

## MEIOSE NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM ESTUDO COM PROFESSORES EM EFETIVO EXERCÍCIO DA DOCÊNCIA

## MEIOSIS EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: UN ESTUDIO CON PROFESORES EN EJERCICIO EFECTIVO DE LA DOCENCIA

**Lorrayne Evangelista de Sousa**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
lorrayne-biologia@ufmg.br

**Marina de Lima Tavares**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
marina-tavares@ufmg.br

**Adlane Vilas-Boas Ferreira**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
adlane@ufmg.br

### RESUMO

O processo de meiose é considerado um tema complexo, pois reúne muitos conceitos genéticos de níveis biológicos distintos e seu entendimento demanda significativa capacidade de abstração. Este estudo se propõe a pesquisar as dificuldades conceituais compartilhadas por docentes atuantes na educação básica nas áreas de Ciências e Biologia, com o objetivo de compreender quais obstáculos teóricos perpassam a concretização do ensino da meiose e conceitos genéticos associados no ambiente educacional. Os resultados demonstram que algumas dificuldades conceituais básicas asseguradas por estudantes e licenciandos são as mesmas identificadas entre os docentes em exercício.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científica. Ensino de Genética. Concepções de Professores. Concepções Alternativas. Divisão celular.

**Eixo temático:** 3. Formação docente em Ciências e Biologia.

**Modalidade:** Pesquisa acadêmica.

### RESUMEN

El proceso de meiosis se considera un tema complejo, ya que reúne muchos conceptos genéticos de diferentes niveles biológicos y su comprensión requiere una significativa capacidad de abstracción. Este estudio se propone investigar las dificultades conceptuales compartidas por docentes que trabajan en la educación básica en las áreas de Ciencias y Biología, con el objetivo de comprender cuáles obstáculos teóricos dificultan la enseñanza de la meiosis y los conceptos genéticos asociados en el entorno educativo. Los

resultados demuestran que algunas dificultades conceptuales básicas observadas en estudiantes y profesores en formación inicial son las mismas que se identifican entre los docentes en ejercicio.

**Palabras clave:** Alfabetización Científica. Enseñanza de Genética. Concepciones de los Profesores. Concepciones Alternativas. División Celular.

**Eje temático:** 3. Formación docente en Ciencias y Biología.

**Modalidad:** Investigación académica.

## INTRODUÇÃO

A alfabetização científica (AC) é um termo multifacetado, conhecido também como letramento científico e enculturação científica, dependendo do autor e do contexto utilizado. A AC envolve a aquisição de conceitos científicos, enquanto o letramento científico abrange as interações entre ciência e sociedade. Já a enculturação científica refere-se à imersão prática na cultura científica (Bertoldi, 2020). Neste estudo, a AC é vista como um processo que não só abarca a compreensão de conceitos, mas, também, capacita os estudantes a usarem esse conhecimento para a transformação social.

Nesta pesquisa, será considerado um ponto de convergência entre as diferentes concepções de AC, já que, conforme Silva & Sasseron (2021), as várias visões de AC são complementares e não excludentes. Adotando uma concepção mais adequada da AC para o século XXI, entende-se que a formação científica do estudante deve focar na capacidade de transformação social, alinhada às ideias de Valladares (2021), e não apenas na acumulação de conceitos, processos e fenômenos. Conforme defendido por Sasseron e Carvalho (2011), a ciência como prática social fundamenta o termo AC como a "formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida".

A escola é um ambiente profícuo para a efetivação da AC, que deve ser implementada desde a educação básica ao ensino superior. O ensino de Ciências deve promover a formação cidadã e a capacidade de ação crítica na sociedade, conforme preconizado por Freire (1969). Nesse cenário, o professor tem o papel de tornar acessíveis os conceitos científicos, muitas vezes restritos à comunidade científica, e adaptá-los para a compreensão dos estudantes.

Segundo Silva & Sasseron (2021), a concretização da AC envolve múltiplos eixos: compreensão de conhecimentos científicos (domínio conceitual), entendimento da natureza da ciência e suas dimensões éticas e políticas e a interrelação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Embora este estudo enfatize o domínio conceitual, reconhece-se a importância de integrar todos os eixos para efetivação da AC.

