

# As situações-problema na aprendizagem dos processos de divisão celular

Sirley Pereira Carneiro  
Rossano André Dal-Farra

## RESUMO

Nos últimos anos, os professores da educação básica têm enfrentado inúmeros obstáculos, seja pela dificuldade de acompanhar o célere desenvolvimento científico em determinadas áreas, seja pelo desafio de realizar a transposição didática de temas complexos ou, ainda, pela necessidade de desenvolver práticas pedagógicas contextualizadas que proporcionem a aprendizagem significativa. Mormente no Ensino de Ciências e de Biologia, as inter-relações entre as questões teóricas e as vivências do dia a dia muitas vezes podem ser fatores decisivos para que os alunos e a comunidade adotem hábitos e práticas que promovam a saúde e a cidadania. Cientes destas premissas, este estudo teve como objetivo analisar a utilização de situações-problema no ensino da divisão celular, construindo um processo de ensino e aprendizagem com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, comparando esta estratégia com a avaliação de “assinalar alternativas?”. No total, 82 estudantes responderam aos instrumentos avaliativos, sendo as respostas analisadas por meio da interpretação e da classificação em corretas e incorretas, assim como pela aplicação do Teste Binomial para verificar a significância estatística dos acertos. Os resultados demonstraram que em determinados tópicos, especialmente em relação à mitose, a utilização de situações-problema proporcionou um maior entendimento por parte dos estudantes, principalmente pelo maior número de informações disponíveis que favoreceram a análise dos casos pelos alunos. Entretanto, em relação à meiose e principalmente no que tange à recombinação genética, houve muita dificuldade na compreensão dos mecanismos celulares e das implicações destes na produção de gametas geneticamente diferentes, sendo a interpretação das questões o principal entrave relatado pelos alunos que participaram deste estudo, indicando a complexidade envolvida em tais processos de aprendizagem e proporcionando subsídios para a realização de práticas pedagógicas significativas para a formação de professores.

**Palavras-chave:** Divisão celular. Ensino de ciências. Ensino de biologia. Formação de professores. Situações-problema.

## Problem situations in learning cell division processes

### ABSTRACT

In recent years, elementary school teachers have been faced with numerous obstacles, either due to the difficulty to follow the fast scientific development in determined areas or to the challenge in conducting the didactic transposition of complex themes – apart from the need to develop context-based pedagogical practices that promote meaningful learning. Especially

---

**Sirley Pereira Carneiro** é Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática no PPGEICIM. Licenciada em Ciências Biológicas. Especialista em Educação Ambiental e Desenvolvimento sustentável. Professora da Rede Pública Estadual de Roraima. Endereço para correspondência: Rua São Jorge, 695, Cinturão Verde, CEP: 69312-343, Boa Vista, RR. E-mail: silacarneiro@bol.com.br

**Rossano André Dal-Farra** é Doutor em Educação. Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. PPGEICIM/ULBRA. Endereço para correspondência: Rua Monte Castelo, 2007, Casa 74, CEP: 92025-370, Canoas, RS. E-mail: rossanodf@uol.com.br

Acta Scientiae	Canoas	v. 13	n.1	p.121-139	jan./jun. 2011
----------------	--------	-------	-----	-----------	----------------

in the teaching of Sciences and Biology, the inter-relationships between theoretical issues and everyday experiences may often represent decisive factors concerning the adoption of habits and practices that promote health and citizen values by students and the broader community. In this scenario, the present study analyzes the use of problem situations in the teaching of cell division to develop a teaching and learning process together with students of senior high 11<sup>th</sup> grade. The strategy developed was analyzed in comparison to the “tick the correct answer” approach. In total, 82 students answered the evaluation instruments. Answers were analyzed by interpretation and classification of answers as correct or wrong, as well as the application of the Binomial Test to verify statistical significance of correct answers. The results show that, the use of problem situations afforded students a better understanding of certain topics, especially mitosis, mainly due to greater body of information available and that favored case analysis. However, concerning meiosis and above all genetic recombination, students revealed considerable difficulty to understand cell mechanisms and the related implications in the production of genetically distinct gametes. The interpretation of questions was the main obstacle reported, pointing to the complexity surrounding these teaching processes and promoting the development of meaningful pedagogical practices in teachers’ education.

**Keywords:** Cell division. Teaching of sciences. Teaching of biology. Teachers’ education. Problem situations.

## INTRODUÇÃO

A complexidade inerente aos processos de aprendizagem, pressupõe a presença de inúmeros fatores que influenciam o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, sendo o professor um elo essencial na tarefa de concatenar os diferentes aspectos relevantes para a construção do conhecimento por parte do estudante, incluindo as interfaces da cognição com a emoção e os valores intrínsecos à educação.

Neste contexto, a organização dos currículos, assim como a definição das estratégias de aprendizagem utilizadas, são processos decisivos para que o estudante aprenda de forma significativa, relacionando as temáticas abordadas com o contexto em que vive, e correlacionando, como se diz comumente, as questões teóricas com as práticas sociais relevantes para a vida em sociedade.

Entretanto, em muitas áreas o educador sente dificuldade em desempenhar esse papel, tendo em vista a necessidade de atender às exigências dos sistemas de ensino e na busca de sintonizá-las com as suas práticas pedagógicas. Portanto, diante do desafio de contemplar os conteúdos programáticos e assim contribuir para a continuidade da aprendizagem ao longo da trajetória do estudante na escola, emerge a necessidade de desenvolver estratégias que possam atender a estas demandas buscando não torná-las conflitantes.

Com base em tais premissas, este trabalho busca analisar a relevância da utilização construir situações-problema visando ao ensino e à aprendizagem da divisão celular, envolvendo mitose e meiose, com o objetivo de obter subsídios para o desenvolvimento de práticas pedagógicas a serem utilizadas na formação de professores de Biologia do Ensino Médio em atividades calcadas nos princípios da aprendizagem significativa e na inserção das temáticas estudadas no cotidiano dos estudantes.

