

## **Desafíos:**

*¿Por qué el análisis de ADN sirve para saber el parentesco entre individuos y no las huellas dactilares?*

*En un crimen, si los sospechosos son gemelos ¿cómo se puede determinar la identidad del culpable?*

## **Orientaciones para los docentes**

En estos desafíos se aborda la temática del ADN considerando si el análisis de su secuencia siempre es prueba de la identidad de una persona. Se consideran NAP previstos para el Ciclo Básico del Nivel Secundario<sup>1</sup>. Con el desarrollo de alguno de los dos desafíos los alumnos podrán aprender más sobre qué tiene que ver el ADN con la identidad de cada uno aunque nos parezcamos a nuestros padres o a otros familiares y, a la vez, seamos diferentes de todos nuestros parientes y el resto de los humanos, exceptuando a los hermanos gemelos. Cabe aclarar que los dos desafíos pueden abordarse una vez considerados en clase los contenidos centrales sobre ADN que se presentan como ANEXO1<sup>2</sup>.

En el desafío 1 se avanza en comprender qué sucede con la información genética entre padres e hijos y entre hermanos mediante el estudio comparativo sobre qué ocurre con el material hereditario durante la mitosis y la meiosis y también qué sucede con ese material durante la fecundación. Luego se investiga sobre las huellas dactilares como método de identificación personal. A partir de allí se encuentran las respuestas para el desafío. Dado

---

<sup>1</sup> **NAP:** Ciencias Naturales (2°/3°)

Eje: en relación con los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios

-el acercamiento a la función de reproducción humana a nivel celular, conocimientos de las características del ADN y los cromosomas, las funciones de la mitosis, la meiosis, los gametos y la fecundación.

<sup>2</sup> La información sobre el ADN y el código genético es importante para poder abordar los problemas de identidad que se proponen en los desafíos; se presenta una síntesis sobre cómo es el ADN, cómo puede guardar información en el código genético para la formación de proteínas que dan las características hereditaria y también cómo ese se transmite esa misma información a la descendencia

que se solicita que los tutorados releven huellas dactilares de familiares y de no parientes, se hace necesario que el desafío se resuelva en dos o tres etapas, salvo que previo al inicio del trabajo, los tutorados hayan recogido las huellas digitales indicadas.

En el desafío 2 se presenta información sobre las huellas dactilares: cómo se originan, por qué se utilizan como método de identificación personal, quién organizó el sistema para hacerlo. Luego se investiga sobre la información hereditaria, de los gemelos y otras características de este tipo de hermanos, que no son fácilmente distinguibles. Se hace necesario en este desafío contar con conectividad pues se requiere el acceso a un conjunto de páginas web para recolectar información

*Autoría del desafío: Silvana Perlmutter. Colaboración Noemí Scaletzky y Guillermo Golzman*

## Desafío1: ¿Por qué el análisis de ADN sirve para saber el parentesco entre individuos y no las huellas dactilares?

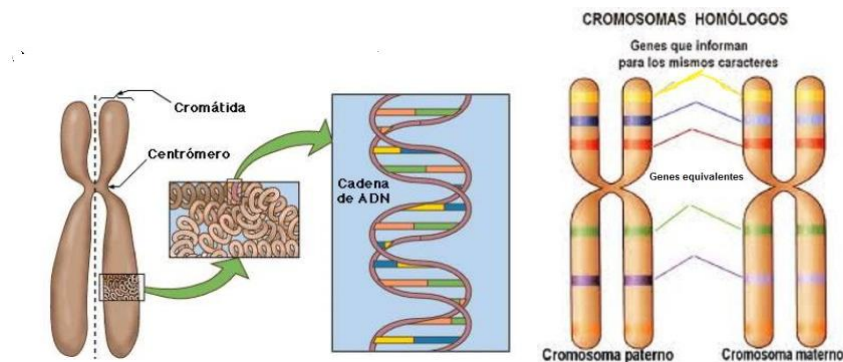
### Para comenzar

*Mediante el estudio comparativo sobre qué ocurre con el material hereditario durante la mitosis y la meiosis y también qué sucede con ese material durante la fecundación, vas a comprender qué sucede con la información genética entre padres e hijos y entre hermanos. Para ello tendrás que trabajar con la información del texto y las imágenes que aparecen a continuación y las tareas que están debajo. Luego, investigarás sobre las huellas dactilares como método de identificación personal. Todo esto te servirá para finalmente poder elaborar las respuestas a la pregunta de este desafío y poseer fundamentos que las apoyen.*

#### **El material genético en la mitosis la meiosis y la fecundación**

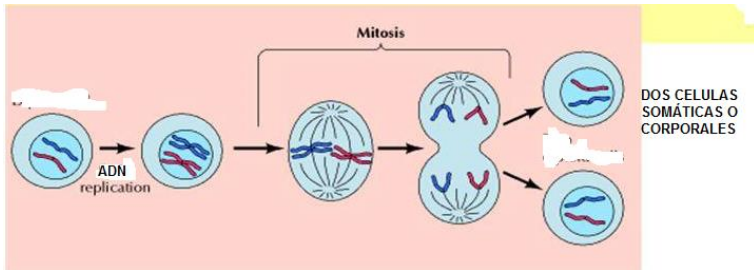
La información que describe las imágenes siguientes no tiene como objetivo un estudio pormenorizado de los procesos de división celular denominados **mitosis** o división conservativa y **meiosis** o división reduccional, sino realizar una comparación que dé cuenta a grandes rasgos qué sucede en ambos procesos con los cromosomas y cuál es la diferencia en la información hereditaria de las células producto de cada uno.

