

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



ENSINO E APRENDIZAGEM DE DIVISÃO CELULAR: SITUAÇÕES-PROBLEMA E  
PRÁTICAS AVALIATIVAS

Linha de Pesquisa:

Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Aluno Mestrando: SIRLEY PEREIRA CARNEIRO  
Orientador: Prof. Dr. ROSSANO ANDRÉ DAL-FARRA

CANOAS/RS  
2011

SIRLEY PEREIRA ALMEIDA

ENSINO E APRENDIZAGEM DE DIVISÃO CELULAR: SITUAÇÕES-PROBLEMA E  
PRÁTICAS AVALIATIVAS

Dissertação de mestrado como requisito para  
aprovação no curso de Mestrado do Programa de  
Pós-graduação em ensino de Ciências e  
Matemática – PPGECIM/ULBRA

Orientador: Rossano André Dal-Farra

CANOAS/RS  
2011

**SIRLEY PEREIRA CARNEIRO**

Dissertação de Mestrado defendida publicamente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil e aprovada pela seguinte comissão examinadora:

---

Prof. Dr. Eduardo Périco

---

Prof. Dr. Maria Eloísa Farias

---

Profa. Dra. Tânia Renata Prochnow

---

Prof. Dr. Rossano André Dal-Farra  
(Orientador)

---

Profa. Dra. Cláudia Lisete Groenwald  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática da ULBRA

**CANOAS/RS**

**2011**

Com saudades, dedico ao meu pai José Bezerra Filho (in memoriam), pelo amor, carinho e ensinamentos a mim transmitidos, e por tudo que fez em vida para que eu alcançasse esse momento

Dedico este trabalho a Deus todo poderoso, que por meio do seu infinito amor me conduziu a finalizá-lo. Ao meu querido esposo José Roberto, a minha mãe Eunice e as minhas princesas, Heloísa e Gabriela

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ser a luz e a fortaleza na minha vida, sem a sua ajuda nada seria possível;

Ao professor Dr Rossano André Dal-Farra, pela orientação deste trabalho e a dedicação que teve, e o seu senso de humor maravilhoso que muito contribuiu para o término deste trabalho;

À professora Dra. Juliana da Silva, pela amizade e ensinamentos tão necessário para realização deste trabalho;

Aos meus pais José Bezerra da Silva e Eunice Pereira Silva, que sempre investiram na minha vida, e por tudo que se esforçaram para me oferecer dentro dos limites e possibilidades, pelo amor, paciência e preocupação, e aos meus irmãos que sempre se alegraram com minha vitória;

Ao meu marido, José Roberto, que foi meu companheiro do início ao fim deste trabalho, apoiando e tendo paciência nos momentos difíceis;

As minhas filhas, Heloísa e Gabriela, pela paciência e compreensão dos momentos que estive ausente, durante o desenvolvimento desta dissertação;

À professora Sandra, hoje mestre da UFRR, que foi uma grande amiga, companheira, nos momentos mais turbulentos do início deste mestrado;

A todos os professores do PPGECIM;

À professora Neucely pela amizade, pois quando solicitei sua ajuda na formatação deste trabalho, não mediu esforço, deu seu apoio;

A direção da escola Major Alcides e aos alunos que colaboraram com a coleta de dados deste trabalho;

Aos irmãos e pastores da igreja Internacional da Restauração de Roraima, pelas orações;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram, os meus sinceros agradecimentos.

*“Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu”.*

(Eclesiastes 3:1)

## **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. O trabalho está dividido em duas fases, a primeira com alunos recém ingressantes no Ensino Superior envolvendo a avaliação de assinalar alternativas, e a segunda com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, comparando a avaliação das situações-problema com a avaliação de assinalar alternativas. No total, 77 alunos do Ensino superior e 82 estudantes do Ensino Médio 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 e aprendizagem, Ensino de Biologia, formação de professores, situações-problema

## 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 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>. The strategy developed was analyzed in comparison to the “tick the correct answer” approach in high school, besides evaluation applied to students of higher education. In total, 82 high school students answered the evaluation instruments and 77 pertaining to the first year of higher education. Answers were analyzed by interpretation and classification of answers as corrects 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.

**Key words:** Cell division; Teaching and learning; Teaching of biology; Teachers’ education; Problem situations.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b>	Freqüência de respostas entre satisfatório à excelente nas turmas avaliadas.....	35
<b>FIGURA 2:</b>	Média de pontuação obtidas por cada turma nos grupos de questões e no conjunto geral.....	36
<b>FIGURA 3:</b>	Ciclo de vida e as divisões celulares.....	39
<b>FIGURA 4:</b>	Produção de células geneticamente iguais ou diferentes.....	44
<b>FIGURA 5:</b>	Redução ou não do número de cromossomos.....	45
<b>FIGURA 6:</b>	Ocorrência de permuta gênica entre os cromossomos homólogos.....	46
<b>FIGURA 7:</b>	Ocorrência em células somáticas e/ou germinativas.....	47
<b>FIGURA 8:</b>	Possibilidade de ocorrência de nova divisão.....	49
<b>FIGURA 9:</b>	O papel da meiose e da mitose.....	50
<b>FIGURA 10:</b>	Quantidade de cromossomos nas células produzidas.....	52
<b>FIGURA 11</b>	Fases da mitose.....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b>	Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre os temas (pré-teste).....	35
<b>TABELA 2:</b>	Resultados obtidos com as questões de assinalar alternativas (AA).....	38
<b>TABELA 3:</b>	Resultados obtidos com a aplicação da avaliação com quatro alternativas.....	39
<b>TABELA 4:</b>	Perguntas, respostas e resultados obtidos com SP2.....	41
<b>TABELA 5</b>	Perguntas, respostas e resultados obtidos com a situação-problema 4 (SP4).....	43
<b>TABELA 6:</b>	Principais vantagens da avaliação pela resolução de situações-problema segundo os alunos (78 alunos responderam).....	54
<b>TABELA 7:</b>	Principais dificuldades encontradas na resolução de situações-problema segundo os estudantes (80 alunos responderam).....	56
<b>TABELA 8:</b>	Comparação da AA com SP segundo os alunos (total de 82 respondentes).....	58
<b>TABELA 9:</b>	Categorização das respostas dos alunos do ensino médio quanto às possíveis contribuições das aulas práticas em biologia.....	62

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1 NATUREZA DO OBJETO E SUA CARACTERÍSTICAS</b> .....	<b>15</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	15
1.2 PROBLEMA DA PÉSQUSA.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA .....	16
1.4 OBJETIVOS .....	18
<b>1.4.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS,FORMAÇÃO DE PROFESSORES E SITUAÇÃO PROBLEMA.....	19
2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	21
2.3 O PROFESSOR E SEU ENVOLVIMENTO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	22
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
3.1 PRIMEIRA FASE:ALUNOS RECÉM INGRESSANTES EM CURSOS DE GRADUAÇÃO.....	29
3.2 SEGUNDA FASE: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.....	30
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	32
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
4.1PRIMEIRA FASE: ALUNOS INGRESSANTES EM CURSO DE GRADUAÇÃO.....	34
4.2 SEGUNDA FASE: ALUNOS: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.....	37
<b>4.2.1 Situação-problema 1 (SP1)</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2.2 Situação-problema 2 (SP2)</b> .....	<b>40</b>
<b>4.2.3 Situação-problema 3 (SP3)</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2.4 Situação-problema 4 (SP4)</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2.5 Situação-problema 5 (SP5)</b> .....	<b>43</b>
4.3 COTEJAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM AA E SP.....	44
<b>4.3.1 Produção de células geneticamente iguais ou diferentes</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3.2 Redução ou não do número de cromossomos</b> .....	<b>45</b>
<b>4.3.3 Ocorrência de permuta gênica entre os cromossomos homólogos</b> .....	<b>46</b>

<b>4.3.4 Ocorrência em células somáticas e/ou germinativas.....</b>	<b>47</b>
<b>4.3.5 Célula gerada pode ou não sofrer nova divisão.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.6 Funções da mitose e da meiose.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.7 Número de cromossomos das células produzidas.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.8 Fases da mitose.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.9 Impressões dos estudantes sobre as atividades.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE AULAS PRÁTICAS.....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>70</b>

## **INTRODUÇÃO**

O Ensino de Ciências da escola básica aos cursos de Graduação tem sido permeado pela presença de determinadas dificuldades, seja do ponto de vista dos estudantes e professores, seja pelas expectativas da sociedade.

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 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.

Trabalhar com ciência incentivando os educando a desenvolver processos criativos representa um desafio para o professor, tornando a aprendizagem dinâmica e caracterizada pela reflexão constante em relação às práticas pedagógicas utilizadas.

Com base em tais premissas, este trabalho busca analisar a relevância da construção de situações-problema visando o ensino e a aprendizagem da divisão celular, envolvendo mitose e meiose. O principal objetivo da pesquisa consiste na obtenção de subsídios para o desenvolvimento de práticas pedagógicas a serem utilizadas na formação de professores de Biologia em atividades calcadas nos princípios da aprendizagem significativa e na inserção das temáticas estudadas no cotidiano dos estudantes.

# 1 NATUREZA DO OBJETO PESQUISADO E SUAS CARACTERÍSTICAS

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Nas últimas décadas, a Genética tem sido muito debatida em relação às suas possíveis aplicações na área da saúde, demandando uma constante atualização por parte dos professores que precisam abordar com clareza e de forma crítica, dinâmica e desafiadora as questões da ciência contemporânea.

Diante deste desafio, a utilização das situações-problema representa uma estratégia importante por auxiliar na construção de conceitos, procedimentos e atitudes relacionadas ao campo de várias ciências e especialmente na área da Biologia.

No presente caso, o foco de estudo é a divisão celular visando contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conteúdos de genética por meio da conexão do assunto com temas do cotidiano.

Na primeira fase foi realizado um estudo com estudantes ingressantes do primeiro semestre do curso de Fisioterapia, do primeiro semestre de Licenciatura em Ciências-Biologia em disciplinas cursadas em regime intensivo e com alunos do segundo semestre do curso de Ciências-Biologia no regime regular.

Considerando que muitos alunos ingressam nestes cursos apresentando dificuldades conceituais importantes em relação aos conteúdos de divisão celular pela formação teórica geralmente desvinculada de sua contextualização, há uma premente necessidade de construir estratégias que possam estabelecer relações claras entre o que é ensinado e o cotidiano em que eles vivem.

Por esta razão, alunos das três turmas do curso da graduação responderam a instrumentos de coleta de dados contendo processo avaliativo relativo à divisão celular, incluindo mitose e meiose, nos quais foi possível verificar os seus conhecimentos prévios em relação à estas temáticas, bem como as suas principais dificuldades na aprendizagem destes assuntos.

Na segunda fase foi realizado um estudo comparativo entre a avaliação por assinalar alternativas e a avaliação por situações-problema com alunos do terceiro

ano do Ensino Médio, objetivando verificar os benefícios e as dificuldades desta estratégia de ensino, descrita por Selbach et al. (2010) citando Meirieu (1983) como capaz de: proporcionar o confronto entre as representações dos alunos e um conjunto de dispositivos didáticos que implica na reelaboração destas representações.

## **1.2 PROBLEMA DA PESQUISA**

De que forma a utilização de situações-problema pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de divisão celular?

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

A escola tem sido criticada pela baixa qualidade do ensino, assim como pela dificuldade em preparar os estudantes para ingressar no mercado de trabalho ou para ingressar na Universidade. Várias são as causas apontadas para explicar a ineficiência do sistema escolar e algumas soluções têm sido propostas, tais como: o aumento da carga horária obrigatória; a introdução de novas disciplinas e mudanças na forma de organização das atividades realizadas pelos estudantes. Ao lado dessas dificuldades gerais, as várias disciplinas que compõem o currículo apresentam problemas específicos no que tange à aprendizagem de conceitos fundamentais por parte dos alunos (BORGES et al., 2001).

O desenvolvimento de conhecimentos científicos por parte dos alunos tem sido tema de inúmeros estudos acadêmicos (POZO, 1999). Um dos principais problemas observados no processo de ensino e aprendizagem é a compreensão de temáticas específicas (POZO e GÓMEZ CRESPO, 1998), assim como as dificuldades enfrentadas pelos professores ao realizar a transposição didática destas para o cotidiano.

