igual, excepto por este cambio:  Consulta el portal del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación para obtener información adicional, esquemas y actividades interactivas sobre genética mendeliana [[ver](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos10.htm)], además de visitar la página web de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) de Colombia [[ver](http://www.unad.edu.co/curso_biologia/leyesherencia.html)]. Asimismo, amplía la información sobre Mendel en la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[ver](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=8461&ruta=Buscador)].  Por:  Puedes consultar el portal del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación de España para obtener información adicional, esquemas y actividades interactivas sobre genética mendeliana [[VER](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos10.htm)], y visitar la página web de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) de Colombia [[VER]](http://canal.unad.edu.co/genogenios/botones_menu_sup.swf) |
| **Por** | Las leyes de Mendel |
| **Descripción** | Animación que explica las tres leyes enunciadas por Mendel, que son la base de la genética moderna. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC180 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ Las leyes de Mendel/ Resuelve problemas de herencia mendeliana |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Sin cambios |
| **Título** | Resuelve problemas de herencia mendeliana |
| **Descripción** | Actividad para ejercitar la resolución de problemas de herencia mendeliana. |

A pesar de la gran importancia de las leyes de Mendel por su utilidad práctica y por el avance que significó para el entendimiento de la herencia, hay que resaltar que **no todos** los caracteres genéticos siguen estas leyes. Los que no lo hacen se conocen como **caracteres no mendelianos**, mientras que los que sí siguen estas leyes son los **caracteres mendelianos**.

[SECCIÓN 2]**6.3 Caracteres mendelianos en el hombre**

Es claro que los **experimentos genéticos** no se hacen de la misma manera en **humanos** que en otros **organismos** como las plantas, pues no sería ético determinar con quiénes tendrán hijos las personas solo para que cumplan los criterios de un experimento. Esto sin contar con que los experimentos tardarían mucho, pues la gestación humana es demorada en comparación a la de otras especies.

Entonces, los métodos de estudio de la genética humana son distintos. Uno de ellos consiste en la construcción de **árboles genealógicos** en los cuales se representa mediante **símbolos** a los **hombres** y a las **mujeres** de una familia, y se hace una lista organizada de los antepasados y los descendientes de un individuo.

De este modo se puede hacer el seguimiento a una característica genética de interés a lo largo de las generaciones, siempre y cuando el carácter seleccionado sea **mendeliano** (es decir, que cumpla con las leyes de Mendel).

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC190 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ La herencia en la especie humana y los árboles genealógicos |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambios en la ficha del profesor  **Objetivo**  Este interactivo presenta la simbología usada en los árboles genealógicos, como método de estudio de la herencia humana de diferentes caracteres genéticos.  **Propuesta**  **Durante la presentación**  En el interactivo se despliegan dos árboles genealógicos:  - Un árbol con un carácter que se expresa debido a un alelo dominante.  - Un árbol con un carácter que se expresa debido a un alelo recesivo.  A medida que despliega cualquiera de los dos árboles, proponga a los estudiantes:  - Predecir las proporciones que se producirán en la descendencia.  - Intentar descubrir el genotipo de los individuos que surgirán después, a partir del fenotipo de los que aparecen en el árbol.  En el árbol dominante puede preguntar a los estudiantes cómo cambiaría el resultado si alguno de los individuos que expresan el carácter fuesen homocigotos para el alelo dominante (toda la descendencia expresaría el carácter).  Al final del interactivo proponga una actividad en la que los estudiantes deben encontrar el genotipo y el fenotipo de un individuo en un árbol de un carácter recesivo.  **Después de la presentación**  Puede comprobar si se ha entendido bien el concepto de árbol genealógico pidiendo a los estudiantes que realicen una actividad en el aula o en casa. Deben escoger un carácter (color del pelo, los ojos o la piel, la forma de la nariz, el lóbulo de la oreja, etc.) y realizar un árbol genealógico familiar sobre ese carácter.  Si desea ampliar la información sobre la herencia genética, consulte la página web de la Gran Enciclopedia Planeta [[VER]](http://profesores.aulaplaneta.com/BCRedir.aspx?URL=/encyclopedia/default.asp?idreg=8327)  La ficha del estudiante se conserva igual. |
| **Título** | Los árboles genealógicos |
| **Descripción** | Interactivo que explica los árboles genealógicos |