Recordemos primero que el material genético de cada célula se encuentra empaquetado en unidades llamadas cromosoma. En las imágenes a continuación, para simplificar la comprensión de los procesos se representan células que poseen sólo dos cromosomas, aunque las células somáticas humanas tienen 46 y los gametos 23.

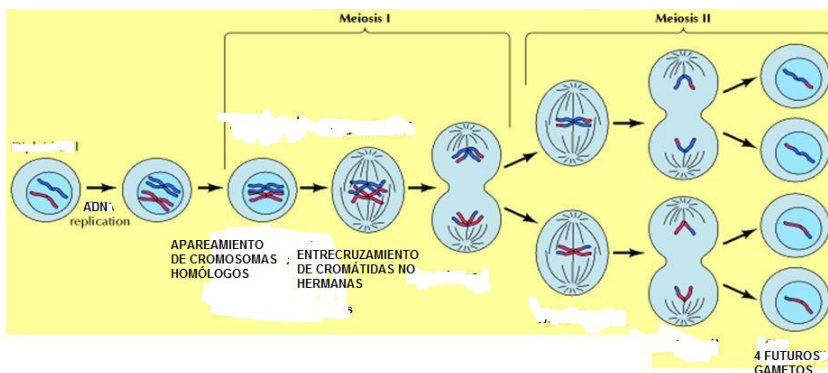


1- **Cromosoma tipo.** Luego de la replicación del ADN, un cromosoma presenta dos ramas verticales o cromátidas unidas por una región de posición variable llamada centrómero. Cada par de

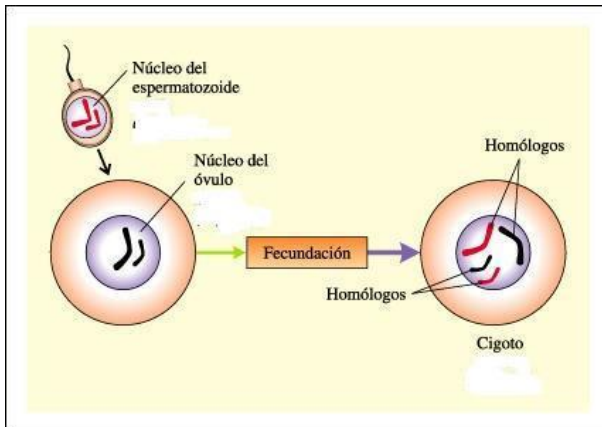
cromosomas homólogos tiene información para las mismas características, pero cada cromosoma del par puede presentar una variante. Es decir, los genes son equivalentes pero no idénticos. Por ejemplo, si un gen determina cómo es el pelo puede tener información para lacio o para enulado.



2- **La mitosis.** Este proceso produce dos células hijas, genéticamente idénticas entre sí y a la célula de partida; con el mismo número de cromosomas. En la mitosis, el ADN en el interior de los cromosomas se replica (ver imagen de replicación del ADN en el comienzo de este material). Los cromosomas aparecen dobles y sus cromátidas hermanas se separan, formando dos nuevos conjuntos cromosómicos (núcleos) idénticos, uno para cada célula hija. La mitosis es la división celular propia de la reproducción asexual, por ejemplo de las bacterias la población se multiplica formando clones u organismo idénticos. En los seres multicelulares, como los humanos, la mitosis produce el aumento del número de células en el crecimiento y la reparación de los órganos.



3- **La meiosis.** Con este proceso se inicia la formación de células sexuales llamadas gametos. El ADN dentro de los cromosomas también comienza por replicarse. Así cada cromosoma aparece doble. En ese punto los homólogos se aparean y forman un cuarteto de cromátidas. En ese estado se produce una recombinación de genes entre cromátidas no hermanas. Si recordamos que uno de los cromosomas del par homólogo proviene del padre y el otro de la madre, es fácil comprender que en el entrecruzamiento se intercambia información hereditaria proveniente de los progenitores produciendo variaciones en el material hereditario. El resto del proceso de meiosis consiste en dos separaciones sucesivas de cromosomas homólogos y cromátidas hermanas. Los cromosomas simples van a quedar en cuatro células hijas que se desarrollan como gametos (tiene un representante de cada par de cromosomas homólogos). Cada gameto porta una combinación particular y diferente de los genes de la célula progenitora inicial.