Devido à importância atribuída ao DNA nos últimos anos, há uma necessidade de repensar constantemente os currículos, enfocando conceitos fundamentais relacionados com a célula, buscando contribuir para a compreensão das diferentes temáticas relacionadas com a genética. Da mesma forma, o cotidiano

das salas de aula tem demonstrado alguns problemas no que tange ao desenvolvimento do conhecimento em relação à estrutura e o funcionamento celular, tanto no Ensino Médio, quanto nos cursos de graduação (FOUREZ, 1994 *apud* PALMERO e MOREIRA, 2002).

Segundo Palmero e Moreira (2002), em seu trabalho sobre modelos mentais e esquemas celulares, “célula” é um dos conceitos científicos capazes de articular diferentes aspectos da compreensão biológica, embora haja uma grande dificuldade por parte do professores no momento de selecionar estratégias adequadas para o ensino desta temática que possibilitem entender, passo a passo, os fenômenos celulares e as suas estruturas e funções (PALMERO, 2003).

O conceito de célula é crucial como um dos elementos estruturantes da compreensão e da concepção biológica. Inclusive, as dificuldades na aprendizagem dos estudantes a respeito de conceitos biológicos decorrem principalmente da não compreensão do significado da célula como unidade constituinte dos seres vivos (RODRIGUEZ, 2002a *apud* PALMERO e MOREIRA, 2003).

Levantamentos realizados por Borges et al. (2001) apontam que há uma utilização excessiva de atividades nas quais o objetivo, o procedimento, e em alguns casos até mesmo a conclusão são fornecidos pelo professor ou pelo roteiro.

A dinamicidade da construção do conhecimento na contemporaneidade torna necessária a constante atualização do professor, que precisa conhecer e aplicar em suas estratégias que facilitem o processo de ensino e aprendizagem, articulando as questões teóricas com os aspectos práticos e as repercussões no cotidiano, tais como as situações-problema.

Discorrem Figueiredo et al. (2011) que as situações-problema despertam no aluno o interesse de desvendar as questões analisadas, buscando inseri-las no seu dia a dia.

Para Perrenoud (1999) uma situação problema não é uma situação didática qualquer, pois deve colocar o aprendiz diante de uma série de decisões a serem tomadas para alcançar um objetivo que ele mesmo escolheu, ou que lhe foi proposto. Segundo o autor, é necessário ressaltar que o pragmatismo envolvido

neste processo não representa utilitarismo, simplesmente pela possibilidade de empregar a estratégia para a compreensão de temáticas como, por exemplo, a origem da vida.

Salienta-se, portanto, que o emprego das situações-problema neste estudo decorre da possibilidade de estimular os alunos a relacionar aquilo que aprendem na escola com o seu cotidiano, assim como utilizar os seus conhecimentos prévios para elaborar novas idéias e superar as suas dificuldades de aprendizagem.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Analisar diferentes práticas avaliativas no ensino de divisão celular visando compreender as contribuições das situações-problema no processo de ensino e aprendizagem

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analisar os conhecimentos prévios de estudantes do terceiro ano do ensino médio e de ingressantes de cursos superiores em relação à divisão celular;
- Verificar as principais dificuldades conceituais dos estudantes em relação à mitose e meiose e também em relação às implicações destes conhecimentos sobre o cotidiano dos indivíduos e da sociedade.
- Investigar as contribuições da utilização de situações-problema no processo de ensino e aprendizagem de mitose e meiose por meio da comparação com a avaliação de assinalar alternativas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS, FORMAÇÃO DE PROFESSORES 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 e levando os alunos a desenvolverem atitudes críticas e a realizar julgamentos de forma fundamentada em critérios relevantes oriundos de conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada (BIZZO, 1998).

No âmbito da aprendizagem das diferentes áreas das ciências, nota-se que vários fatores são essenciais para o desempenho cognitivo do aluno. Um desses fatores é a associação dos novos conhecimentos com ao seu cotidiano, sendo que em muitas áreas o próprio educador sente dificuldade em desempenhar esse papel. Trabalhar com ciência incentivando os educando a usarem suas criatividade é um desafio para o professor, pois para ensinar é preciso que o educador acredite nos seus próprios méritos.

Como diz Cury (2004), “um professor fascinante se preocupa em transformar seus alunos em engenheiros de idéias”. Este é um grande desafio para os educadores, pois temos que muitas vezes enfrentar vários obstáculos para que possamos chegar próximos aos nossos ideais.

A discussão porque ensinar ciências? E o que ensinar em ciências? Segundo Moraes et al.(1988), evidencia a necessidade de opção por uma metodologia de ensino com características próprias. Proporcionar a experimentação e a participação dos alunos, a construção do próprio conhecimento, a vivência de situações relevantes integrado o contexto com um significado social e biológico, são algumas características a serem destacadas na organização deste trabalho. Moraes et al. (1988), destacam ainda que, para formar pessoas com desenvolvida capacidade de pensar e investigar são necessários procedimentos pedagógicos que proporcionem este desenvolvimento.

As situações-problema em Biologia envolvendo divisão celular e genética, pretendem atender a estas exigências, permitindo que os educando trabalhem na construção de conceitos e princípios pelo próprio esforço e envolvimento na investigação proposta pelo professor. Além disto, esta forma de colocar os alunos frente ao objeto de conhecimento proporciona o desenvolvimento de habilidades e atitudes através do fazer.

É procurando buscar a renovação, pelas modificações constantes e realizando experiências novas em sala de aula que o professor vai encontrar uma forma própria de conduzir o seu trabalho que garanta uma aprendizagem efetiva aos alunos e que o realize mais integralmente como educador.

Particularmente, o ensino de ciências pode contribuir para a educação dos indivíduos, proporcionando a reconstrução do conhecimento científico, conceitos e princípios importantes e necessários para a explicação do meio e dos fenômenos circuncidantes (MORAES et al,1988, p 115).

Nesta perspectiva, o conhecimento que possuímos sobre os processos de aprendizagem reforça a necessidade de utilizar formas de organização dos conteúdos que promovam o maior grau de significação daquilo que é aprendido, implicando em modelos integradores que proporcionem interfaces relevantes entre as estruturas complexas de pensamento e os diferentes conteúdos trabalhados (ZABALA, 2002).

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.

Para o referido autor, quando desejamos tornar o aluno o protagonista do ensino, precisamos que o fio condutor da educação seja deslocado do conteúdo para os alunos, ou seja, para as suas capacidades, os seus interesses e as suas motivações. Zabala (2002) relata ainda que nas ciências, os modelos teóricos elaborados foram desenvolvidos como meio para ajudar na compreensão de algum aspecto do objeto de estudo das disciplinas.

Com relação ao planejamento das atividades, Bizzo (2002) sugere aos professores que é necessário aliar o estudo aprofundado de questões conceituais com temáticas mais amplas, incentivando a participação dos alunos no seu cotidiano e tornando as atividades mais interessantes.

## **2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A aprendizagem significativa é um 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 conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Dentro da aprendizagem significativa o que se destaca é a assimilação, na qual o conhecimento assimilado sobre uma idéia se relaciona com o subsunçor. Com relação à Piaget, o conceito de aprendizagem não é enfatizado, já que a sua teoria é de desenvolvimento cognitivo, não de aprendizagem. Nesta perspectiva, só há aprendizagem quando o esquema de assimilação sofre acomodação, pois para ele a assimilação designa o fato de que é do sujeito a iniciativa na interação com o meio. (AUSUBEL, 1978, MOREIRA, 1999).

Para Vigotsky, o único bom ensino é aquele que está a frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. O desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural em que ocorre (MOREIRA, 1999).

A teoria de Ausubel é uma teoria de sala de aula. Para ele a aprendizagem que ocorre na sala de aula é tipicamente receptiva (o aluno não precisa descobrir para aprender) e pode ser significativa na medida em que os materiais educativos forem potencialmente significativos e o aluno apresentar uma pré disposição para aprender, para relacionar de maneira não arbitrária e não literal tais materiais à sua estrutura cognitiva. O professor tem um papel extremamente importante em um enfoque ausubeliano porque cabe a ele “ensinar de acordo”, levando em conta o conhecimento prévio do aprendiz, utilizando princípios facilitadores como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa e fazendo uso de

organizadores prévios para explicitar a relacionalidade do novo material com os conceitos e subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 1999). Mas mesmo diante da ausência de determinados conhecimentos prévios, pode ocorrer a construção de subsunçores durante as aulas, contribuindo para uma aprendizagem significativa progressiva, na qual os novos conhecimentos vão se tornando significativos para o sujeito que aprende.

### **2.3 O PROFESSOR E O SEU ENVOLVIMENTO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

Nas últimas décadas, a literatura relativa à formação docente tem enfatizado os problemas e apontado preponderantemente as dificuldades dos professores em construir “boas aulas” em qualquer nível de escolaridade. Por outro lado, é essa mesma literatura que vem apontando inúmeras contribuições oriundas de pesquisas no sentido de melhorar tal formação (BERTOI, 2003). Com base nesse modelo, os currículos de formação profissional tendem a separar o mundo acadêmico do mundo da prática. Por isso, procuram propiciar um sólido conhecimento básico-teórico no início do curso, com a subsequente introdução de disciplinas de ciências aplicadas desse conhecimento para, ao final, chegarem à prática profissional com os estágios usuais de final de curso.

A formação docente em cursos de licenciaturas ou em ações de formação continuada tem como principal proposta a de que os professores universitários (formadores de professores) estabeleçam parcerias com os professores de ensino médio e fundamental (ROSA, 2002 *apud* BERTOI, 2003).

Ao realizar uma autocrítica em suas ações pedagógicas, o professor pode desenvolver atividades que contribuam para que os alunos se tornem mais ativos na aprendizagem. Deste modo, a formação de professores pode ser construída a partir do pensamento reflexivo e fundamentada na concepção construtivista - sócio interacionista de ensino, como observou Cerri (1997), na trajetória de professores em processo de formação contínua:

1. O professor precisa promover nos alunos a construção de idéias a partir do conhecimento de suas concepções prévias;
2. Nessa perspectiva, o professor precisa “olhar mais para o aluno, escutá-lo, querer ouvi-lo mais, para “buscar fazer perguntas” que gerem conflitos cognitivos nos mesmos;
3. O professor precisa saber que a progressão de conteúdos dos níveis mais elementares para níveis os mais avançados depende da construção cognitiva de cada aluno e da interação com o próprio grupo.

O processo de educar envolve todo um contexto social que se constitui em um dos fatores principais no processo de ensino e a aprendizagem, no qual o aluno é preparado para interagir com a sociedade e transpor aquilo que aprende para o seu cotidiano. Por esta razão, o educador precisa lançar problemas para que o aluno use a sua criatividade e os seus conhecimentos pra solucioná-los com base na orientação recebida.

Martins et al. (2006) apontam a importância da motivação do aluno no aprendizado, indicando a influência dos valores neste processo, principalmente em relação às suas construções afetivas desencadeadas pelas interações ocorridas na sala de aula. Desta forma, o papel do professor na aprendizagem e inclusive o seu senso de humor e a demonstração de satisfação se unem ao conhecimento do conteúdo.

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.

Situações-problema são problemas de aplicação que retratam situações reais do dia-a-dia e que exigem o uso do conhecimento científico para serem resolvidos (GRANELL, 2003 *apud* LORENSATTI, 2009).

Segundo Figueiredo et al. (2011):

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 (FIGUEIREDO et al., 2011).

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.

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 educando 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 o articular o que já sabe com o novo, principalmente com base na estratégia desenvolvida por ele mesmo.

Como exposto nos PCN (BRASIL, 2000)...

... a resolução de problemas é uma importante estratégia de ensino. Os alunos, confrontados com situações-problema, novas as compatíveis com os instrumentos que já possuem ou que possam adquirir no processo, aprendem a desenvolver estratégia de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas; adquirem espírito de pesquisa, aprendendo a consultar, a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados, a validar soluções; desenvolvem sua capacidade de raciocínio, adquirem auto-confiança e sentido de responsabilidade; e, finalmente, ampliam sua autonomia e capacidade de comunicação e de argumentação (BRASIL, 2000).