No contexto do ensino de genética nas escolas, é fundamental formar cidadãos informados e conscientes sobre os princípios que governam a hereditariedade, a variação genética e a evolução. Compreender a genética permite aos estudantes apreciar a base biológica das características individuais e populacionais, além de discutir de maneira crítica e informada temas contemporâneos, como engenharia genética, clonagem, terapia gênica e questões éticas relacionadas. Esse conhecimento é essencial para promover a alfabetização científica na área foco deste estudo, permitindo que os futuros cidadãos tomem decisões responsáveis e fundamentadas no âmbito da saúde, economia, meio ambiente, dentre outros.

Todavia, alguns fatores obstaculizam a concretização da aprendizagem do conhecimento genético. Destaca-se nesta pesquisa como principal fator a particularidade da linguagem científica, falível e mutável; uma construção humana, que se modifica com o desenvolvimento científico, utilizada para facilitar a leitura do mundo natural e suas transformações (Chassot, 1993).

Além da plasticidade encontrada na definição dos conceitos genéticos (Joaquim & El-Hani, 2010), estes definem entidades abstratas, estruturas e processos de difícil visualização (Laburú, Arruda & Nardi, 2003). A importância da habilidade de abstração decorre do fato de que a compreensão do nível macroscópico ou fenotípico requer transitar por níveis biológicos não diretamente acessíveis aos sentidos dos estudantes, como microscópico, o molecular e o simbólico. A necessidade de manipulação matemática, dos símbolos e números e o raciocínio probabilístico subjacente aos fenômenos biológicos contribuem para a complexidade da área (Chu; Reid, 2012).

No ensino de Ciências, os conceitos servem de base para construção de sentido de outros conceitos imbricados em um sistema conceitual e para compreensão de fenômenos mais complexos, como a divisão celular, processo de múltiplas etapas e com alta densidade de conceitos interconectados. O professor, nesse contexto, exerce papel fundamental na

apropriação e consolidação da linguagem científica, em que se descreve fenômenos por meio dos conceitos – os quais são a base para o desenvolvimento de funções mentais mais avançadas (Lima; Júnior & Caro, 2011).

Contudo, no processo de aquisição de conceitos científicos, a fim de tornar fenômenos naturais e objetos compreensíveis, os estudantes desenvolvem entendimentos peculiares sobre determinados conceitos que contrariam conhecimentos cientificamente comprovados. Tais concepções estão frequentemente enraizadas e são resistentes ao ensino (Etobro & Banjoko, 2017; Posner *et al.*, 1982). Neste trabalho, o termo atribuído a tais entendimentos é concepção alternativa (CA), embora existam outras terminologias.

No ensino de Genética, as concepções alternativas compartilhadas entre estudantes de níveis de ensino distintos estão bem documentadas na literatura ao longo dos anos, como sobre os conceitos ploidia celular, estrutura cromossômica, etapas da divisão celular, replicação do DNA, expressão gênica etc. Observa-se também a dificuldade em estabelecer associações entre conhecimentos de níveis biológicos distintos, como entre a divisão celular e a replicação do DNA (Dikmenli, 2010; Guerra *et al.*, 2022; Guimaraes-Klautau *et al.*, 2009; Infante-Malachias *et al.*, 2010; Lewis & Kattmann, 2004; Newman *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2023). Mas, será que as concepções alternativas são restritas aos estudantes? Professores em exercício possuem domínio teórico da Genética ou apresentam dificuldades semelhantes àquelas documentadas na literatura entre discentes? Não foram encontrados estudos que respondessem a tais questionamentos.

As questões norteadoras desta pesquisa estão centralizadas no saber técnico docente e podem ser resumidas em: I. Professores em exercício apresentam dificuldades na compreensão de conceitos genéticos associados à meiose?; II. As concepções alternativas são comuns àquelas compartilhadas por estudantes?; III. Qual a natureza das possíveis CA?. Portanto, preocupa-se neste estudo com os componentes básicos da Genética: os conceitos - que auxiliam na compreensão dessa unidade e dos processos relacionados, como a divisão celular.

Vale ressaltar que não há intenção nesta pesquisa de avaliar o conhecimento docente, mas, sim, identificar e discutir possíveis dificuldades conceituais compartilhadas pelos profissionais a fim de subsidiar estratégias que visem a construção de significados científicos nas aulas de ciências e biologia. Almeja-se fomentar ações educacionais na

formação básica de estudantes e nos cursos de formação inicial e continuada de professores, aproximando-os de um conhecimento mais alinhado à visão científica dos conceitos genéticos.

