

Ficha — Meiose: divisões reducional e equacional vs mitose

11.º Ano

Biologia e Geologia

4 páginas

12 exercícios

Objetivo: Identificar e sequenciar as **fases da meiose** (divisões I e II), comparar os acontecimentos nucleares da **meiose com os da mitose** e relacionar o **caráter aleatório** da meiose e da fecundação com a **variabilidade** dos seres vivos.

Revisão rápida

Meiose = divisão que dá **gametas/esporos haplóides (n)** a partir de células **diploides (2n)** — duas divisões **sem replicação** entre elas:

Divisão	O que separa	Marcas-chave
Meiose I (reducional)	cromátides homólogos (os pares) — $2n \rightarrow n$	prófase I: tetráides + sinapse + crossing-over (quiasmas) · metafase I: tetráides alinham (orientação independente) · anáfase I: homólogos separam-se (centrômeros NÃO dividem)
Meiose II (equacional)	cromátides irmãs (como na mitose)	placa na metafase II → irmãs aos polos na anáfase II → 4 células n

Meiose vs mitose (essencial):

	Mitose	Meiose
Divisões	1	2
Separação	cromátides irmãs	I: homólogos · II: irmãs
Resultado	2 células 2n idênticas	4 células n diversas
Recombinação	não	sim (crossing-over + segregação independente)

Três fontes de aleatoriedade (→ variabilidade): (1) **segregação independente** na metafase I (cada par orienta-se ao acaso) → $2^{23} = 8\,388\,608$ combinações por gameta (humano) · (2) **crossing-over** (novas associações de alelos) · (3) **fecundação ao acaso** (que gameta encontra que gameta → $\approx 7 \times 10^{13}$ zigotos possíveis).
Estratégia: localizar a fase pelo que **se separa** (homólogos? irmãs?) → ver se há **tetráides** (só em I) → contar células/n → ligar a aleatoriedade à diversidade da população.

Exercícios

1. Completar: a meiose transforma uma célula _____ em _____ células _____; por isso se chama «reducional». Porque é que não há replicação de ADN entre a I e a II?

2. Sequencia a meiose I e escreve a marca de cada fase: prófase (**tetráides/crossing-over**) · metafase (alinhamento dos pares) · anáfase (separação dos _____) · telófase. O que distingue a metafase I da metafase da mitose?

3. I vs II: (a) o que a meiose I separa e o que a II separa; (b) porque é que a II «parece» uma mitose — e porque mesmo assim dá células diferentes (crossover da I)?

4. Tabela mitose vs meiose — completa: n° de divisões (1 / ____) · separa (irmãs / ____ e ____) · resultado (2 idênticas $2n$ / ____ diversas ____) · crossing-over (não / ____) · alinhamento na metafase (cromátides / ____).

5. Crossing-over: onde ocorre (fase), o que é molecularmente (troca de segmentos entre homólogos em sinapse) e porque é que cria novas combinações de alelos numa mesma cromátide.

6. Segregação independente: (a) porque é que o alinhamento dos pares na metafase I é «ao acaso» (orientação independente)? (b) Calcula as combinações possíveis para uma espécie com $n = 4$ (2^4) e comenta para os humanos ($2^{23} \approx 8,4$ milhões).

7. Contagens (humano, $2n = 46$): (a) célula em prófase I: quantos cromossomas e cromátides? (b) após a meiose I: quantas células, que n , e quantos cromátides cada? (c) no final: quantas células e que conteúdo?

8. Aleatoriedade total: combina as três fontes (segregação, crossing-over, fecundação) e explica porque é que dois irmãos «mesma mãe e pai» nunca são geneticamente iguais (exceto clones) — nem mesmo os gametas de um só indivíduo.

9. Porque 4 células e não 2? (a) o que aconteceria se os gametas fossem diploides (zigoto $4n$) e como a meiose «compensa» a fecundação. (b) E nas plantas: o que a meiose produz no esporófito (esporos n) — liga já à alternância de gerações (ficha 6).

10. Erros clássicos: corrige (a) «na anáfase I separam-se as cromátides irmãs» · (b) «o crossing-over ocorre na meiose II» · (c) «a meiose dá duas células iguais». Justifica cada correção.

11. Interpretação de diagrama: num esquema de meiose vê-se uma célula com pares visíveis na «placa» da primeira divisão e células finais com cromátides simples. (a) Em que divisão está? (b) Quantas células finais espera e de que n ? (c) O que faria você concluir se visse 4 células iguais?

12. Síntese: «A meiose é a máquina da diversidade.» Desenvolve (4–5 linhas) ligando: crossing-over + segregação + fecundação → variabilidade → matéria-prima da seleção natural (ficha 8) — e porque é que a clonagem (ficha 4) é o caminho inverso.