4- **La fecundación.** Cuando un espermatozoide humano con sus 23 cromosomas, ingresa a un óvulo (con sus 23 cromosomas) y unen sus núcleos, se produce la fecundación formándose el cigoto, célula que nuevamente posee 23 pares de cromosomas homólogos, es decir 46 cromosomas totales. La información hereditaria de cada cigoto es única por que proviene de la unión de gametos con cromosomas recombinados en el entrecruzamiento de la meiosis.

5- Todos los seres humanos tenemos sectores del ADN en común y otros que no y alguna de las secuencias de nucleótido, en el ADN en algún cromosoma, no es la que tenían sus padres. Cada gen puede presentar múltiples variantes en su secuencia de nucleótidos en los distintos individuos de una población, pero hay menos diferencias entre un padre y un hijo que entre un individuo cualquiera y otro que no es su hijo. Cuanto más cercanas dos personas están en la relación familiar, más similares son las secuencias de ADN o **perfiles genéticos** y eso es lo que se puede utilizar para establecer parentesco. En síntesis: cada ser humano es diferente; dos personas pueden ser más o menos parecidas, sobre todo entre familiares cercanos, pero nunca son idénticos, ni siquiera en el caso de los **gemelos monocigóticos** (que se desarrollan a partir de una sola cigota), aunque muchas veces las técnicas utilizadas no pudieron detectar las diferencias mínimas que existe entre ellos. La diferenciación entre las personas se debe a que existen millones de combinaciones posibles de ADN entre un óvulo y un espermatozoide, debido a la recombinación genética que se produce en la meiosis.

*A partir de lo leído respondé estas preguntas:*

-¿Cuántos pares de cromosomas diferentes tienen los núcleos de las células somáticas o del cuerpo en los seres humanos? ¿Cuál es el número de cromosomas de los gametos (óvulos y espermatozoides) ¿Por qué?

- ¿Qué significa que los cromosomas homólogos son equivalentes?

- ¿Por qué la reproducción sexual produce individuos con variaciones genéticas y la asexual no?

- ¿Cómo se relaciona la variabilidad genética con el entrecruzamiento que se produce en la meiosis?

-En el caso siguiente, ¿estás de acuerdo con la decisión de la partera? Fundamentá tu respuesta.

En una maternidad dos bebés nacieron al mismo tiempo y en la nursery confundieron las pulseras identificadoras. La partera sospechó el error y pidió un perfil genético de los bebés y sus mamás antes de que se fueran del sanatorio.

## Resolvemos el desafío

*Recordemos que tu objetivo es intentar responder, la pregunta de tu desafío: ¿Por qué el análisis de ADN sirve para saber el parentesco entre individuos y no las huellas dactilares? Para poder tener fundamentos que sostengan tus respuestas encontrarás aquí algunas consignas-guía que servirán para conocer más sobre las huellas dactilares. Debajo de cada una suele haber citas de internet que pueden servirte para colaborar con tu búsqueda pero podés buscar en otras fuentes de información (otros sitios de la web, libros de texto, enciclopedias, videos, inclusive consultas con especialistas).*

-¿Cómo se forman las huellas dactilares durante el desarrollo embrionario?  
¿Se puede probar la paternidad o el parentesco mediante la comparación de huellas dactilares? ¿Por qué?

<http://radicalbarbatilo.blogspot.com/2017/09/como-se-forman-las-huellas-dactilares.html>

<https://curiosoando.com/como-se-forman-las-huellas-dactilares>

- Tomá tus propias huellas dactilares y las de diferentes integrantes de tu familia (padres, hermanos, abuelos) y de otras personas que no sean parientes. Para eso pasá pomada de zapatos sobre la yema del dedo pulgar derecho de cada uno, y que cada persona lo apoye sobre un trozo de hoja o cartulina blanca. Registrá cuál es la huella de cada uno y observalas todas con una lupa. Comparalas. ¿Hay más similitudes entre huellas de parientes que entre las de personas sin parentesco?

-¿Pueden estar alteradas o borradas las huellas dactilares de una persona y producir confusiones en su identidad?

<https://siesa.com.ar/como-se-alteran-las-huellas-dactilares-y-que-otras-formas-hay-de-identificar-a-una-persona/>

-¿Son idénticas las huellas dactilares en los gemelos que tiene el ADN prácticamente idéntico? ¿Por qué?

<https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/ilos-gemelos-tienen-la-misma-huella-dactilar>

## Preguntas finales

*Seguramente, a lo largo de todo tu trabajo con este desafío fuiste obteniendo mucha y variada información acerca de por qué se puede identificar a una persona mediante el ADN y también por qué sirve para detectar parentescos y las huellas dactilares no. Intentaremos ahora sistematizar esa información, dando respuesta a las siguientes preguntas para comenzar a sacar algunas conclusiones.*

-¿Cómo es el ADN?

-¿Por qué se dice que el ADN contiene información hereditaria o que es la herencia genética?

-¿Qué utilidad tiene en la sociedad actual haber comprendido cómo es cómo funciona el ADN?

-¿Dónde se localiza en el cuerpo humano la información hereditaria del ADN? ¿Cómo se transmite a la descendencia?