Ao observar-se que na maioria das vezes o educando possui dificuldade na interpretação dos problemas que lhe são apresentados na escola envolvendo genética, a resolução de situações-problema deve estar vinculada ao processo de reconhecimento dos conhecimentos prévios destes alunos, proporcionando oportunidades de interpretar os problemas lembrando os conhecimentos anteriores para a construção do saber.

Quando os alunos automatizam procedimentos, no momento em que um determinado problema exigir deles um encaminhamento diferente, pode haver

dificuldades em sua resolução. Em muitas ocasiões a experiência docente indica que os alunos não atribuem sentido ao que lêem, dificultando a interpretação dos problemas que lhe são propostos em situações de aprendizagem, como nos casos que envolvem conteúdos de divisão celular e as suas repercussões no âmbito da Biologia e da sociedade.

Segundo Pagliarini (2007, p34), o ensino através de situações-problema se constitui em abordagem mais completa e abrangente que as demais. Além disso, favorece um trabalho mais autônomo, onde o conhecimento construído possivelmente fará mais sentido para o estudante, já que este perceberá por si mesmo as suas condições e as suas dificuldades. Desta forma, torna-se possível uma avaliação mais efetiva e individualizada, tanto por parte dos educandos, como dos educadores, contribuindo para a reorganização das atividades de ensino como um todo.

Segundo Figueiredo et al. (2011) com base em Polya (1986), há quatro passos na resolução de situações-problema, sendo estes adaptados ao contexto biológico no que tange à temática da divisão celular:

1. Compreensão da situação-problema: esta é a primeira etapa de resolução na qual se deve interpretar a situação-problema, retirando-se o(s) dado(s) relevante(s) nela contida e verificado o que está sendo perguntando e o que precisa ser resolvido em termos de conhecimentos biológicos.

2. Estabelecimento do plano de resolução: esta segunda etapa exige que o aluno faça mentalmente, ou por escrito, a conexão teoria-prática-problema, considerando que a teoria representa os conhecimentos biológicos apreendidos anteriormente e trabalhados pelo professor, a prática corresponde os conhecimentos obtidos nas vivências diárias dos alunos, e o problema são os dados obtidos da situação-problema proposta. Nesta etapa, o aluno pode fazer vários planos ou estratégias e trocar idéias com os demais componentes da turma;

3. Execução do plano: nesta terceira etapa o aluno deve executar o plano elaborado na etapa anterior, com o propósito de tentar obter a solução da situação-problema;

4. Retrospecto: nesta quarta e última etapa, o aluno deve verificar se a solução que encontrou é realmente a que foi solicitada pelo enunciado e pela pergunta da situação-problema. Aqui o professor deve ser um agente participante, no sentido de fazer coerentemente as devidas interferências ao examinar a solução que cada aluno encontrou, se esta é correta ou não. No caso de ser correta, devem ser feitos questionamentos relacionados com outras possibilidades de se chegar a mesma solução. No caso de estar errada verificar onde está o erro e ajudar os alunos nesse processo construtivo na busca da solução adequada.

Logicamente, no momento de aplicar na sala de aula estas fases ganham dinamicidade, ocorrendo simultaneamente, sendo que esta ordem de ações pode ser utilizada pelo professor como guia para as suas ações.

Cientes de que o desenvolvimento da ciência decorre, entre outros aspectos, em função da necessidade de resolver problemas, é preciso tentar recriar, na sala de aula, situações nas quais os conceitos estudados estejam relacionados com a atribuição de significados, envolvendo o conteúdo biológico em situações cotidianas dos alunos e tornando, assim, a aprendizagem mais significativa.

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 e para a escolha da melhor solução a ser empregada, de acordo com a temática estudada e com o nível de ensino em questão.

Todo um ramo de pesquisa acadêmica se ocupa hoje de atividades de "engenharia didática" para tentar definir seqüências de situações-problema que possam tornar mais profunda a aprendizagem de conceitos importantes das diferentes matérias. Uma das grandes vantagens desse método é que os alunos assumem um papel muito mais ativo no desenrolar do processo de ensino-aprendizagem (PORTAL EDUCACIONAL, 2011).

O processo do ensino e aprendizagem quando produtivamente explorado no que tange à contextualização da temática estudada impulsiona o desenvolvimento cognitivo do aluno e o seu desempenho escolar, tornando-o mais capacitado a resolver situações problemáticas relacionadas com os assuntos trabalhados, minimizando as dificuldades de interpretação e solução dos problemas cotidianos.

Ao trabalhar com situações-problema, torna-se necessário adotar uma perspectiva mais ampla do que a prática usual de utilização de exercícios, abordando situações interessantes e pertinentes que levem em conta a idade e o nível de aprendizado dos alunos, bem como o tempo disponível e as competências a serem desenvolvidas. Nesta perspectiva, embora seja possível solicitar tarefas tradicionais aos alunos como a realização de exercícios dos livros, ao empregar uma situação-problema precisamos construir práticas pedagógicas que não se tornem unilaterais e que envolvam diretamente os estudantes no processo (PERRENOUD, 1999,p 61).

Dentro da perspectiva de Perrenoud e enfocando os princípios subjacentes ao trabalho com as situações-problema, o professor deve planejar suas aulas deixando um espaço menor para a improvisação, tanto do ponto de vista epistemológico quanto pedagógico, proporcionando situações que despertem o interesse do aluno. O ideal seria dedicar mais tempo a um pequeno número de situações complexas do que abordar um grande número de assuntos que devam ser percorridos rapidamente. Segundo o autor suíço, alguns aspectos devem ser considerados:

- A tranquilidade por parte do professor para que o planejamento seja articulado com o repensar das atividades.

- A capacidade de instaurar diferentes regimes de saber, e de fazer coexistir as situações-problema com outras práticas mais propícias à progressão curricular estruturada junto a exercícios mais convencionais.

- A capacidade para um constante balanço em relação aos objetivos propostos para o período em questão e as situações-problema considerando os ensinamentos adquiridos e a avaliação do processo como um todo.

- Uma grande liberdade para com os conteúdos, a capacidade de lê-los com espírito crítico, sem ser ingênuo em relação a todos os compromissos de que resultam, voltando, sempre que possível às fontes de transposição.

Logicamente, o aluno também precisa desempenhar o seu papel estudando de forma significativa, e não mecânica, ou seja, evitando a chamada “a decoreba”, e o papel do professor é muito importante nesta etapa no sentido de convencer os alunos a trabalhar e aprender de outra maneira.

Quem aprende também ensina, pois permite que seu mundo interior, de certa forma, revele-se, e esse processo é sempre enriquecedor. Sempre quando somos submetidos a determinadas resoluções de problemas, tanto aprende o educando, que foi envolvido em determinadas situações como o próprio educador, com as experiências mencionadas no cotidiano do aluno, e com o conhecimento que ele traz consigo.

Só se pode ensinar apoiando-se no sujeito, em suas aquisições anteriores e nas estratégias que lhe são familiares. O ensino se torna efetivo quando são estabelecidas situações de aprendizagem nas quais o educando possa estar em atividade de elaboração, isto é, de integração de novos dados em sua estrutura cognitiva. Nada pode ser adquirido sem que o educando articule o novo com aquilo que já sabe (MEIRIEU, 1998).

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

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo foi desenvolvido em duas fases, a primeira com ingressantes do Ensino Superior que cursavam disciplinas introdutórias de Biologia e a segunda com alunos do terceiro ano do Ensino Médio, fases estas descritas separadamente.

#### **3.1 PRIMEIRA FASE: ALUNOS DO PRIMEIRO E SEGUNDO SEMESTRE DE CURSOS DE GRADUAÇÃO**

Na primeira fase da pesquisa, foram realizadas avaliações dos conhecimentos prévios dos alunos sobre estrutura e divisão celular. A pesquisa foi realizada com três turmas dos cursos de Graduação de uma Universidade particular da Região Metropolitana de Porto Alegre, incluindo uma turma do curso de Fisioterapia, disciplina de Introdução às Ciências (curso regular de 68 h/a), e duas turmas do curso de Biologia, disciplina de Genética Geral (“Turma A”: curso regular de 68 h/a; e “Turma B”: disciplina ministrada de forma intensiva de 68 h/a).

As avaliações prévias foram realizadas durante as primeiras aulas das disciplinas, seguindo roteiro específico de perguntas (Apêndice A). A turma de Introdução às Ciências era constituída por 21 alunos do primeiro semestre, possuindo idade média de 22 anos, sendo 15 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. A “Turma A” de Genética Geral era constituída por 31 alunos do segundo semestre, sendo que estes alunos apresentaram idade média de 24 anos, sendo 26 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. A “Turma B” de Genética Geral era formada por 26 alunos do segundo semestre, sendo 19 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, com idade média de 32 anos.

Os estudantes das três turmas responderam a um instrumento de coleta de dados (Apêndice A). Durante o processo, foram realizadas discussões com os participantes sobre os seus conhecimentos em relação à divisão celular, buscando compreender de forma mais precisa o contexto de ensino em questão, sendo coletados dados com base em anotações nos cadernos de campo.

A análise dos resultados foi realizada a partir da proposição de categorias de análise, baseado no trabalho de Silva e Neto (2004) com o objetivo de agrupar as respostas em cinco classes:

Classe 0 : Sem resposta ou errada (sem acertos 0%);

Classe 1: Resposta Fraca (poucos acertos);

Classe 2: Resposta Regular ou Mediana (número de acertos médio/em torno de 50%);

Classe 3: Resposta Satisfatória ou Muito Bom (entre 60% e 85%);

Classe 4: Resposta Excelente (acima de 86% de acertos).

Os resultados foram analisados com a utilização do Teste *t*-Student buscando verificar a significância das diferenças entre as turmas em relação ao desempenho obtido (MENDENHALL, 1985).

Posteriormente cinco estudantes de uma das turmas foram entrevistados após a realização de atividade prática.

### **3.2 SEGUNDA FASE: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

A segunda fase foi realizada 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 possuísem níveis de dificuldade condizentes o ensino em questão, assim como esteve presente a preocupação com as questões sociais implícitas ao estudo realizado.

Ressalta-se que o referido conteúdo havia sido trabalhado de forma mais específica durante o primeiro ano do Ensino Médio com estes estudantes. Desta forma, a inserção das temáticas relativas aos processos de divisão celular no contexto da sala de aula em questão estava vinculada à necessidade de construir uma continuidade no processo de ensino e aprendizagem, assim como na importância crucial de realizar um diagnóstico inicial relativo aos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema a ser trabalhado, visando a realização de processos de aprendizagem significativa.

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 (Apêndice B), e outro com situações-problema (Apêndice C), 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 (Apêndice B) foram baseadas em estudo realizado por Carneiro e Silva (2007) e adaptadas com base na abordagem realizada por Cruz et al. (2001).

Para a construção das situações-problema (Apêndice C) 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.

### **3.3 ANÁLISES DOS DADOS**

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 resulte 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. Seguem os autores afirmando:

Deste modo, a análise de texto faz uma ponte entre um formalismo estatístico e a análise qualitativa dos materiais. No divisor quantidade/qualidade das ciências sociais, a análise de conteúdo é uma técnica híbrida que pode mediar esta improdutiva divisão sobre virtudes e métodos (BAUER e GASKELL, 2008, p. 190).

Os autores supracitados indicam ainda definições importantes para o procedimento, como a de Bernard Berelson, que considera a análise de conteúdo como “a técnica de pesquisa para a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação” e a definição de W. J. Paisley na qual a análise de conteúdo representa o “processamento da informação em que o conteúdo da comunicação é transformado, através da aplicação objetiva e sistemática de regras de categorização” (BAUER e 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 as 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. O Teste Binomial é um teste não-paramétrico utilizado quando os dados são dicotômicos, com respostas como "sim" ou "não".

Posteriormente, foi aplicado um instrumento de coleta de dados (Apêndice D), 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.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão dos mesmos estão separados em duas fases, segundo a divisão realizada no processo de pesquisa.

Ressalta-se que este processo visa facilitar a compreensão dos dados, embora parte das informações obtidas possam ser analisadas em conjunto e considerando as possibilidades de estabelecer uma continuidade nas reflexões oriundas dos diferentes momentos do estudo.

