

UNIDADE 5 (2) - HERDANZA XENÉTICA DOS CARACTERES. XENÉTICA



É O CÓDIGO XENÉTICO A LINGUAXE DO ADN?

As características básicas que debe presentar un código de información para ser considerado unha linguaxe son as seguintes:

- ❖ Ser un sistema de comunicación: o código xenético éo, transmite información.
- ❖ Estar composto por símbolos: os codóns nucleótidos do código xenético funcionan como unidades de información con significado propio.
- ❖ Estar integrado por unidades discretas que se delimitan e se illan: os codóns e os nucleótidos funcionan como as palabras dunha linguaxe.

É paradoxal que, cun pequeno número de símbolos, se poidan construír mensaxes cada vez máis elaboradas, desde grandes textos, como unha novela, a seres de gran complexidade, como un ser humano.

PROPOÑÉMOSCHE UN RETO 1. Arquivar a nosa condición xenética

O núcleo das células garda información xenética codificada no material xenético, da mesma forma que un MP4 garda información musical codificada nun arquivo informático. Continúa a seguinte analogía entre elementos musicais e elementos do material xenético. Sigue a pista que che ofrecen as imaxes!:

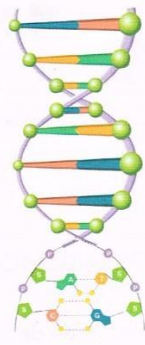
- Os álbums de cancións son música como ao material xenético é...



- As cancións son á música como o noso material xenético son os...



- As palabras das cancións son a música como ao material xenético son os...



- As notas musicais son á música como ao material xenético son os...
- Copia as túas respostas no teu caderno. Compáraas coas dos teus compañeiros.

Que sabemos sobre a herdanza xenética?

- Onde se atopan os xenes?
- Que é un carácter hereditario?
- Con que finalidade estuda o ADN a policía científica?

1. Xenética e transmisión

Oíches a frase «lévao nos xenes»? Pensa un momento nela: realmente ten sentido? Teno, considerando os caracteres hereditarios.

VOCABULARIO

ADN: molécula que porta toda a información xenética de cada especie.

Cromosomas: estruturas extremadamente organizadas nas que se compacta o ADN.

1.1. Os caracteres hereditarios

A **herdanza xenética** é o conxunto de mecanismos de transmisión de caracteres dun individuo á súa descendencia rexidos polas leis do código xenético.

Un **carácter hereditario** é unha característica morfolóxica ou fisiolóxica que se transmite á descendencia, como a cor dos ollos, a cor de pelo ou a estatura.

Un xene é un fragmento de ADN que determina un **carácter hereditario**.

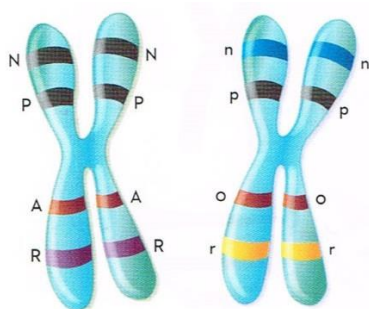
As diferentes variantes dun xene denomínanse **xenes alelos** ou **alelos**.

Os **xenes alelos** son variantes dun xene que controla as diversas expresións para un determinado carácter.

Cada xene ocupa un lugar fixo nos cromosomas, denominado **locus**. Os xenes alelos sitúanse no mesmo locus nos cromosomas homólogos.

Os **cromosomas homólogos** son aqueles que teñen os mesmos xenes, aínda que poden ser diferentes alelos.

Figura 2.1. Locus e xenes alelos



APRENDEMOS A SER CIENTÍFICOS 1. Lingua e xenes

A capacidade de poñer a lingua en forma de U é un carácter que posúen algunhas persoas. Propoñémosche investigar como se herda este carácter. Cantas persoas na clase poden poñer a lingua así?



A capacidade de poñer a lingua en forma de U está moi estendida na especie humana. É un carácter hereditario dominante, que se herda dos proxenitores xeralmente, aínda que existen casos documentados de presenza desta capacidade na descendencia e non nas súas proxenitores.

a) Sodes máis os que tedes a capacidade de colocar así a lingua?

Polo comentado antes, probablemente será maior o alumnado que pode poñer a lingua en forma de U que o alumnado que non pode.

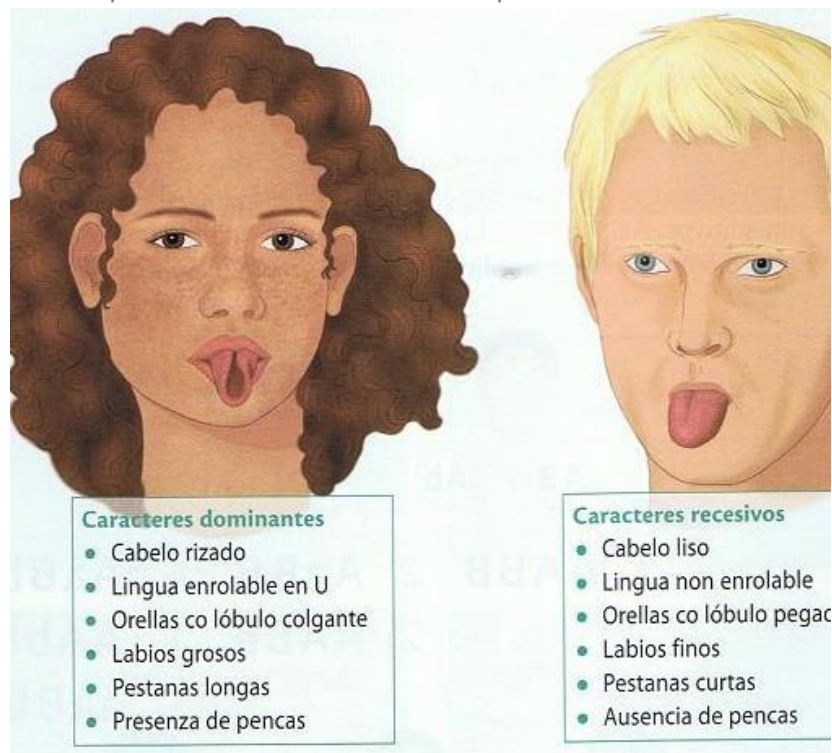
b) Se esta capacidade é un carácter que se dá con certa frecuencia entre os teus compañeiros, podemos supoñer que hai unha influencia dos nosos xenes que determina que un carácter sexa máis ou menos común nas persoas? As árbores xenealóxicas ou pedigrees permiten estudar a transmisión dun carácter (ou unha enfermidade) en varias xeracións de individuos emparentados.

Constrúe a árbore xenealóxica da túa familia, e sinala quen pode poñer a lingua en forma de U e quen non. Asegúrate de que concorde o carácter de cada persoa cos que presentan os seus pais. Podes utilizar o seguinte programa para xerar a túa árbore: <http://goo.gl/HSh7Xo>.

(Genopro para confeccionar a árbore xenealóxica)

O enlace informático proposto para xerar as árbores xenéticas dirixe a unha páxina de descarga gratuíta para PC do programa informático Genopro. Na fiestra principal do enlace, o alumnado pode atopar información básica para a elaboración de árbores xenealóxicos con ese programa

Pode darse o caso de non presenza desta capacidade en proxenitores e si na súa descendencia, o cal non significa carencia de parentesco, senón un caso excepcional na transmisión desta capacidade.



1.2. Xenética: conceptos básicos

LEMBRA

Os cromosomas son estruturas de ADN e proteínas que se forman no núcleo das células durante os procesos de división celular: mitose e meiose. Transportan fragmentos de ADN desde as células proxenitoras ás células fillas.

Os seres humanos somos organismos **diploides**, o que significa que cada cromosoma ten unha parella, o seu homólogo.

Na nosa especie, cada célula do noso corpo ten 23 parellas de cromosomas, e dicir, temos 46 cromosomas en total, dos cales a metade procede da nai e a outra metade do pai. Cada parella de cromosomas está formada por dous cromosomas homólogos, que conteñen información para os mesmos caracteres ou xenes. Observa a ilustración da dereita.

Figura 2.2. Cromosomas homólogos.



As nosas células somáticas portan os alelos para cada carácter, os cales poden ser iguais (homocigose: AA, aa) ou diferentes (heterocigose: Aa, aA). Na xenética mendeliana ou clásica, ter os dous caracteres iguais (é dicir, en homocigose), denomínase raza pura.

Un **individuo heterocigótico** ou híbrido é aquel que ten alelos diferentes para un xene (Aa, aA).

Un **individuo homocigótico** é aquel que ten os alelos iguais para un xene (AA, aa).

Inicialmente, na expresión dun xene determinado, Mendel considerou dous tipos de alelos:

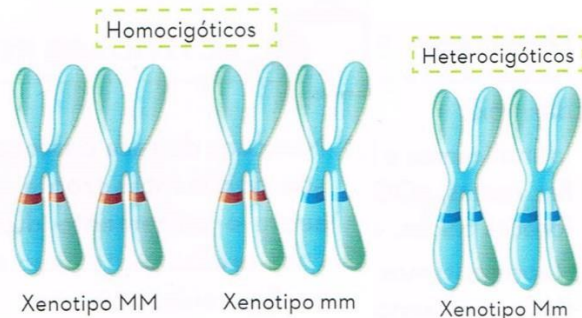
O **alelo dominante** (A) é aquel que se manifesta no fenotipo sempre, tanto en homocigose como en heterocigose. O **alelo recesivo** (a) é o que se manifesta no fenotipo unicamente en homocigose.

Os alelos recesivos transmítense e permanecen «ocultos» no xenotipo dos descendentes.

O **xenotipo** é o conxunto de xenes que un organismo herda dos seus proxenitores. Por exemplo, unha persoa pode herdar os xenes para ollos azuis e verdes. O **fenotipo** é o conxunto de caracteres que manifesta un organismo, é dicir, a aparencia externa do xenotipo, como a cor de ollos que presentamos noso aspecto externo.

O xenotipo permanece constante, mentres que o fenotipo varía pola acción de diferentes factores ambientais.

Figura 2.3. Homocigose e heterocigose.