-¿Cómo es posible que si el ADN se hereda, sea único y propio en cada persona y sirva para determinar su identidad?

-¿Por qué las huellas dactilares sirven para determinar la identidad de una persona? ¿Cómo se las utiliza en la sociedad?

-El ADN, ¿el análisis de su secuencia siempre es prueba de la identidad de una persona?

-¿Por qué el análisis de ADN sirve para saber el parentesco entre individuos y no las huellas dactilares?

## Para seguir investigando

Para profundizar sobre el tema del desafío podés investigar: cómo se hizo el **Proyecto genoma humano** y qué importancia tiene haber podido secuenciar el total del ADN humano. Aquí encontrarás algunas noticias y artículos de divulgación para que puedas encarar tu profundización.

<http://bioinformatica.uab.es/base/base3.asp?sitio=ensayosgenetica&anar=pgh>

<https://www.genome.gov/27562862/breve-historia-del-proyecto-del-genoma-humano/>

<https://sites.google.com/site/geneticaaplicadaroce/home/4-proyecto-genoma-humano/aplicaciones-genoma-humano>

<https://www.youtube.com/watch?v=LmogKgfO5jU> (Duración: 3, 10 minutos. Interesante video del Conicet con proyectos sobre el Genoma en Argentina)

## Desafío 2: En un crimen, si los sospechosos son gemelos ¿cómo se puede determinar la identidad del culpable?

### Para comenzar

Mediante el texto siguiente te informarás acerca de diferentes aspectos de las huellas dactilares: cómo se originan, por qué se utilizan como método de identificación personal, quién organizó el sistema para hacerlo. Luego, investigarás sobre la información hereditaria, de los gemelos y otras características de este tipo de hermanos, que no son fácilmente distinguibles. Todo esto te servirá para finalmente, poder elaborar las respuestas a la pregunta de este desafío y poseer fundamentos serios que las apoyen.

#### Nuestro propio código de barras: las huellas dactilares

Las **huellas dactilares** o **dactilogramas** son los patrones o dibujos de las yemas de los dedos. Estas marcas de la piel se han consolidado como el código de barras bidimensional natural que identifica a cada uno de los individuos de la especie humana. Son la prueba forense más preciada para los criminólogos y se están convirtiendo en una herramienta cotidiana de ingreso a las oficinas, computadoras e incluso a la pantalla del teléfono móvil. La **dactiloscopia** es la ciencia que permite la identificación de las personas a través del estudio de las impresiones de las **crestas papilares** o líneas en relieve de las yemas de los dedos de las manos. La medicina forense también registra las huellas palmares (Quiroscopia) y las plantares (Podoscopia).

Sabemos desde hace más de 2.000 años que los patrones que dan lugar a las huellas dactilares son únicos para cada individuo. En las antiguas Babilonia y Persia se hacían impresiones dactilares en arcilla para autenticar registros de diferentes acuerdos. Sin embargo, sólo hace dos siglos que se comenzó el estudio científico de las huellas dactilares. En 1892, el investigador independiente inglés Francis Galton (primo del famoso Charles Darwin) publicó el libro llamado *Huellas dactilares* con su investigación sobre los relieves dactilares y su uso de con fines científicos. En ese libro se basó Juan Vucetich(1858 - 1925), antropólogo y policía argentino, para desarrollar y poner en práctica por primera vez, un sistema eficaz de identificación de personas por sus huellas dactilares que rápidamente se extendió de nuestro país a todo el mundo.



El estudio del desarrollo embrionario humano, muestra que las huellas dactilares se forman alrededor de la décima semana de embarazo (cuando el feto mide unos 7.62 cm aprox.) y son definitivas cuando el feto cumple los 6 meses de gestación. Además son únicas en cada individuo y



permanecen inalterables desde que se forman y hasta la muerte de la persona; a pesar de los daños que pueda sufrir la piel, las huellas dactilares se regeneran siempre siguiendo el patrón original. Cuando la lesión es profunda, las crestas no reaparecen con forma distinta sino que la parte afectada presenta una cicatriz (queda como en blanco). Las personas muy mayores o que realizaron trabajos con materiales abrasivos durante muchos años (por ejemplo albañiles) tienen crestas más anchas y más cortas y es posible que un escáner pueda no reconocer su huella.

Aunque las huellas dactilares están determinadas por la información genética de cada individuo, su desarrollo está influenciado por factores físicos como las tensiones que se producen por el movimiento del líquido amniótico e impactan durante el desarrollo de los dedos de las manos del feto; estas tensiones pueden a su vez estar influenciados por la ubicación exacta del feto en el útero, la densidad del líquido amniótico y otros factores del ambiente uterino, por lo que ni siquiera en gemelos idénticos con el mismo ADN las huellas dactilares de dos individuos pueden ser iguales. Del mismo modo las huellas palmares y plantares son permanentes, inmutables si la lesión no es profunda, y únicas para cada persona. Sin embargo, sí existe la situación excepcional de personas que nacen sin huellas dactilares, palmares y plantares, es decir con la parte posterior de manos y pies lisas. Esta condición se conoce como **adermatoglifia** y se produce por la mutación de un gen hoy ya conocido. Por el momento se sabe que sólo hay cuatro familias con adermatoglifia en todo el mundo. Las huellas dactilares nos sirven para identificarnos, pero su función biológica es otra: Cuando recorremos con nuestros dedos alguna superficie, las crestas y los valles de las huellas dactilares vibran y esas vibraciones transmiten información que llega a nuestro cerebro para que la podamos interpretar y seamos conscientes de ella. Al no tener huellas dactilares disminuye la sensibilidad para percibir objetos muy pequeños al tacto, dado que gracias a las huellas dactilares podemos sentir texturas finas u objetos minúsculos sobre una superficie por ejemplo, un pelo o el polvo sobre un mueble.

