

10 L'apparato riproduttore

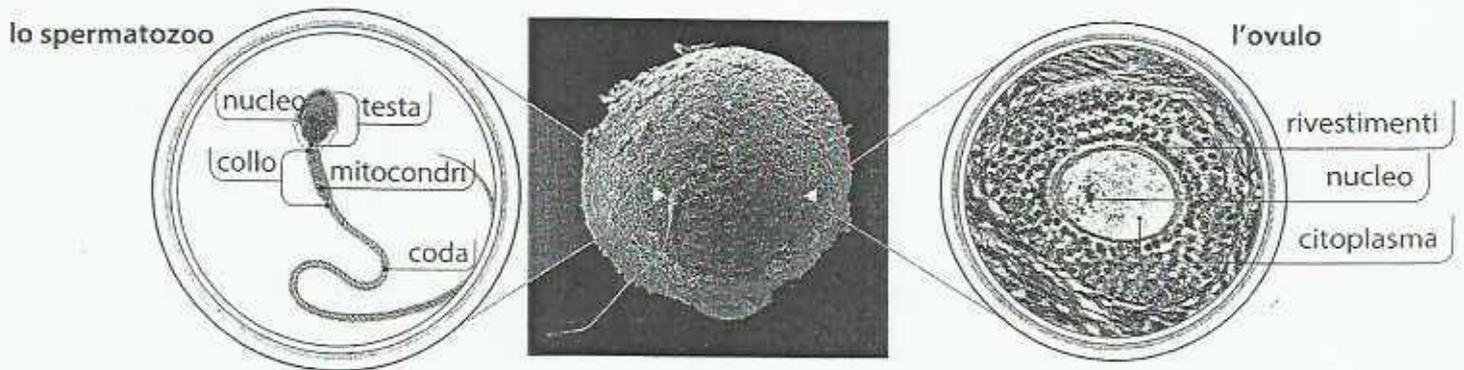
Paragrafo 1

I gameti, le cellule per la riproduzione

Ognuno di noi ha fin dalla nascita gli organi riproduttori, che sono i caratteri sessuali primari. Questi organi iniziano a funzionare intorno agli 11-15 anni, durante l'adolescenza o pubertà, quando si sviluppano i caratteri sessuali secondari (come la barba e i seni) che accentuano le differenze tra il corpo maschile e quello femminile.

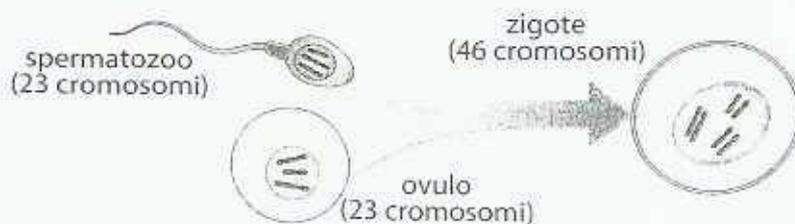
Gli apparati riproduttori (o genitali) maschile e femminile producono i due tipi di cellule sessuali o gameti:

- lo spermatozoo è la cellula sessuale maschile o gamete maschile;
- l'ovulo o cellula-uovo è la cellula sessuale femminile o gamete femminile.



Quando uno spermatozoo raggiunge una cellula-uovo, perde la coda (che gli serviva per muoversi) e penetra nell'ovulo con la testa: questo è il momento della fecondazione.

Con la fecondazione i due gameti si fondono a formare lo zigote, che è la prima cellula del nuovo individuo.



Gli spermatozoi e le cellule-uovo hanno soltanto 23 cromosomi, fatti del DNA che contiene i geni ereditari.

Invece lo zigote (come poi ogni cellula del bambino) ha 46 cromosomi, il numero tipico della nostra specie.

Paragrafo 2

La meiosi e la mitosi

A I gameti, cioè ovuli e spermatozoi, sono prodotti con la meiosi, un tipo di divisione cellulare che avviene soltanto in alcune cellule delle gonadi (le ovaie femminili e i testicoli maschili).

Nella meiosi il numero di cromosomi si dimezza. La cellula di partenza fa una copia dei propri 46 cromosomi, poi si divide due volte: si ottengono così *quattro* cellule, ciascuna con 23 cromosomi.

la meiosi che produce gli ovuli e gli spermatozoi

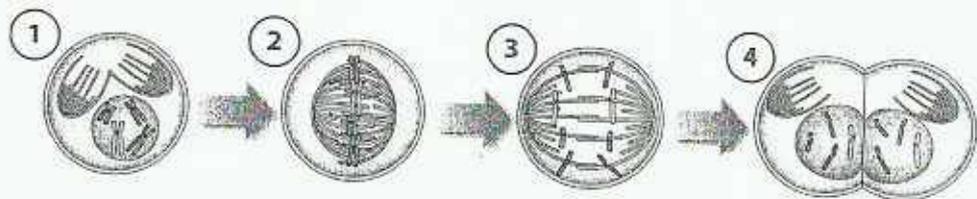


- ① Ciascun cromosoma è formato da due copie dello stesso DNA.
- ② Nella prima divisione le due cellule figlie ereditano cromosomi diversi.
- ③ Ciascuna delle due cellule si divide di nuovo, e ora i cromosomi si spezzano in due parti e migrano.
- ④ Si formano così quattro cellule, ciascuna con metà del DNA della cellula iniziale.

Invece lo zigote produce le cellule del nuovo organismo con la divisione detta mitosi.