ACTIVIDADE 1 (páxina 39)

RESUME DE CONCEPTOS:

ADN	molécula que porta toda a información xenética de cada especie.
Cromosomas	estruturas extremadamente organizadas nas que se compacta o ADN durante a división celular (para permitir o reparto)
Cromosomas homólogos	son aqueles que teñen os mesmos xenes, aínda que poden ser diferentes alelos.
Célula ou organismo diploide	aquel que posúe cada cromosoma coa súa parella (un cromosoma homólogo)
Xene	é un fragmento de ADN que determina un carácter hereditario.
Xenes alelos ou alelos	son as diferentes variantes dun xene que controla as diversas expresións para un determinado carácter.
Locus	lugar fixo que ocupa un xene nos cromosomas. Os xenes alelos sitúanse no mesmo locus nos cromosomas homólogos.
Xenotipo	é o conxunto de xenes que un organismo herda dos seus proxenitores. É constante
Fenotipo	e o conxunto de caracteres que manifesta un organismo, é dicir, a aparencia externa do xenotipo. O fenotipo varía pola acción de diferentes factores ambientais.
Individuo heterocigótico	ou híbrido, é aquel que ten alelos diferentes para un xene (Aa , aA)
Individuo homocigótico	ou puro, é aquel que ten os alelos iguais para un xene (AA , aa).
Alelo dominante	(A) é aquel que se manifesta no fenotipo sempre, tanto en homocigose como en heterocigose.
Alelo recesivo	(a) é o que se manifesta no fenotipo unicamente en homocigose.

2. Xenética mendeliana

Hai 150 anos, o monxe austríaco Gregor Mendel foi o primeiro en explicar as nocións básicas da herdanza xenética. Mendel deseñou experimentos para descubrir como se transmitían os caracteres nunhas plantas de chícharo (*Pisum sativum*). A partir da análise estatística dos seus resultados, enunciou tres leis:

Figura 2.4. Cadro de Punnett.

	AB	Ab	aB	ab
AB	$AABB$	$AABb$	$AaBB$	$AaBb$
Ab	$AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$Aabb$
aB	$AaBB$	$AaBb$	$aaBB$	$aaBb$
ab	$AaBb$	$Aabb$	$aaBb$	$aabb$

As catro vantaxes que presentaban os chícharos para os experimentos xenéticos de Mendel son:

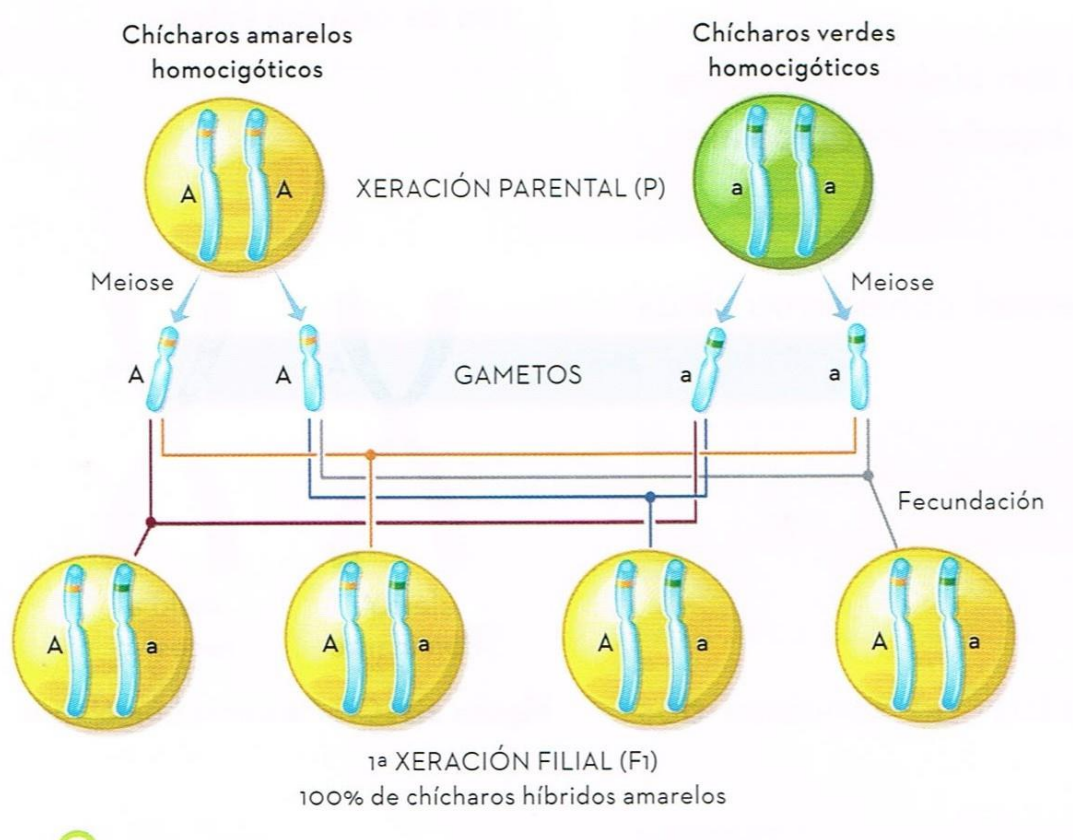
- presenta unha serie de caracteres con alternativas que poden distinguirse con claridade.
- o seu cultivo resulta sinxelo,
- a fecundación artificial é fácil,
- e produce resultados con bastante rapidez.

2.1. Leis de Mendel

A. Primeira lei de Mendel: uniformidade dos híbridos da primeira xeración filial

Primeiro, estudou a transmisión dun carácter, a cor da semente. Para a primeira xeración, ou **xeración parental (P)**, cruzou dúas plantas de raza pura, unha de sementes amarelas (AA) con outra de sementes verdes (aa). As plantas da **primeira xeración filial (F1)** presentaron todas as semente amarelas. A cor da semente amarela dominaba sobre o verde.

Figura 2.5. Primeira lei de Mendel.



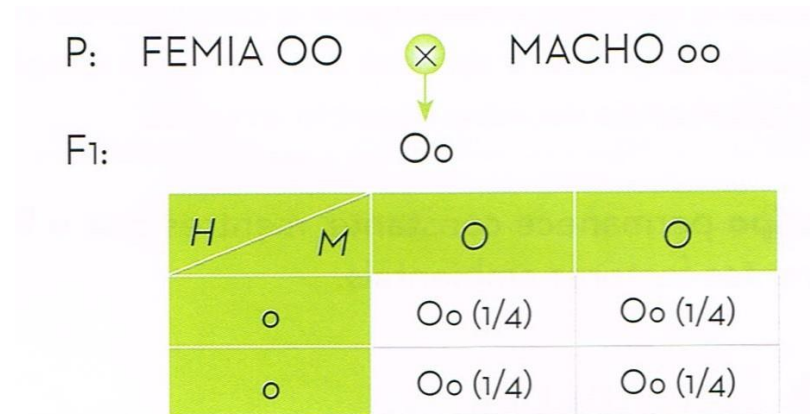
1. Nos cans de raza pastor alemán, as orellas rectas son dominantes fronte as orellas caídas.

Representa o cruzamento dunha femia homocigótica coas orellas rectas cun macho homocigótico de orellas caídas.

1) Identificamos o carácter dominante (orellas rectas, «O») e o carácter recesivo (orellas caídas, «o»).

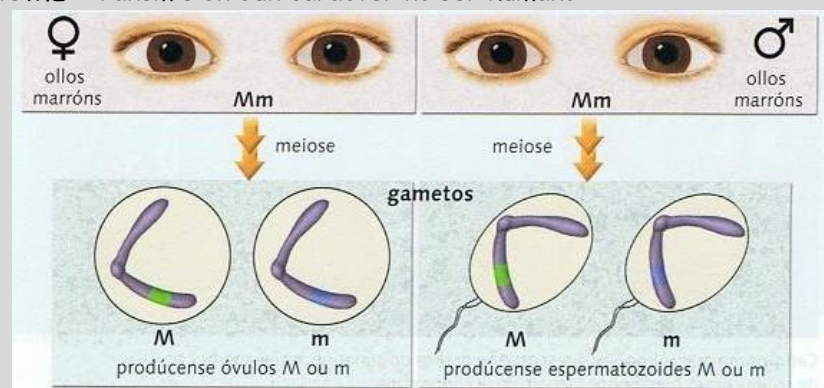
2) Identificamos o homocigótico dominante (orellas rectas, «OO») e o homocigótico recesivo (orellas caídas, «oo»).

3) Representamos o cruzamento e as posibilidades nos xenotipos resultantes no cadro de Punnett.

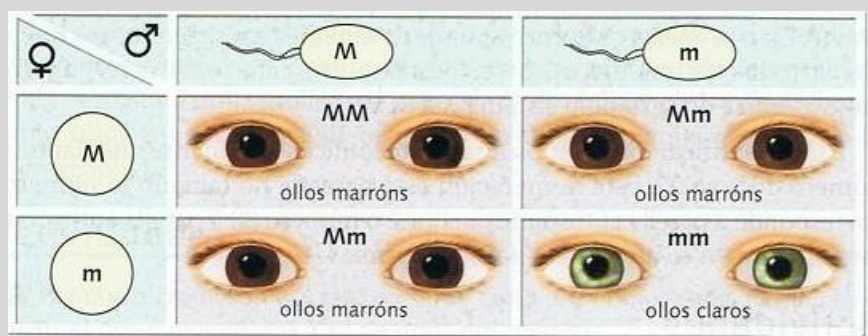


Todos os individuos da F₁, o 100 %, son heterocigóticos co carácter dominante "orellas rectas" Este cruzamento cumpre a primeira Lei de Mendel, xa que de dúas razas puras obtívose descendencia uniforme.