*Con la información del texto sobre las huellas dactilares respondé las siguientes preguntas*

- ¿Por qué las huellas dactilares sirven para encender el teléfono móvil o abrir una puerta de alta seguridad?
- ¿En qué etapa de la vida se forman las huellas dactilares?
- ¿Cuáles son las características de las huellas dactilares que las hacen útiles para la identificación de personas? ¿Qué otras huellas pueden ser útiles con ese fin?
- ¿Las características de las huellas dactilares son sólo de origen genético? Fundamentá tu respuesta.
- ¿Qué es la adermatoglifia? ¿Es frecuente? ¿Por qué se produce? ¿Qué trastorno ocasiona?

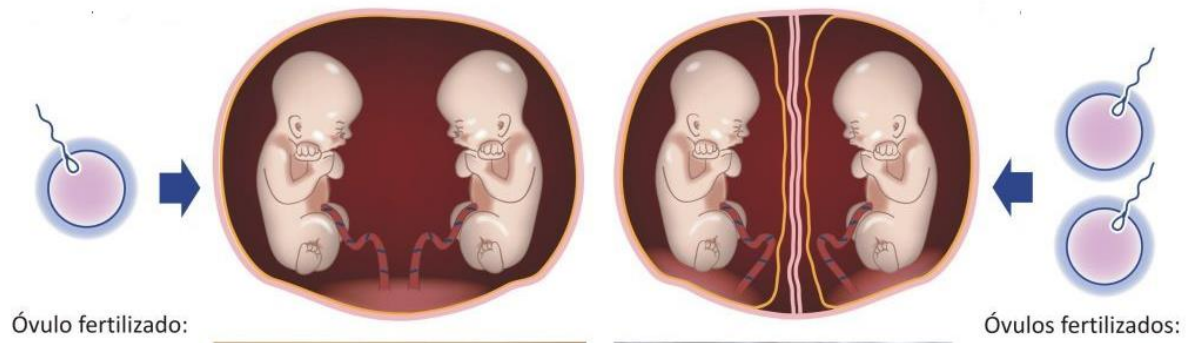
## Resolvemos el desafío

Para dar respuesta a la pregunta de este desafío será necesario que puedas ir indagando en la información que se presenta a continuación y vayas respondiendo las preguntas:

¿Qué diferencia hay entre hermanos que nacen al mismo tiempo: gemelos idénticos (monocigóticos) y mellizos (dicigóticos)?

<https://www.institutobernabeu.com/foro/gemelos-identicos-o-monocigoticos/> en este video la información útil para el tema se encuentra en los primeros 1, 20 minutos).

-Observá las siguientes imágenes e indicá cuál pertenece a la gestación de gemelos idénticos y cuál a la de mellizos. Poné rótulos a las partes que reconozcas



-¿Además de las huellas dactilares que otras partes del cuerpo se pueden usar para diferenciar a los gemelos idénticos?

<http://www.tecnicasdeinvestigacioncriminal.com/ARTICULOS/Gemelos%20id%E9nticos%20huellas.pdf>

- ¿Qué es la epigenética y cómo se logra diferenciar el ADN de los gemelos idénticos?

[https://elpais.com/diario/2005/07/12/salud/1121119204\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2005/07/12/salud/1121119204_850215.html)

<https://revistageneticamedica.com/blog/que-es-epigenetica/>

[https://elpais.com/diario/2005/07/12/salud/1121119204\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2005/07/12/salud/1121119204_850215.html)

-¿En qué se basan los avances en las técnicas para la determinación de la identidad de gemelos idénticos por análisis de ADN?

<https://www.fayerwayer.com/2015/04/diferenciar-gemelos-por-adn/>

[https://www.lavozdegalicia.es/noticia/sociedad/2013/12/17/adn-distingue-gemelos/0003\\_201312G17P32995.htm](https://www.lavozdegalicia.es/noticia/sociedad/2013/12/17/adn-distingue-gemelos/0003_201312G17P32995.htm)

-¿Para qué podría ser útil conocer el perfil genético o huella genética de los gemelos idénticos o prueba de gemelidad?

<https://cefegen.es/pruebas-de-adn/herencia-genetica-de-gemelos>

<http://www.analisisadn.com/pruebas-de-gemelos.htm>

-¿Cómo se hace una prueba de huella genética o perfil genético de una persona?, ¿qué utilidades tiene más allá de la determinación de gemelidad?