## ENSINO DE CIÊNCIAS E SITUAÇÕES-PROBLEMA

A educação em Ciências deve proporcionar aos estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, levando os alunos a desenvolverem atitudes críticas e realizar julgamentos de forma fundamentada em critérios relevantes oriundos de conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada (BIZZO, 1998).

Segundo Zabala (2002), qualquer decisão tomada no ensino representa uma resultante das concepções que o professor possui sobre o ser humano que deseja formar, assim como o modelo de sociedade que deseja. Entende-se, portanto, que a função social do ensino consiste em tornar os alunos capazes de compreender o contexto em que vivem e intervir nele.

Neste contexto, podemos incluir a questão da aprendizagem significativa segundo David Ausubel, que se constitui no processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. O que significa que este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999).

Com base neste princípio, a utilização de situações-problema pode trazer grandes benefícios na contextualização da temática estudada e para o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Figueiredo et al. (2011, s/n):

As situações-problema, ao longo da história da humanidade, surgiram de problemas tanto relacionados a questões cotidianas quanto a partir daqueles vinculados a outras ciências, a partir de especulações pertinentes a novos conhecimentos. O uso deste método quando utilizado em sala de aula, desperta no aluno o interesse de desvendar o problema da situação a qual foi envolvido.

De acordo com os PCN (BRASIL, 2006), a situação-problema mobiliza o aluno, colocando-o em uma interação ativa consigo mesmo e com o professor, criando necessidades, provocando um saudável conflito, e tornando-o capaz de gradativamente organizar o seu pensamento e buscar as soluções.

De acordo com Krasilchik (2004), a compreensão dos objetivos e procedimentos usados para a solução de problemas dos conteúdos biológicos deve fazer parte da educação dos jovens. Nesse sentido, o primeiro passo é sempre identificar uma necessidade, e em seguida propor algumas alternativas para o seu entendimento, das quais se escolhe a melhor a ser implementada. Na análise para a escolha da melhor solução para um problema biológico, entram vários fatores que devem ser aplicados de acordo com a realidade do educando.

Segundo Figueiredo et al. (2011), com base em Polya (1986), há quatro passos na resolução de situações-problema: a compreensão da situação-problema, o estabelecimento

do plano de resolução, a execução do plano e, por fim, o retrospecto, fase na qual o aluno verifica se a solução que encontrou é, de fato, a que foi solicitada pelo enunciado da situação-problema.

Para Meirieu (1998), só é possível ensinar quando nos apoiamos no sujeito, em suas aquisições anteriores, assim como nas estratégias que lhe são familiares. Por estas razões, devem ser estabelecidas situações de aprendizagem nas quais os educandos possam estar em atividade de elaboração, isto é, de integração de novos dados em sua estrutura cognitiva. A aprendizagem ocorre, neste contexto, se o aluno consegue articular o que já sabe com o novo, principalmente com base na estratégia desenvolvida por ele mesmo.

O ensinar representa um processo dinâmico intimamente ligado ao aprender, sendo, portanto, contínuo e integrado. Cabe ao professor constituir-se no elo entre a informação, o desejo, ou seja, a emoção envolvida no processo, e a capacidade de produção de uma síntese (TRINDADE et al., 2004).

Neste cenário de gestão das situações-problema por parte do professor, há uma estreita ligação entre esta estratégia com a construção de um processo de avaliação formativa. A fonte do “feedback” pode ser o professor ou outro aluno, sendo que muitas vezes é o produto do aluno que resiste aos prognósticos e desmente-os. Desta forma, o engajamento em um projeto leva inevitavelmente a trabalhar com objetivos e obstáculos preferencialmente de modo diferenciado, já que nem todos os alunos se defrontam com as mesmas tarefas e as mesmas dificuldades (PERRENOUD, 1999).

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi realizado com quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Roraima, envolvendo 82 alunos que participaram do processo e responderam os materiais de pesquisa.

A idade dos estudantes variava de 16 a 19 anos, com a média de 17,2 anos, sendo 15,7% com 16 anos, 53,9% com 17 anos, 27,5% com 18 anos e 2,9% com 19 anos.

Com o foco voltado para a divisão celular, incluindo mitose e meiose, este estudo compreendeu as questões técnicas mais estritas dos mecanismos celulares envolvidos, assim como a contextualização destes assuntos diante das interfaces com outros temas da Genética e da Biologia em geral, como o crescimento corporal desde o zigoto até o indivíduo adulto, a reposição de células nos tecidos, o ciclo de vida dos seres humanos e também a produção de gametas e as questões de variabilidade genética implícitas no processo em questão.

Durante o processo, a importância da cariotipagem, da semelhança entre irmãos, e de temas contemporâneos como a clonagem, serviram de inspiração para a construção das situações-problema apresentadas aos estudantes, com o cuidado de torná-las compatíveis com o Ensino Médio, ou seja, que possuíssem níveis de dificuldade condizentes o ensino em questão, assim como esteve presente a preocupação com as questões sociais implícitas ao estudo realizado.

As atividades desenvolvidas consistiram, inicialmente, de exposição dialogada a respeito da divisão celular realizada por docente das próprias turmas, incluindo os processos celulares mais específicos e também as implicações destes sobre demais aspectos biológicos pertinentes, abordando os assuntos que embasariam a construção das respostas por parte dos estudantes. Salienta-se que, a participação efetiva de docente que já conhecia os alunos e os acompanhava durante o ano letivo foi fundamental para o contínuo processo de avaliação da atividade por parte dos pesquisadores que desenvolveram este estudo, principalmente no diagnóstico das dificuldades encontradas pelos alunos e no auxílio para que estes encontrassem caminhos próprios para solucioná-las.

Após a exposição dialogada, foram aplicados dois instrumentos avaliativos, sendo um deles com questões de assinalar a(s) alternativa(s) correta(s), doravante denominado AA, e outro com situações-problema, denominado SP, buscando que os alunos relacionassem os conteúdos de célula com situações semelhantes às vivenciadas por eles no dia a dia.

As questões da AA foram baseadas em estudo realizado por Carneiro e Silva (2007), adaptadas com base na abordagem realizada por Cruz et al. (2001).