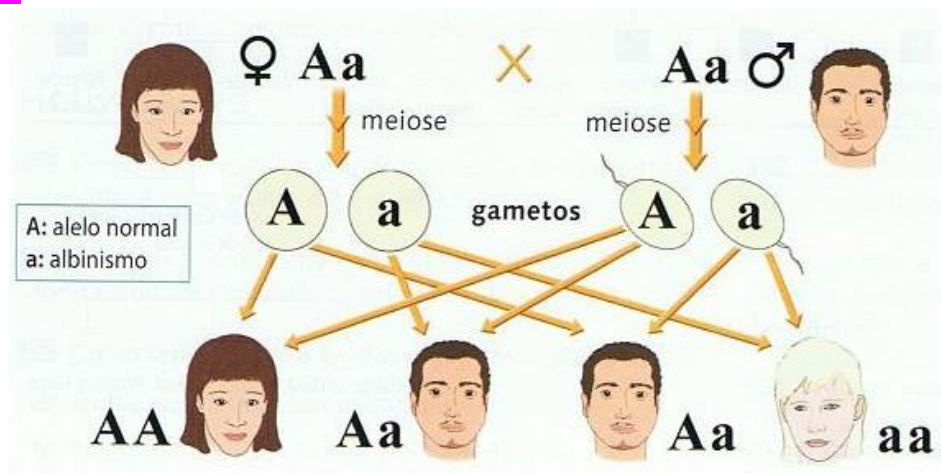
EXEMPLO NO HOME: Transmisión dun carácter no ser humano:



O cruzamento entre estas dúas persoas pode reflectirse mediante un diagrama ou un cadro de Punnett



ALBINISMO



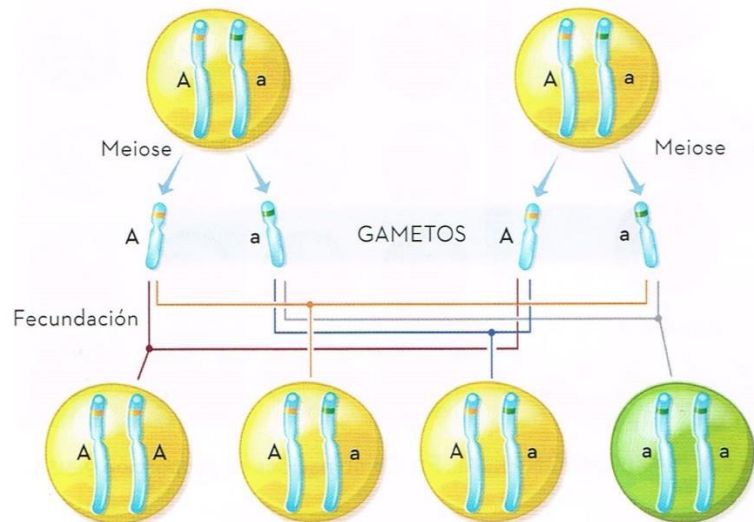
B. Segunda a lei de Mendel: segregación de caracteres antagónicos da segunda xeración filial

Mendel deixou autofecundarse as plantas da F1, xa que as súas flores son hermafroditas, teñen estame e pistilo. Obtivo unha **segunda xeración filial (F2)** de plantas con sementes amarelas e verdes, en proporción **3:1**.

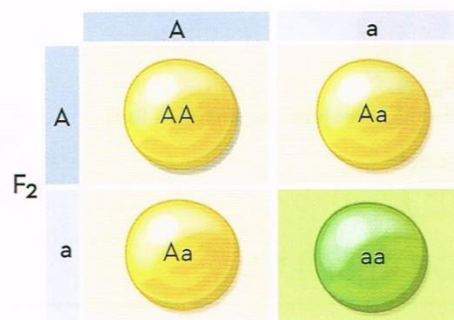
O carácter desaparecido no fenotipo de F1 volvía aparecer en F2; debía de estar «oculto», polo tanto, no xenotipo de F1. O descubrimento reafirmou a idea de que un carácter domina (o carácter dominante) sobre o outro (o carácter recesivo).

Cada alelo sepárase e distribúese nos gametos de forma independente.

1ª XENERACIÓN FILIAL DE CHÍCHAROS HÍBRIDOS AMARELOS



2ª XERACIÓN FILIAL (F2): 75 % de chícharos híbridos amarelos (3/4).
25 % de chícharos homocigóticos verdes (1/4)



SABÍAS QUE...

O cruzamento-proba realízase para coñecer o xenotipo dun individuo e saber se é heterocigoto ou homocigoto (dominante) e un homocigoto recesivo.

- ✓ Se se trata dun heterocigoto, a proporción fenotípica da descendencia será o 50%
- ✓ Se é homocigoto dominante a proporción fenotípica da descendencia será 100 % fenotipo dominante.

CRUZAMIENTO PRUEBA

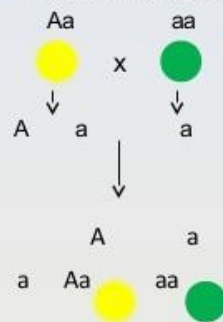
Cruzamiento entre un individuo con fenotipo dominante, pero de genotipo incierto (homocigota o heterocigota), y un individuo que es homocigota recesivo.

Gen: color de la semilla

A = amarillo
a = verde

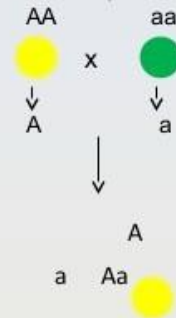
¿AA o Aa?

Cruzamiento prueba 1



Dos fenotipos: amarillo y verde

Cruzamiento prueba 2



Un fenotipo: amarillo

ACTIVIDADE RESOLTA

1. Nos cans, o carácter orellas rectas é dominante fronte ao carácter orellas caídas, recesivo. Crúzase unha femia e un macho heterocigóticos de orellas rectas. Representa o esquema deste cruzamento, coas probabilidades e as porcentaxes dos xenotipos da F2.

1) Identificamos o carácter dominante (orellas rectas, «O») e o carácter recesivo (orellas caídas, «o»).

2) Identificamos o macho homocigótico recesivo como «oo».

3) Representamos o cruzamento e o cadro de Punnett. Pedímoslle axuda ás matemáticas.

F1: FEMIA Oo × MACHO Oo

F2: OO Oo oo

H \ M	O	o
O	Oo (1/4)	Oo (1/4)
o	Oo (1/4)	oo (1/4)

As porcentaxes dos xenotipos da descendencia serán o 50 % de «Oo» e 25 % de «oo», o que se reflectirá fenotipicamente como o 75 % da descendencia coas orellas rectas e o 25 % coas orellas caídas.

C. Terceira lei de Mendel: independencia e libre combinación de factores hereditarios

Mendel investigou se as súas conclusións se cumprían tamén na **transmisión dos caracteres hereditarios**. Cruzou plantas de chícharos de liñas puras par dous caracteres de semente, cor e forma. Considerou o seguinte:

P, xeración parental: plantas de semente amarela e lisa x plantas de semente verde e rugosa

F1, xeración filial: obtivo todas as plantas con sementes amarelas e lisas.

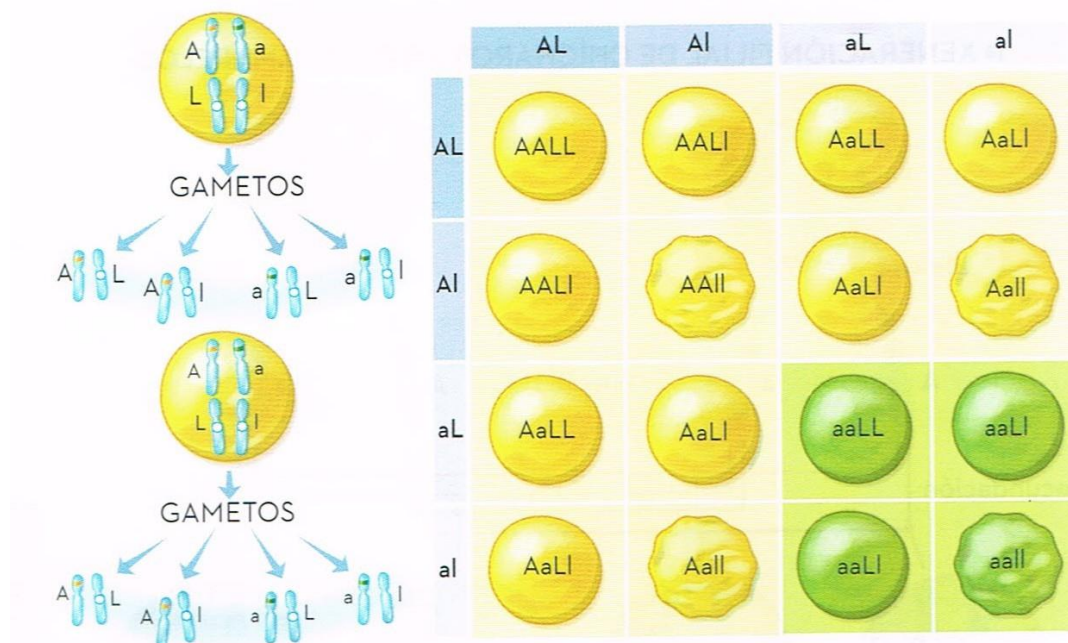
Deixo autofecundarse a F1, e resultou as combinacións indicadas na F2 do cadro.

Os alelos dun xene hérdanse de forma independente e combínanse ao azar e d todas as formas posibles con outros a lelos na descendencia.

Figura 2.7. Terceira lei de Mendel.



Figura 2.8. 2ª XERACIÓN FILIAL, F2. Combinacións en proporción 9:3:3:1.



SABÍAS QUE...

Mendel tivo moita sorte, xa que os caracteres que elixiu para os seus experimentos eran caracteres independentes, é dicir, non controlados por **xenes ligados**, que non cumpren a súa terceira lei.

(Anexo final)

RESUMO DAS LEIS DE MENDEL:

PRIMEIRA: lei da uniformidade dos híbridos da primeira xeración filial

Cando se cruzan dous individuos distintos de raza pura, todos os descendentes da primeira xeración filial (F₁) son iguais entre si, tanto no xenotipo coma no fenotipo.

SEGUNDA: lei da segregación dos caracteres antagónicos na segunda xeración filial

Cando se cruzan dous individuos da primeira xeración filial obtida no caso anterior, aparece unha segunda xeración filial (F₂) integrada por dous tipos de fenotipos.

TERCEIRA: lei da independencia dos caracteres hereditarios

Cando se cruzan dous individuos que difiren en máis dun carácter, a transmisión de cada carácter é independente da do resto.

ACTIVIDADE RESOLTA

2. Ademais de ter en conta o carácter «forma das orellas» na raza de cans pastor alemán, vamos fixarnos na pelame, onde é dominante o pelo curto fronte ao pelo longo. Cruzamos a seguinte parella: un macho e unha femia, ambos heterocigóticos dominantes de orellas rectas e pelo curto (OoPp), que probabilidades xenotípicas e fenotípicas terá a súa descendencia?

i) Identificamos os caracteres dominantes (orellas rectas, «O»; pelo curto, «P») e os caracteres recesivos (orellas caídas «o»; pelo longo, «p»).

2) Identificamos o heterocigótico dominante (orellas rectas, «Oo»; pelo curto «Pp»).

3) Representamos o esquema do cruzamento e o cadro de Punnett.

F1: FEMIA OoPp × MACHO OoPp

F2: OOPP, OOPp, OoPP, ooPP, Oopp, OoPp, ooPp, oopp, OOpp

H \ M	OP	Op	oP	op
OP	OOPP (1/16)	OOPp (1/16)	OoPP (1/16)	OoPp (1/16)
Op	OOPp (1/16)	OOpp (1/16)	OoPp (1/16)	Oopp (1/16)
oP	OoPP (1/16)	OoPp (1/16)	ooPP (1/16)	ooPp (1/16)
op	OoPp (1/16)	Oopp (1/16)	ooPp (1/16)	oopp (1/16)

A probabilidade de cada xenotipo será:

OOP 1/16; OOPp, 1/8; OoPP, 1/8; OoPp, 1/4; Oopp, 1/16 Oopp, 1/8; ooPP, 1/16; oopp, 1/16; ooPp, 1/8.