[http://genomica.es/es/huella\\_genetica\\_identificacion\\_forense\\_utilidad.cfm](http://genomica.es/es/huella_genetica_identificacion_forense_utilidad.cfm)

-En la actualidad, ¿puede ser posible un caso como el siguiente? Fundamentá la respuesta.

*Un hermano gemelo comete un crimen, la policía analiza las huellas dactilares en la escena del crimen y el que va preso es el otro gemelo.*

<https://www.lavoz.com.ar/sucesos/el-dilema-forense-ante-el-adn-de-los-gemelos>

## **Preguntas finales**

*A lo largo de todo tu trabajo con este desafío fuiste obteniendo mucha y variada información acerca de cómo es la información hereditaria (perfil de ADN o genético) de los gemelos idénticos o monocigóticos y por qué. Y también habrás podido conocer qué sucede con sus huellas digitales. Intentaremos ahora sistematizar esa información, dando respuesta a las siguientes preguntas para sacar algunas conclusiones y responder el desafío.*

-¿Qué clase de sustancia química es el ADN? ¿Cuál es su estructura básica?

-¿Por qué se dice que el ADN encierra el código de la vida”?

- ¿El ADN es una molécula que se replica o autoduplica? ¿Por qué es importante esa característica para los seres vivos?

-¿Por qué se puede hacer ADN artificial uniendo ADN de dos especies biológicas muy diferentes? ¿Qué aplicaciones tiene este procedimiento?

-¿Puede el ADN ser igual para dos especies biológicas? ¿Y varias personas? ¿Por qué?

¿Qué diferencias hay entre gemelos idénticos y mellizos?

-¿Cómo se producen las huellas dactilares durante el desarrollo embrionario?

¿Por qué ni la huellas de los gemelos idénticos son iguales?

- Según los últimos estudios genéticos, ¿los gemelos idénticos tienen idéntico ADN?

## Para seguir investigando

Los siguientes videos o artículos tienen interesantes datos sobre el sistema de identificación de personas por huellas dactilares que ideó J. Vucetich . Con ellos podrás comprender cómo se usa ese sistema y su importancia.

<https://www.youtube.com/watch?v=OUmr2bVYnG4>

<https://www.youtube.com/watch?v=LExsMqV3Tdc>

<https://www.infobae.com/sociedad/2017/07/30/invento-argentino-como-se-resolvio-en-1892-el-dilema-de-la-identificacion-de-criminales/>

Para profundizar sobre qué otras aplicaciones tiene el ADN además de relacionarse con la identificación de las personas, podés investigar cómo se lo estudia vinculado al cáncer, su prevención y posibles curas.

<https://www.hola.com/salud/enciclopedia-salud/2008060145368/cancer/otros/cancer-y-genetica/>

[https://cienciaysalud.laverdad.es/9\\_3\\_1.html](https://cienciaysalud.laverdad.es/9_3_1.html)

[https://www.youtube.com/watch?v=j2cD\\_c6Wy2s](https://www.youtube.com/watch?v=j2cD_c6Wy2s)

## ANEXO1

### El ADN. ¿El análisis de su secuencia siempre es prueba de la identidad de una persona?

Cada ser vivo es como es porque cada una de sus células se ha formado a partir de unas “instrucciones biológicas” que determinan la formación de las proteínas que le dan al organismo todo tipo de propiedades y características (grupo sanguíneo, el color del cabello, los rasgos faciales, el ritmo metabólico, entre muchas otras). Estas instrucciones biológicas son lo que se denomina **información genética**, cuyo soporte físico es un tipo de molécula orgánica compleja: el **ácido desoxirribonucleico (ADN)**. Esta molécula de forma helicoidal enrollada tiene la misma estructura y composición básica en todos los seres vivos, inclusive en los virus.



(Epígrafe)Esquema de la molécula del ADN

La sigla ADN ha traspasado el vocabulario técnico de la Biología para convertirse en una palabra que a todo el mundo le suena. El ADN, además de estar vinculado a la herencia y a la evolución de las especies, tiene impactos directos e importantes sobre nuestra vida cotidiana.

Uno de esos impactos es en la medicina; la posibilidad de producir en el laboratorio ADN recombinante, es decir ADN artificial, uniendo la información hereditaria de organismos tan distintos como un ser humano y una bacteria, ha permitido la producción a gran escala de proteínas como la insulina humana (indispensable para los diabéticos), la hormona de crecimiento (para el problema de la talla baja de origen hipofisario) y nuevas vacunas (más eficientes y a la vez más seguras). La recombinación de ADN también se utiliza para producir alimentos transgénicos por ejemplo alimentos vegetales, plantas que contiene uno o más genes beneficiosos para el productor o el consumidor, y que fueron transferidos de una planta no emparentada o de una especie diferente. Otro impacto muy importante sobre la sociedad es que el ADN se ha convertido en una de las herramientas más precisas para la identificación de individuos en la ciencia forense o medicina legal; aunque no se han abandonado otras técnicas como las huellas dactilares, el análisis de las adecuadas muestras de ADN establece con seguridad las relaciones de parentesco.

