

## 9. Meiose e variabilidade genética

A meiose é um dos processos de divisão celular que é também chamada de divisão reducional, pois reduz o número de cromossomos à metade. Sendo assim, ~~(células diploides  $2n$  produzem)~~ uma célula diploide  $2n$  produz 4 células-filhas  $n$ . Entretanto, esse processo de divisão celular não é tão simples e sua ocorrência necessita passar por várias etapas e estágios.

Para início de conversa, a meiose é dividida em duas etapas principais: a meiose I e a meiose II. Cada uma dessas etapas é subdividida em prófase, metáfase, anáfase e telófase, que são representadas com o numeral (corresponde) correspondente à etapa da meiose. Por exemplo, se dissermos ~~(pró)~~ prófase I, significa dizer que é relativo à meiose I, enquanto prófase II é relativo à meiose II. A meiose I caracteriza-se principalmente pela separação dos cromossomos homólogos, enquanto na meiose II ocorre a separação das cromátides irmãs.

Vamos entender um pouco mais sobre como esse processo acontece. Após a célula se preparar para o processo de divisão celular, que compreende entrar em estado de divisão, ou seja, sair do estado  $G_0$  e passar pelas etapas da intérfase ( $G_1$ , S e  $G_2$ ), <sup>(9)</sup> o processo de divisão meiótica começa com a meiose I e suas subdivisões, já citadas anteriormente. A fase prófase I é a mais longa e complexa, pois é ~~(subdividi)~~ subdividida nos seguintes estágios: Leptoteno, Zigoteno, Paquíteno, Diplótenu e diacinese.

~~(A seguir) No leptoteno, os cromossomos vão se alinhando ao longo do comprimento do seu homólogo (sinapse) e ocorre a formação do complexo sinaptemêmico entre as díades de cromossomos homólogos. No zigoteno~~



DB124-2025-01

10-2301088

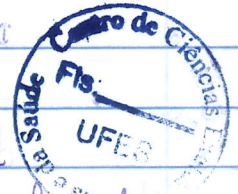
No leptóteno, os cromossomos são mais visíveis e começam a se alinhar. No zigóteno, os cromossomos se alinham ao longo do comprimento do seu par homólogo, o que chamamos de sinapse e há a formação do complexo sinaptonêmico entre as díades de cromossomos homólogos. No paquíteno, observa-se a formação de quismas, uma forte evidência de recombinação entre os cromossomos. No diplóteno, a membrana nuclear se desfaz. Na diacinese, os cromossomos estão em seu grau máximo de sinapse.

Na metáfase I, os cromossomos se alinham na placa equatorial. Na anáfase I, não há divisão de centrômeros e os cromossomos começam a ser separados aos pares. Na telófase I, os cromossomos homólogos não estão separados em polos opostos.

Na meiose II, a fase de prófase II é caracterizada por iniciar o alinhamento dos cromossomos. Na metáfase II, os cromossomos completam o alinhamento na placa equatorial e há divisão centrômerica. Na anáfase II, as cromátides-irmãs começam a ser levadas para polos opostos devido ao encurtamento dos fusos. Na telófase II, as cromátides-irmãs estão separadas em polos opostos e há formação da membrana nuclear. No final dessa fase ocorre ainda a divisão em quatro células-filhas, cada uma carregando uma cromátide, após passar pela citocinese.

A meiose é o tipo de divisão celular que é importante para a garantia de perpetuação da espécie, pois produz as células reprodutivas (ócitos e espermatozoides em humanos) e também permite a variabilidade genética. Isso porque na mitose as células-filhas são geneticamente idênticas à célula-mãe, enquanto na meiose, as células-filhas produzidas são distintas geneticamente da célula-mãe.

A variabilidade genética ocorrente na meiose pode ser devido a dois fatores: segregação independente de genes ou por crossing-over.

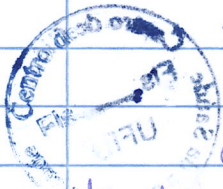


A segregação independente de genes ficou mais fortemente evidenciada a partir dos experimentos de Gregor Mendel, quando ele postulou a sua 1ª lei: Lei da Segregação independente dos fatores. Os genes se separam de forma independente no momento da divisão meiótica. Para se ter certeza disso, pode ser realizado um cruzamento-teste entre um parental completamente dominante (puro) com um recessivo. Por exemplo, se cruzarmos um indivíduo AABB com outro aabb, todos os indivíduos produzidos a partir deste cruzamento serão portadores de genótipo AaBb. Ao cruzar um indivíduo deste (AaBb) com outro (~~recessivo~~) de mesmo genótipo ou realizar autofecundação em plantas, os gametas produzidos poderão carregar apenas uma cópia de seus alelos, podendo ser: (AB), (Ab), (aB) ou (ab).

Como resultado, os indivíduos resultantes da geração F<sub>2</sub> poderão carregar genótipos variando de um para outro. Indivíduos que tiverem seus genótipos como sendo AABB e aabb são iguais aos genótipos parentais do primeiro cruzamento. Já qualquer outro indivíduo que possua genótipo diferente, por exemplo, AaBb, AaBB, AaBb, AAbb, aaBb, etc., são chamados de recombinantes.

Neste contexto da variabilidade genética, outro ponto importante de se destacar é o chamado crossing over. Esse processo foi postulado por Morgan e confirmado por microscopia eletrônica. Os cromossomos, durante o processo divisional de células por meio da meiose, podem se romper e trocar partes entre seus cromossomos homólogos. Considerando, que uma célula diploide 2n dá origem a quatro células n, cada uma dessas células produzidas é geneticamente diferente uma das outras.

Durante a fase de prófase I, mais especificamente no estágio paquíteno, os cromossomos trocam pedaços entre si e na fotografia de microscopia eletrônica mostrando como isso



poderia ocorrer, ficou evidenciado a presença de quiasmas. Quiasmas são localizações em formato de cruz que se formam entre cromossomos. Quando visto em imagem dá para entender que há as trocas entre os cromossomos e isso pode ocorrer em vários trechos ao longo dos cromossomos. Além disso, as trocas podem envolver apenas dois cromossomos, mas também há evidências de sua ocorrência envolvendo três ou quatro cromátides, o que aumenta a gama de variabilidade genética.

É por quê isso é importante? Bem, já falamos do ponto de vista reprodutivo, para garantia de perpetuação da espécie. Mas, podemos citar também do ponto de vista evolutivo, no qual sabemos que indivíduos mais próximos geneticamente podem apresentar anomalias e outras condições não benéficas, acarretados pela endogamia.

Em suma, a meiose é um processo importante de divisão celular, pois permite que as gerações resultantes de cruzamentos sejam distintas de seus genitores por meio da recombinação e garante a reprodução e manutenção das espécies.