Lo zigote duplica i suoi 46 cromosomi, poi si divide in due cellule, ciascuna con 46 cromosomi. Ogni cellula-figlia poi si duplica di nuovo con la mitosi: così dall'ovulo fecondato si generano tante cellule che formano l'embrione del nuovo individuo.

la mitosi che produce le nuove cellule del corpo



- ① Ciascun cromosoma è formato da due copie dello stesso DNA.
- ② Il nucleo si dissolve e i cromosomi si allineano al centro della cellula.
- ③ Ogni cromosoma si spezza in due parti, che migrano alle due estremità della cellula.
- ④ Poi la cellula si divide in due: la mitosi produce così due cellule uguali alla cellula di partenza.

La mitosi è anche il processo con cui l'organismo sostituisce le cellule danneggiate o morte.

TOCCA A TE!

Ogni volta che nei testicoli avviene una meiosi, quanti spermatozoi vengono prodotti?

Paragrafo 4

L'apparato riproduttore femminile

L'apparato genitale femminile serve per ospitare la fecondazione e poi per proteggere e nutrire l'embrione fino alla nascita.

A

- Le ovaie, poste nell'addome, contengono tante cavità dette follicoli; in ogni follicolo matura un ovulo.
- Le tube o ovidotti sono due canali che uniscono ciascuna ovaia con l'utero; mentre è in una tuba l'ovulo può essere fecondato dagli spermatozoi.
- L'utero è un sacco con una spessa parete muscolare e all'interno una mucosa ricca di vasi sanguigni, che può accogliere e nutrire un nuovo embrione.
- La vagina è un canale muscolare lungo circa 7 centimetri. Il suo ingresso è parzialmente ostruito da una membrana, l'imene, che si lacera durante il primo rapporto sessuale.
- La vulva è lo sbocco dell'apparato genitale femminile: all'esterno ha due larghe pieghe di pelle, le *grandi labbra*, e più all'interno altre due pieghe, le *piccole labbra*; contiene un piccolo organo molto sensibile, il *clitoride*, simile a un pene in miniatura.

l'apparato genitale femminile (sezione laterale)

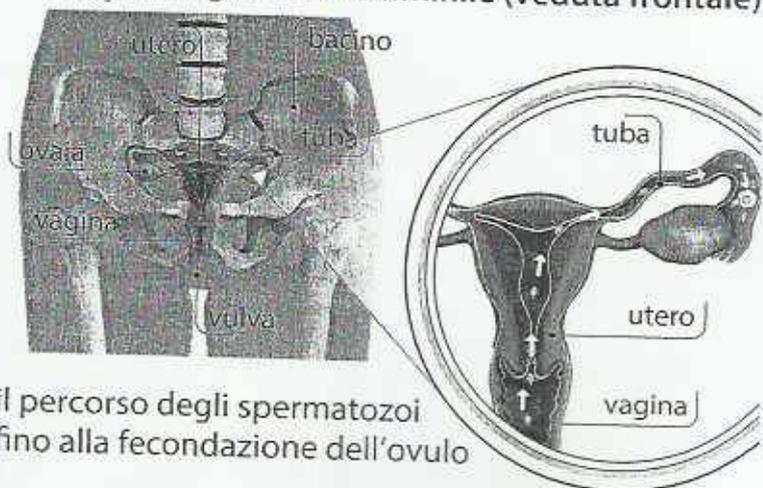


B

Quando in un rapporto sessuale lo sperma è eiaculato nella vagina, si può avere la fecondazione se gli spermatozoi riescono a risalire fino a una tuba, raggiungendo la cellula-uovo.

La risalita degli spermatozoi è facilitata da due proprietà del liquido seminale: stimola la muscolatura femminile a contrarsi, spingendo lo sperma verso l'alto, ed è basico, perciò neutralizza il pH dell'apparato genitale femminile (che è acido, per combattere i batteri).

l'apparato genitale femminile (veduta frontale)



il percorso degli spermatozoi fino alla fecondazione dell'ovulo

TOCCA A TE!

In quale parte dell'apparato genitale femminile può avvenire la fecondazione?

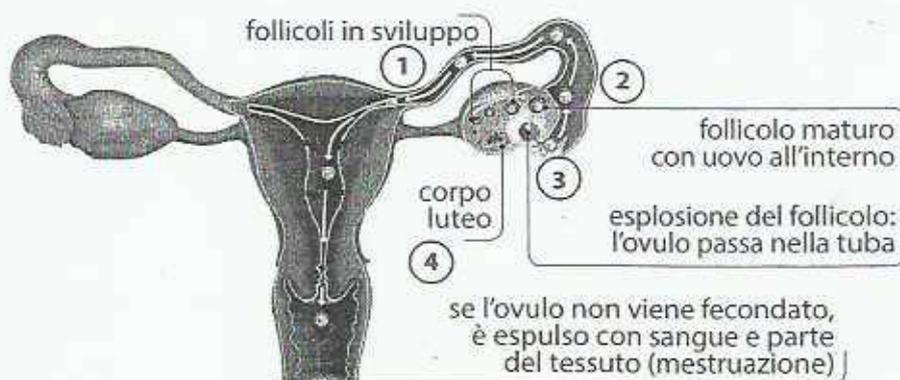
Paragrafo 5

Il ciclo femminile

Nell'apparato genitale femminile matura un ovulo ogni 28 giorni circa: perciò le donne hanno un ciclo riproduttivo (o ciclo mestruale) che si ripete ogni mese.