É necessário salientar que a opção pela utilização das situações-problema apenas com os alunos do Ensino Médio é resultado das reflexões realizadas após a realização do estudo com os alunos do Ensino Médio.

### 4.1 PRIMEIRA FASE: ALUNOS DO PRIMEIRO E SEGUNDO SEMESTRE DE CURSOS DE GRADUAÇÃO

Os resultados estão apresentados na Tabelas 1 e nas Figuras 1 e 2, já com as respostas dos estudantes já separadas em categorias para cada questão ou grupo de questões. Em relação às respostas de cada questionário, para cada questão foi atribuído um valor numérico, referente à Classe, somando-se os valores atribuídos para cada questão gerando um valor arbitrário atribuído a cada sujeito avaliado e podendo variar de:

- 0 (3 questões X 0 - Classe) até 12 (3 questões X 4 - Classe).

Para avaliação geral (estrutura e divisão celular) as médias foram comparadas através do Teste *t-Student*, no qual  $p < 0,05$  foi considerado significativo.

Na Figura 2 pode-se observar este Índice gerado por Questão (tema avaliado – de 0 a 4) e por Grupo Geral de questões (A+B+C / Índice de 0-12).

Tabela 1

Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre os temas (pré-teste)

Questões	Número de alunos/classe de respostas				
	Excelente (4)	Satisfatória (3)	Regular (2)	Fraca (1)	Sem resposta (0)
<b>Turma de I. Ciências (n=20)</b>					
A. Estrutura Celular (Esquema)	2	9	1	5	3
B. Características de Mitose e Meiose (14 Questões)	2	3	7	7	1
C. Identificações das fases didáticas da divisão celular (4 Questões)	5	0	5	8	2
<b>“Turma A” de Genética Geral (Curso regular) (n=31)</b>					
A. Estrutura Celular (Esquema)	9	10	2	9	1
B. Características de Mitose e Meiose (14 Questões)	9	12	8	1	1
C. Identificações das fases didáticas da divisão celular (4 alternativas)	13	1	5	7	5
<b>“Turma B” de Genética Geral (Curso Intensivo) (n=26)</b>					
A. Estrutura Celular (Esquema)	2	2	2	13	7
B. Características de Mitose e Meiose (14 Questões)	1	4	17	3	1
C. Identificações das fases didáticas da divisão celular (4 alternativas)	6	0	6	7	7

Fonte: Mestranda

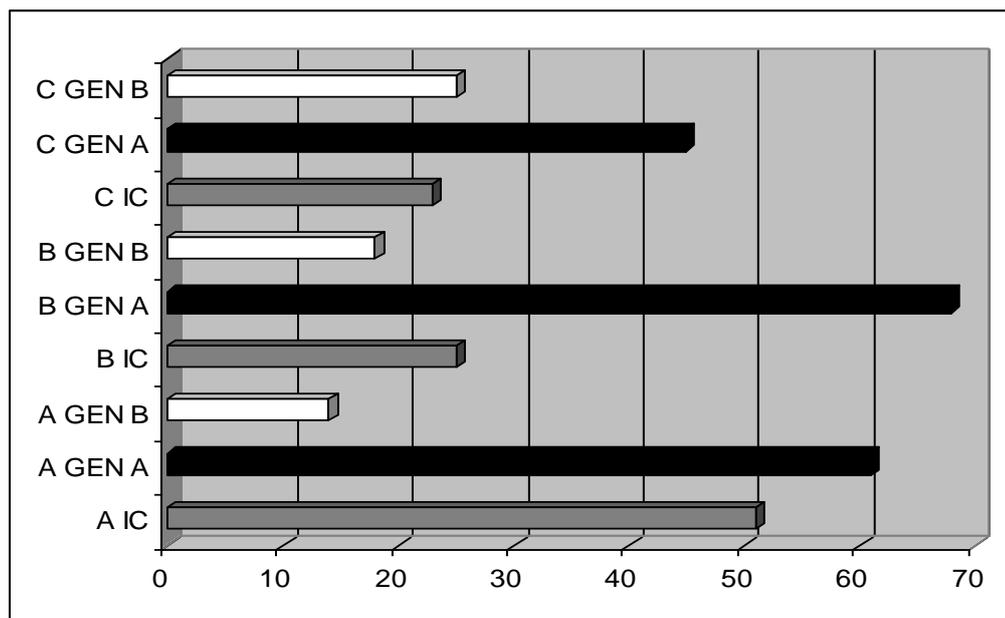
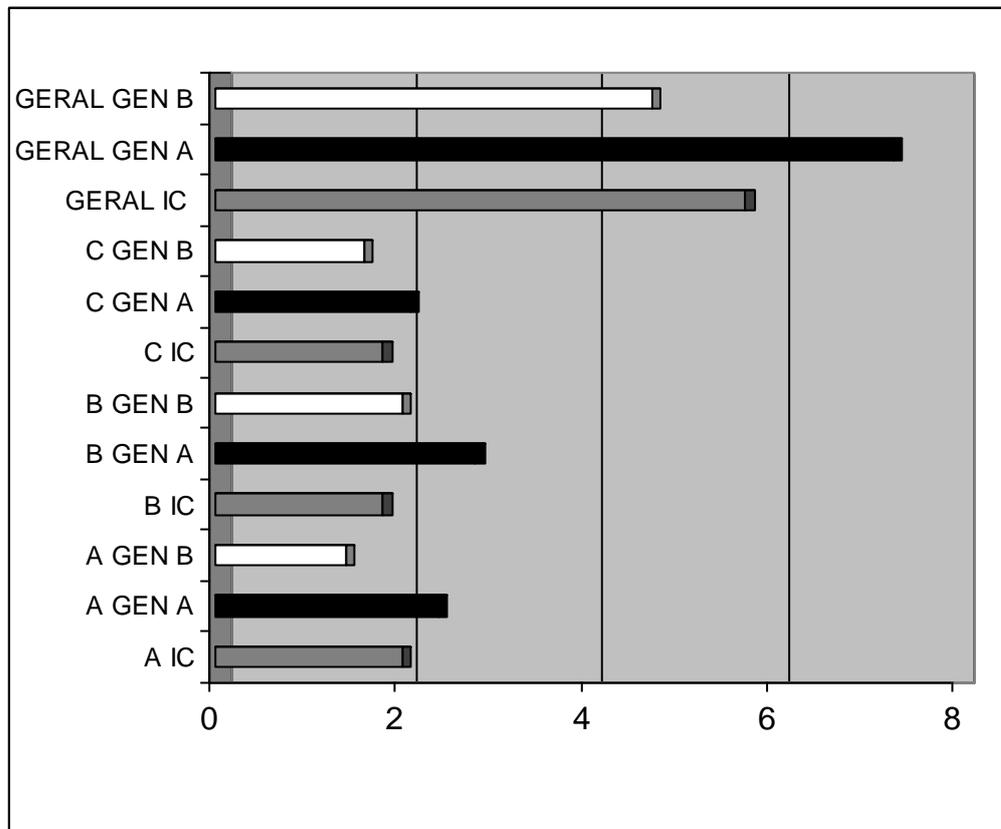


Figura 1 - Frequência de respostas incluindo satisfatória e excelente nas turmas avaliadas.

Fonte: Mestranda



**FIGURA 2 - Médias de pontuação obtidas por cada turma nos grupos de questões e no conjunto geral.**

Fonte: Mestranda

Destaca-se que no grupo A de questões as diferenças foram significativas ( $p < 0,05$ ) entre Introdução às Ciências (IC) e Genética Geral B (GEN B) e entre Genética Geral A (GEN A) e Genética Geral B ( $p < 0,01$ ). No grupo B houve diferenças significativas entre IC e GEN A ( $p < 0,1$ ) e entre GEN A e GEN B ( $p < 0,01$ ). No grupo C apenas entre GEN A e GEN B ( $p < 0,05$ ), e no geral as diferenças foram significativas entre IC e GEN A ( $p < 0,05$ ) e entre GEN A e GEN B ( $p < 0,01$ ).

Portanto, GEN A apresentou um desempenho superior nos testes aplicados em relação à estrutura celular (grupo A) e características da mitose e da meiose (grupo B) refletindo-se no índice geral de respostas. A única exceção foi nas fases da mitose (grupo C) no qual a diferença entre ela e a turma de Introdução às Ciências não foi significativa.

Este melhor desempenho parece estar relacionado ao fato da GEN A já estar no segundo semestre, tendo concluído disciplinas introdutórias nas quais a temática é estudada. Já a turma de IC só estava utilizando para suas respostas os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio.

Em relação à GEN B do intensivo é necessário ressaltar que estes alunos optaram pelo curso intensivo por trabalharem e estudarem ao mesmo tempo, além de estarem em uma faixa etária média de 32 anos (diferença de idade significativa em relação as outras turmas ( $P < 0,05$ )). Além das disciplinas serem ministradas na sexta à noite e no sábado o dia todo, diferente do ensino regular, no qual os alunos possuíam mais tempo disponível para o estudo.

Diante de tais resultados, torna-se necessário que o professor esteja alerta para a possível heterogeneidade nos conhecimentos prévios de alunos da mesma turma e entre alunos de turmas diferentes, a ponto de necessitar a realização de uma avaliação diagnóstica visando o melhor desenvolvimento das práticas pedagógicas utilizadas no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Giordan e De Vecchi (1988) os professores do ensino superior culpam os do nível secundário, e estes os do primário. Os mesmos autores ainda ressaltam que não existe um ensinamento integrador, sendo esta a causa da existência de lacunas em muitos dos temas estudados.

#### **4.2 SEGUNDA FASE: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados obtidos com a aplicação da avaliação de assinalar alternativas.

Verifica-se, de forma geral, que os percentuais de acerto foram muito baixos pois, à 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 as questões de assinalar alternativas (AA) = NS ↑ %  
de acertos maior ( $p < 0,05$ ) ↓ % de acertos menor ( $p < 0,05$ )

Questão	Mitose	Meiose	Certas (%)*
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 =

Fonte: Mestranda

Assim como no caso anterior, os percentuais de acerto foram reduzidos na AA19, já na AA18 mais da metade dos estudantes assinalaram acertadamente a metáfase como resposta correta.

Tabela 3

Resultados obtidos com a aplicação da avaliação com quatro alternativas

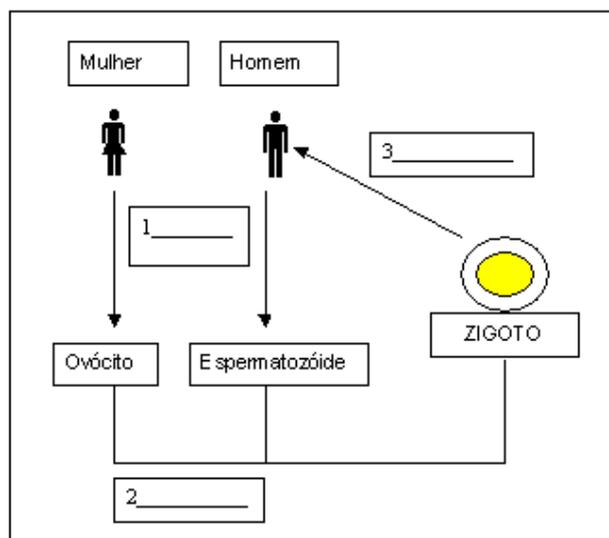
Questão	Respostas	Correta (%)
AA18 - Em qual fase da mitose os cromossomos estão na região central da célula?	a) Prófase b) Metáfase c) Anáfase d) Telófase	- 54,0 - -
AA19 - Relacionar as figuras com a fase da mitose.	AA191) Prófase AA192) Metáfase AA193) Anáfase AA194) Telófase	42,4 36,6 40,2 21,6

Fonte: Mestranda

Apresenta-se a seguir as situações-problema empregadas neste estudo. 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.

#### 4.2.1 Situação-problema 1 (SP1)

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



**FIGURA 3: Ciclo de vida e as divisões celulares**  
Fonte: Mestranda

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.