E de cada fenotipo:

- 9/16 orellas rectas e pelo curto
- 3/16 orellas rectas e pelo longo;
- 3/16 orellas caídas e pelo curto;
- 1/16 orellas caídas e pelo longo

Mendel non so experimentou con dous caracteres de dúas variantes opostas en plantas de chícharo. Estudou sete caracteres, ademais da forma e o color da semente: a cor das flores (púrpura ou branca), a súa posición (axial ou terminal), a forma e a cor da vaíña (lisa ou estrangulada e verde ou amarela), e o talle das plantas (normal ou anana).

Acertou ao seleccionar a planta do chícharo como o modelo de estudo, pois ao utilizar unha especie autógena (polinización polo pole da mesma flor) asegurábase de que as variedades eran liñas puras, constituídas por individuos idénticos e homocigóticos. Iniciou os seus experimentos fixándose nun só carácter, co que obtivo proporcións numéricas fáciles de analizar e identificar. Así, a partir do número de individuos obtidos propuxo proporcións sinxelas e utilizou relacións estatísticas en varias xeracións sucesivas.

CIENCIA 2.0

Para ampliar os teus coñecementos sobre as leis de Mendel, realiza os problemas propostos, e comproba os teus resultados, nos seguintes vínculos:

<http://goo.gl/Htqdf> (bioygeo.info contén enlaces relacionados)

<http://goo.gl/nbvJPc> (15 problemas de xenética explicados en 64 diapositivas)

HERDANZA CUANTITATIVA: En ocasións, atópanse moitas alternativas para un determinado carácter: existen numerosos fenotipos que varían minimamente entre si. Estas variacións poden observarse na estatura, na cor da pel, dos ollos, do pelo...

Na herdanza cuantitativa interveñen varias parellas alélicas cuxos efectos son aditivos. O efecto final corresponde á suma dos efectos individuais. Exemplo: Herdanza cuantitativa na cor dos grans do trigo ou cor de pel.

Herdanza cuantitativa da cor da pel no ser humano.

Proxenitores (P)	 Aa Bb x Aa Bb 							
Gametos	AB	Ab	aB	ab	AB	Ab	aB	ab
Descendencia (F ₂)	1 AABB	2 AaBB 2 AABb	4 AaBb 1 AAbb 1 aaBB	2 Aabb 2 aaBb	1 aabb			
Fenotipo	 negro	 <<moreno>>	 mulato	 claro	 caucásico			
núm. de alelos dominantes	4	3	2	1	0			

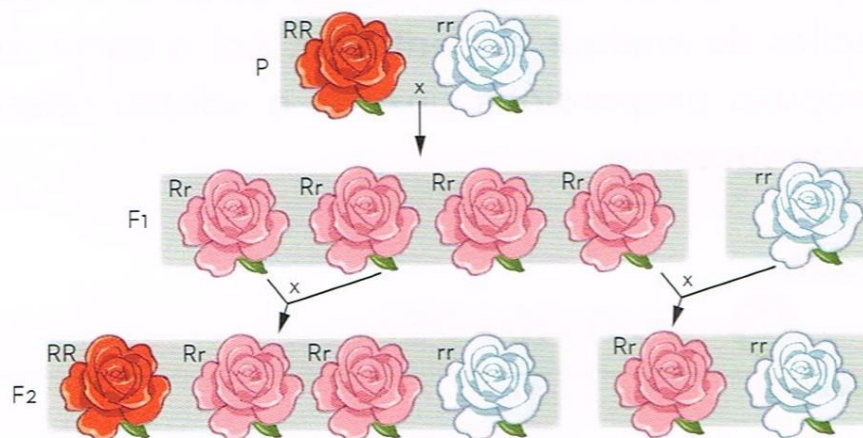
2.2. Herdanza intermedia

Mendel descubriu nos seus experimentos que entre os alelos dun mesmo xene prodúcese interaccións. Así definiu as relacións de dominancia e de recesividade, pero o certo é que existen outras. Un deses tipos de herdanza é a denominada **herdanza intermedia**.

O científico Carl Correns cruzou dúas variantes opostas da planta dondiego de noite, unha homocigótica dominante con flores vermellas («RR») e outra homocigótica recesiva con flores brancas («rr»). De aí xurdiu unha F1 uniforme de híbridos con flores rosas («Rr») que cumpría a primeira lei de Mendel. Na F2 cruzou híbridos («Rr») e obtivo plantas de flores vermellas, rosas e brancas, en proporción 1:2:1, respectivamente.

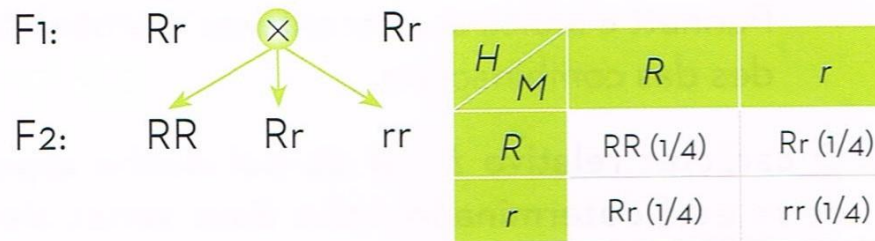
Na **herdanza intermedia** os alelos exprésanse por igual no fenotipo. O individuo heterocigótico ou híbrido resultante manifesta un novo carácter, que mestura a información dos dous alelos parentais.

Figura 2.9. Herdanza intermedia.



ACTIVIDADES RESOLTAS

3. Queremos obter plantas da especie dondiego de noite con flores rosas. Para iso cruzamos dous exemplares coas flores rosadas. Sorprendentemente, ao observar a súa descendencia vemos que obtemos plantas de flores vermellas («RR»), rosas («Rr»), en proporción 1:2:1. Cales son os xenotipos e fenotipos de F₁ e F₂? Indica as sas respectivas probabilidades e porcentaxes.



Todos os xenotipos de F₁ (o 100 %) serán «Rr» polo que todas as flores (o 100 %) serán rosas. Os xenotipos e fenotipos da F₂ serán 1/4 (25 %), vermellas; 1/2 (50 %), rosas; e 1/4 (25 %), brancas.

6. Cruzamos plantas de flores rosas con plantas de flores vermellas da especie dondiego de noite. Sabemos que este carácter está determinado por dous alelos, vermello («R») e branco («r»), con herdanza intermedia. Como poderán ser as plantas descendentes? Fai un esquema do cruzamento e indica as porcentaxes e probabilidades dos xenotipos.

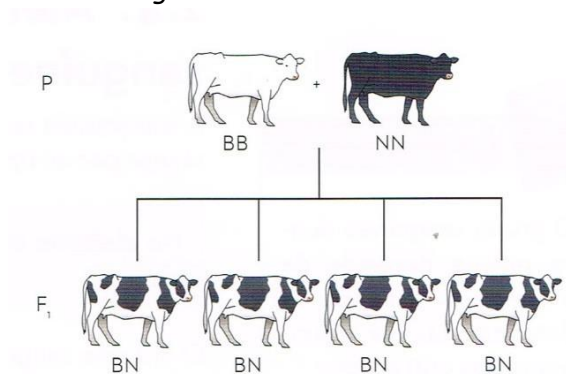
ACTIVIDADE 6 (páxina 44)

2.3. Codominancia

Outro tipo de herdanza é a denominada **codominancia**. En codominancia exprésanse á vez no fenotipo do individuo ambos alelos, a diferenza da herdanza intermedia, onde se expresa un fenotipo intermedio novo.

En codominancia, ambos os alelos (codominantes) exprésanse simultaneamente no fenotipo. O individuo heterocigótico resultante manifesta os caracteres dos dous proxenitores a vez, pero sen combinarse.

Figura 2.10. Codominancia.



ACTIVIDADE RESOLTA

4. Unha especie de gando vacún pode presentar pelame negro (N), branco (B), ou con manchas negras e brancas (NB). Que descendencia se obterá de cruzar un boi pinto:

- Cunha vaca pinta.
- Cunha vaca branca.
- Cunha vaca negra. Razoa os tres cruzamentos.

Os individuos manchados son heterocigóticos, manifestando a vez o carácter os dous caracteres do pelame negro (M) e branco (B), que son codominantes.

O cruzamento entre un boi pinto e unha vaca pinta sería o seguinte:

F1 NB × NB			
		N	B
	N	NN (1/4)	NB (1/4)
	B	NB (1/4)	BB (1/4)

Obtense 1/4(25 %) de tenreira negra, 1/2 (50 %) de tenreira pinta e 1/4 (25 %) de tenreira branca. E os cruzamentos entre un touro manchado e unha vaca negra, e unha vaca branca serían os seguintes:

F2 NB × NN			
		N	B
	N	NN (1/2)	NB (1/2)

NB × BB			
		N	B
	B	NB (1/2)	BB (1/2)

En ambos os cruzamentos, obtemos 1/2 (50 %) de tenreira pinta e 1/2 (50 %) de tenreira negra e branca, respectivamente.

2.4. Alelismo múltiple: grupos sanguíneos humanos

A transmisión xenética dos diferentes grupos sanguíneos nos seres humanos réxese por un tipo de herdanza denominada **alelismo múltiple**.

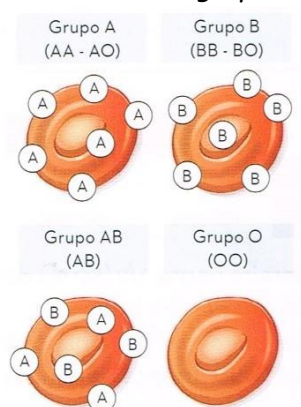
No alelismo múltiple un único carácter está determinado por máis dun alelo.

O sistema sanguíneo ABO está determinado xeneticamente por tres alelos diferentes, A, B e O, coa particularidade de que os alelos A e B son codominantes entre eles, pero dominantes sobre o alelo O.

LEMBRA

O grupo sanguíneo dunha persoa depende da presenza ou ausencia de determinadas **proteínas** (no libro non ven) na membrana dos eritrocitos

Figura 2.11. Herdanza dos grupos sanguíneos.



- Como é a herdanza dos grupos sanguíneos?
- De que depende o grupo sanguíneo dunha persoa?

c) Completa o cadro cos xenotipos de cada grupo sanguíneo

FENOTIPO - GRUPO SANGUÍNEO	XENOTIPOS	ANTÍXENOS DE MEMBRANA
A		
B		
AB		
O		

d) Completa o cadro cos anticorpos que teñen no plasma sanguíneo as persoas segundo o grupo sanguíneo e as posibles transfusións.