Il ciclo femminile coinvolge le ovaie e l'utero e dipende dall'intervento di quattro ormoni:

- gli estrogeni e il progesterone, che sono prodotti dalle ovaie;
- gli ormoni follicolo-stimolante e luteinizzante, che sono liberati invece dall'ipofisi.



- ① Il ciclo inizia quando nel follicolo di un'ovaia incomincia a maturare un ovulo; questo processo è innescato dall'ormone follicolo-stimolante.
- ② L'ovulo cresce e il follicolo si ingrossa, riempiendosi di liquido. Intanto la mucosa dell'utero, stimolata dagli estrogeni, si ispessisce preparandosi ad accogliere un embrione.
- ③ Gli estrogeni stimolano l'ipofisi a produrre l'ormone luteinizzante, che è responsabile dell'ovulazione: il follicolo scoppia e il suo liquido spinge l'ovulo maturo nella tuba.
- ④ Nell'ovaia resta una cicatrice, il *corpo luteo*, che produce il progesterone che fa crescere ulteriormente la mucosa uterina.

L'ovulazione avviene circa due settimane dopo l'inizio della maturazione dell'ovulo.

Soltanto durante l'ovulazione, quando l'ovulo è nella tuba, può avvenire la fecondazione.

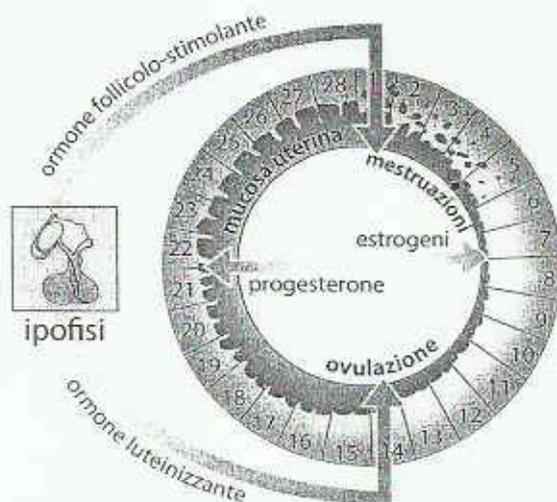
In tal caso il corpo luteo produce ancora ormoni e prepara l'utero ad accogliere l'embrione.

Se invece la fecondazione non avviene, il corpo luteo si riduce e smette di produrre progesterone.

Allora l'ovulo muore, l'utero torna alle dimensioni normali e attraverso la vagina viene espulso un po' di sangue insieme a frammenti di mucosa dell'utero.

Questa è la mestruazione, che avviene circa ogni 28 giorni e dura dai 3 ai 5 giorni.

Dopo la mestruazione inizia a maturare un nuovo follicolo, e l'intero ciclo si ripete.



Paragrafi 6, 7

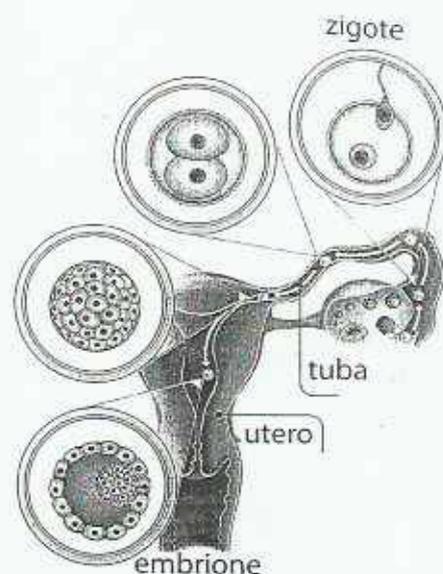
Dalla fecondazione alla nascita

A Se avviene la fecondazione, la membrana più esterna dell'ovulo si ispessisce, impedendo ad altri spermatozoi di entrare.

L'ovulo fecondato o **zigote** poi si divide più volte con la mitosi, mentre scende lungo la tuba. Così le cellule diventano prima 4, poi 8, poi 16 e così via. Dopo qualche giorno si è formata una pallina di cellule, l'**embrione**.

Quando l'embrione raggiunge l'utero, si ha l'**annidamento**: una parete spessa lo avvolge, lo nutre e lo protegge come un nido.

Inizia così la **gravidanza** o **gestazione**, che durerà nove mesi.

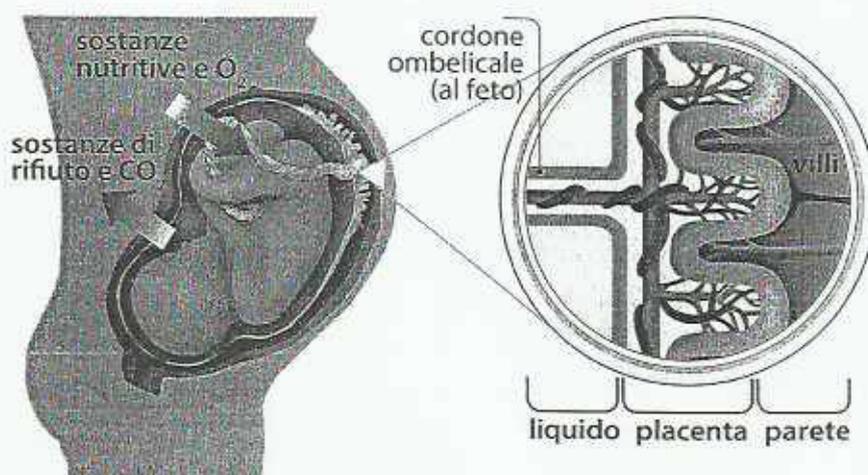


B Dopo due mesi l'embrione è un **feto** con tutte le caratteristiche di un essere umano.