Para a construção das situações-problema foram utilizados os princípios delineados por Meirieu (1998), respeitando as questões situacionais presentes no contexto da escola e as necessidades dos alunos em questão.

Para efeitos de compreensão ampla do material analisado, o processo investigativo constou da tabulação dos resultados na forma de quantificação das respostas obtidas. Esse procedimento teve como objetivo contribuir para a discussão dos resultados com base na observação das regularidades encontradas.

Nas questões abertas, o processo consistiu de uma pré-análise das respostas, na qual foi realizada a numeração progressiva dos respondentes, para então serem observadas as regularidades encontradas nas respostas pertencentes a cada questão. Com base nesta análise prévia, foram construídas categorias que representavam os aspectos mais relevantes encontrados nos dados, segundo os princípios subjacentes à Análise de Conteúdo.

Discorrendo sobre a Análise de Conteúdo Clássica, Bauer e Gaskell (2008, p.190) afirmam que a análise de conteúdo representa um método de análise de texto desenvolvido pelas ciências sociais empíricas, e mesmo que a maioria dos estudos resultem em descrições numéricas de aspectos do corpus do texto, considerável atenção se atribui, segundo os autores, aos “tipos”, “qualidades”, e “distinções” no texto antes de realizar as quantificações, realizando uma ponte entre o formalismo estatístico e a análise qualitativa dos materiais, constituindo a análise de conteúdo em uma técnica híbrida que pode mediar esta improdutiva divisão sobre virtudes e métodos (BAUER; GASKELL, 2008, p.190).

Uma parcela dos dados supracitados recebeu um tratamento quantitativo decorrente da observação das regularidades nas respostas dos indivíduos pesquisados possibilitando a análise com comparações de frequência, sendo as grandezas representadas percentualmente e apresentados em tabelas e gráficos, utilizando os instrumentos propostos pelas técnicas da Estatística Descritiva.

Nas questões fechadas, os resultados foram analisados com base nos pressupostos da Estatística Descritiva (MENDENHALL, 1985), comparando, fundamentalmente, as respostas nas AA e nas SP para questões semelhantes quanto ao conteúdo, ou seja, visando verificar se havia maior facilidade para responder às questões em uma ou outra forma de avaliação para o mesmo conteúdo. Para verificar a significância estatística das respostas foi utilizado o teste Binomial realizado no SPSS 10.0.

Posteriormente, foi aplicado um instrumento de coleta de dados para que os estudantes avaliassem as situações-problema, incluindo vantagens e desvantagens em relação às avaliações com alternativas para assinalar a(s) correta(s), sendo as respostas cotejadas com os demais resultados obtidos com os instrumentos de avaliação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos com a aplicação da avaliação com alternativas dicotômicas (Tabela 1) e com a aplicação da avaliação com quatro possibilidades para assinalar (Tabela 2).

TABELA 1 – Resultados obtidos com as questões de assinalar alternativas (AA).

Questão	Mitose	Meiose	Correta (%)*
AA3 – Resulta em duas células geneticamente iguais	Correta		64,7 ↑
AA4 – Resulta em células geneticamente diferentes		Correta	52,5 =
AA5 – Não há redução do número de cromossomos	Correta		54,0 =
AA6 – Há redução do número de cromossomos		Correta	59,0 =
AA7 – Não há permuta gênica entre cromossomos homólogos	Correta		56,1 =
AA8 – Normalmente ocorre permuta gênica entre cromossomos homólogos		Correta	50,5 =
AA9 – Ocorre em células germinativas	Correta	Correta	87,1 ↑
AA10 – Ocorre em células somáticas	Correta		64,4 ↑
AA11 – Uma célula produzida por este processo não pode sofrer outro processo igual		Correta	53,0 =
AA12 – Uma célula produzida por este processo, em geral, pode sofrer novos processos iguais	Correta		43,6 =
AA13 – É importante na regeneração das células somáticas e nos processos de cicatrização	Correta		47,0 =
AA14 – Divisão celular que ocorre no zigoto durante o início da formação do indivíduo	Correta		45,3 =
AA15 – Divisão que produz gametas		Correta	53,7 =
AA16 – Produz células com igual número de cromossomos que a célula-mãe	Correta		52,6 =
AA17 – Produz células com a metade dos cromossomos da célula-mãe		Correta	53,1 =

= NS    ↑ % de acertos maior ( $p < 0,05$ )    ↓ % de acertos maior ( $p < 0,05$ )

Verifica-se, de forma geral, que os percentuais de acerto foram muito baixos, pois a exceção da questão AA9, mesmo os valores significativamente superiores a 50%, ou seja, nos percentuais de AA3 e AA10, os valores foram abaixo de 70% de acertos.

TABELA 2 – Resultados obtidos com a aplicação da avaliação com quatro alternativas.

Questão	Respostas	Correta (%)
AA18 – Em qual fase da mitose os cromossomos estão na região central da célula?	a) Prófase b) Metáfase c) Anáfase d) Telófase	- 54,0 - -
AA19 – Relacionar as figuras com a fase da mitose.	AA191) Prófase AA192) Metáfase	42,4 36,6
OBS.: nesta questão, os estudantes visualizavam figuras das quatro fases da mitose, realizando a correspondência com o nome de cada fase.	AA193) Anáfase AA194) Telófase	40,2 21,6

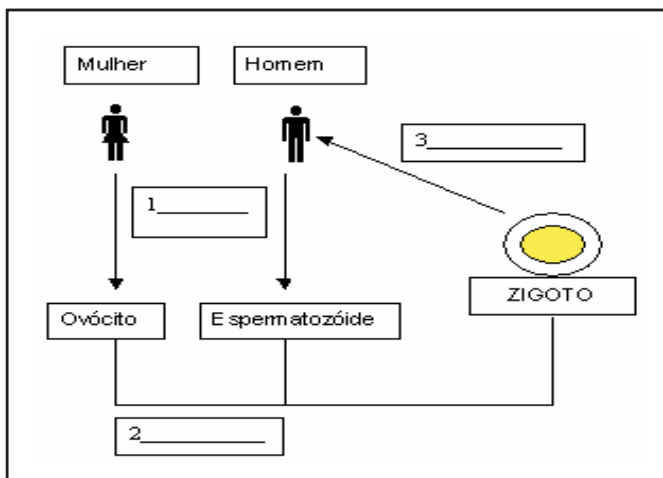
A seguir são apresentadas as situações-problema propostas para os alunos, assim como os resultados obtidos por estes nas avaliações.