Grupo sanguíneo (xenotipo)	Anticorpos do plasma (fenotipo)	Poden doar sangue aos grupos...	Poden recibir sangue dos grupos...
A			
B			
AB			
O			

e) O factor Rh é outro grupo sanguíneo a ter en conta nas transfusións de sangue. Completa o cadro dos xenotipos e fenotipos posibles para este carácter hereditario. Utiliza «D» para o alelo dominante e «d» para o alelo recesivo.

XENOTIPO	FENOTIPO
DD	
Dd	
dd	

ACTIVIDADE RESOLTA

5. Como poderán ser os fillos dun home do grupo B cuxa nai era do grupo O, e dunha muller do grupo A cuxo pai era do grupo O?



As probabilidades e as porcentaxes dos xenotipos e os fenotipos da súa descendencia serán un 1/4 (25 %) do grupo sanguíneo AB (xenotipo «AB»), u 1/4 (25 %) do grupo O (xenotipo «oo»).

ACTIVIDADES 8,9,10 e 11 (páxina 46)

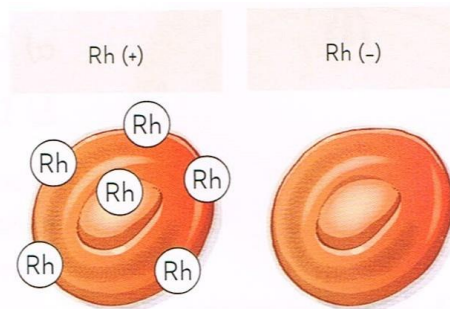
APRENDEMOS A SER CIENTÍFICOS 2. Doando sangue

Para que unha transfusión de sangue entre dúas persoas sexa posible hase ter en conta que os seus grupos sanguíneos sexan compatibles, é dicir, que o plasma do receptor non conteña anticorpos que aglutinen, formando coágulos, os glóbulos vermello do doador. A transfusión de sangue dunha persoa con Rh+ a outra con Rh- (é dicir, dunha persoa que ten este aglutinógeno a outra que non o

ten) induce a formación de anticorpos, os cales poden facer que en sucesivas doazóns se aglutine o sangue. De aí que nas doazóns de sangue e órganos se teña en conta este factor. O factor Rh é un tipo de proteína que pode estar presente na membrana plasmática dos glóbulos vermellos. A herdanza deste carácter é independente da dos grupos A, B, O.

O 85 % das persoas posúen o factor Rh, polo que se clasifican neste caso como Rh positivas (Rh+).

O 15 % restante corresponde ás persoas Rh negativas (Rh-), pois carecen deste factor.



Ao nacer, nin as persoas Rh+ nin as Rh- teñen anticorpos Rh no plasma sanguíneo. Estes anticorpos só se producen cando un individuo Rh- recibe sangue Rh+ a través dunha transfusión ou dun transplante, por exemplo, no caso dunha muller Rh- embarazada dun feto Rh+.

Herdanza do factor Rh:

O factor Rh determínase xeneticamente mediante o alelo «D» para Rh+, que é dominante, e o alelo «d» para Rh-, que é recesivo. Así, os xenotipos e fenotipos posibles para este carácter serán os seguintes:

Xenotipo	Fenotipo
DD	Rh+
Dd	Rh+
dd	Rh-

1. Diagnostica se son posibles as seguintes doazóns, e xustifica a túa resposta:

Doador	Receptor
A+	AB+
O+	B+
AB-	O+
B-	A-
O-	AB+

2. Un dos fillos dunha parella onde a muller é A+ e o home 4 B+ nace con grupo AB-. O pai non entende como o seu fillo pode ter un grupo sanguíneo distinto ao seu e ao da súa muller. Que lle dirías?
3. Outra parella, con grupos A- (ela) e B+ (el), teñen un fillo. Ela non entende que o seu fillo sexa B+, igual que o seu pai, e non teña nada do seu fenotipo. Que lle dirías?
- Podería algún dos fillos da parella anterior ter descendencia con grupo O-?

3. Base cromosómica das leis de Mendel

Os dous xenes que codifican un carácter concreto segréganse durante a produción de gametos mediante unha **división celular meiótica**. Así, cada gameto contén un só alelo para cada xene, o que permite que os alelos materno e paterno se combinen no descendente e se asegure a **variabilidade xenética**.

As leis de Mendel reflicten o comportamento dos cromosomas durante a meiose. A **primeira lei** explícase pola migración aleatoria dos cromosomas homólogos a polos opostos durante a anafase I da meiose. A **segunda lei** responde ao aliñamento aleatorio de cada par de cromosomas homólogos durante a metafase I da meiose. Deste modo, os caracteres hereditarios:

a) Distribúense de modo aleatorio (primeira lei de Mendel).

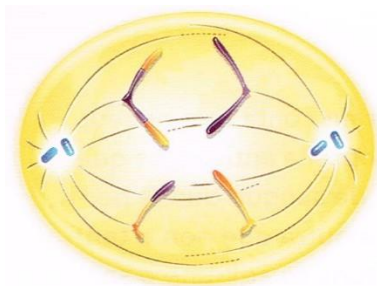


Figura 2.12. Base cromosómica da primeira lei de Mendel

b) Distribúense ou segregan de modo independente (segunda lei de Mendel)

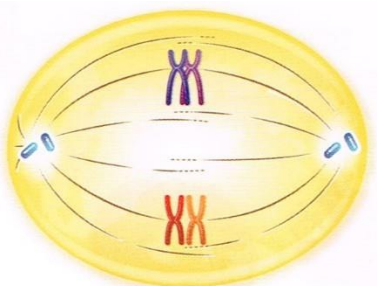


Figura 2.13. Base cromosómica da segunda lei de Mendel.

Non obstante, non todos os caracteres hereditarios se transmiten de modo independente. Cando dous xenes se sitúan no mesmo par de cromosomas homólogos denomínanse **xenes ligados**, e a súa herdanza pode non ser independente e incumprir a segunda lei de Mendel.

LEMBRA

Os xenes ordénanse nos cromosomas de maneira lineal, como as estacións dunha liña no plano de metro. Cada estación sería o locus do xene.

VOCABULARIO

Entrecruzamento ou recombinación xenética: Intercambio de fragmentos de material xenético entre cromosomas homólogos que se pode producir durante a meiose.

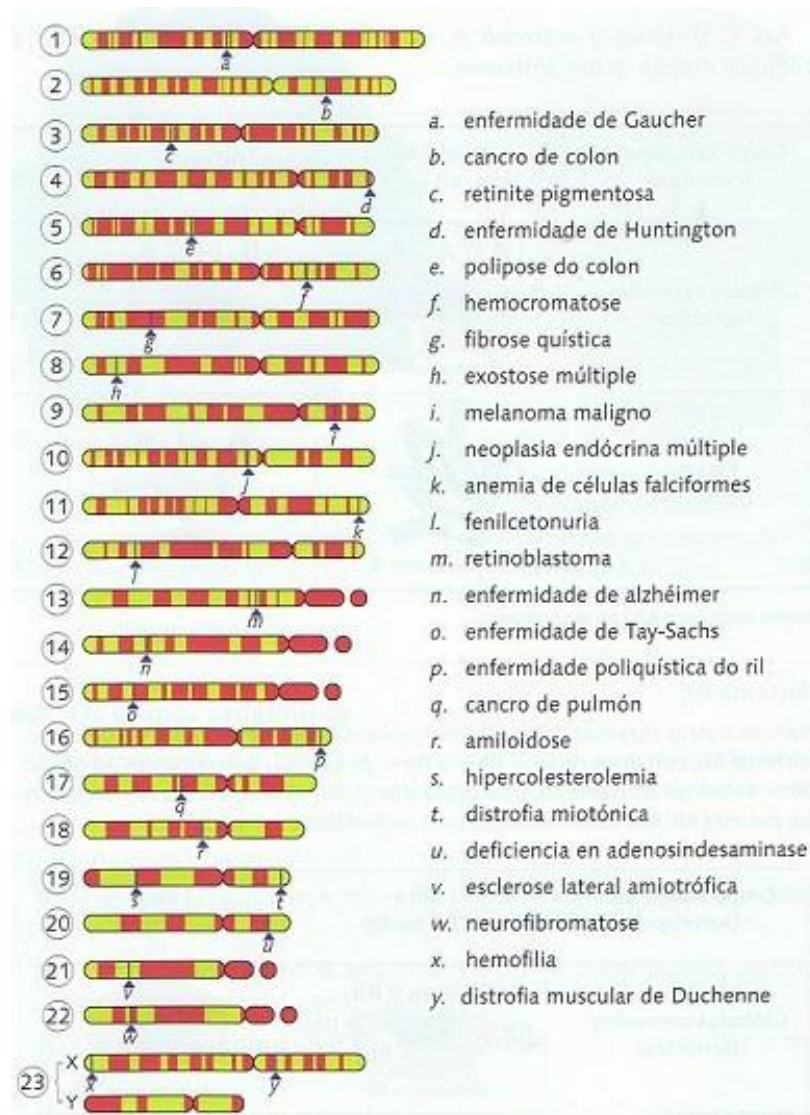
3.1. Teoría cromosómica da herdanza

Os traballos de Mendel foron ignorados ata que novos avances no campo da citoloxía permitiron evidenciar a relación entre cromosomas e herdanza xenética.

A denominada **teoría cromosómica da herdanza**, debida a Thomas Morgan, establece esta relación. Morgan demostrou esta teoría ao descubrir os xenes ligados grazas aos seus estudos coa mosca da froita (*Drosophila melanogaster*). Estes son xenes que se sitúan próximos ao cromosoma, polo que os se caracteres tenden a herdarse xuntos.

Os postulados desta teoría son os seguintes::

1. Os xenes sitúanse nos cromosomas.
2. Os xenes ordénanse linealmente nos cromosomas.
3. Os xenes próximos tenden a herdarse xuntos, polo proceso de ligamento.
4. Os xenes poden herdarse separados, aínda estando moi próximos no cromosoma, grazas ao proceso de entrecruzamento ou recombinación xenética.