Il feto cresce protetto da un **sacco amniotico** pieno di liquido.

È collegato al corpo della madre dal **cordone ombelicale**, un tubo flessibile che raggiunge la **placenta**.

La **placenta** ha tantissimi rilievi, i **villi**, attraverso cui il sangue materno dà al feto i nutrienti e l'ossigeno, mentre rimuove le sostanze di rifiuto.



C A 34-40 settimane dalla fecondazione il bimbo nasce con il parto.

Il sacco amniotico si apre («rottura delle acque») e la madre ha fitte dolorose, le **doglie**, mentre contrae i muscoli dell'utero per spingere fuori il bimbo.

Il **primo vagito**, cioè il pianto del bimbo alla nascita, serve per aprire i suoi bronchi e gonfiare i polmoni: così inizia a respirare.

Le ghiandole mammarie della madre producono il **colostro**, un liquido ricco di proteine e anticorpi. Dopo qualche giorno arriverà il **latte**, un alimento completo per i primi mesi di vita.



11

La genetica e l'ereditarietà

Paragrafo 1

L'ereditarietà dei caratteri

L'ereditarietà è si intende la trasmissione dei caratteri quando gli organismi si riproducono.

Per studiarla, nell'Ottocento Gregor Mendel effettuò migliaia di incroci tra piante di pisello.

Il colore del fiore è un carattere; rosso e bianco sono due varianti.

Mendel selezionò piante di ceppo puro, che generavano cioè sempre nuove piante identiche (per esempio, sempre con il fiore rosso).

Poi incrociò ceppi puri a fiore rosso (RR) con ceppi puri a fiore bianco (rr): le piante-figlie ibride avevano sempre fiori rossi.

Prima legge di Mendel: incrociando individui con varianti diverse di un carattere, il figlio manifesta una sola variante, detta dominante; l'altra variante è recessiva, cioè «resta nascosta» [figura A].

Poi Mendel incrociò tra loro le piante ibride (Rr) ottenute dal primo incrocio: la variante recessiva ricompariva [figura B].

Infatti nelle piante-nipoti possono esserci quattro combinazioni: RR, Rr, rR e rr. Le prime tre hanno il fiore rosso, ma la quarta non ha la variante dominante, perciò avrà il fiore bianco.

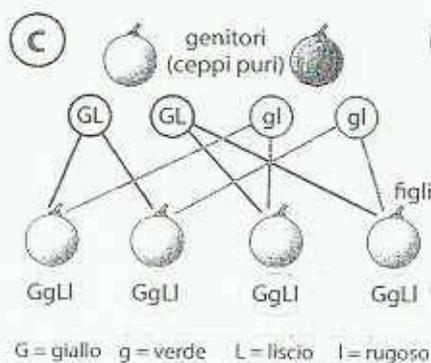
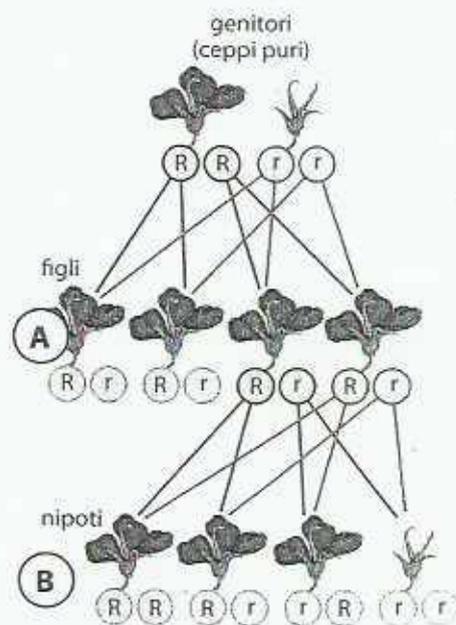
Seconda legge di Mendel: incrociando ceppi puri, nella seconda generazione le varianti recessive riappaiono nel 25% dei casi.

Mendel studiò anche l'ereditarietà simultanea di più caratteri, incrociando ceppi puri dai semi gialli e lisci (GGLL) con ceppi puri dai semi verdi e rugosi (ggll).

Alla prima generazione tutte le piante ibride avevano semi gialli e lisci [figura C]: queste sono dunque le varianti dominanti.

Alla seconda generazione apparivano invece tutte le possibili combinazioni dei diversi caratteri [figura D].

Terza legge di Mendel: i diversi caratteri ereditari sono trasmessi alla discendenza in modo indipendente gli uni dagli altri.



	GL	Gl	gL	gl
GL	GGLL	GGIl	GgLL	GgIl
Gl	GGIL	GGll	GgIL	Ggll
gL	gGLL	gGLl	ggLL	ggLl
gl	gGIL	gGll	ggIL	ggll

Paragrafo 2

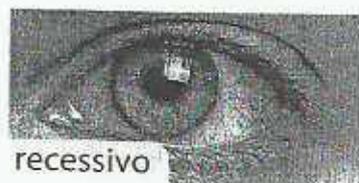
La genetica umana

Nella genetica, che è la scienza dell'ereditarietà, i caratteri si chiamano geni e le loro varianti alleli.