Trabalhar com situações problemas com alunos do ensino médio, não se constitui em tarefa fácil, pois vários fatores têm que serem levados em conta, na maioria das vezes o problema não está no conteúdo abordado na área biológica, e sim em questões didáticas de séries anteriores, complicando a busca de solução para os problemas.

#### **4.2.2 Situação-problema 2 (SP2)**

A Tabela 4 apresenta as questões, as respostas corretas, os percentuais de acerto obtidos e as observações referentes à significação estatística dos dados.

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) até 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.

Tabela 4

Perguntas, respostas e resultados obtidos com SP2 \* = NS ↑ % de acertos maior que 50% ( $p < 0,05$ ) ↓ % de acertos menor que 50% ( $p < 0,05$ )

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% ↑

Fonte: Mestranda

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.

### 4.2.3 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 de Paulo e Maria e o filho de Pedro e Isabel, quando nascesse 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.

A situação acima, de maior complexidade que a anterior, permite demonstrar aos estudantes que conhecimentos ditos “básicos” oriundos da meiose proporcionam a resolução de questões relevantes para a vida em sociedade, assim como ampliam o entendimento dos aspectos biológicos da meiose, bem como as repercussões oriundas desta divisão para os demais processos da Genética.

#### 4.2.4 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 5 apresenta os resultados obtidos com a situação-problema 4.

Tabela 5

Perguntas, respostas e resultados obtidos com a situação-problema 4 (SP4) \* = NS ↑ % de acertos maior que 50% ( $p < 0,05$ ) ↓ % de acertos menor que 50% ( $p < 0,05$ )

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% ↑

Fonte: Mestranda

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.

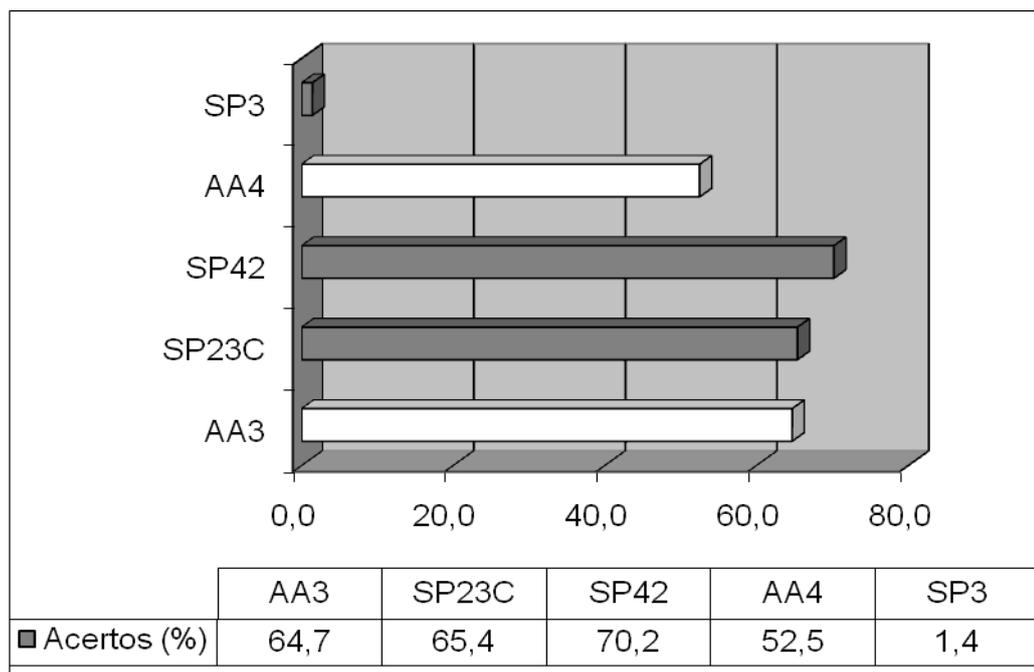
#### 4.2.5 Situação-problema 5 (SP5)

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% ( $p < 0,05$ ).

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

As Figuras de 4 a 11 apresentam a comparação entre os resultados obtidos com a avaliação de assinalar alternativas e as situações-problema.

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



**Figura 4: Produção de células geneticamente iguais ou diferentes**  
Fonte: Mestranda

Observando os percentuais de acerto obtidos (figura 4) 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 ( $p < 0,05$ ).

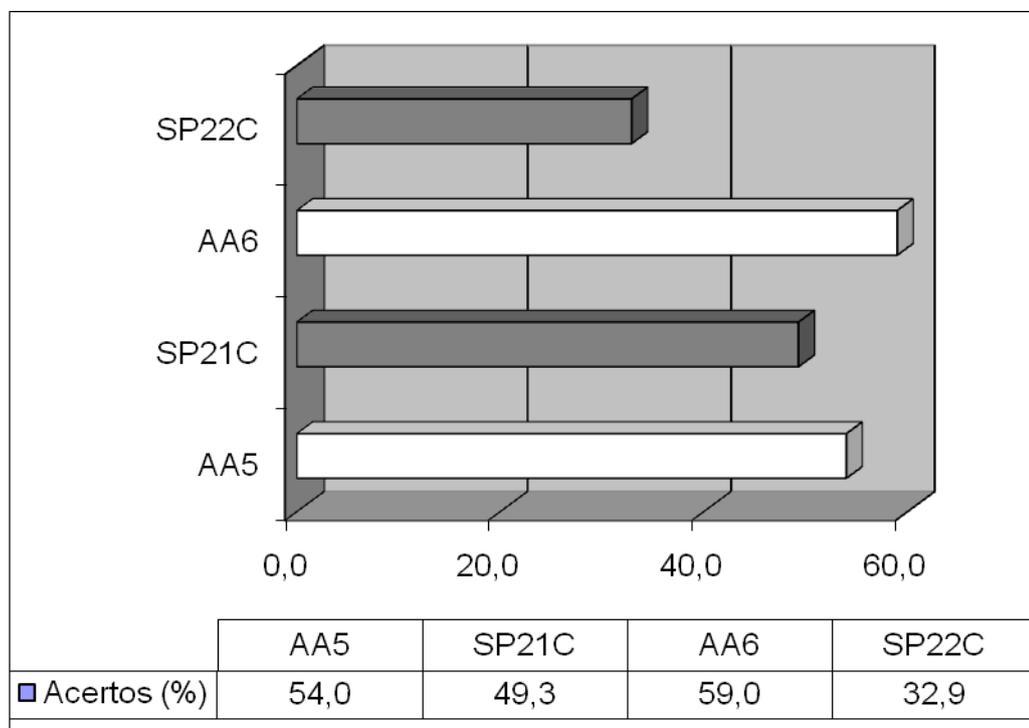
Já em relação à meiose, o percentual de acerto na AA4 (52,5%) não apresentou diferença significativa, pelo fato de ser muito próximo do valor central de respostas ao acaso, assim como a quase totalidade dos estudantes não soube responder a SP3 referente ao caso de casamento entre pares de gêmeos monozigóticos.

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.

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

Pode ser verificado, observando os percentuais de AA5 (54,0%) e SP21C (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 (figura 5).



**Figura 5: Redução ou não do número de cromossomos**

Fonte: Mestranda

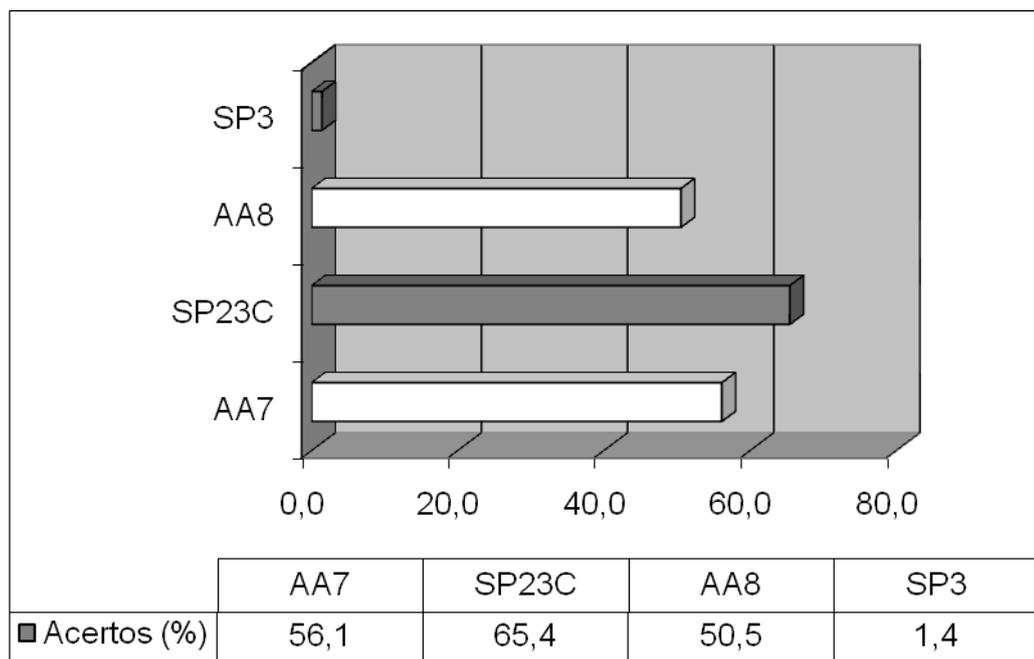
Com relação à meiose, o resultado indicou uma dificuldade maior na situação-problema com relação à diminuição no número de cromossomos SP22C (32,9%) do que no momento das respostas curtas AA6 (59,0%), o que também pode ser explicado pela dificuldade de compreensão do fenômeno do “crossing over” da meiose 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 Tacca 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.

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



**FIGURA 6: Ocorrência de permuta gênica entre os cromossomos homólogos**  
 Fonte: Mestranda

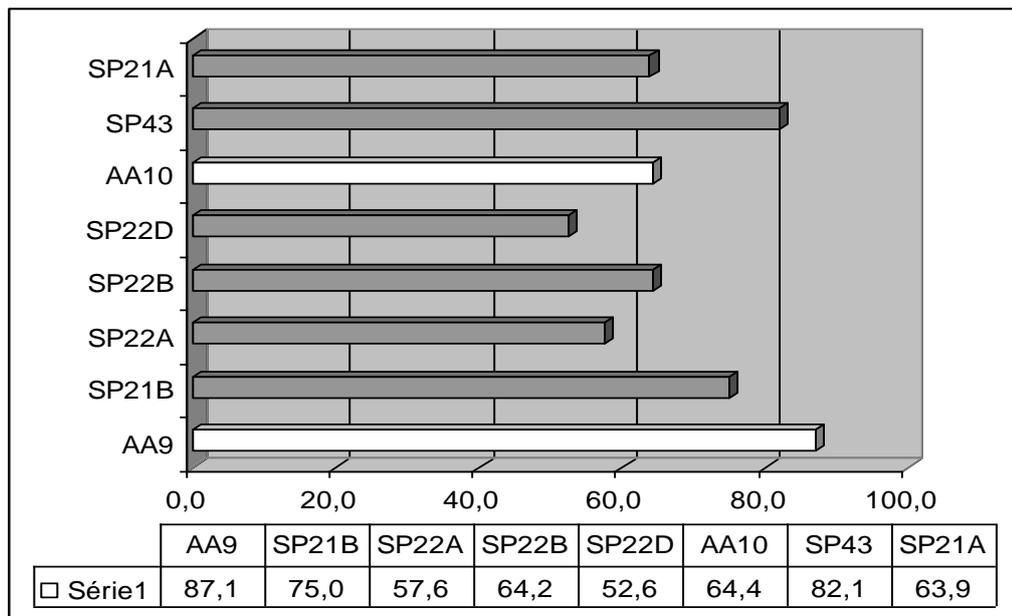
Foi verificado na figura 6, que nas avaliações com AA e com SP relacionadas à mitose, o percentual de acerto em AA7 não foi significativo (56,1%), ao contrário do percentual de SP23C (65,4%), demonstrando que a SP2 contribuiu para a maior

compreensão por parte dos estudantes da não ocorrência de permutação gênica, ou seja, as células geradas na mitose apresentam 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.

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



**Figura 7: Ocorrência em células somáticas e/ou germinativas**

Fonte: Mestranda

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%) conforme a figura 7. 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 acertos 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.