Salienta-se que a situação-problema 1 (SP1) foi analisada separadamente, enquanto as demais foram analisadas junto com as questões de assinalar alternativas que abordavam conteúdos semelhantes.

### Situação-problema 1 (SP1)

A SP1 solicitava que os alunos observassem a Figura 1 e o descrevessem com um texto o que estava ocorrendo, indicando ainda, o que representavam os números 1, 2 e 3.

FIGURA 1 – Ciclo de vida e as divisões celulares.



O reduzido percentual de acertos obtido nesta questão (2,3%) decorreu principalmente da dificuldade dos estudantes em contextualizar os processos de divisão celular e inseri-los em aspectos mais amplos da biologia humana.

De fato, a criação de “pontes” entre os conteúdos teóricos mais estritos e as situações vivenciadas no dia a dia tem sido um dos grandes desafios dos professores de Genética e Biologia na atualidade, embora as aplicações destes conteúdos sejam cada vez mais evidentes.

A complexidade envolvida no processo, assim como o fato de não estarem habituados a questões desta natureza foram os principais fatores que causaram este reduzido número de respostas corretas para esta situação-problema.

Conforme Selbach et al. (2010) a situação-problema torna necessário ao professor a identificação daquilo que o aluno sabe e daquilo que ele não sabe fazer, assim como a definição de objetivos, a configuração das tarefas e os obstáculos que os alunos possam enfrentar.

## Situação-problema 2 (SP2)

A SP2 apresentava o caso da clonagem da ovelha Dolly, descrevendo todo o processo, desde a retirada da célula da glândula mamária da ovelha Belinda, a colocação do núcleo desta célula no óvulo de outra ovelha (Fluffy) e, posteriormente a inserção deste produto no sistema reprodutor da ovelha Lassie, sendo informado ainda que a espécie *Ovis aries* possui 54 cromossomos em suas células somáticas.

A Tabela 3 apresenta as questões, as respostas corretas, os percentuais de acerto obtidos e as observações referentes à significação estatística dos dados.

TABELA 3 – Perguntas, respostas e resultados obtidos com SP2.

Pergunta	Resposta	Acertos (%)*
SP21A) Que tipo de divisão celular produziu a célula da glândula mamária da ovelha Belinda?	Mitose	63,9% ↑
SP21B) A célula da glândula mamária é somática ou germinativa?	Somática	75,0% ↑
SP21C) Quantos cromossomos essa célula da glândula mamária tinha?	54 cromossomos	49,3% =
SP22A) Que tipo de divisão celular produziu o óvulo da ovelha Fluffy?	Meiose	57,6% =
SP22B) O óvulo é uma célula somática ou germinativa?	Germinativa	64,2% ↑
SP22C) Quantos cromossomos esse óvulo tinha?	27 cromossomos	32,9% ↓
SP22D) A célula que se dividiu formando o óvulo é uma célula somática ou germinativa?	Germinativa	52,6% =
SP22E) Esse óvulo poderia se dividir?	Não	33,3% ↓
SP23A) Quantos cromossomos possuía o zigoto colocado na ovelha Lassie	54 cromossomos, ou seja, 2n cromossomos	32,9% ↓
SP23B) Esse zigoto vai sofrer qual divisão celular após ser colocado nessa ovelha?	Mitose	37,8% ↓
SP23C) Após se dividir, o zigoto formará células geneticamente iguais ou diferentes?	Iguais logo após a divisão, depois apenas é que elas se diferenciarão produzindo os tecidos do organismo	65,4% ↑

\* = NS ↑ % de acertos maior que 50% (p < 0,05) ↓ % de acertos menor que 50% (p < 0,05)



Observa-se que, à semelhança do ocorrido com a avaliação com alternativas, os percentuais de acerto foram de baixa magnitude. A análise pormenorizada destes será realizada em conjunto com a avaliação com alternativas.

### Situação-problema 3 (SP3)

A SP3 apresentava de forma detalhada o caso de dois gêmeos monozigóticos terem casado com duas gêmeas monozigóticas, solicitando que os estudantes respondessem a respeito da possibilidade dos casais terem filhos iguais lembrando como os gametas são produzidos.

Nesta questão, à semelhança do ocorrido com a SP1, o percentual de acertos foi muito reduzido (SP3 = 2,4%), especialmente pela dificuldade de compreender o processo de “crossing over” em uma situação de aplicação.

Mais especificamente, os estudantes não entenderam o processo de permutação gênica e, principalmente, não realizaram a inter-relação dos mecanismos celulares com situações diferentes, sendo a permutação gênica responsável pela produção de gametas diferentes tanto em gêmeos como no outro é que faria que os filhos dos casais não fossem idênticos.

Um ponto importante a ser ressaltado diante do processo de acompanhamento dos alunos realizado neste estudo consiste na dificuldade que os estudantes possuíam na interpretação dos textos presentes nas situações-problema. Portanto, a utilização desta estratégia pressupõe também o domínio da leitura e compreensão mais aprofundada dos textos, demandando maior período de tempo para a sua realização.

### Situação-problema 4 (SP4)

A SP4 relatava o caso de um menino que havia se machucado jogando futebol, ferindo levemente a perna, contextualizando a questão em uma consulta médica na qual o aluno era indagado em relação ao tipo de divisão celular que ocorreria no processo de cicatrização do ferimento. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos com a situação-problema 4.

TABELA 4 – Perguntas, respostas e resultados obtidos com a situação-problema 4 (SP4).