A In accordo con le leggi di Mendel ognuno di noi possiede per ciascun gene due alleli, uno ereditato dalla madre e uno dal padre:

- siamo omozigoti se per un certo gene abbiamo due alleli uguali;
- siamo invece eterozigoti se abbiamo due alleli diversi.

Esempio: il gene del colore degli occhi ha come alleli gli occhi marroni (dominante) e gli occhi azzurri (recessivo). Perciò ha gli occhi azzurri soltanto chi è omozigote e ha ereditato due alleli «occhi azzurri».



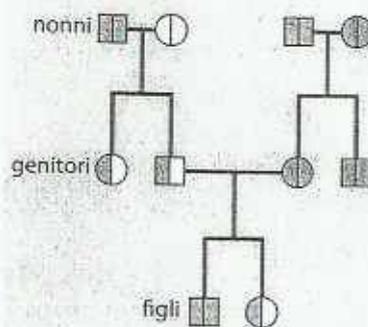
B L'albero genealogico mostra la trasmissione dei caratteri nelle famiglie.

Esempio: qui a fianco i cerchi indicano i maschi, i quadrati le femmine; ogni mezzo simbolo colorato rappresenta un allele «occhi azzurri».

La madre e i nonni materni hanno gli occhi azzurri; il padre invece ha gli occhi marroni.

Il figlio ha gli occhi azzurri, perché ha ereditato il secondo allele «occhi azzurri» dal nonno paterno.

La figlia invece ha ereditato dal padre l'allele «occhi marroni», che è dominante: perciò ha gli occhi marroni.



C Ci sono anche caratteri con tante varianti, cioè geni con tanti alleli: è il caso del colore dei capelli (biondo, castano, nero, rosso).

Un gene può avere molti alleli; ma ognuno di noi possiede soltanto due alleli, e soltanto l'allele dominante si manifesta.

Inoltre per certi geni più di un allele è dominante; si parla allora di codominanza.

Esempio: il gene del gruppo sanguigno ha tre alleli: A, B e 0 (zero); A e B sono entrambi dominanti, mentre l'allele 0 è recessivo.

Se un bambino eredita dai genitori i due alleli A e B, sarà di gruppo AB, perché i due alleli sono codominanti.

Un omozigote manifesta l'allele che ha; un eterozigote manifesta l'allele dominante (o entrambi gli alleli, se codominanti).

	ALLELI	GRUPPO
OMOZIGOTI	AA	A
	BB	B
	00	0
ETEROZIGOTI	A0 (A dominante)	A
	B0 (B dominante)	B
	AB (A e B codominanti)	AB

Paragrafi 3, 4

Il genotipo e il fenotipo

Oltre che dai geni, lo sviluppo di un organismo è influenzato anche dall'ambiente.

A Esempio: i gemelli monozigoti (cioè nati da due embrioni prodotti da uno stesso ovulo fecondato) sono cloni, cioè hanno un patrimonio genetico identico.

Se però si alimentano in modo diverso, un gemello potrà diventare grasso e l'altro magro.

Alcuni caratteri sono indipendenti dall'ambiente, come il colore degli occhi. Altri caratteri più complessi, come la corporatura, si sviluppano in modo diverso a seconda dell'ambiente, anche se hanno una base genetica.



I gemelli monozigoti sono cloni, cioè individui che hanno geni identici.

- B**
- Il genotipo è il patrimonio genetico che un organismo ha alla nascita;
 - il fenotipo è l'effettivo aspetto dell'organismo, influenzato anche dall'ambiente:

fenotipo = genotipo + influenza dell'ambiente

Esempio: se pianti il seme di un pino e poti spesso la piantina, ottieni un *bonsai*, cioè un albero di pino in miniatura.

Il suo fenotipo sarà diverso da quello dei pini che crescono in montagna, anche se il genotipo è lo stesso (l'ambiente qui sei tu!).



un bonsai di pino

C Un altro esempio: il colore delle zampe dei gatti siamesi diventa più scuro se crescono al freddo (vivendo all'esterno, anziché in casa).

Questa caratteristica è parte del loro fenotipo, ma dipende anche dal genotipo: altri gatti infatti non hanno la predisposizione genetica ad avere le zampe che diventano scure a basse temperature.

Però se un gatto siamese è cresciuto al freddo, i suoi piccoli non nasceranno con le zampe scure: il colore delle loro zampe dipenderà dal clima in cui crescono.

Le caratteristiche del fenotipo che sono determinate dall'ambiente non si ereditano: si eredita soltanto il genotipo.



Paragrafo 5

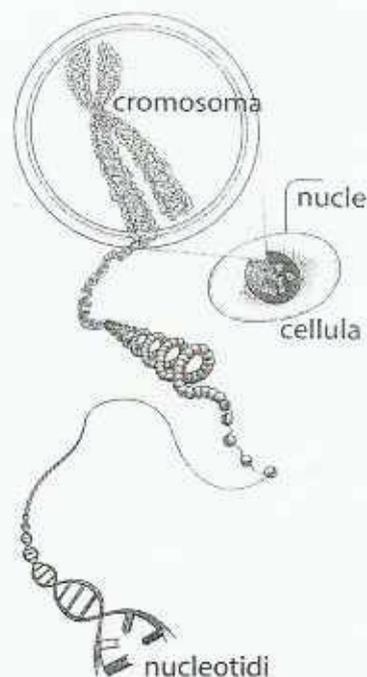
I geni e i cromosomi

A Il DNA, o acido desossiribonucleico, è un lungo polimero fatto di monomeri detti nucleotidi (A, C, T o G), che formano due filamenti avvolti a doppia elica.