*Algunas preguntas, para comenzar a pensar sobre el tema del ADN y la identificación de las personas:*

- En las células, ¿dónde se encuentra el ADN? ¿Qué diferencias hay al respecto entre células procariontas y eucariotas?
- Recordá qué les pasa a los componentes celulares que contienen ADN cuando las células se multiplican.

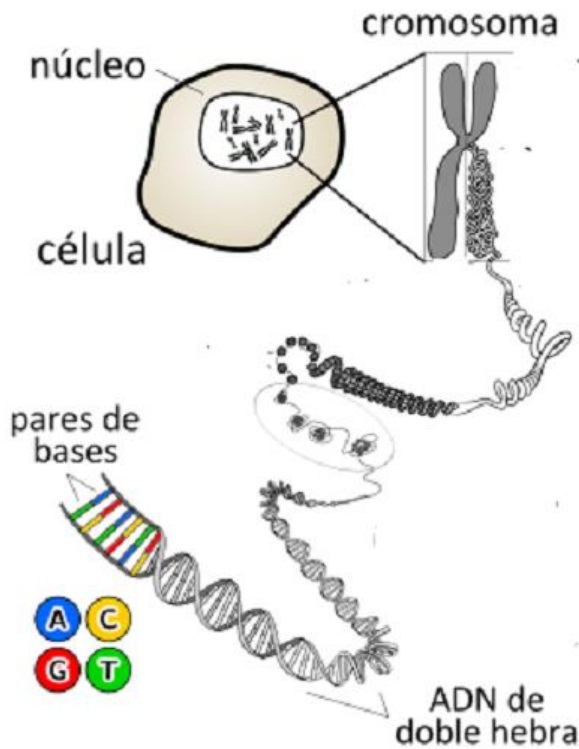
- Si sacamos toda el agua de una célula, en promedio, el 70 % de su peso es proteínas. Pensá algún ejemplo de proteínas ¿Recordás cómo están formadas y qué dos funciones muy importantes tiene en las células?
- Describí la molécula de ADN mirando la imagen que acompaña la introducción ¿sabés qué quiere decir helicoidal?
- ¿Recordás qué son los genes?, ¿ellos forman el ADN o el ADN los compone?
- ¿Sabés qué son las mutaciones en el ADN?
- ¿Por qué creés que es posible construir en forma artificial moléculas de ADN recombinante, uniendo la información hereditaria de especies muy distintas?
- ¿Podrías mencionar alguna planta transgénica que se cultive en gran escala en nuestro país? ¿Sabés qué información genética se le transfirió?
- ¿Cómo se llama el documento en que está impresa tu huella dactilar?¿Para qué lo usás? Mencioná otras situaciones, en que se usen las huellas dactilares.
- ¿Qué casos conoces de identificación de personas o de parentescos por el ADN? ¿Por qué creés que se lo puede usar para eso?

### *El ADN y el código genético*

Lo más característico y esencial de la información hereditaria o genética, contenida en el ADN, constituye el **código genético**, una serie de instrucciones de lectura o decodificación que permiten, “leer” un fragmento de ADN para obtener la información que se necesita para formar las proteínas que determinan cada característica, por ejemplo, el color del cabello.

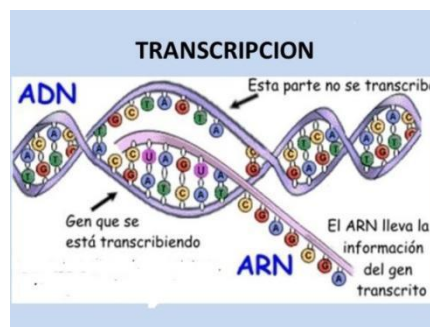
La estructura del ADN es relativamente sencilla, está basada en la repetición de cuatro grupos moleculares básicos diferentes, denominados **nucleótidos**, (Adenina, Citosina, Guanina y Timina,) representados por las letras A, C, G y T, que forman cadenas sencillas de miles o millones de nucleótidos. Estos cuatro componentes se complementan formando dúos, siempre iguales: A-T y C-G. Por eso es posible formar una estructura que parece una escalera que se parte por el centro de sus escalones, es decir dos cadenas sencillas enfrentadas cuyas secuencias de nucleótidos son complementarias. Frente a una A en una cadena, hay en la otra existe una T, y una C sólo se corresponde con una G y vice versa. Entre los nucleótidos complementarios se establecen uniones químicas que estabilizan aún más la estructura pero que pueden separarse y volver a juntarse.

Pese a esta sencillez, el material genético humano, por ejemplo, consta de unos 3.000 millones de nucleótidos, que se reparten en un conjunto de 23 pares de cromosomas (pares de homólogos, cada cromosoma integrante del par es proveniente de uno de los progenitores).