Pergunta	Resposta	Acertos (%)*
SP41) Qual seria o tipo de divisão?	Mitose	67,5% ↑
SP42) Essa divisão formaria células idênticas ou células diferentes?	Células idênticas	70,2% ↑
SP43) As células da pele são somáticas ou germinativas?	Somáticas	82,1% ↑

\* = NS ↑ % de acertos maior que 50% ( $p < 0,05$ ) ↓ % de acertos menor que 50% ( $p < 0,05$ ).

Neste caso, observa-se a obtenção de percentuais mais elevados de acertos, o que será analisado de forma conjunta com os resultados das avaliações com alternativas.

## **Situação-problema 5 (SP5)**

A SP5 apresentava o caso do nascimento de uma criança com sintomas neurológicos e a solicitação do cariótipo diante da suspeita de uma alteração cromossômica, sendo os alunos perguntados em relação a qual fase da mitose na qual os cromossomos se encontram em uma posição central da célula antes da separação das cromátides, sendo que 65,3% dos estudantes responderam corretamente ser a metáfase, valor significativamente superior a 50% ( $p > 0,05$ ).

## **COTEJAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AA E SP**

### **Produção de células geneticamente iguais ou diferentes**

Observando os percentuais de acerto obtidos para AA3 (64,7%) e SP23C (65,4%) e SP42 (70,2%) referentes à mitose, que todos foram semelhantes entre si, e superiores ao que seria esperado pelo acaso ( $p < 0,05$ ). Já em relação à meiose, o percentual de acerto na AA4 (52,5%) não apresentou diferença significativa, pelo fato de ser muito próximo do valor central de respostas ao acaso, assim como a quase totalidade dos estudantes não soube responder a SP3 referente ao caso de casamento entre pares de gêmeos monozigóticos.

Provavelmente, isto ocorre pela dificuldade encontrada pelos estudantes em relação à compreensão do fenômeno do “crossing over”, ou recombinação genética, responsável pela produção de gametas diferentes na meiose, assim como na dificuldade de relacionar o que é aprendido com as situações do dia a dia.

### **Redução ou não do número de cromossomos**

Pode ser verificado, observando os percentuais de AA5 (54,0%) e SP2 1C (49,3%) que houve um índice semelhante e não significativo de acertos quando a pergunta se referia à mitose produzindo células com o mesmo número de cromossomos. Com relação à meiose, o resultado indicou uma dificuldade maior na situação-problema com relação à diminuição no número de cromossomos SP21C (32,9%) do que no momento das respostas curtas AA6 (59,0%), o que também pode ser explicado pela dificuldade de compreensão do fenômeno do “crossing over” da meiose que produz gametas com apenas um cromossomo em cada par.

Depreende-se, portanto, que as dificuldades encontradas na compreensão dos aspectos importantes dos conteúdos ministrados devem ser cuidadosamente repensadas pelo docente que utiliza as situações-problema, a fim de que este consiga não apenas diagnosticar os problemas enfrentados e sim resolvê-los de forma mais específica após saber com exatidão onde estão as dificuldades de seus alunos e encaminhar as formas de saná-las.

Segundo Tacco e Branco (2008) é fundamental para o professor a identificação e a análise dos processos que têm por objetivo a promoção de aprendizagens significativas, sendo muito importante que os educadores em geral percebam a importância de observar e analisar atentamente as suas próprias ações e interações à luz das concepções e valores que orientam as suas práticas pedagógicas.

## **Ocorrência de permuta gênica entre os cromossomos homólogos**

Foi verificado que na avaliação com AA e com SP relacionadas a mitose, que o percentual de acerto em AA7 não foi significativo (56,1%), ao contrário do percentual de SP23C (65,4%), demonstrando que a SP2 contribuiu para a maior compreensão por parte dos estudantes que na mitose não ocorre permutação gênica, sendo as células geradas apresentando a mesma constituição cromossômica que a célula-mãe.

Na meiose, divisão na qual ocorre a permuta gênica entre cromossomos homólogos, houve um percentual de acertos não significativo para AA8 (50,5%) assim como um percentual muito baixo na situação-problema envolvendo os pares de gêmeos idênticos (SP3=1,4%), indicando problemas de entendimento do tema nos dois processos avaliativos.

Embora a situação-problema com os gêmeos tenha causado muita curiosidade e proporcionado que os estudantes se motivassem, os mesmos encontraram muitos obstáculos para resolver a questão diante do domínio insuficiente dos mecanismos de recombinação genética da meiose e da aplicação deste conhecimento.

## **Ocorrência em células somáticas e/ou germinativas**

A ocorrência da mitose e da meiose nas células germinativas foi compreendida pelos estudantes na avaliação com alternativas, visto que o percentual de acerto para AA9 foi elevado (87,1%). No entanto, embora os estudantes tenham reconhecido o óvulo como uma célula germinativa (SP22B = 64,2%), houve dificuldade na identificação da meiose para a produção do óvulo (SP22A = 57,6% e SP22D = 52,6%).

Com relação à mitose, os percentuais de acerto foram todos significativamente maiores do que 50%, tanto no caso da célula da glândula mamária ser somática (SP21B = 75,0%), quanto no momento de indicar ser esta célula resultante de uma mitose (SP21A = 63,9%).

O mesmo ocorreu na situação-problema relacionada com a célula da pele (SP43 = 82,1%), cujo percentual de acerto foi superior ao obtido com a avaliação com alternativas (AA10 = 64,4%).

Conforme Meirieu (1998) a utilização de estratégias familiares ao estudante, assim como o saber quais são os seus conhecimentos a respeito do tema, proporciona que o estudante possa integrar de novos dados em sua estrutura cognitiva, com base na articulação com o considerado novo pelo aluno.

Desta forma, ao trabalhar temas mais complexos, como no caso da meiose, o professor deve buscar situações que sejam o mais próximo possível das vivências dos alunos, construindo processos de significação relevantes no processo de ensino e aprendizagem.

### **A célula gerada pode ou não sofrer outra divisão?**

Considerando a possibilidade de que células oriundas da mitose podem sofrer outra divisão, ao contrário do que ocorre com células que foram obtidas por meiose, foi observado que os estudantes apresentaram muitas dificuldades para desenvolver este tópico.