Una cellula pronta a riprodursi per prima cosa duplica il proprio DNA, creandone una copia. Poi nel nucleo delle cellule il DNA si «impacchetta» formando cromosomi a forma di doppio bastoncino.

Le nostre cellule hanno 46 cromosomi: ciascuno contiene due copie identiche di una parte del nostro DNA.

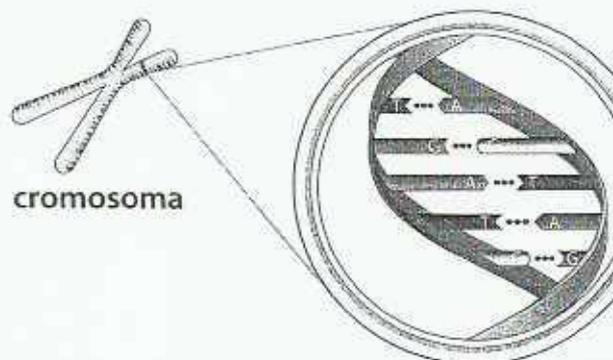
I 46 cromosomi sono 23 coppie di cromosomi omologhi: in ogni coppia un cromosoma contiene il DNA che abbiamo ereditato dal papà, l'altro contiene il DNA ereditato dalla mamma.



B I geni sono pezzi di DNA e si trovano all'interno dei cromosomi.

I geni si trasmettono attraverso i gameti, l'ovulo e lo spermatozoo, che sono prodotti con la meiosi e hanno soltanto 23 cromosomi.

Ecco perché per ogni gene abbiamo due alleli: uno lo ereditiamo dalla mamma, l'altro dal papà.



C Ogni persona è diversa, anche in una stessa famiglia, perché durante la meiosi:

- le coppie di cromosomi omologhi, prima di separarsi, si scambiano alcuni geni; questo fenomeno, chiamato *crossing over*, fa aumentare la mescolanza degli alleli dei genitori;
- in ogni gamete i 23 cromosomi sono poi «estratti a caso» tra i 46 della madre o del padre: perciò ogni bimbo nasce da uno zigote diverso.

TOCCA A TE!

Per un dato gene, due fratelli (non gemelli) hanno necessariamente gli stessi due alleli?

TOCCA A TE!

Se si conoscono tutti i geni di una persona, si può prevedere se è grassa o magra? Perché?

Paragrafo 6

Il codice genetico e le proteine

A Il fenotipo è determinato dalle proteine che l'organismo produce seguendo le istruzioni contenute nei geni, che sono pezzi di DNA.

Per esempio, il colore degli occhi è dovuto a una particolare proteina codificata da un gene.

Per decifrare il gene e costruire quella proteina, le cellule usano il codice genetico.



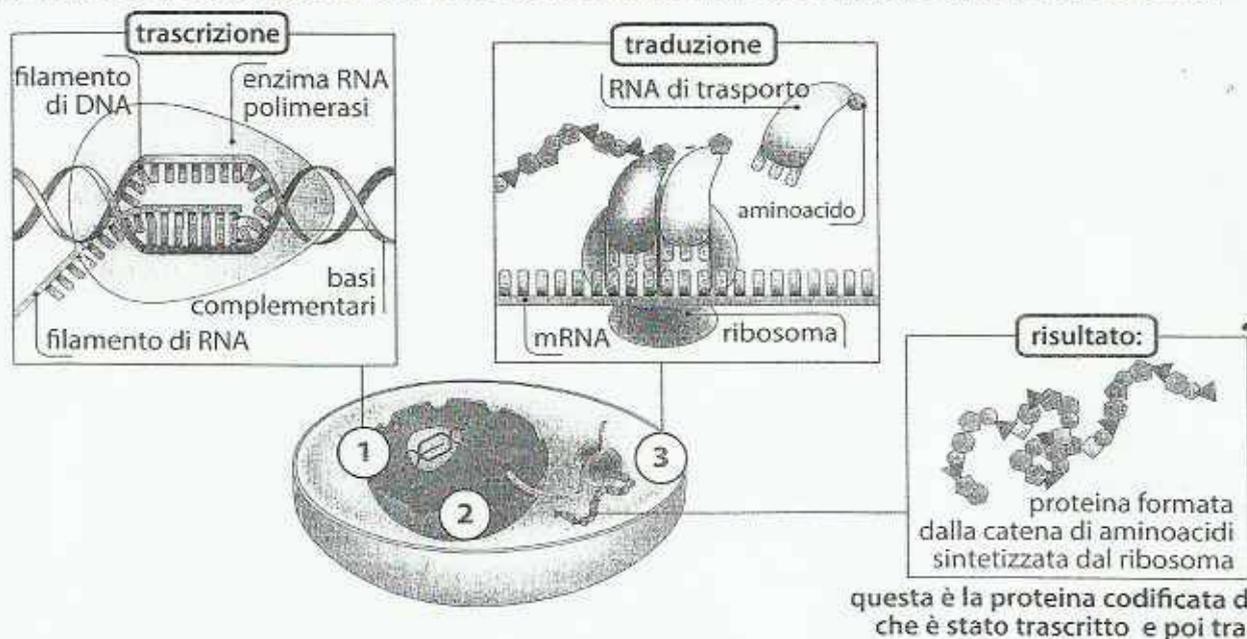
B Ogni proteina è un polimero fatto di una sequenza ben precisa di aminoacidi.