Lo que se llama **secuencia genética** es el orden de aparición de esos nucleótidos y es absolutamente esencial, porque determina la información que encierra el ADN. La lectura de esta secuencia se realiza por grupos de 3 nucleótidos consecutivos o **tripletes**, en donde es importante tanto qué nucleótidos participan, como la posición interna que ocupa cada uno de ellos en el triplete. No se lee igual ACT que ATC o que GCT que CGT. Existen unidades de información genética, llamadas **genes** que comprenden toda la secuencia de tripletes de ADN necesaria para construir una proteína. Para formar una proteína intervienen tantos tripletes como aminoácidos compongan la proteína. También incluyen otras regiones del ADN que regulan este proceso.

Para que la célula pueda utilizar la información contenida en el ADN y obtener la proteína que necesita para su estructura y como enzimas activadoras de sus reacciones químicas, es necesario un proceso de “lectura” en dos pasos. El primero se llama **transcripción**, en el cual se copia la secuencia de nucleótidos de una porción determinada del ADN en otra molécula muy similar pero no doble sino lineal que se llama **ácido ribonucleico mensajero (ARNm)**. A continuación, el ARNm “traduce” la información captada en el ADN a una secuencia de aminoácidos que se unen formando una proteína. El tipo de aminoácidos y su orden es lo que determinan las propiedades de esta molécula de proteína.

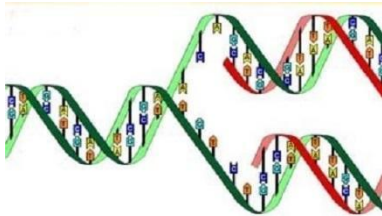


(Epígrafe) En el ARN, los nucleótidos U (Uracilos) reemplazan a los nucleótidos C (Citosinas) propios del ADN.

El ADN es muy estable pero puede sufrir alteraciones de diferente magnitud, denominadas **mutaciones**. La mayoría de las veces que se producen mutaciones, existen sistemas propios de detección y de reparación. Más del 99% de la secuencia genética es común a todos los seres

humanos, sin embargo, existen múltiples pequeñas variaciones en la secuencia, distribuidas por todo el **genoma**(conjunto de genes) presente en un individuo, que hacen que cada uno sea único y diferente de cualquier otro. Es decir que haya **variabilidad genética** aun entre hermanos.

Una importante propiedad del ADN es que puede copiarse. Mediante un proceso denominado **replicación**, utilizando la cadena “madre” como molde para una cadena “hija”, cuya secuencia es complementaria a la original y que, en definitiva, contiene la misma información que la primera. Esta propiedad es esencial para transmitir la información genética de una célula a otra y de generación en generación. Un ser vivo con reproducción sexual como los seres humanos recibe la mitad de los cromosomas con sus genes de cada uno de sus progenitores. Esto implica un nuevo nivel de recombinación del material genético que da un resultado único y absolutamente diferente para cada individuo. A su vez, será el material genético que se transferirá a los descendientes. Esa combinación de material genético recibido de los progenitores y transmitido a los descendientes es la **herencia genética**, y constituye el proceso básico mediante el cual las especies biológicas se perpetúan en el tiempo y evolucionan.



(Epígrafe) Replicación o autoduplicación del ADN

#### *Preguntas sobre el tema:*

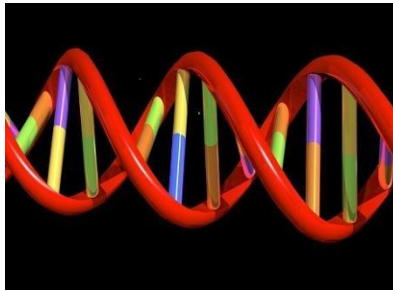
- Si podés observá este video, grafica muy bien la explicación sobre qué es y cómo funciona el ADN <https://www.youtube.com/watch?v=NQaZecHCCNA>.<sup>3</sup>
- Para comprender el ADN suele compararse con objetos cotidianos. Una comparación es que parece una escalera caracol; otra lo compara con un largo cierre de abrojo que se abre en alguna parte y luego se cierra y una tercera dice que el ADN es como un gran libro de muchas páginas y en cada una está la información para una característica del organismo. Intentá explicar a qué aspectos del ADN se refiere cada una de esas comparaciones y fundamentalas.

---

<sup>3</sup> Aunque este video es claro en la explicación y las imágenes ayudan a comprender el ADN, se dice que el ADN “vive” en el núcleo o la zona central de la célula y que los aminoácidos “vienen” el citoplasma. El uso de la palabra **viven** en estos casos es incorrecto las moléculas no viven porque no son seres vivos. Debería decir están en...o se encuentran en...



- Poné todos los rótulos que sean necesarios para que un compañero entienda de qué se trata esta figura que aparece a continuación y cómo está compuesto lo que se representa.



Respondé las siguientes preguntas

- ¿Cuántos cromosomas tiene la especie humana en sus células ¿en todas ese números es igual?
- ¿Qué función o funciones tiene el ADN?
- ¿Qué función tiene el ARNm?
- ¿Qué son las mutaciones?
- ¿Padres e hijos tienen el mismo ADN? ¿Y dos hermanos?