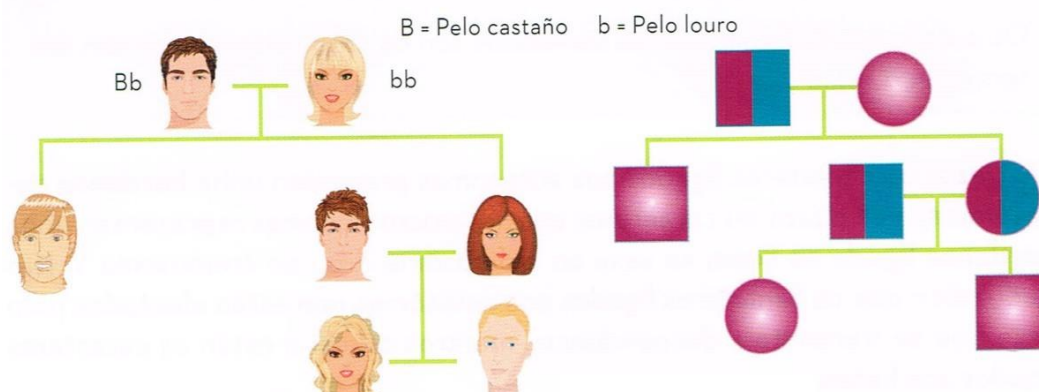
3.2. Aplicacións das leis de Mendel

Aínda que non todos os xenes se herdán cumprindo as tres leis descritas por Mendel, os xenes alelos sepáranse na meiose e cada gameto levará só un alelo.

Polo tanto, podemos predicir os resultados dos cruzamentos posibles, o que é de grande utilidade para a mellora xenética de especies en sectores como a agricultura e a gandería.

Ademais, a partir dos cruzamentos xa realizados pódese inferir, a través da análise do pedigree, se un trazo determinado é unha característica xenética e por que mecanismo de herdanza se rexe.

Figura 2.14. Pedigree.



SABÍAS QUE...

Unha aplicación actual das leis de Mendel é o uso de marcadores moleculares para a identificación da paternidade e os lazos familiares.

VOCABULARIO

Pedigree: Documento que analiza as relacións xenealóxicas do organismo para determinar como se herda e manifesta un determinado carácter.

4. Herdanza e sexo

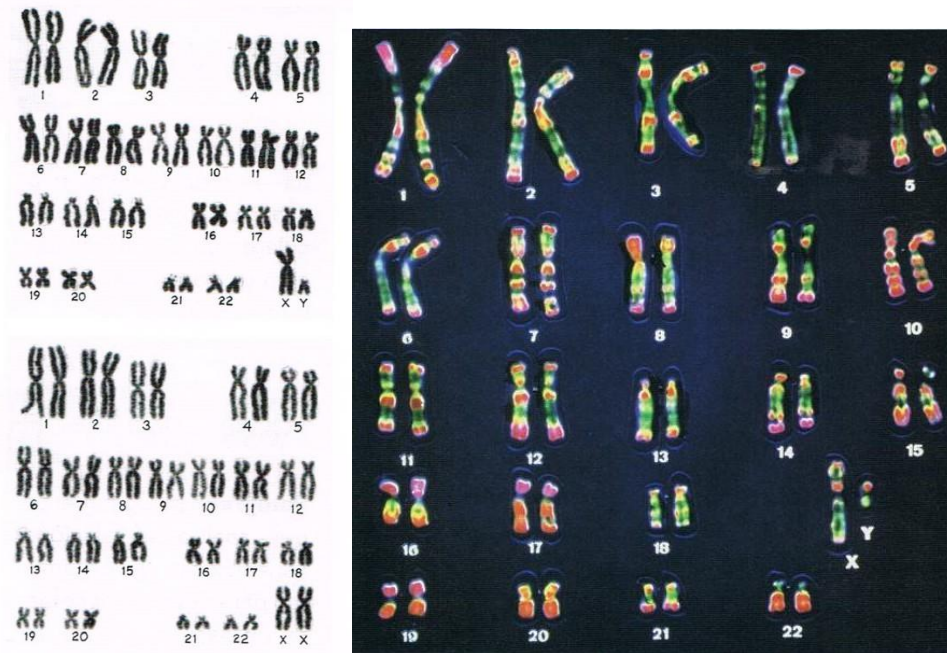


Figura 2.15. Cariotipo humano.

Alguns caracteres non se herdan segundo os postulados das leis de Mendel. Ademais, hai caracteres que as cumpren, pero teñen diferente proporción e función do sexo.

Os cromosomas humanos divídense en dous tipos: **os autosomas ou cromosomas somáticos e os heterocromosomas** dos pares 1 ao 22 son autosomas, e par 23 corresponde aos cromosomas sexuais, X e Y.

Os heterocromosomas ou cromosomas sexuais son os cromosomas que participan na determinación do sexo.

Os autosomas ou cromosomas somáticos son os cromosomas que non determinan o sexo.

Os trazos ou caracteres ligados aos autosomas presentan unha herdanza autosómica, e os trazos ou caracteres aos heterocromosomas representan unha **herdanza ligada ao sexo**, xa sexa ao cromosoma X ou ao cromosoma Y. Isto quere dicir que os caracteres ligados aos autosomas non están afectados polo sexo que se transmite a descendencia, mentres que si o están os caracteres ligados aos heterocromosomas.

ACTIVIDADE 12 (páxina 50)

4.1. A herdanza do sexo

SABÍAS QUE...

O xene SRY, situado no cromosoma Y humano, é o responsable da aparición dos testículos durante o desenvolvemento embrionario. A súa ausencia implica a formación dos ovarios.

A determinación xenética do sexo é o conxunto de factores e mecanismos xenéticos que fan que un individuo presente gónadas masculinas ou femininas. A diferenciación sexual é a expresión fenotípica desa determinación.

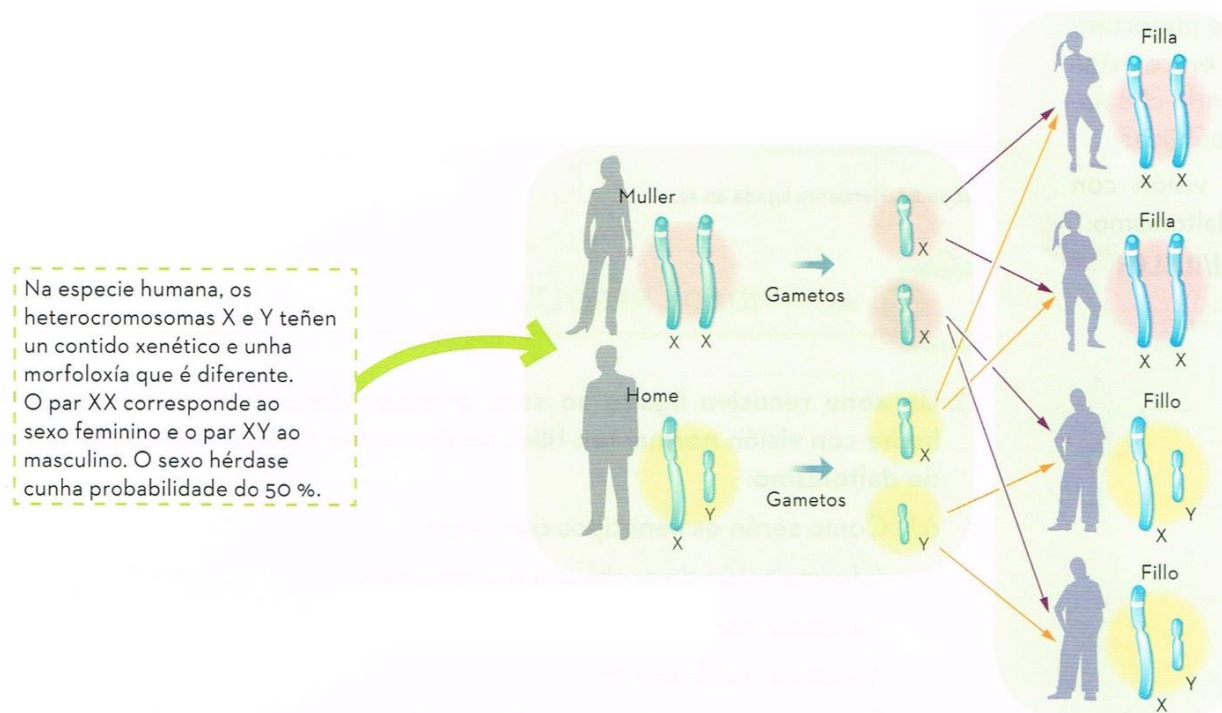
Na natureza existen varias formas para a determinación xenética do sexo:

	Que determina o sexo?	Exemplos
Xénica	Un xene concreto	Algunhas plantas
Cromosómica	Cromosomas sexuais	A maioría das especies, incluídos os seres humanos
Cariotípica	Número de cromosomas	As abellas, as formigas e as avespas

SISTEMA	FEMIA	MACHO	ANIMAIS
Sistema XX / XY	sexo homogamético XX	sexo heterogamético. XY.	algúns peixes e anfíbios
Sistema ZZ / ZW	Sexo heterogamético ZW	sexo homogamético ZZ	en aves e mais dos réptiles.
Sistema XX / XO	dous cromosomas XX	en só un cromosoma XO	en algúns insectos

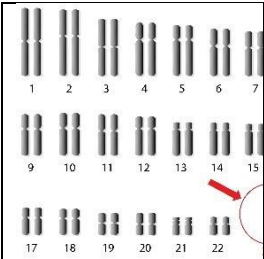
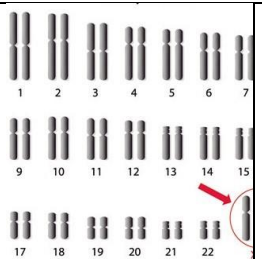
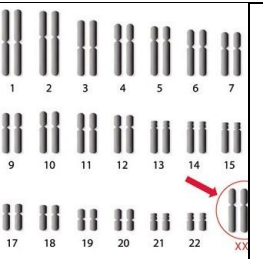
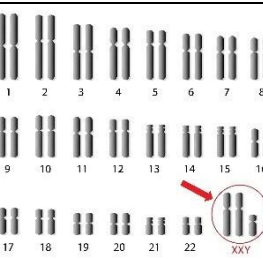
Na especie humana, os heterocromosomas X e Y teñen un contido xenético e unha morfoloxía que é diferente. O par XX corresponde ao sexo feminino e o par XY ao masculino. O sexo hérdase cunha probabilidade do 50%.

Figura 2.16. Herdanza do sexo.



PROPOÑÉHOSCHE UN RETO 3. As síndromes de anomalía

Copia esta táboa no teu caderno e investiga a partir destes cariotipos a que síndromes de anomalía nos cromosomas sexuais pertencen:

				
Dotación	44+X	44+XXY	44+XXX	44+XXY
Síndrome	Turner	Duplo Y	Triple X	Klinefelter
Características fenotípicas	- Só en mulleres -Atraso ou desenvolvemento puberal incompleto -Tórax plano e ancho en forma de escudo -Pálpebras caídas -Ollos resecos -Infertilidade -Ausencia da menstruación -Sequidade vaxinal	- Só en homes - Retraso no desenrolo da linguaxe - Cociente intelectual máis baixo con respecto a os seus irmáns -Posible retraso no desenrolo e problemas de comportamento	- Só en mulleres - Altura elevada - Problemas costas - Posible infertilidade - Problemas dentais - Epilepsia - Problemas urinarios	- Só en homes - Musculatura reducida - Baixa testosterona - Altura elevada - Acumulación de graxa - Cadeiras anchas - Esterilidade - Retraso na linguaxe, lectura e comprensión - En ocasións, malformacións xenitais

4.2. A herdanza ligada ao sexo

Os caracteres hereditarios ligados ao sexo son aqueles que veñen determinados por xenes localizados nos cromosomas sexuais.