Com relação à mitose, o percentual de acerto de SP23C foi de 65,4%, indicando que aproximadamente dois terços dos estudantes compreenderam a continuidade do processo de divisão mitótica do zigoto, embora em AA11 o percentual de acertos foi baixo (53,0%) e não significativamente diferente de 50%. Quanto à meiose, houve muitas dificuldades por parte dos estudantes, tanto na avaliação com alternativas AA12 (43,6%), quanto na situação-problema (SP22E = 33,3%).

No presente tópico, apenas em relação à mitose as situações-problema foram relevantes para a aprendizagem, provavelmente devido à maior complexidade da meiose, que requer um raciocínio mais elaborado por parte do estudante, e no presente caso as informações apresentadas não foram suficientes para que os estudantes encontrassem caminhos promissores para a resolução das questões.

### **Funções da mitose e da meiose**

Em relação à função da mitose no que tange à cicatrização dos tecidos, a situação-problema proporcionou uma melhor compreensão do estudante (SP41 = 67,5%) do que a avaliação com alternativas (AA13 = 47,0%), pelo fato de envolver os alunos de forma mais intensa diante de um processo de significação mais relevante deles com o caso, relacionado com atividade esportiva muito difundida no contexto em que vivem.

Este resultado corrobora com as observações docentes durante o processo de realização das atividades relacionado com o melhor desempenho nas avaliações das situações-problema em questões que aludem a fatos próximos das vivências dos estudantes, como pode ser observado em alguns depoimentos:

*“O envolvimento de atividades com resolução de problemas facilita lembrar [sic] do assunto”*

*“Os alunos aprendem a pensar mais”*

*“colocamos em prática o que aprendemos em sala e relacionamos com fatos do dia a dia”*

*“Nos deixa informados sobre o que acontece no nosso corpo”*

Com relação ao processo de crescimento corporal a partir do zigoto decorrente de mitoses, a compreensão dos estudantes foi menor se analisarmos os percentuais de acerto para AA14 (45,3%) e para SP23B (37,8%), inclusive com resultado significativamente inferior na situação-problema.

Ao focar os processos de significação na relação professor-aluno, Tacca e Branco (2008, p.41) indicam a necessidade de analisar “os aspectos motivacionais que permitem perceber se o aluno está disposto a dar atenção e se empenhar nas atividades propostas pelo professor”. Segundo as autoras, ao escolher os objetivos, os conteúdos, as atividades e os métodos de ensino, o professor deve considerar o aspecto da mobilização dos estudantes.

Analisando os resultados obtidos com as questões referentes à meiose, AA15 (53,7%) e SP22B (64,2%), foi constatado um resultado significativamente superior na situação-problema, provavelmente pelo fato da especificação do nome da célula – óvulo – ter proporcionado maiores informações aos alunos em relação ao processo de ocorrência da divisão em células germinativas.

Retomando as palavras de Zabala (2002), é muito importante utilizar formas de organização dos conteúdos que promovam o maior grau de significação daquilo que é aprendido está relacionada com a busca de modelos integradores que proporcionem interfaces relevantes entre o estudante e o conteúdo que este estuda.

### **Número de cromossomos nas células produzidas**

Em relação ao número de cromossomos das células produzidas após a mitose, os resultados AA16 (52,6%) e SP21C (49,3%) indicaram a dificuldade, tanto em uma, quanto em outra modalidade dos estudantes compreenderem o tema. Com relação à meiose, analisando os resultados de AA17 (53,1%) e SP22C (32,9%), observa-se que a dificuldade foi ainda maior na situação-problema.

Estes resultados indicam a necessidade de abordar os assuntos de forma mais detalhada, e buscando apresentar exemplos mais concretos para facilitar a compreensão por parte dos estudantes, especialmente em relação à produção de gametas, já que, a redução do número cromossômico na meiose representa um fator crucial para a compreensão da Genética no Ensino Médio, assim como do processo de fertilização e formação do zigoto com igual número de cromossomos das células diploides da espécie.

### **Fases da mitose**

Ao observar os percentuais de acerto obtidos em AA18 (54,0%), AA191 (42,4%), AA192 (36,6%), AA193 (40,2%) e AA194 (21,6%), pode ser verificada a dificuldade encontrada pelos estudantes na avaliação com alternativas, tanto no momento de indicar a metáfase, quanto em relação às outras fases no momento em que foram instados a reconhecer as figuras e nomeá-las.

Por outro lado, ao serem desafiados a encontrar a fase da mitose na qual é realizado o cariótipo, os estudantes apresentaram maior facilidade de compreensão do tema, obtendo percentual de acerto significativamente superior a 50% na SP5 (65,3%), provavelmente pelo maior número de informações presentes na questão.

## Impressões dos estudantes sobre as atividades

As Tabelas 5, 6 e 7 apresentam os resultados obtidos com os instrumentos de coleta de dados referentes às percepções dos estudantes sobre as situações-problema, incluindo as vantagens (Tabela 5), as desvantagens (Tabela 6) e as comparações entre a avaliação com alternativas e a avaliação com situações-problema (Tabela 7).

TABELA 5 – Principais vantagens da avaliação pela resolução de situações-problema segundo os alunos (78 alunos responderam).

Dificuldade encontrada	Número de alunos	Percentual (%)
Facilita a aprendizagem	27	34,6
Verifica a aprendizagem	14	17,9
Aplicação da teoria	8	10,3
Favoreceu o aprendizado de clonagem	7	9,0
Avaliar melhor o que o aluno sabe	6	7,7
Maior motivação/vontade/estímulo	5	6,4
Testa interpretação	4	5,1
Dados mais detalhados	2	2,6
Reforça o conhecimento/exercita o que aprende	2	2,6
Aluno aprende a pensar mais	1	1,3
Apto a responder as questões	1	1,3
Dificuldade de avaliar	1	1,3

A principal vantagem das situações-problema, segundo os educandos, foi a facilitação da aprendizagem do conteúdo (34,6%), seguida da possibilidade de verificar a aprendizagem de forma mais precisa (17,9%), e da oportunidade de aplicação da teoria aprendida nas referidas situações (10,3%).