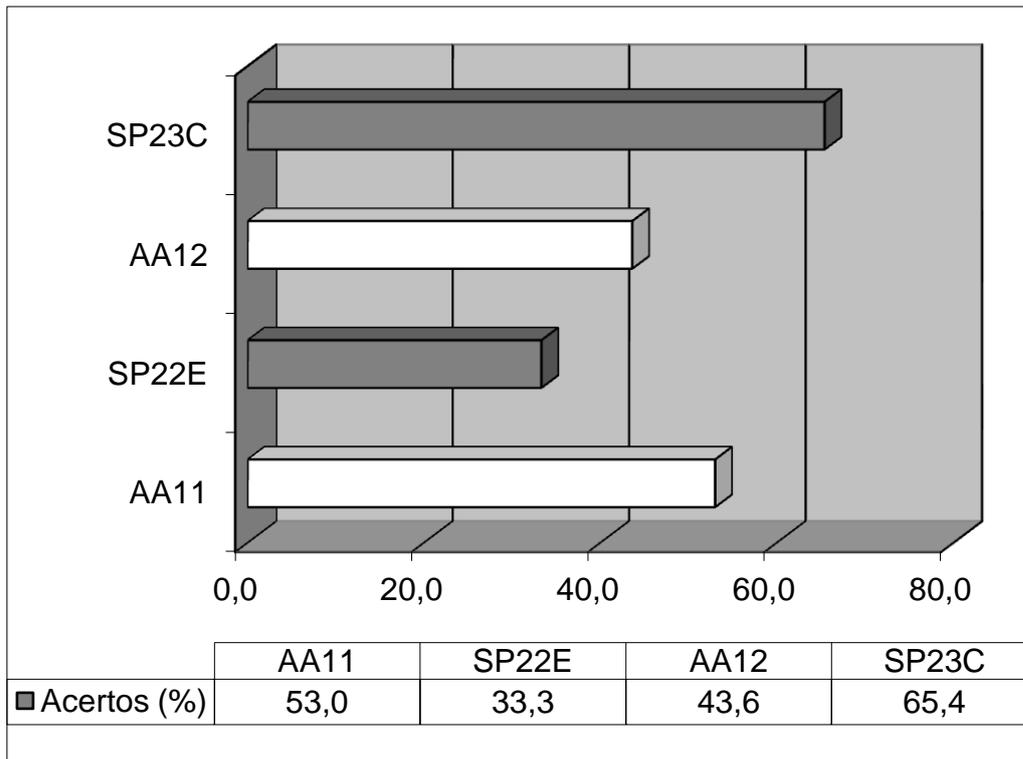
Desta forma, ao trabalhar temas mais complexos, como no caso da meiose, o professor deve buscar situações que sejam o mais próximo possível das vivências dos alunos, construindo processos de significação relevantes no processo de ensino e aprendizagem.

#### **4.3.5 Célula gerada pode ou não sofrer nova 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% de acordo com a figura 8.



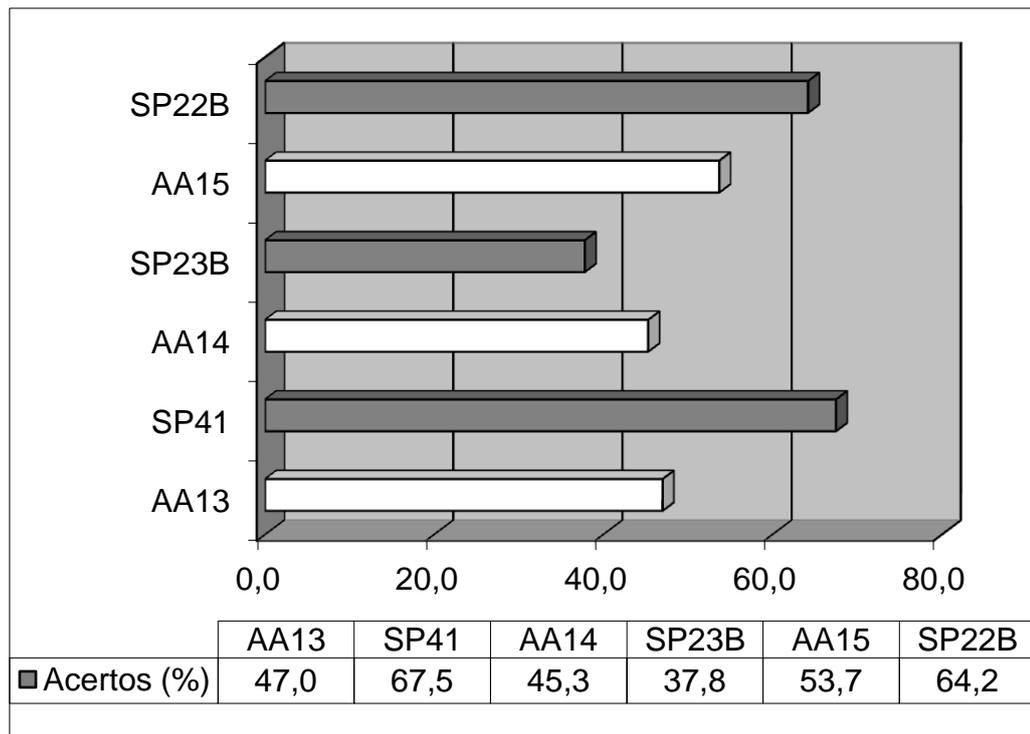
**Figura 8 – Possibilidade de ocorrência de nova divisão**  
**Fonte: Mestranda**

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.

### 4.3.6 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%) conforme figura 9.



**Figura 9: O papel da meiose e da mitose**  
**Fonte: Mestranda**

Isso pode ter ocorrido 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 da mestranda durante o processo de realização das atividades, na qual foi observado o melhor desempenho nas avaliações das situações-problema em questões que aludiam 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.

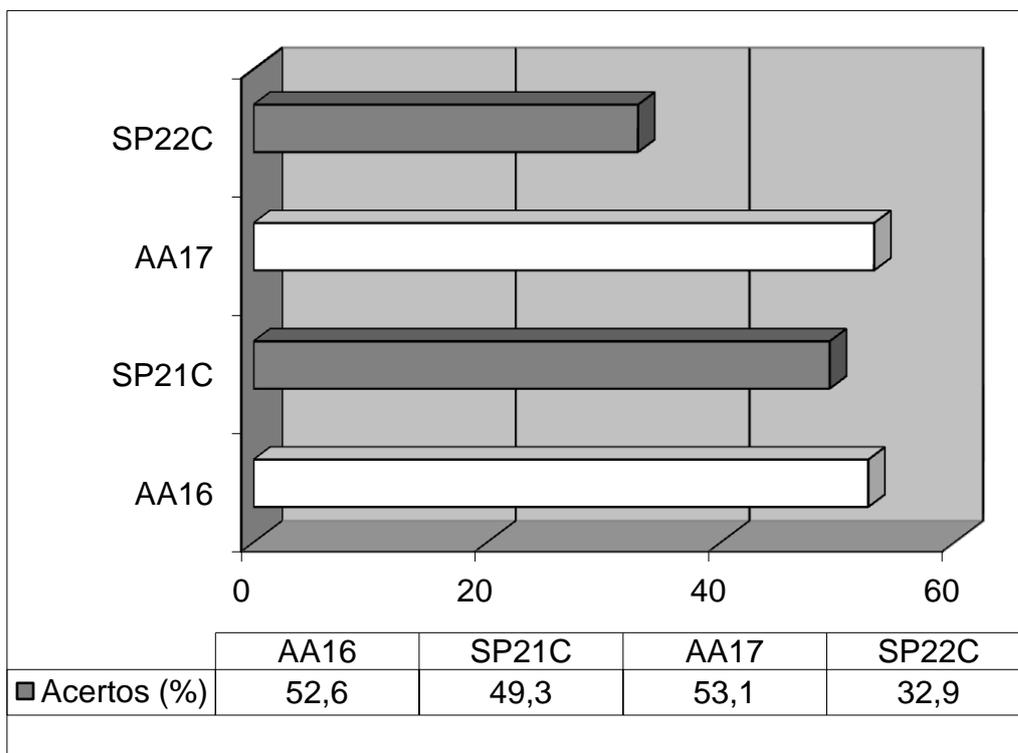
Ao focar os processos de significação na relação professor-aluno, Tacca e Branco (2008, p. 41) indicam a necessidade de analisar “os aspectos motivacionais que permitem perceber se o aluno está disposto a dar atenção e se empenhar nas atividades propostas pelo professor”. Segundo as autoras, ao escolher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

#### 4.3.7 Número de cromossomos das 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 dos estudantes na compreensão do 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, conforme a figura 10.

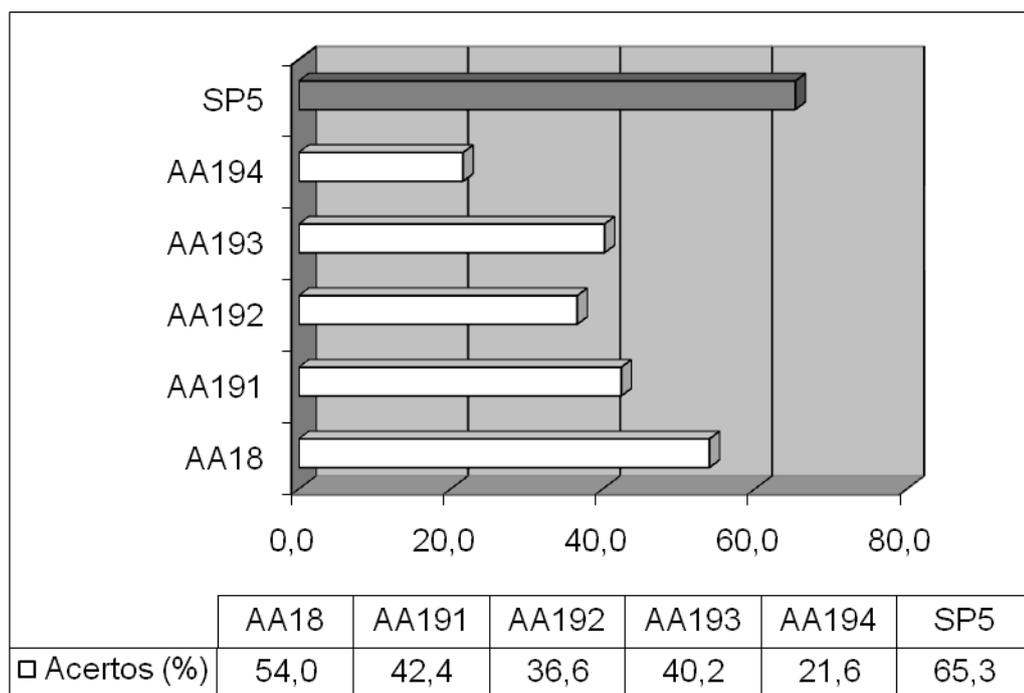


**Figura 10: Quantidade de cromossomos nas células produzidas**  
**Fonte: Mestranda**

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 diplóides da espécie.

#### 4.3.8 Fases da mitose

Ao observar a figura 11, percebe-se que os percentuais de acerto obtidos em 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 quando foram instados a reconhecer as figuras e nomeá-las, com exceção do momento no qual apontaram, que a metáfase era a fase na qual os cromossomos estão na região central da célula (AA18 = 54,0%), no qual, mais da metade dos estudantes encontraram a resposta certa, mesmo que este índice ainda seja muito baixo.



**Figura 11: Fases da mitose**  
**Fonte: Mestranda**

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.

### 4.3.9 Impressões dos estudantes sobre as atividades

As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam os resultados obtidos com os instrumentos de coleta de dados referentes às percepções dos estudantes sobre as situações-problema, incluindo as vantagens (Tabela 6), as desvantagens (Tabela 7) e as comparações entre a avaliação com alternativas e a avaliação com situações-problema (Tabela 8).

Tabela 6

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

<b>Dificuldade Encontrada</b>	<b>Número de alunos</b>	<b>Percentual (%)</b>
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

Fonte: Mestranda

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 fizeram 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. É necessário o docente ajudar os alunos a encontrar um sentido fundamental para as suas vidas. A partir do momento em que o professor opta por utilizar instrumentos que possibilitem uma aprendizagem significativa, os alunos passam a entender e dar valor para o estudo realizado, pelo fato de realizar o

processo de construir as suas próprias deduções e descobertas (VIDMONTAS et al., 2005).