TIPOS DE HERDANZA LIGADA AO SEXO

Ligada ao cromosoma X	Xenes situados no cromosoma X. Recesiva: fillos enfermos, fillas portadoras.	Daltonismo e hemofilia
Ligada ao cromosoma Y Ou herdanza holándrica	Xenes situados cromosoma Y. Pasa de pais a fillas.	Bordo peludo das orellas ou hipertricose auricular + ictiose
Influída polo sexo	Xenes situados nos autosomas influenciados pola acción das hormonas sexuais.	Calvicie nos humanos, cornos nos ovinos

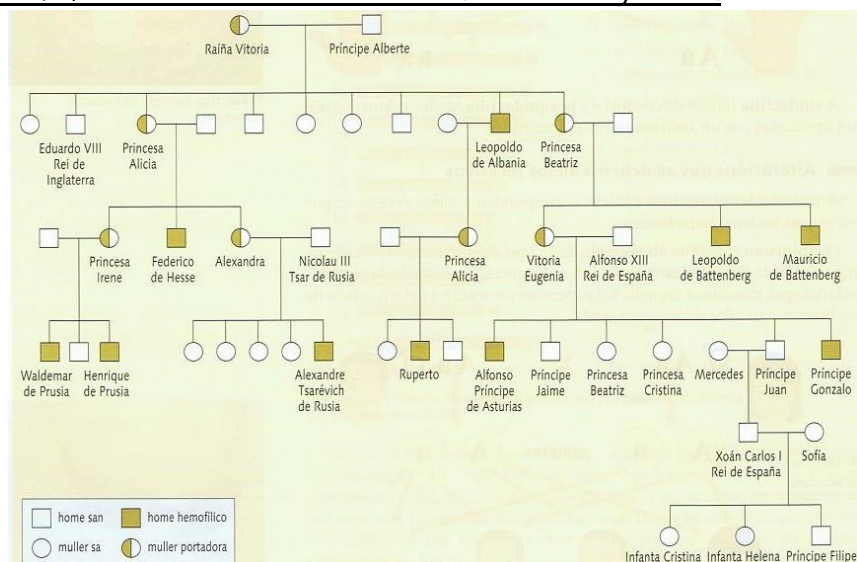
Táboa 2.1. Herdanza ligada ao sexo.

Herdanza ligada ao cromosoma X: HEMOFILIA

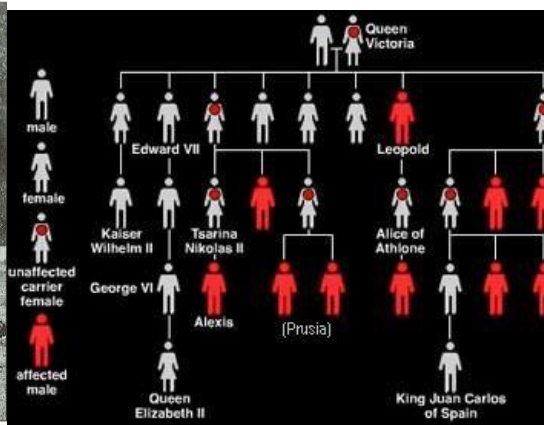
Alelo <<H>> normal - alelo <<h>> hemofilia **PODE EXPRESARSE DE DÚAS FORMAS!!!**

XENOTIPO	FENOTIPO	XENOTIPO	FENOTIPO
$X^H X^H$	Muller normal	XX	Muller normal
$X^H X^h$	Muller portadora	XX^h	Muller portadora
$X^h X^h$	Muller hemofílica	$X^h X^h$	Muller hemofílica
$X^H Y$	Home normal	XY	Home normal
$X^h Y$	Home hemofílico	$X^h Y$	Home hemofílico

Transmisión da hemofilia nos descendentes da raíña Vitoria de Inglaterra.



B
Photograph of Queen Victoria with members of her family, 1851
© Getty Images



Herdanza ligada ao cromosoma X: DALTONISMO

Alelo «D» normal - alelo «d» daltonismo

PODE EXPRESARSE DE DÚAS FORMAS!!!

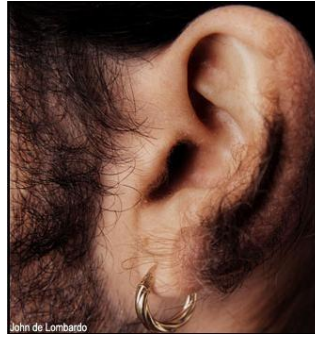
XENOTIPO	FENOTIPO	XENOTIPO	FENOTIPO
$X^D X^D$	Muller normal	XX	Muller normal
$X^D X^d$	Muller portadora	XX^d	Muller portadora
$X^d X^d$	Muller daltónica	$X^d X^d$	Muller daltónica
$X^D Y$	Home normal	XY	Home normal
$X^d Y$	Home daltónico	$X^d Y$	Home daltónico

CIENCIA 2.0

O **daltonismo** é un trastorno que interfere á hora de distinguir cores, sobre todo o verde e o vermello. Cres que é importante diferenciar entre estas dúas cores cando circulamos pola vía pública?

Revisa a túa visión con este test de daltonismo: (1) <https://goo.gl/iL6LfH> VÍDEO

HIPERTRICOSE AURICULAR



ICTIOSE

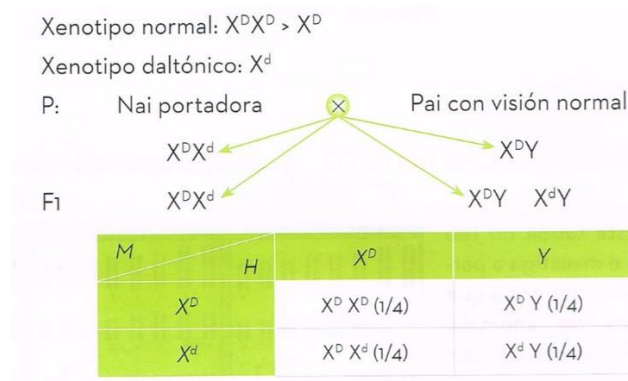


ACTIVIDADE RESOLTA

6. Un xene recesivo ligado ao sexo produce daltonismo nos homes. Un home con visión normal ten fillos cunha muller heterocigótica portadora de daltonismo:

a) Como serán os xenotipos dos fillos?

A formulación do problema é o seguinte:



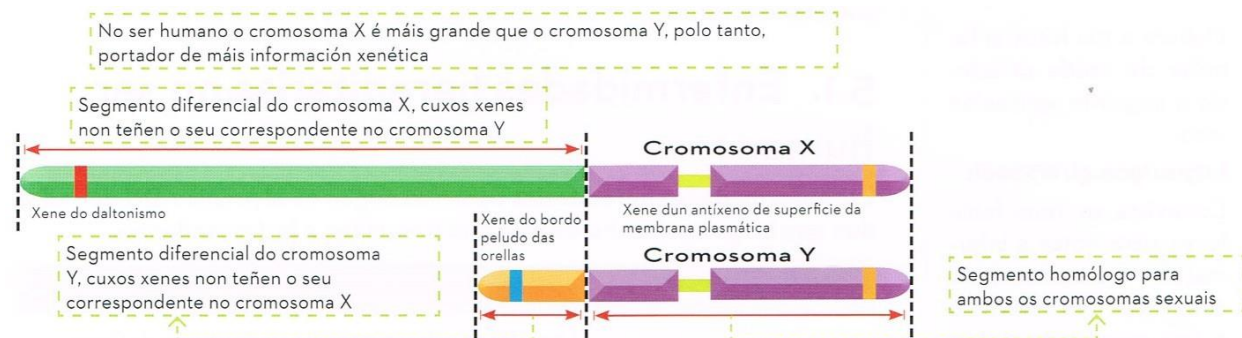
As porcentaxes e proporcións dos xenotipos da descendencia son o seguintes: 1/4 (25 %) de fillas normais, 1/4 (25 %) de fillos normais.

b) Que probabilidade hai de que teñan un varón daltónico? 1/4 (25%)

c) E dunha filla portadora de daltonismo? 1/4 (25 %).

Os xenes situados sobre o segmento diferencial do único cromosoma X e no cromosoma Y dos varóns humanos atópanse en hemicigose, por presentar un só alelo, e exprésanse sempre.

No ser humano o cromosoma X é máis grande que o cromosoma Y, polo tanto, portador de máis información xenética



Os xenes letais provocan a morte do individuo e modifican as proporcións fenotípicas e xenotípicas usuais na descendencia segundo as leis de Mendel. Segundo a súa dominancia, poden ser dominantes ou, máis frecuentemente, recesivos.

En ocasións, a letalidade dun xene non se manifesta totalmente senón que consiste en reducir a probabilidade de supervivencia do portador. É o caso dos xenes subletais

Exemplo: herdanza no rato de pelame amarela. Morren os que presentan os dous alelos recesivos.

ACTIVIDADES 13,14,15,16,17,18,19 (páxina 53)

5. Enfermidades hereditarias

Non todas as nosas enfermidades son producidas por axentes patóxenos. Moitas teñen a súa orixe no seu propio xenoma. É dicir, que cando nacemos vimos con elas <<de serie>>.

CIENCIA 2.0

Elabora a túa historia familiar de saúde utilizando a seguinte aplicación web:

<https://goo.gl/WSS6dk> (páxina "Retrato de saúde familiar")

Entrevista os teus familiares para obter a información necesaria para completar ao máximo o teu retrato de saúde familiar.

5.1. Enfermidades hereditarias no ser humano

As enfermidades hereditarias teñen a súa orixe no ADN do individuo que as porta. Son herdadas e se transmiten á descendencia.

Táboa 2.2. Enfermidades hereditarias.

TIPOS DE ENFERMIDADES HEREDITARIAS			
CROMOSÓMICAS		Alterados os cromosomas: número, posición ou parte	Síndrome de Down, síndrome de Turner
XÉNICAS	monoxénicas	Alterado un único xene	Fibrose cística
	polixénicas	Alterados dous ou máis xenes	Alzhéimer, esquizofrenia
MITOCONDRIAIS		Alterado o ADN mitocondrial	Migrañas, demencia

O noso contorno e estilo de vida ten grande influencia na aparición das enfermidades polixénicas. Por exemplo, os xenes que provocan **diabetes tipo II** están moi influenciados por hábitos como a sobrealimentación e a falta de exercicio físico.