Algunos caracteres mendelianos sencillos en el hombre son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Carácter | Dominante | Recesivo |
| Barbilla | Con hoyuelo | Sin hoyuelo |
| Estornudo | Fótico (el individuo estornuda al exponerse a luz intensa) | No fótico |
| Cantidad de dedos | Sexdactilia (seis dedos) | Cinco dedos |
| Cera del oído | Húmeda | Seca |
| Línea del cabello en la frente | En forma de V | Forma diferente a V |

[SECCIÓN 2]**6.4 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC200 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ Refuerza tu aprendizaje: Las leyes de Mendel |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Modificar el enunciado:  Realiza la siguiente actividad. Cuando termines haz clic en enviar. Si es necesario, entrega las respuestas en mano o por email a tu profesor para que pueda validarlas. Por Realiza la siguiente actividad. Cuando termines haz clic en enviar. Si es necesario, entrega las respuestas a mano o por correo electrónico a tu profesor para que pueda validarlas. |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: las leyes de Mendel |
| **Descripción** | Actividades de consolidación y comprensión de las leyes de Mendel. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC210 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: las leyes de Mendel y la genética moderna |
| **Descripción** | Actividad para evaluar la comprensión de las leyes de Mendel, a la luz de conocimientos modernos de genética |

[SECCIÓN 1]**7 Competencias**

Pon a prueba lo que has aprendido.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC220 |
| **Título** | Competencias: La genética |
| **Descripción** | Actividad para evaluar la comprensión de los fundamentos de la genética |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC230 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ Competencias: comprobación de las leyes de Mendel |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el texto presentado al lado de la entrada “Adjuntar trabajo” por: Esta actividad debe asignarse como tarea. Sus resultados pueden entregarse a mano o por correo electrónico. |
| **Título** | Competencias: ejercicio práctico acerca de las leyes de Mendel |
| **Descripción** | Actividad que propone una experiencia práctica para comprender las leyes de Mendel. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC240 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ Competencias: investigación sobre los caracteres hereditarios |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el texto presentado al lado de la entrada “Adjuntar trabajo” por: Esta actividad debe asignarse como tarea. Sus resultados pueden entregarse a mano o por correo electrónico. |
| **Título** | Competencias: ejercicio práctico acerca de los caracteres hereditarios |
| **Descripción** | Actividad que propone la aplicación de destrezas relacionadas con la comprensión de la herencia de los caracteres. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC250 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La genética/ Competencias: construcción de un árbol genealógico |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el texto presentado al lado de la entrada “Adjuntar trabajo” por: Esta actividad debe asignarse como tarea. Sus resultados pueden entregarse a mano o por correo electrónico. |
| **Título** | Competencias: construcción de un árbol genealógico |
| **Descripción** | Actividad que propone el desarrollo de las destrezas para construir un árbol genealógico de un carácter hereditario. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC260 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/ Biología y geología/ La reproducción celular/ Competencias: representación de la mitosis y la meiosis |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Modificar el texto señalado por:  Una vez hayas representado los dos tipos de divisiones, reúnete en grupos de cuatro integrantes y compara tu representación con la de tus compañeros. A partir de esa comparación, elabora una tabla que recoja las características de cada proceso y las diferencias entre la mitosis y la meiosis.  Cambiar el texto presentado al lado de la entrada “Adjuntar trabajo” por: Esta actividad debe asignarse como tarea. Sus resultados pueden entregarse a mano o por correo electrónico. |
| **Título** | Competencias: representación de la mitosis y la meiosis |
| **Descripción** | Actividad que propone el desarrollo de destrezas en la representación de los procesos de mitosis y meiosis. |

[SECCIÓN 1]**Fin de unidad**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mapa conceptual** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC270 |
| **Título** | Mapa conceptual |
| **Descripción** | Mapa conceptual del tema Fundamentos de genética |

|  |  |
| --- | --- |
| **Evaluación: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC280 |
| **Título** | Evaluación |
| **Descripción** | Evalúa tus conocimientos acerca del tema Los fundamentos de genética |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_08\_06\_CO\_REC290 | |
| **Web 01** | *Simulador de genética mendeliana en ingles StarGenetics* | *http://star.mit.edu/genetics/tutorial/index.html* |
| **Web 02** | *Cruces monohíbridos en Ciencias Coned* | *http://cienciasconed.jimdo.com/d%C3%A9cimo/gen%C3%A9tica/herencia-mendeliana/* |
| **Web 03** | *Recursos web de cruces monohíbridos, del proyecto biológico de la Universidad de Arizona* | *http://www.biologia.arizona.edu/men*  *del/sets/mono/mono.html* |