Nella sequenza della molecola di DNA, a ogni gruppo di tre nucleotidi (o **codone**) corrisponde un **aminoacido**: per esempio ACT indica l'aminoacido *treonina*, mentre AAT indica *l'asparagina*.

Grazie a questo **codice genetico**, la cellula «legge» il DNA e sa come assemblare gli aminoacidi.

C Ecco che cosa succede quando la cellula decide di attivare un certo gene per produrre una proteina:

- ① proteine specializzate entrano nel **nucleo** della cellula, trovano nel **DNA** quel **gene** e ne fanno una copia (**trascrizione**) usando l'**acido ribonucleico** o **RNA**;
- ② questo acido nucleico, l'**RNA messaggero** o **mRNA**, porta poi la copia nel citoplasma;
- ③ qui i **ribosomi** interpretano le istruzioni del gene usando il **codice genetico** (è la fase chiamata **traduzione**) e costruiscono la **catena di aminoacidi** che formerà la nuova **proteina**.



Paragrafo 7

Le mutazioni e l'evoluzione

Una mutazione è un cambiamento che si verifica in un gene e modifica la sequenza del DNA.

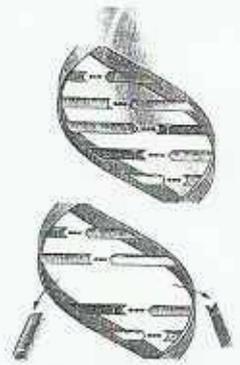
Le mutazioni possono essere provocate da agenti mutageni (fisici come le radiazioni, chimici come certe sostanze o biologici come i virus) oppure da errori di copiatura del DNA quando la cellula lo duplica.

Se il gene rimane leggibile, il suo significato cambia: in tal caso la mutazione ha creato un nuovo allele, che farà produrre alla cellula una proteina diversa dall'usuale.

Di solito ciò provoca malattie, come i tumori. A volte invece il nuovo allele – o polimorfismo – è vantaggioso per l'organismo che subisce la mutazione: in tal caso la selezione naturale lo favorisce, e con il tempo si diffonde nella popolazione.

I polimorfismi sono mutazioni che si affermano perché danno un vantaggio a chi le possiede.

Questo fenomeno è alla base dell'evoluzione delle diverse specie viventi.



Le radiazioni possono danneggiare il DNA.

Un esempio interessante: la **talassemia o anemia mediterranea** è una grave malattia ereditaria, dovuta a una **mutazione** nel gene che codifica la proteina emoglobina.

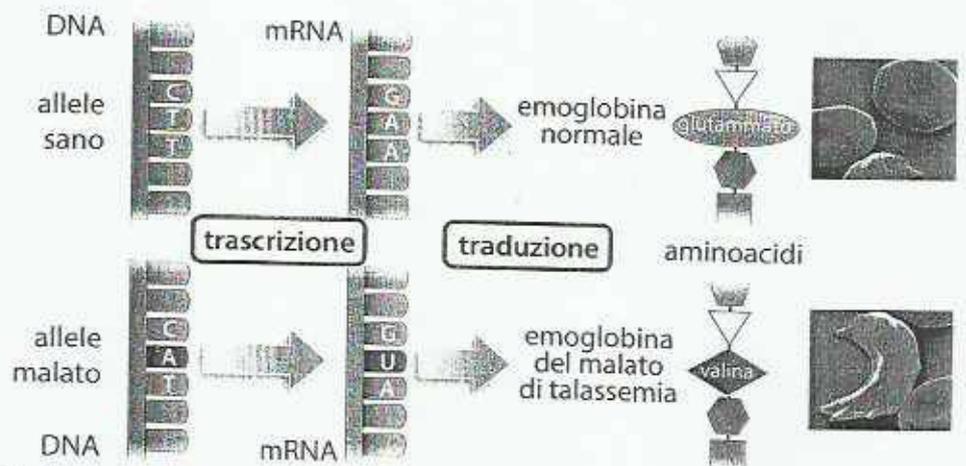
Un **singolo nucleotide mutato** nel DNA fa **cambiare un aminoacido** nella sequenza della proteina: questo deforma e rende fragili i **globuli rossi del sangue**.

Per la **talassemia** esistono due alleli, il sano **T** e il malato **t**, e il primo è dominante.

Chi ha un solo allele **t** è un **portatore sano** e non si ammala; in più, per fortunata coincidenza, è immune da un'altra grave malattia, la **malaria**.

I portatori sani di talassemia dunque sono **avvantaggiati**: sopravvivono sia all'anemia (perché hanno anche l'allele sano) sia alla malaria.

Questo spiega perché il polimorfismo costituito dall'allele mutato della talassemia si è diffuso.