O autor supracitado cita os Parâmetros Curriculares Nacionais, afirmando que os mesmos propõem que as escolas construam um currículo baseado no domínio da competência, e não no acúmulo de informações, enfatizando ainda, que o ensino deve possuir vínculo com os diversos contextos de vida e de exercício da cidadania a vivência do contexto social.

Tabela 7

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

Fonte: Mestranda

Verifica-se na Tabela 7, 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.

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 alunos visualizarem o contexto em que vivem por diversos ângulos (BISPO, 2004).

A Tabela 8 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.

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 pode ser atribuído ao fato de tais atividades não serem realizadas com frequência na escola em que estudam.

Tabela 8

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

Fonte: Mestranda

Segundo os alunos:

*“A avaliação com alternativas foi fácil, já a com situações-problemas exigiram 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 é importante ressaltar os seguintes aspectos a serem enfrentados no momento de aplicar as situações-problema, tornando-as de difícil execução pelo professor:

- a reduzida experiência dos alunos 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;
- as implicações envolvidas na transposição dos conteúdos no cotidiano.

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 nas quais os alunos podem 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 com a interpretação de textos, uma competência que contribui decisivamente para a aprendizagem na Biologia e nas demais áreas do conhecimento.

A propósito, as experiências de sala de aula da mestranda indicam claramente que tais atividades instigam os estudantes a procurar compreender de forma mais profunda as implicações dos conhecimentos biológicos da divisão celular, ampliando a vinculação dos alunos com os conhecimentos de Genética, além de proporcionar o que David Ausubel denomina de aprendizagem significativa.

A aprendizagem se torna significativa no momento em que uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, quando o estudante consegue relacionar o que está aprendendo com os conhecimentos prévios que possui, proporcionando a ampliação do entendimento das temáticas trabalhadas pelo professor.

De acordo com os PCN (BRASIL, 2006) a situação-problema mobiliza o aluno, que passa a realizar uma interação ativa consigo mesmo e com o professor, criando novas necessidades e provocando um saudável conflito que se constitui em gerador da busca da solução com base na organização do raciocínio do aluno.

Da mesma forma, tais atividades são desencadeadoras de maior autonomia por parte do aluno, capacidade que se constitui em aspecto crucial para o desenvolvimento de atividades profissionais em um mundo em constante transformação, já que o processo de buscar hipóteses e avaliá-las faz com que os

alunos estejam diante de seus erros, assim como da possibilidade de solucioná-los com base em novos estudos.

Ao incluir as situações-problema em ordem crescente de complexidade, o professor pode avaliar os alunos de forma mais precisa, observando o processo de pesquisa realizado por cada um para a resolução de cada questão.

Há inúmeras possibilidades de utilizar as situações-problema com base na criatividade do professor e dos seus alunos, nas mais variadas temáticas ensinadas em Biologia, ficando o convite para que os professores possam desenvolver caminhos que possam se adequar às necessidades dos seus grupos de alunos e do contexto em que vivem.

No caso em questão é possível relacionar com o dia-a-dia um tema geralmente deslocado das vivências dos estudantes, ou seja, a mitose e as suas conseqüências, proporcionando a aprendizagem das questões biológicas inerentes à mitose e também a apropriação de fenômenos relevantes para a compreensão de inúmeros processos relevantes da vida dos estudantes.

E mais do que apenas compreender o conteúdo em questão, a atividade permitirá o desenvolvimento, embora ainda inicial, de um processo de pesquisa no qual o aluno desenvolve uma estratégia de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades e fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas (BRASIL, 2000).

Portanto, ao se envolver com situações-problema, o aluno desenvolve a sua capacidade de realizar consultas à literatura, além de contribuir para a organização das informações, para a produção textual e para a comunicação verbal quando tem a oportunidade de apresentar os seus resultados para os colegas.

Neste processo, mimetizando as ações de um pesquisador, o aluno amplia a sua participação no processo de ensino e aprendizagem, caracterizando uma metodologia ativa de ação.

Neste sentido, esperamos que ao longo dos anos a tendência atual continue se acentuando cada vez mais, e que os materiais didáticos, principalmente os de

biologia que envolvam a divisão celular e a genética possam incorporar uma visão de aprendizagem inspirada nas situações-problema.

#### 4.4 CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE AULAS PRÁTICAS

Com relação aos alunos do ensino superior, entrevistas realizadas possibilitaram verificar que o processo de aulas práticas se constitui em estratégia altamente relevante para o ensino de divisão celular, contribuindo, segundo os estudantes, para que estes conseguissem inclusive responder de forma mais apropriada a instrumentos avaliativos relacionados com a divisão celular.

Questões semelhantes foram propostas aos alunos do Ensino Médio, e os resultados obtidos estão na Tabela 9.

TABELA 9

Categorização das respostas dos alunos do ensino médio quanto às possíveis contribuições das aulas práticas em biologia

Como as aulas práticas podem contribuir para aprendizagem em biologia?	“Turma 301” (Ensino Médio) (n=25)	“Turma 302” (Ensino Médio) (n=25)	“Turma 303” (Ensino Médio) (n=25)	“Turma 304” (Ensino Médio) (n=28)
Relacionar a prática com a teoria	12	12	11	08
Visão mais clara sobre o conteúdo	09	06	10	12
Despertam a curiosidade de aprender	01	02	02	04
Tornam as aulas mais interessantes e estimulantes	04	05	02	04

Fonte: Mestranda

Os alunos consideraram maciçamente a importância da relação da teoria com a prática e os benefícios ao aprendizado resultantes. Ressalta-se, entretanto, que tais atividades não tenham sido realizadas na escola em questão na forma que comumente deveriam ser estruturadas, em virtude de dificuldades em relação aos

materiais a serem utilizados. Portanto, no referido estabelecimento, as práticas são montadas com materiais reciclados, como garrafa “pet”, isopor de embalagens, entre outros, para montagem de células e de outras estruturas biológicas.

Algumas respostas dos alunos foram:

- *Uma aula pratica ajudaria no entendimento dos assuntos*
- *Deveríamos ter aulas no laboratório, para fixarmos mais os conteúdos*
- *Mais aulas práticas para despertar a aprendizagem*
- *Dar resolução de problemas, na pratica de laboratório*
- *Vendo as figuras da divisão celular na prática de laboratório, ajudaria a relacionar com a teoria*

Segundo Krasilchik (2004), as aulas de laboratórios de biologia desempenham funções importantes, pois permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos pela manipulação de materiais e equipamentos e pela observação de organismos.

Para a autora supracitada, infelizmente, em lugar da aula prática dar ocasião para o aluno se defrontar com o fenômeno biológico sem expectativas predeterminadas, a oportunidade muitas vezes é perdida, porque as atividades são organizadas de modo que o aluno siga instruções detalhadas para encontrar respostas certas e não para resolver problemas, reduzindo o trabalho de laboratório a uma simples atividade manual.

Para Borges et al. (2001) as atividades investigativas podem ser implementadas independentemente de novas tecnologias. Em sala de aula, os professores podem utilizar materiais convencionais para criar uma situação de aprendizado baseado em investigação. Para isso, é necessário que eles ajam de acordo com uma postura mais construtivista, sendo um motivador, guia e inovador-investigador, não podendo, assim, antecipar percepções e resultados, buscando sempre motivar os estudantes.

## CONCLUSÕES

As dificuldades de ingressantes no ensino superior e de alunos do ensino médio em relação a determinados aspectos da mitose e da meiose demandam a utilização de práticas pedagógicas mais contextualizadas e significativas para trabalhar estes conteúdos, assim como produzir subsídios para a formação de professores que contemplem estes aspectos.

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 no presente caso 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 podem contribuir para que o professor identifique de forma mais precisa os aspectos que devem ser abordados 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, 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

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa : un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1978.

BAUER, M. W. ; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis: Vozes, 2008.

BERTOI, J. M. **Discutindo Drogas e Doenças Sexualmente Transmissíveis no Ensino de Ciências: Qualidade de Ensino e Formação ao Docente**. Canoas, RS: ULBRA, 2003. Projeto para Dissertação do mestrado (Mestrado em Ciências), Universidade Luterana do Brasil, 2003.

BISPO, J. G. **Interdisciplinaridade: desafios à adoção de uma postura de superação de fronteiras. Temas Especiais de Educação e Ciência**. São Paulo: Madras, 2004.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ed. Ática, 1998.144p.

BORGES, A. T.; BORGES, O. N.; SILVA, M. V. D. ; GOMES, A. D. T. **A resolução de Problemas Práticos no Laboratório Escolar. III ENPEC**. Atibaia, SP: 2001. 8 p.

BORGES, A. T. **O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. I ENPEC**. Águas de Lindóia, SP: 1997. 10 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Básica / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Orientações curriculares para o ensino médio - volume 2: 135 p. 2006.

CARNEIRO, S. P.; SILVA, J. 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.

CERRI, Y. L. N.; MENEGATTO, K. **O Conhecimento Didático do Conteúdo de Professores de Ciências. II ENPEC**. Valinhos, SP: 1999. 13 p.

CRUZ, C. D., VIANA, J. M. S., CARNEIRO, P. C. S. **Genética – GBOL**. Viçosa: UFV, 2001.

CURY. A. J. **Pais brilhantes, professores fascinantes**. Rio de Janeiro: Sextante, 2004.

FIGUEIREDO, F. F.; FIOREZE, L. A.; ISAIA, S. M. A. **Resolução de situações-problema no ensino de matemática: relação entre aportes teóricos e vivência pedagógica prática**. Disponível em: [www.sbem.com.br /files/ icorreta\\_enem / Comunicação Científica /Trabalhos/ CC0003361101 T.doc](http://www.sbem.com.br/files/icorreta_enem/Comunicação Científica/Trabalhos/CC0003361101 T.doc). Acesso em: 10 de janeiro de 2011.

GIORDAN, A. ; DE VECCHI, G. **Los orígenes del saber**. Sevilla: Diada, 1988, 240p.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. Ed. São Paulo: Edusp, 2004.197p.

LORENSATTI, E. J. C. Linguagem matemática e Língua Portuguesa: diálogo necessário na resolução de problemas matemáticos. **Conjectura**, v. 14, n.2, 2009.

MARTINS, T. L. C. M.; RAMPON, D. S.; SILVA, J. O ensino-aprendizagem e as concepções dos alunos dos cursos de licenciatura em Biologia e Química. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 2, p. 47-55, jul/dez, Canoas-RS, 2006.

MEIRIEU, P. **Aprender sim, mas como?** 7<sup>o</sup> edição. Porto Alegre: Artmed, 1998. 193p.

MENDENHALL, W. **Probabilidade e Estatística**. Vol.2. Editora Campus, 1985.

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<sup>o</sup> reimpressão 2004. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 195p.

PAGLIARINI, T. R. **Situação-Problema: representações de acadêmicos do curso de licenciatura em Matemática da UFSM**. Dissertação (Mestrado em Educação)-Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 122p, 2007.

PALMERO, M. L. R. La célula vista por El Alumnado. **Ciências e Educação**, v.9 n. 2. 18p, 2003.

PALMERO, M. L. R.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales vs Esquemas de Célula. Porto Alegre: UFRGS, **Investigação em Ensino de Ciências** – ISSN 15188795, 2002 v.7 n<sup>o</sup> 1. 30p.

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

PORTAL EDUCACIONAL. **Situações-problema**. Disponível em: [http://www.educacional.com.br/Glossáriopedagogico/verbete.asp? Idpubwiki=9586](http://www.educacional.com.br/Glossáriopedagogico/verbete.asp?Idpubwiki=9586). Acesso em: 09 de janeiro de 2010.

POZO, J. I.; GÓMEZ, R. **Aprender y enseñar ciencia**. Madrid: Ed. Morata., 1998.

POZO, J. I. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. **Enseñanza de las Ciencias**, 17 (3). P 513-520, 1999.

SELBACH, S. **Ciências e Didática**. Petrópolis: Vozes, 2010.