Soluções — Meiose e comparação com a mitose

11.º Ano

Biologia e Geologia

Resolução completa

1. 1 célula **diploide (2n)** → 4 células **haplóides (n)**. Não há replicação entre I e II porque o «trabalho de cópia» já foi feito antes (interfase): a II é só repartir as irmãs — se houvesse S, voltaríamos a 2n e não se reduzia nada.

2. ordem: **prófase I** → **metáfase I** → **anáfase I** → **telófase I**. Anáfase I separa os **homólogos**. Distinção: na metáfase da mitose alinham **cromátides individuais**; na metáfase I alinham **pares de homólogos (tetráides)** — e a orientação de cada par é independente.

3. (a) I separa **homólogos** (reduz 2n → n) · II separa **cromátides irmãs** (equacional: n mantém-se). (b) II usa a mesma maquinaria (placa → irmãs aos polos), mas as irmãs **já não são idênticas**: o crossing-over da I trocou segmentos → cada célula final recebe uma combinação nova.

4. Resposta: 1 / 2 · irmãs / **homólogos (II)** e **irmãs (II)** · 2 idênticas 2n / 4 células diversas n · não / **sim** · cromátides / **tetráides (pares)**.

5. Ocorre na **prófase I**: os homólogos fazem **sinapse** e em **quiasmas** trocam segmentos equivalentes (recombinação enzimática) → cada cromátide passa a conter **uma mistura das versões paterna e materna** — alelos que estavam «ligados» no mesmo cromossoma ficam combinados de formas novas.

6. (a) Cada par orienta-se **como cair** na placa (independente dos restantes): o par 1 pode pôr o materno à esquerda, o par 2 à direita... → misturas aleatórias. (b) $2^4 = 16$ combinações; humanos $2^{23} \approx 8,4 \text{ milhões}$ por gameta — e cada indivíduo produz gametas diferentes ao longo da vida.

7. (a) **46 cromossomas** com **92 cromátides** (duplas). (b) **2 células, n = 23**, cada uma com cromátides ainda **duplas** (23 pares de irmãs). (c) Ao final da II: **4 células n = 23** com cromátides **simples** — prontas para a fecundação.

8. As três fontes compõem-se: (1) um mesmo indivíduo produz **8,4M de tipos de gameta** (segregação) — e ainda mais combinações **dentro** de cada gameta (crossing-over: novas associações de alelos); (2) a fecundação escolhe **ao acaso** um par ($8,4M \times 8,4M \approx 7 \times 10^{13}$ zigotos possíveis por casal). Por isso dois irmãos (não clones) partilham em média só ~50 % do ADN — cada geração é um novo baralho.

9. (a) Se os gametas fossem 2n, o zigoto seria **4n** — e dobraria a cada geração ($4n \rightarrow 8n \rightarrow 16n \dots$). A meiose **compensa** a fecundação: $n + n = 2n$ — a ploidia mantém-se estável ao longo das gerações. (b) No esporófito (2n), a meiose dá **esporos n** → estes sofrem mitose → gametófito — é a ligação direta à alternância de gerações (ficha 6).

10. (a) **Falso** — na anáfase I separam-se os **homólogos**; as irmãs só se separam na **anáfase II** (a I não divide centrômeros). (b) **Falso** — crossing-over é na **prófase I** (sinapse dos homólogos); na II não há homólogos juntos. (c) **Falso** — dá **quatro células diversas (n)**, não duas idênticas (isso é a mitose).

11. (a) Está na **meiose I** (pares visíveis na placa = tetráides). (b) Espera-se **4 células** (completando a II) com **n** cada — no humano, 23 cromátides simples. (c) Se as 4 células fossem **idênticas**, seria incompatível com meiose: o esperado é **diversidade** (crossing-over + segregação) — ou a observação foi mal interpretada (ex.: mitoses seguidas), ou haveria falha da recombinação. O padrão correto é «4 células, todas diferentes».

12. Resposta possível: a meiose é a «máquina» porque **não dá cópias**: na I, os pares separam-se ao acaso (segregação) e trocam pedaços (crossing-over) → cada gameta é único; a fecundação junta dois únicos ao acaso → o indivíduo é um **improbabilidade nova**. Essa diversidade é a **matéria-prima** da seleção natural (ficha 8): só existe «material» para o ambiente escolher se antes houve variação. A clonagem (ficha 4) é o caminho inverso — maximiza a cópia, anula o baralho — eficaz num ambiente previsível, frágil quando ele muda.

Nota: quatro blocos — **reducional/equacional** · **fases com marcas** · **tabela vs mitose + contagens** · **três aleatoriedades + 2²³**. Liga: fichas 3–4 (mitose, assexuada) · prepara ficha 6 (ciclos) e 8 (evolução).