		MADRE	
		T	t
PADRE	T	TT	Tt
	t	tT	tt

T = sano t = malato

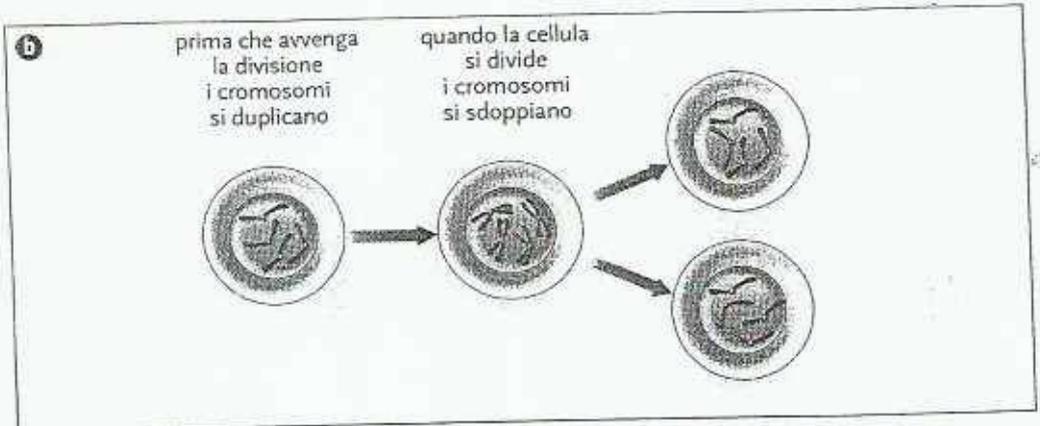
Mitosi

Il numero costante di cromosomi è assicurato dalla **mitosi**, il normale processo di divisione cellulare, con il quale da una cellula se ne formano due perfettamente identiche.

A ogni divisione cellulare, i cromosomi dapprima raddoppiano di numero (si dice che "duplicano" se stessi) e poi si distribuiscono fra le due cellule figlie, così che ciascuna di esse avrà ancora lo stesso numero e lo stesso tipo di cromosomi (Fig. 2). La mitosi non è però l'unico processo di divisione cellulare; se così fosse, anche i gameti avrebbero lo stesso numero di cromosomi delle altre cellule.



Figura 2. a. Cromosomi umani durante la mitosi. b. Schema della mitosi. In una cellula con due coppie di cromosomi: con una divisione cellulare si formano, per mitosi, due cellule che hanno esattamente gli stessi cromosomi della cellula madre.



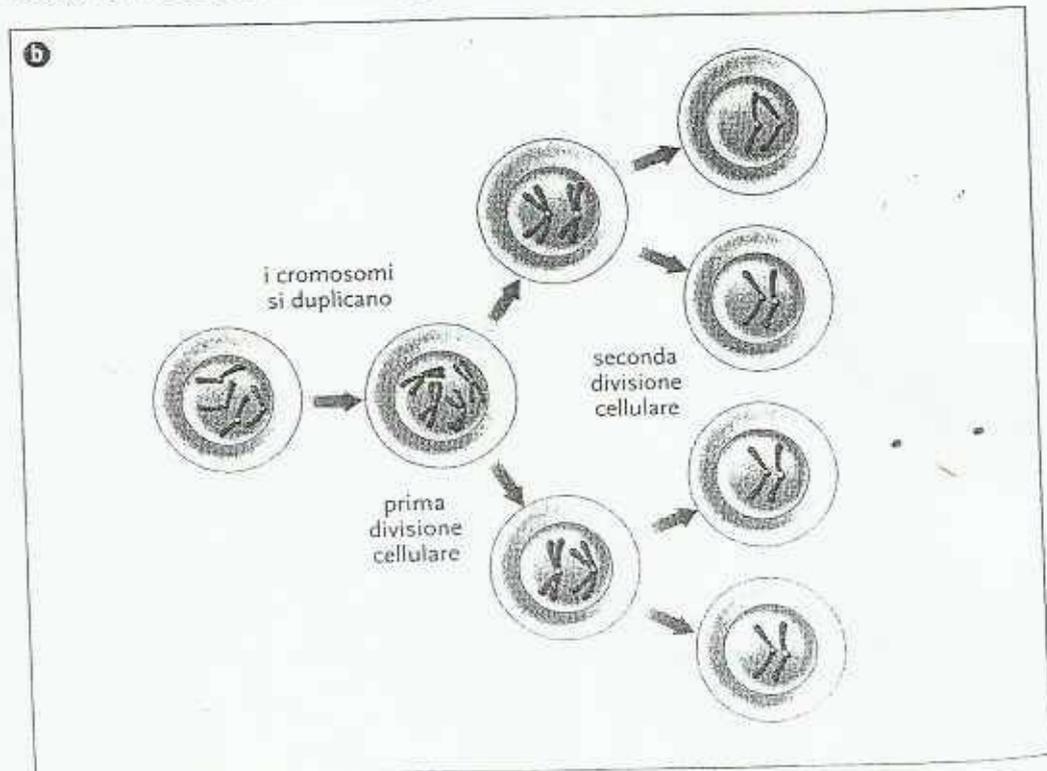
Meiosi

I gameti si formano per **meiosi**, processo attraverso il quale si ottengono cellule con un numero dimezzato di cromosomi.

La meiosi avviene solamente nelle ovaie e nei testicoli, quando si formano ovuli e spermatozoi (Fig. 3).



Figura 3. a. Cromosomi umani durante la meiosi. b. Schema della meiosi. In una cellula con due coppie di cromosomi: con due successive divisioni cellulari si formano quattro cellule con la metà dei cromosomi della cellula madre.



divisione cellulare

nelle cellule somatiche
(n e 2n)

nelle cellule gametiche
(2n, 4n, 6n ecc)

mitosi

meiosi

si ottengono

è anche detta

si ottengono

è anche detta

**2 cellule identiche
alla cellula madre**

riproduzione asessuata

**4 cellule diverse
tra loro e con corredo
cromosomico dimezzato**

riproduzione sessuata