Nos seus comentários, os estudantes afirmaram que:

... [com a situação-problema] o professor pode ver quem realmente sabe a matéria.

... [nas situações-problema] não tem alternativa para marcar, o aluno tem que saber mesmo.

... a vantagem [com as situações-problema] é que o professor fica sabendo quem não entendeu o assunto.

... [nas situações-problema é possível] ter uma melhor percepção de aprendizado sobre o assunto, melhorando o conhecimento.

... [com a atividade] ficamos mais aptos a responder estes tipos de questões.

De acordo com o depoimento dos alunos, as situações-problema proporcionaram vantagens para a aprendizagem, pois os tornam mais ativos e participativos, realizando reflexões mais aprofundadas sobre as temáticas trabalhadas, utilizando ainda a criatividade na busca da resolução de problemas.

Mais significativo do que a questão da oportunidade de encontrar situações próximas ao cotidiano, os estudantes fazem alusão às possibilidades de contribuir para a avaliação da aprendizagem, assim como de um diagnóstico mais preciso em relação ao conhecimento que os alunos possuem na temática estudada.

Portanto, com as situações-problema há a possibilidade de detectar de forma mais precisa os erros cometidos pelos estudantes durante o processo de resolução das questões, assim como na apresentação das respostas finais.

Segundo Meirieu (1998) as situações-problema permitem conceber um dispositivo didático para alcançar um objetivo determinado, que leva o sujeito a desenvolver esquemas mentais específicos que lhe proporcionam construir o seu conhecimento.

TABELA 6 – Principais dificuldades encontradas na resolução de situações-problema segundo os estudantes (80 alunos responderam).

Dificuldade Encontrada	Número de alunos	(%)
Interpretação dos problemas e responder as questões	47	58,8
Lembrar conteúdos vistos anteriormente	7	8,8
Linguagem culta e os termos empregados dificultaram a compreensão e a interpretação das questões.	4	5,0
Falta de estudo/empenho	4	5,0
Normalmente só decoramos os assuntos	4	5,0
Falta de prática com esse tipo de questão		
Não sabia, respondeu pela "lógica"	2	2,5
Questões muito semelhantes entre si	2	2,5
Não há alternativas, o aluno fica "sem base" para a resposta	1	1,3
Diferença entre mitose e meiose	1	1,3
Resposta inespecífica	1	1,3
Sem dificuldade	7	8,8

Verifica-se na Tabela 6, que a principal dificuldade apontada pelos alunos foi a interpretação dos textos para formular as suas respostas (58,8%), assim como a linguagem e os termos empregados na construção das questões (5,0%).

Desta forma, é possível constatar que a leitura e a capacidade de compreender o que lê representa um entrave para diferentes disciplinas na escola, assim como aponta a necessidade de desenvolver esta competência, pelo fato dos estudantes não estarem acostumados com este tipo de questão (5,0%). Portanto, além de evocar memórias anteriores específicas em relação aos conteúdos apresentados para que o aluno obtenha as suas respostas, assim como os problemas com a falta de estudo alegada pelos alunos (5,0%), as situações-problema demandam um processo de compreensão mais detalhada, desafiando os estudantes a buscarem as suas próprias respostas.

Depreende-se destes resultados, que atividades programadas de leitura, assim como ações interdisciplinares que envolvam a construção de competências mais amplas, poderiam contribuir para minimizar estes problemas, principalmente se os nossos estudantes desenvolverem este processo no âmbito da aprendizagem significativa, já que, como afirma Moraes (1988), o ensino de ciências não deve se limitar ao “armazenamento” de informações, mas precisa incluir também o saber como tudo funciona, sendo que as práticas docentes devem estar adequadas a este processo.

Neste contexto, o desafio do professor é integrar o seu aluno ao ambiente no qual ambos fazem parte, a fim de que as disciplinas possam se constituir em lentes que permitam aos aluno visualizarem o contexto em que vivem por diversos ângulos (TRINDADE, 2004).

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos com a seguinte questão apresentada aos alunos após a realização das atividades: O que mais lhe chamou a atenção nas avaliações, comparando a avaliação mais curta com a avaliação pela resolução de problemas?

TABELA 7 – Comparação da AA com SP segundo os alunos (total de 82 respondentes).

<b>Comparação das avaliações aplicadas</b>	<b>Alunos</b>	<b>%</b>
A necessidade de interpretação nas situações-problema	43	53,1
As situações-problema	7	8,6
Os conteúdos trabalhados	6	7,4
A semelhança dos assuntos tratados	6	7,4
A avaliação com alternativas	5	6,2
As situações-problema facilitam a aprendizagem	4	4,9
As questões ligadas ao cotidiano	2	2,5
As diferentes formas de avaliação	2	2,5
As dificuldades de responder as questões	2	2,5
A novidade na forma de abordar o conteúdo	2	2,5
As questões com alternativas são mais fáceis de entender	1	1,2
Facilidade de responder a avaliação com alternativas e com as situações-problema	1	1,2

Novamente, os estudantes indicaram que a necessidade da interpretação na avaliação com situações-problema foi o que mais lhes chamou a atenção (53,1%). As menções às questões do conteúdo ocorreram em baixa frequência, assim como a semelhança dos temas trabalhados nas duas abordagens (7,4%).

O reduzido percentual de estudantes que afirmaram ter encontrado maior facilidade nas situações-problema do que com as questões de assinalar alternativas, acompanhou os demais resultados deste estudo, o que pode ser atribuído ao fato de tais atividades não ocorrerem com frequência na escola em que estudam.



