Morgan: Ligação Génica e Cromossomas Sexuais

12.º Ano | Biologia | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Interpretar os trabalhos de Morgan sobre a ligação de genes aos cromossomas sexuais, valorizando o seu contributo para a Genética, e explicar a herança de características humanas ligadas ao sexo, como o daltonismo e a hemofilia.

Revisão rápida

- **Morgan** (1910) estudou a *Drosophila* e encontrou um macho de olhos brancos: a transmissão do caráter dependia do **sexo**.
- **Cromossomas sexuais:** a mulher é XX e o homem XY; o pai determina o sexo do filho (X ou Y).
- **Herança ligada ao X:** o homem é *hemizigótico* — tem um só alelo para esses genes, por isso um alelo recessivo manifesta-se sempre.
- **Ligação génica:** genes no mesmo cromossoma tendem a ser herdados juntos; a recombinação acontece por *crossing-over*.
- **Distância:** quanto mais afastados os genes, maior a frequência de recombinação — 1% de recombinação = 1 unidade de mapa (cM).
- **Transmissão em cruz:** um pai afetado transmite o alelo a todas as filhas (portadoras) e nenhum filho homem o herda dele.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «Morgan trabalhou com drosófilas e demonstrou a ligação de genes ao cromossoma X.» ( ) b) «Numa doença ligada ao X recessiva, um homem afetado transmite o alelo a todos os filhos homens.» ( ) c) «Genes no mesmo cromossoma separam-se sempre de forma independente.» ( ) d) «A frequência de recombinação entre dois genes aumenta com a distância entre eles.» ( )

2. Explica por que motivo os resultados de Morgan — proporções diferentes de 9:3:3:1 em alguns cruzamentos — não refutaram Mendel, mas completaram a sua explicação.

3. Cruzamento ligado ao X: um homem afetado por daltonismo (X^dY) tem filhos com uma mulher homozigótica normal (X^DX^D). a) Indica os genótipos dos filhos e das filhas. b) Porque é que nenhum filho manifesta daltonismo? c) Porque é que todas as filhas são portadoras?

4. Transmissão em cruz: explica o que significa este padrão e porque é que ele é característico dos genes ligados ao X recessivos.

© 2026 Estudantices

5. Recombinação e distância: numa experiência com drosófilas obtiveram-se as frequências de recombinação da tabela. a) que pares de genes estão ligados? b) indica a distância em unidades de mapa entre os pares mais próximos c) ordena os genes numa sequência compatível com os dados.

Par de genes	Recombinação
A – B	8%
B – C	12%
A – C	20%

6. Hemofilia: uma mulher portadora (X^HX^h) e um homem normal têm filhos. Calcula a probabilidade de: a) um filho homem ser hemofílico b) uma filha ser portadora c) nascer uma criança hemofílica (considerando os dois sexos).

7. Daltonismo: um casal em que o pai é daltónico e a mãe é portadora pode ter uma filha daltónica? Mostra o cruzamento e justifica.

8. Explica porque é que as doenças ligadas ao X recessivas são muito mais frequentes nos homens do que nas mulheres.

© 2026 Estudantices

9. Ligação em humanos: explica por que é que a hemofilia e o daltonismo não seguem as proporções mendelianas clássicas quando são estudados em famílias, e que padrão se observa em vez disso.

10. Corrige os erros conceptuais, justificando: a) «Morgan provou que Mendel estava errado.» b) «Um pai daltónico transmite o daltonismo ao filho homem.» c) «Se os genes estão no mesmo cromossoma, nunca se separam.»

11. Interpreta os dados: num cruzamento registaram-se 82 descendentes com as combinações parentais e 18 com combinações novas. Calcula a frequência de recombinação e interpreta o valor (o que indica sobre a distância entre os genes).

12. Desenvolvimento. Explica o contributo de Morgan para a construção do conhecimento sobre hereditariedade, relacionando a ligação génica com a segunda lei de Mendel.

© 2026 Estudantices

Soluções — Morgan

1. a) **V** b) **F** — transmite o Y aos filhos e o X com o alelo às filhas c) **F** — tendem a ser herdados juntos; separam-se por *crossing-over* d) **V** — a distância aumenta a probabilidade de recombinação.

2. Mendel descreveu a segregação independente para genes em cromossomas diferentes. Morgan mostrou que genes próximos no mesmo cromossoma são herdados em conjunto (ligação), com recombinação ocasional. As duas ideias são compatíveis: a 2.ª lei aplica-se a genes não ligados; a ligação explica os desvios observados.

3. a) Filhos: $X^{D}Y$ (normais); filhas: $X^{D}X^{d}$ (portadoras) b) porque recebem do pai o cromossoma Y, que não tem o gene do daltonismo c) porque recebem do pai o único X, que transporta o alelo d.

4. Transmissão em cruz = o caráter passa do pai para as filhas (que ficam portadoras) e destas para metade dos filhos homens. É característico dos genes ligados ao X recessivos porque o pai só tem um X (que dá às filhas) e o filho homem recebe o X apenas da mãe.

5. a) os três pares estão ligados (no mesmo cromossoma) — recombinação inferior a 50% b) A–B = **8 cM** c) a ordem compatível é **A – B – C** (8 + 12 = 20, igual à distância A–C), com A e C nas extremidades.

6. Gâmetas da mãe: X^{H} e X^{h}; do pai: X^{H} e Y. a) filhos homens: 1/2 $X^{h}Y$ → **1/2** b) filhas: **1/2** $X^{H}X^{h}$ c) apenas os filhos homens podem ser afetados: 1/2 dos filhos homens, ou seja **1/4** de todas as crianças.

7. Pai $X^{d}Y$, mãe $X^{D}X^{d}$. Filhas recebem X^{d} do pai; se receberem X^{d} da mãe, ficam $X^{d}X^{d}$ — **sim, com probabilidade 1/2** entre as filhas.

8. Porque o homem tem um único cromossoma X: um alelo recessivo manifesta-se sempre (hemizigotia). A mulher precisa de dois alelos recessivos — um do pai afetado e outro da mãe portadora — combinação muito menos frequente.

9. Porque o gene está no cromossoma X: a sua transmissão depende do sexo dos progenitores e da descendência, e não apenas da segregação dos alelos. O padrão observado é a transmissão em cruz: pai afetado → filhas portadoras → netos homens afetados.

10. a) **Errado** — completou Mendel, ao explicar a ligação e a herança ligada ao sexo b) **Errado** — o filho homem recebe o Y do pai c) **Errado** — o *crossing-over* pode separá-los, com frequência que depende da distância.

11. Total = 82 + 18 = 100; frequência de recombinação = 18/100 = **18%** → 18 cM. Indica que os genes estão no mesmo cromossoma, a uma distância moderada: são ligados, mas recombinam-se com alguma frequência.

12. (modelo) Morgan mostrou que os genes têm uma localização física nos cromossomas e que a sua transmissão depende dessa localização: genes próximos viajam juntos, genes distantes recombinam-se. Assim, explicou os desvios à segunda lei de Mendel (que pressupõe segregação independente), demonstrou a herança ligada ao sexo e abriu caminho à construção de mapas genéticos — a base da genética moderna.

© 2026 Estudantices