APRENDEMOS A SER CIENTÍFICOS 3. Analizamos árbores xenealóxicas

Para estudar enfermidades hereditarias recorreremos ás árbores xenealóxicas. Da súa análise podemos deducir o tipo de herdanza dun determinado carácter, se á dominante ou recesivo ou se

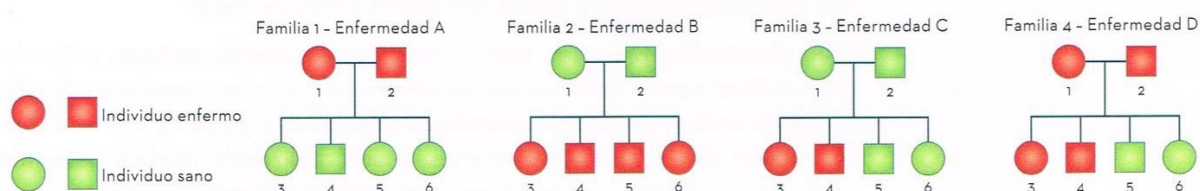
está ligado ao sexo ou non (e, se o está, se é ao cromosoma X ou ao cromosoma Y). En resumo, investigamos o xenotipo e fenotipo de cada individuo.

A seguir amósase un resumo de normas sinxelas para saber o tipo de herdanza dun carácter:

1. O xene non estará ligado ao cromosoma Y se o presenta un fillo varón, pero non ten o seu pai.
2. Se o xene é recesivo, non estará ligado ao cromosoma X se o pai non presenta ese carácter, pero si aparece nunha filla súa.
3. Se o xene é recesivo, non estará ligado ao cromosoma X se unha nai con carácter ten un fillo varón sen el.
4. Se o xene é dominante, non estará ligado ao X se o pai presenta carácter e non o presentan todas as súas fillas, independentemente de como sexa a nai.

Propoñémosche a seguir unha serie de casos de enfermidades hereditarias, para que analices e deduzas cal é o tipo de herdanza:

1. Do estudo de certas enfermidades herdables (A, B, C, D) nunha serie de familias (1, 2, 3, 4) obtéñense as seguintes árbores xenealóxicas. Determina se o xene alelo responsable da enfermidade é dominante ou recesivo. Razona a túa resposta.



En todas estas familias vemos claramente, observando os pedigrís, que as enfermidades non están ligadas ao cromosoma Y, xa que non a presentan todos os homes das árbores xenealóxicas das familias.

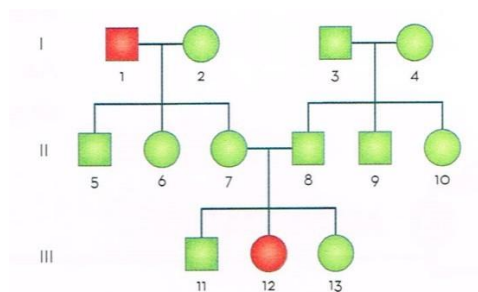
Familia 1: enfermidade autosómica dominante, xa que, si fose recesiva, o único xenotipo posible dos pais sería «aa» e toda a descendencia debería ser doente. Diso deducimos que a enfermidade débese a un alelo dominante e que os pais son heterocigotos.

Familia 2: enfermidade autosómica recesiva. Neste caso razoámolo cos pais sans, xa que, si o fenotipo san fose recesivo, todos os fillos deberían ser sans; como isto non sucede, dedúcese que o fenotipo san é dominante, polo que o fenotipo doente é recesivo.

Familia 3: enfermidade autosómica recesiva. Mesmo razoamento que para a familia 2.

Familia 4: enfermidade autosómica dominante. Mesmo razoamento que para a familia 1.

2. Na seguinte árbore xenealóxica determínase a aparición ou non dunha determinada enfermidade xenética, representada en vermello, que depende dun xene con dous alelos: «T» e «t». Un deles domina sobre o outro.



Cales das seguintes afirmacións son verdadeiras? Razona a túa resposta.

1. O xene normal é recesivo («t»).

Falso. O xene alelo normal é dominante («T»), xa que, ao fixarnos na parella II7 e II8, ambos con xenotipo san, presentan un fillo doente.

2. A enfermidade está no cromosoma X.

Falso. A enfermidade é autosómica recesiva («tt»). Si a enfermidade fose recesiva ligada ao cromosoma X, a persoa III12 non podería presentar a enfermidade; unicamente si o seu pai, II8, estivese tamén doente.

3. O xene da enfermidade é dominante («T»).

Falso. O xene alelo da enfermidade é recesivo («t»). Mesmo razoamento que en 1.

4. II7 e II8 son ambos heterocigóticos («Tt»).

Verdadeiro. Si realizamos o cruzamento desta parella supoñendo que ambos son heterocigotos, os xenotipos do seu descendencia correspóndense cos que os fenotipos indicados no pedigrí. No caso de que algún deles fose homocigoto dominante («TT»), ningún dos seus descendentes podería padecer a enfermidade, presentando o xenotipo «tt».

P: muller II7 Tt × home II8 Tt

F₁: TT Tt tt

Tt ♂	T	t
Tt ♀	TT (25 %)	Tt (25 %)
t	Tt (25 %)	tt (25 %)

5. I1 e III12 son «tt» e o resto «TT» ou «Tt».

Verdadeiro.

6. A orixe da enfermidade de III12 está na nai.

Falso. O xene alelo recesivo da enfermidade está presente tanto no xenotipo do pai como no da nai, xa que ambos son heterocigotos para este xene.

7. O xene normal é dominante («T»).

Falso. A frase correcta debería ser: o xene alelo ou alelo normal (non o xene) é dominante («T»).

8. III 12 herdou un alelo de cada proxenitor.

Verdadeiro.

9. A orixe da enfermidade de III12 é o avó I1.

Falso. Ao ser unha enfermidade autosómica recesiva, no caso concreto deste pedigrí, o xene alelo da enfermidade ten que provir tanto do avó como da avoa da persoa III12.

10. O xene da enfermidade é recesivo («t»).

Falso. A frase correcta debería ser: o xene alelo ou alelo (non o xene) é recesivo («t»).

11. O home II8 alegaba que o seu avó tiña dita enfermidade. Este home estaba no certo?

Verdadeiro. É posible que os avós paterno e materno da persoa II8 padecesen a enfermidade, a condición de que as súas parellas presentarán o xenotipo «TT» ou «Tt».

5.2. Investigación de enfermidades hereditarias

Algunhas enfermidades hereditarias determínanse mediante probas xenéticas que inclúen exames de sangue e outros tecidos para detectar trastorno no noso material xenético. Na actualidade existen mis de dúas mil probas xenéticas.

Un asesor xenético pode darnos información sobre as vantaxes e as desvantaxes das probas xenéticas.

Algúns motivos para facer probas xenéticas:

1. Encontrar trastornos xenéticos, como unha anomalía cromosómica, no feto.
2. Saber se se ten o xene dunha enfermidade que poida transferirse á descendencia.
3. Estudar embrións para detectar enfermidades hereditarias e infecciosas.
4. Avaliar en adultos enfermidades xenéticas antes de que se presenten os síntomas.
5. Facer un diagnóstico nunha persoa que ten síntomas dunha enfermidade.
6. Determinar o tipo ou doses de medicamento que é mellor para unha persoa.

Un tipo de probas xenéticas habituais son as **probas prenatais**, que proporcionan información sobre a saúde dos bebés antes de nacer.

Unha das probas prenatais mis estendidas é a **amniocentese**, utilizada pan diagnosticar certos defectos de nacemento e trastornos xenéticos. Realízase través da análise do líquido amniótico que rodea o bebé na matriz e que contén células de tecidos embrionarios. A súa realización implica determinado: riscos para o embrión. Outra proba que achega información importante son a: **ecografías**. Con ambas probas pódese determinar o sexo do novo individuo.

As probas xenéticas estudaranse de maneira moito máis pormenorizada seguinte unidade.

a) **Amniocentese**: utilizada pan diagnosticar certos defectos de nacemento e trastornos xenéticos. Realízase través da análise do líquido amniótico que rodea o bebé na matriz e que contén células de tecidos embrionarios. A súa realización implica determinado: riscos para o embrión.

b) **Ecografías**: utilízanse ultrasóns para obter unha imaxe en 2 ou 3 dimensións do feto. Non conleva riscos.

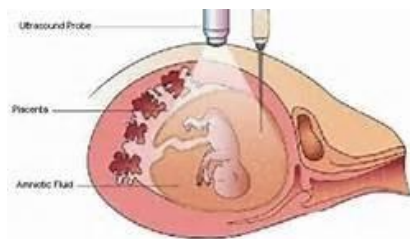


Figura 2.17. Amniocentese.

Outro tipo que non aparece neste libro de texto: toma de vilosidades coriónicas.

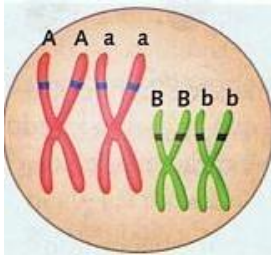


ACTIVIDADE 21 (páxina 56)

ANEXO: XENES INDEPENDENTES, XENES LIGADOS E XENES LIGADOS CON RECOMBINACIÓN

A) xenes independentes

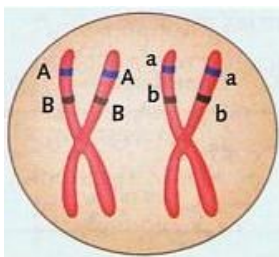
Son os que están situados en diferentes parellas de cromosomas homólogos, cómprese a terceira lei de Mendel, pois



fórmanse os catro tipos de gametos: AB, Ab, aB e ab.
Os alelos **A** e **B** están en cromosomas distintos.
Os alelos **a** e **b** están en cromosomas distintos.

B) xenes ligados

Cando os xenes están ligados, é dicir, se localizan no mesmo cromosoma, transmítense de forma conxunta e NON se cumpre a terceira lei de Mendel.



Fórmanse dous tipos de gametos: AB e ab.
Os alelos **A** e **B** están no mesmo cromosoma.
Os alelos **a** e **b** están no mesmo cromosoma.

C) xenes ligados con recombinación

Aínda cando os xenes están ligados, un individuo diheterocigótico (AaBb) pode orixinar gametos dos catro tipos. Isto ocorre cando os cromosomas homólogos intercambian partes das súas cromátidas. Deste modo, durante a profase da primeira mitose da meiose, prodúcese unha recombinación dos xenes que permite a aparición dos mesmos xenotipos ca no caso dos xenes independentes.