## OBJETIVOS

Objetivo geral

Investigar a compreensão de conceitos genéticos associados ao processo de meiose entre professores da educação básica em efetivo exercício da docência no estado de Minas Gerais.

Objetivos específicos

- I. Estimar quantitativamente o desempenho geral e em cada item dos professores no Inventário Conceitual de Meiose;
- III. Identificar e compreender a natureza de possíveis concepções alternativas sobre meiose compartilhadas por professores em exercício;
- IV. Comparar possíveis concepções alternativas identificadas entre professores em exercício àquelas identificadas entre estudantes de estudos anteriores;

## METODOLOGIA

O itinerário metodológico do presente estudo foi dividido em duas ênfases principais de investigação sobre os saberes docentes: I. conhecimentos específicos oriundos da formação dos professores em exercício; II. saberes didático-pedagógicos. Para coleta de dados, a pesquisa foi dividida em duas fases: a fase quantitativa – baseada na aplicação de um instrumento de coleta de dados – e a fase qualitativa, que consiste em entrevistas e observações em espaço escolar. Neste resumo serão apresentados os resultados da fase quantitativa da pesquisa, iniciada no ano de 2023; os resultados qualitativos estão em fase de coleta e análise, por esse motivo, não são apresentados.

Utilizou-se um instrumento de coleta de dados específico, nomeado Inventário de Conceitos de Meiose (ICM). Os inventários são instrumentos de múltipla escolha em que os distratores (opções incorretas) representam concepções alternativas compartilhadas por estudantes frequentemente documentadas na literatura (Kalas *et al.*, 2013). O ICM adaptado, composto por 15 itens, foi aplicado *online* com a participação de 318

professores do estado de Minas Gerais. O objetivo foi caracterizar as concepções dos professores sobre a meiose e conceitos genéticos associados.

Para contatar os professores atuantes em instituições de dependência administrativa estadual, a pesquisa envolveu a autorização da Secretaria de Educação de Minas Gerais e a colaboração das superintendências regionais de ensino. Para contato com professores da rede particular, contou-se com auxílio do Sindicato das Escolas Particulares de Minas Gerais (SinepeMG).

Os Professores foram informados sobre a importância do estudo para o progresso do ensino e aprendizagem em Genética e orientados a responder o ICM sem consulta a materiais de apoio, a fim de garantir transparência nos resultados.

Os dados quantitativos foram analisados e categorizados utilizando o seguinte critério proposto por Smith & Knight (2012): I. Nenhuma dificuldade óbvia: quando 70% ou mais dos professores respondem corretamente a um item. II. Nenhuma ideia incorreta específica: quando menos de 70% dos professores acertam um item, mas nenhum distrator é preferencialmente selecionado. III. Concepção Alternativa Comum (CAC): quando menos de 70% dos professores acertam um item e mais de 30% selecionam um distrator específico ou uma combinação específica de distratores.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais. A aplicação do instrumento de coleta de dados foi autorizada por meio do Termo de Consentimento Livre Esclarecido, disponibilizado aos pesquisados previamente. Foram respeitados os princípios éticos da pesquisa em educação, preservando a identidade, privacidade, segurança e bem-estar dos participantes.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção estão apresentados os resultados parciais de uma pesquisa de doutorado desenvolvida na Universidade Federal de Minas Gerais, na linha de pesquisa Ensino de Genética. Serão discutidos parte dos resultados da etapa quantitativa do projeto, cujos dados foram obtidos a partir da aplicação do Inventário de Conceitos de Meiose (Kalas *et al.*, 2013).

Os professores de Ciências e/ou Biologia investigados desempenham suas funções em 166 municípios distintos. 91% dos professores lecionam em instituições de ensino

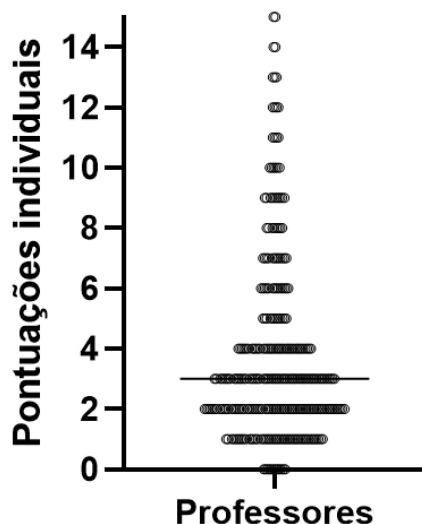
públicas, 2,5% em instituições de ensino privadas e 6,5% lecionam em escolas de ambas as redes.