SILVA, J. ; NETO, A.. S. A. DNA & Ambiente: Uso de Ensaio Cometa como Ferramenta para Discussão Interdisciplinar de Lesão e Reparo do DNA na Pós Graduação em Ensino de Ciências. IV ENPEC. **Anais**, Bauru, SP: 2004. 13 p.

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

TRINDADE, D. F.; TRINDADE, L. S. P. **Temas Especiais de Educação e Ciência**. São Paulo: Madras, 2004, 128p.

VIDMONTAS, A.; MORI, J. ; GONDRO, M.; CECÍLIA, A.; COSTA, R. R. **Aprendizagem significativa no ensino de Biologia**. Disponível: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2005/anaisEvento/documentos/com/TC/C1159.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2011.

ZABALA, A. **Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo: Uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

## **APÊNDICES**



13.	Normalmente ocorre permuta gênica entre cromossomos homólogos		<b>X</b>
14.	Ocorre em células germinativas	<b>X</b>	<b>X</b>
15.	Ocorre em células somáticas	<b>X</b>	
16.	A duplicação do DNA antecede apenas uma divisão celular	<b>X</b>	
17.	A duplicação do DNA antecede duas divisões celulares		<b>X</b>
18.	Uma célula produzida por este processo não pode sofrer outro processo igual		<b>X</b>
19.	Uma célula produzida por este processo em geral, pode sofrer novos processos iguais	<b>X</b>	
20.	É um processo demorado (podendo, em certos casos, levar anos para se completar)		<b>X</b>
21.	É importante na reprodução assexuada unicelulares e na regeneração das células somáticas dos multicelulares	<b>X</b>	

RELACIONAR:

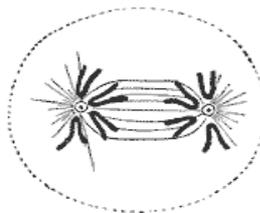
A) PROFASE

B) METAFASE

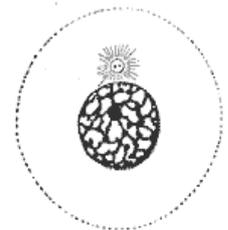
C) ANAFASE

D) TELÓFASE

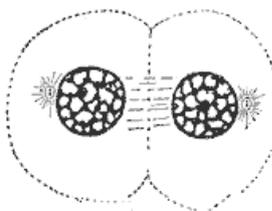
[ ]



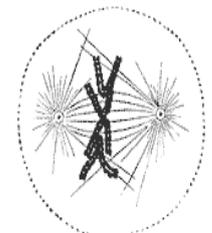
[ ]



[ ]



[ ]



Desenhar uma célula animal ou vegetal.

**APENDICE B** \_ Pré teste para os alunos do ensino médio

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

1) Durante a sua formação escolar no ensino médio você teve aulas práticas de laboratório envolvendo o conteúdo processo de divisão celular e genética.

a) ( ) Sim

b) ( ) Não

Que

tipo \_\_\_\_\_

2) Como você acha que as aulas práticas podem contribuir para a aprendizagem em Biologia?

---



---



---



---

Compare os diferentes processos de Divisão Celular – relacionando Processo X Tipo de Divisão:

PROCESSO	MITOSE	MEIOSE
3 - Resulta em duas células geneticamente iguais	X	
4 - Resulta em células geneticamente diferentes		X
5 - Não há redução do número de cromossomos	X	
6 - Há redução do número de cromossomos		X
7 - Não há permuta gênica entre cromossomos homólogos	X	
8 - Normalmente ocorre permuta gênica entre cromossomos homólogos		X
9 - Ocorre em células germinativas	X	X
10 - Ocorre em células somáticas	X	
11 - Uma célula produzida por este processo não pode sofrer outro processo igual		X

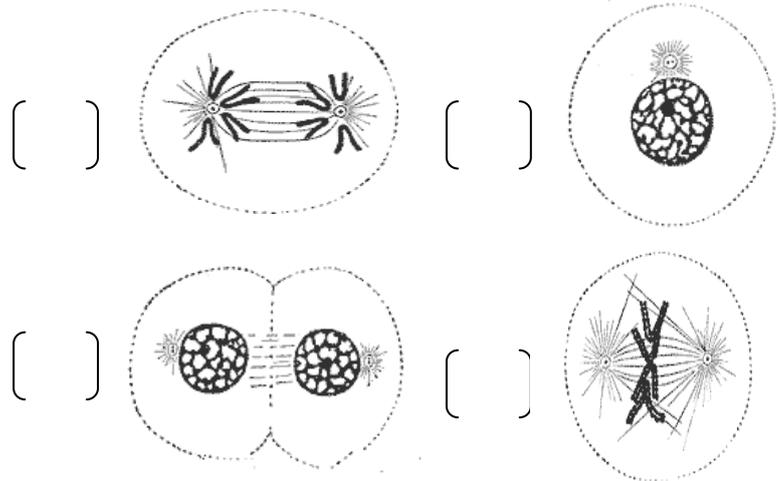
12 - Uma célula produzida por este processo, em geral, pode sofrer novos processos iguais	<b>X</b>	
13 - É importante na regeneração das células somáticas e nos processos de cicatrização	<b>X</b>	
14 - Divisão celular que ocorre no zigoto durante o início da formação do indivíduo	<b>X</b>	
15 - Divisão que produz gametas		<b>X</b>
16 - Produz células com igual número de cromossomos que a célula-mãe	<b>X</b>	
17 - Produz células com a metade dos cromossomos da célula-mãe		<b>X</b>

18 - Em qual fase da mitose os cromossomos estão na região central da célula?

22. PRÓFASE  
 23. METÁFASE  
 24. ANÁFASE  
 25. TELÓFASE

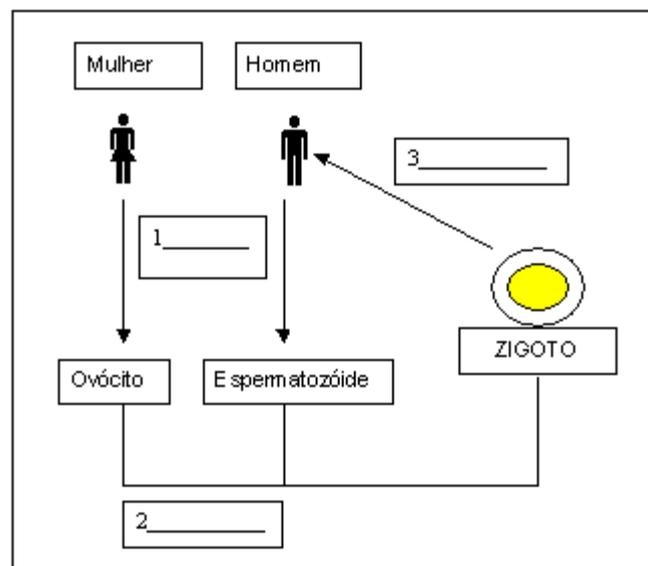
19 - Relacionar:

26. PRÓFASE  
 27. METÁFASE  
 28. ANÁFASE  
 29. TELÓFASE



### APÊNDICE C - Resolução de Problemas para os Alunos do Ensino Médio

1) Observe o esquema abaixo e descreva-o citando o que está ocorrendo nos números 1, 2 e 3. Lembre que quanto mais detalhada for a descrição e quanto mais informações sobre divisão celular você colocar, melhor.



Os indivíduos adultos produzem gametas pela divisão celular denominada de **meiose (1)**, sendo o óvulo pela mulher e o espermatozóide pelo homem. Esses gametas possuem  $n$  cromossomos e quando se unem pela **fertilização (2)** produzem o zigoto que se divide por **mitoses (3)** para formar os indivíduos adultos.

SP2) A ovelha Dolly surgiu em 1996 de um processo denominado de clonagem, realizado pela retirada do núcleo de uma célula da glândula mamária de uma ovelha de seis anos chamada Belinda. Esse núcleo foi colocado no óvulo de uma outra ovelha (Fluffy) preparado para recebê-lo. Depois, a célula produzida (zigoto) foi inserida no sistema reprodutor de uma outra ovelha (Lassie). Sabendo que as células diplóides das ovelhas possuem 54 cromossomos, responda:

A célula da glândula mamária é somática ou germinativa? **somática**

Que tipo de divisão celular produziu a célula da glândula mamária da ovelha Belinda? R: **mitose**

Quantos cromossomos essa célula da glândula mamária tinha? R: **54 cromossomos, pois o 2n da espécie é 54 cromossomos**

Que tipo de divisão celular produziu o óvulo da ovelha Fluffy? R: **meiose**

O óvulo é uma célula somática ou germinativa? R: **germinativa**

Quantos cromossomos esse óvulo tinha? **27 cromossomos, ou seja n**

A célula que se dividiu formando o óvulo é uma célula somática ou germinativa? **Germinativa.**

Quantos cromossomos possuía o zigoto colocado na ovelha Lassie? R: **54 cromossomos, ou seja, 2n cromossomos.**

O zigoto irá sofrer qual divisão celular após ser inserido na ovelha? R: **mitose.**

*SP3) Pedro e Paulo eram dois irmãos gêmeos monozigóticos que moravam na cidade de Aparecida. Certo dia, Isabel e Maria, que também eram gêmeas monozigóticas, chegaram com a sua família para morar na cidade.*

*Naquele fim de semana, houve uma quermesse em Aparecida, e ao chegarem na praça os dois irmãos encontraram Isabel e Maria, iniciando uma história de amor que dura até hoje, pois Pedro casou com Isabel, e Paulo casou com Maria.*

*E como tudo sempre acontecia ao mesmo tempo para os irmãos e para as irmãs, hoje Maria e Isabel estão entrando na maternidade para o parto dos seus filhos.*

*E aí está a grande dúvida: Você acha que o filho de Pedro e Isabel será idêntico ao filho de Paulo e Maria. Sim ou Não? Sabendo como a produção de gametas ocorre, justifique a sua resposta.*

**Resposta possível: Não, pois mesmo que os irmãos possuam os mesmos genes, por serem gêmeos idênticos, assim como as irmãs, quando os gametas são produzidos na meiose, ocorre o “crossing over” ou recombinação genética, processo no qual os cromossomos homólogos (do mesmo par) trocam segmentos, produzindo gametas diferentes a cada meiose, tanto em um dos gêmeos quanto em outro. A semelhança que os filhos dos dois casais terão será como se eles fossem filhos do mesmo casal.**

*SP4) Sandro se machucou jogando futebol, ferindo levemente a perna. O Sr. Adolfo, médico da cidade, soube que ele estava concluindo o Ensino Médio, e após indicar um medicamento para passar no local perguntou para o Sandro qual era o tipo de divisão celular que ocorreria para o processo de cicatrização do seu ferimento.*

*4.1) Qual seria o tipo de divisão? R: mitose.*

4.2) Essa divisão formaria células iguais ou células diferentes? **R: iguais, salvo em casos de mutações.**

4.3) As células da pele são somáticas ou germinativas? **R: somáticas.**

4.4) Por qual motivo são utilizados medicamentos como pomadas ou outras substâncias já que a cicatrização ocorre pela divisão celular? **R: para evitar complicações como infecções e assim a mitose ocorrer de forma satisfatória para a cicatrização.**

5) Ao nascer uma criança que apresentava sintomas neurológicos, o pediatra responsável suspeitou que ela possuía alguma alteração cromossômica, solicitando a realização de um exame chamado de cariótipo.

Nesse exame, são observadas células que estão em mitose. E a fase da mitose mais adequada para a visualização dos cromossomos é aquela em que eles estão próximos entre si e se encontram em uma posição central da célula antes da separação das cromátides.

Qual seria essa fase?

**Metáfase**

**APÊNDICE D** - Instrumento de coleta de dados sobre as opiniões dos alunos do ensino médio sobre a forma que foi avaliado.

Prezado aluno deixe a sua opinião a respeito da utilização dos problemas utilizados nos exercícios que você respondeu agora.

1) Principais vantagens de ser avaliado pela resolução de problemas :

---

---

---

2) Principais dificuldades encontradas na resolução dos problemas:

---

---

---

3) O que mais lhe chamou a atenção nas avaliações, comparando a avaliação mais curta com a avaliação pela resolução de problemas?

---

---