Segundo os alunos:

*“A avaliação com alternativas foi fácil, já a com situações-problemas erigiram mais esforço”.*

*“A primeira avaliação testa o aluno de modo que parece ser fácil e a segunda com situações-problema é mais complexa, testa se o aluno sabe ou não”.*

*“Foi fácil ligar com o que se vê na televisão. As duas eram os mesmos assuntos de forma diferente”.*

*“Na avaliação com situação problema não temos como chutar, e temos sim que estudar”.*

*“A avaliação com situações-problema é longa, exigente, mas é melhor para avaliar o aluno do que na avaliação com alternativas”.*

*“Nas avaliações com alternativas se pensa menos, é mais rápido de responder e a avaliação com situação problema é mais longa e temos que pensar”.*

*“A avaliação com alternativas se você não sabe, marca na sorte, na com situações-problema tem que estudar e prestar atenção para responder”.*

Como pode ser depreendido dos relatos dos estudantes, a reduzida experiência com atividades de interpretação de dados científicos, a necessidade de empreender um raciocínio mais complexo e que demanda mais tempo, a exigência da compreensão mais aprofundada do assunto por parte dos alunos, assim como das implicações envolvidas na transposição dos conteúdos no cotidiano, tarefas de difícil execução pelo professor e nas quais os estudantes não estão acostumados a estarem envolvidos.

Segundo os estudantes as avaliações com alternativas eram mais fáceis porque eles podiam “marcar mesmo sem saber”, já as situações-problema exigiam de forma mais detalhada a construção da relação entre o que foi aprendido e o que está sendo abordado na avaliação.

Para Moraes et al. (1988) as atividades de solução de problemas são oportunidades em que o aluno pode experimentar, implicando na necessidade do aluno decidir o que vai fazer, variar o que ele julgar importante, e coletar dados que ele julgar adequados.

Conforme o autor supracitado, a técnica de problemas mereceria ser aplicada em maior escala, por possibilitar a manifestação da criatividade e desenvolver o raciocínio e a criticidade por parte do educando, proporcionando uma vivência mais completa das ciências e uma compreensão efetiva do conhecimento como um todo.

Trabalhar com situações problemas com alunos do ensino médio não se constitui em tarefa fácil, pois vários fatores devem ser levados em conta e, na maioria das vezes, o problema não está propriamente na temática abordada no sentido biológico mais estrito, e sim em questões didáticas mais amplas e vinculadas com a trajetória dos estudantes em níveis de ensino anteriores, principalmente a habilidade de trabalhar com dados diferentes e em relação à interpretação de textos, uma competência que contribui decisivamente para a aprendizagem na Biologia e nas demais áreas do conhecimento.

## CONCLUSÕES

Diante da necessidade de desenvolver estratégias que coadunem os aspectos teóricos da Biologia, com a contextualização da temática trabalhada e as suas aplicações nas vivências diárias, as situações-problema se constituíram como relevantes para o estudo da divisão celular no Ensino Médio, embora os estudantes tenham apresentado muitas dificuldades, especialmente em relação à interpretação dos enunciados apresentados.

Este resultado permite reconhecer que as situações-problema contribuem para que o professor identifique de forma mais precisa os aspectos que devem ser abordados mas detalhadamente com os alunos nas atividades diárias.

Em relação à mitose, os resultados demonstraram que a utilização de situações-problema proporcionou um maior entendimento por parte dos estudantes, principalmente pelo maior número de informações disponíveis, o que não ocorreu com a meiose, na qual eles apresentaram dificuldades na compreensão das implicações desta divisão celular para as questões do dia a dia, principalmente no que se refere mais especificamente ao processo de produção de gametas diferentes decorrente da recombinação genética.

Foi verificado ainda, que o grande problema alegado pelos estudantes foi a interpretação das questões, mais especificamente a dificuldade com o texto, em decorrência, provavelmente de não estarem habituados a trabalhar com situações-problema e com textos mais elaborados e que exijam raciocínios aprofundados no âmbito biológico, indicando caminhos relevantes a serem explorados em processos de formação de professores.

Por estas razões, a busca de avaliações que aproximem as práticas escolares com o cotidiano não pode prescindir da preocupação com a capacidade de interpretar textos das mais variadas origens porque, quando o estudante domina a leitura e a linguagem escrita com mais profundidade, ele se torna mais apto a “ler o seu mundo” e a interpretar o contexto em que vive com maior facilidade. Dito de outra forma, ao apropriar-se da leitura dos textos, ele se torna mais capaz de “ler a sua vida” e a “vida daqueles com quem habita” na sociedade em que vive.

## REFERÊNCIAS

- BAUER, M. W.; GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Petrópolis: Vozes, 2008.
- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil*. Ed. Ática, São Paulo, SP, 1998. 144p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135p. (Orientações curriculares para o ensino médio – volume 2).
- CARNEIRO, S. P.; SILVA, J. da. O Teste *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular: um estudo de caso com alunos da graduação. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 9, n.2, p.122-130, jul./dez., 2007.
- CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; CARNEIRO, P. C. S. *Genética – GBOL*. Viçosa: UFV, 2001.

FIGUEIREDO, F. F.; FIOREZE, L. A.; ISAIA, S. M. de A. *Resolução de situações-problema no ensino de matemática: relação entre aportes teóricos e vivência pedagógica prática*. Disponível em: <[http://www.sbem.com.br/files/icorreta\\_enem/Comunicacao\\_Cientifica/Trabalhos/CC00033611017T.doc](http://www.sbem.com.br/files/icorreta_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC00033611017T.doc)>. Acesso em: 10 jan. 2011.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4.ed. São Paulo: Edusp, 2004. 197p.

MEIRIEU, P. *Aprender...sim, mas como?* 7.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 193p.

MORAES, R.; RAMOS, M. G. *Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de Ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1988. 129p.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2.reimpr., 2004. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 195p.

PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SELBACH, S. *Ciências e Didática*. Petrópolis: Vozes, 2010. (Coleção Como Bem Ensinar).

TACCA, M. C. V. R.; BRANCO, A. U. Processos de significação na relação professor-alunos: uma perspectiva sociocultural construtivista. *Estudos de Psicologia*, v.13, n.1, p.39-48, 2008.

TRINDADE, D. F. et al. *Educação e Ciências*. São Paulo: Madras, 2004, 128p.

ZABALA, A. *Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

**Recebido em:** abr. 2011

**Aceito em:** jun. 2011