Sobre o grau de escolaridade dos professores, constatou-se que 61,7% possui ensino superior completo, 2,5% ensino superior incompleto, 7,5% mestrado em andamento, 14,6% mestrado concluído, 1,2% doutorado em andamento, 2,2% doutorado concluído e, por fim, outros 10,3% possuem especialização ou cursos de pós-graduação não especificados no questionário.

No tocante à formação inicial dos professores de ciências e biologia, eles, em sua maioria, são formados em Ciências Biológicas; a menor parte dos docentes possui formação em outras áreas, como Física e Química.

Em relação ao desempenho geral dos professores no ICM, os pesquisados alcançaram uma média de 3,8 pontos em 15 distribuídos (1 ponto por item). No gráfico da figura 1, é possível observar a distribuição das pontuações individuais. Observa-se uma concentração maior de professores nas posições de pontuações mais baixas.

**Figura 1:** Distribuição das pontuações individuais obtidas no ICM pelos professores (n=318). Cada círculo representa um indivíduo e o traço indica a mediana.



Fonte: autoria própria.

Adiante, serão discutidos os itens em que os professores demonstraram preferência por distratores específicos, as Concepções Alternativas Comuns (*vide* Metodologia). Foram

identificadas CAC, isto é, entendimentos particulares sobre determinados conceitos científicos assegurados por mais de 30% dos professores, sobre as seguintes categorias conceituais: 1. Ploidia Celular; 2. Estrutura dos Cromossomos; 3. Produtos da meiose.

Nos 5 itens integrantes da categoria conceitual ploidia, os professores alcançaram um percentual de acerto abaixo de 20%. Ao analisar a combinação de alternativas selecionadas, foi possível interpretar o raciocínio empregado pelos docentes. Quando solicitados a selecionar diagramas que representassem células haploides ou diploides, os professores selecionam apenas diagramas com cromossomos duplicados para células diploides e diagramas com cromossomos não replicados para células haploides. Nesse sentido, os pesquisados acreditam que a ploidia de uma célula depende da estrutura dos cromossomos. Estudos demonstram que a concepção de que cromossomos duplicados são típicos de células diploides persiste ao longo do tempo entre estudantes, inclusive entre licenciandos (Guerra, Tavares & Vilas-Boas, 2022; Kindfield, 1994; Sousa, Tavares & Vilas-Boas, 2023). Neste estudo, evidencia-se o mesmo obstáculo teórico entre professores atuantes na escola básica.

Sobre a categoria conceitual estrutura cromossômica, observou-se que os professores não associam a síntese de DNA, o processo molecular, à presença das cromátides-irmãs nos cromossomos. Quando apresentado um cromossomo duplicado em um item, os docentes identificam a presença de cromátides, mas não relacionam ao processo que dá origem a essas estruturas, embora a replicação do material genético esteja implícita na representação pictórica do cromossomo no item. Isso revela uma desconexão entre duas áreas que se interpenetram em Ciências Biológicas: a Biologia Molecular e a Genética. A dissociação entre essas áreas é observada na aprendizagem de outras temáticas, como expressão fenotípica e as bases da transcrição e tradução (Newman *et al.*, 2021). Nota-se, portanto, uma falta de integração entre os diferentes níveis de organização biológicos. A necessidade de pensar simultaneamente em tais níveis é um dos fatores que torna a Genética complexa e abstrata (Chu & Reid, 2012).

No item da categoria conceitual Produtos da Meiose, avaliou-se a capacidade do docente de relacionar conhecimentos genéticos, como segregação de homólogos e cromátides irmãs, ploidia, estrutura dos cromossomos e disposição dos alelos gênicos, a fim de compreender se o docente reconhece diagramas dos produtos finais da meiose. Observou-

se que 49% dos pesquisados pensam que, geneticamente, um gameta se parece com uma célula pós-mitótica, uma vez que selecionam uma célula diploide para representar um produto final da meiose, assim como no estudo Etobro & Banjoko, (2017). Possivelmente, a confusão entre os dois processos se deve às semelhanças terminológicas e das fases e as representações visuais de ambos os processos, o que pode levar a uma confusão sobre os eventos específicos que ocorrem em cada tipo de divisão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, desenvolvida com professores do ensino básico, teve como objetivo inicial estudar a compreensão de conceitos genéticos associados ao processo de meiose. Uma vez que estudantes de níveis de ensino distintos frequentemente compartilham concepções alternativas semelhantes, foi formulada a hipótese de que os professores em exercício compartilham concepções comuns às dos estudantes. Essa hipótese foi inicialmente corroborada por meio de uma abordagem quantitativa baseada na aplicação de um questionário específico nomeado Inventário de Conceitos de Meiose. Contudo, estudos adicionais são necessários para confirmar a interpretação dos resultados sobre o exato raciocínio empregado pelos docentes em cada item. Os resultados parciais analisados chamam atenção para um problema que é, sobretudo, investigado entre estudantes da escola básica e graduação: a dificuldade de compreensão de temas da Genética. Este estudo traz dados relevantes que complementam investigações com objetivos semelhantes nessa área, mas com público-alvo diferente: o professor, peça-chave na mediação dos processos de ensino e aprendizagem. Os obstáculos teóricos identificados entre os profissionais da educação precisam ser abordados para fomentar ações que visem a concretização da AC em Genética, bem como para compreender a raiz dos problemas conceituais discutidos.

## REFERÊNCIAS

- Bertoldi, A. (2020). Alfabetização Científica Versus Letramento Científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? *Revista Brasileira de Educação*, 25, 1–17. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782020250036>
- Chassot, A. I. Catalisando transformações na educação. Ijuí. Ed. Unijuí, 1993.
- Chu, Y. C., & Reid, N. (2012). Genetics at school level: Addressing the difficulties. *Research in Science and Technological Education*, 30(3), 285–309. <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732059>

- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5(2), 235–247. <http://www.academicjournals.org/SRE>
- Etobro, A. B., & Banjoko, S. O. (2017). Misconceptions of genetics concepts among pre-service teachers. *Global Journal of Educational Research*, 16(2), 121. <https://doi.org/10.4314/gjedr.v16i2.6>
- Guerra, L. F., Tavares, M. D. L., & Vilas-boas, A. (2022). Persistência de concepções alternativas sobre meiose no ensino de Genética entre licenciandos de Ciências Biológicas. *Dynamis*, 28(1), 107–126.
- Guimaraes-Klautau, N., Aurora, A., Dulce, D., Silviene, S., Helena, H., & Correia, A. (2009). Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 2260–2263. <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/294291/382845>
- Infante-Malachias, M., Padilha, I., Weller, M., & Santos, S. (2010). Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 9(3), 657–668.
- Joaquim, L. M., & El-Hani, C. N. (2010). A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae Studia*, 8(1), 93–128. <https://doi.org/10.1590/s1678-31662010000100005>
- Kalas, P., O'Neill, A., Pollock, C., & Birol, G. (2013). Development of a meiosis concept inventory. *CBE Life Sciences Education*, 12(4), 655–664. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-10-0174>
- Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis. *Science Education*, 78(3), 255–283. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780308>
- Laburú, C. E., Arruda, S. de M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo metodológico no ensino de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9(2), 247–260. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132003000200007>
- Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195–206. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072782>
- Lima, M. E. C. de C., Júnior, O. A., & Caro, C. M. De. (2011). A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação*, 17(4), 855–871.
- Newman, D. L., Coakley, A., Link, A., Mills, K., & Wright, L. K. (2021). Punnett Squares or Protein Production? The Expert–Novice Divide for Conceptions of Genes and Gene Expression. *CBE Life Sciences Education*, 20, 1–10. <https://doi.org/10.1187/CBE.21-01-0004>

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sci.3730660207>

Silva, M. B. e, & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização Científica e Domínios do Conhecimento Científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio - Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 23, 1–20. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>

Smith, M. K., & Knight, J. K. (2012). Using the Genetics Concept Assessment to document persistent conceptual difficulties in undergraduate genetics courses. *Genetics*, 191(1), 21–32. <https://doi.org/10.1534/genetics.111.137810>

Sousa, L. E. de, Tavares, M. de L., & Vilas-Boas, A. (2023). The use of a meiosis concept inventory to identify alternative conceptions among Biological Science first-year students and prospective teachers. *Ciência & Educação (Bauru)*, 29, 1–18. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230049>

Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives About Science Participation and Emancipation. *Science and Education*, 30(3), 557–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>