

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais –
CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Thayara Hellen Maltez Ferreira

O USO DA CONSTRUÇÃO DE MODELOS PARA O ENSINO DA MEIOSE

Belo Horizonte
Novembro de 2019

Thayara Hellen Maltez Ferreira

O USO DA CONSTRUÇÃO DE MODELOS PARA O ENSINO DA MEIOSE

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador (a): Roberta Guimarães Corrêa

Belo Horizonte
Novembro de 2019

F383u Ferreira, Thayara Hellen Maltez, 1990-
TCC O uso da construção de modelos para o ensino da meiose
[manuscrito] / Thayara Hellen Maltez Ferreira. - Belo Horizonte, 2019.
37 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Roberta Guimarães Corrêa.

Bibliografia: f. 29-33.

Apêndices: f. 34-37.

1. Educação. 2. Biologia -- Estudo e ensino (Ensino médio).
3. Citologia -- Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Ciência -- Estudo e
ensino (Ensino médio). 5. Aprendizagem por atividades.

I. Título. II. Corrêa, Roberta Guimarães, 1980-.

III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 574.07

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: THAYARA HELLEN MALTEZ FERREIRA

TÍTULO DO TRABALHO: *O uso da construção de Modelos para o ensino da Física*

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Roberta Guimarães Correa

Professor Examinador: Monique Aline Ribeiro dos Santos

Parecer:

Aos *30* dias do mês de *novembro* de *2019*, reuniram-se na sala *532* do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) *Thayara Hellen Maltez Ferreira*. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, *30* de *novembro* de *2019*

Assinatura da banca: *Roberta G. Corrêa*

NOTA: *70*

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que **THAYARA HELLEN MALTEZ FERREIRA** concluiu, em novembro de 2019, o curso de Especialização em Educação em Ciências – CECI – CECIMIG/FAE/UFMG, aprovado na Resolução 405 de 23 de junho de 2005, após o cumprimento de uma carga horária de 450h, sendo 420h disciplinas obrigatórias e 30 horas de disciplinas optativas, integralizando 32 créditos. Um curso semi-presencial com encontros presenciais aos sábados das 8h às 17h, ministrado por docentes mestres e doutores. O aluno apresentou artigo científico apreciado por banca constituída pelos professores **ROBERTA GUIMARÃES CORREA** (orientador) e **MONIQUE ALINE RIBEIRO DOS SANTOS** (leitor crítico). Declaro ainda que o CECI do CECIMIG/FAE/UFMG, atende o estabelecido no decreto 16.662, do dia 31/07/2017, para fins de progressões baseadas em cursos na modalidade a distância e que Universidade Federal de Minas Gerais é credenciada pelo Ministério da Educação – portaria 971 de 16/12/1949, publicada em 19/12/1949. Este curso cumpre as disposições da Resolução CNE/CES em vigor e tem validade nacional.

MAURÍCIO ANTÔNIO VIEIRA
SECRETÁRIO DO CECIMIG



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Antonio Vieira, Secretário(a)**, em 20/01/2021, às 14:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0527835** e o código CRC **6EFA08BE**.

Dedico aos meus pais, avós, minha irmã Thatiane, meu cunhado Allan, minha sobrinha Yasmim, e meu tio Roberto. A minha estimada amiga Poliana Maia. Por fim, a minha orientadora Roberta.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar em cada escolha e por me proporcionar mais essa conquista.

Agradeço ao colégio em Monlevade que aceitou a implementação do trabalho e aos alunos pelo comprometimento. Além disso, agradeço ao professor André que me acompanhou em todas as etapas, e a funcionária Thatiane que foi crucial para que conseguisse atuar na escola. Sem vocês não seria possível realizar esse trabalho, muito obrigada.

Ao professor Flávio, pela sua contribuição. Obrigada!

A minha orientadora Roberta, por toda a contribuição ao longo de todo o trabalho, obrigada pelo aprendizado e pela convivência maravilhosa. A tutora do curso, Janaina, por todas contrições importantes durante esses dois anos na especialização.

A Monique Sanches, pela contribuição para tornar esse trabalho melhor com suas minuciosas sugestões. Muito obrigada.

A Poliana Maia, por contribuir sempre para minha vida acadêmica, saiba que és um modelo de pessoa e profissional. Uma professora/amiga, da graduação para a vida.

Ao Eduardo França, pelo apoio constante em minha vida acadêmica, bem como profissional, obrigada pelo apoio e por estar sempre presente.

A Marina Assis, por ter me falado sobre esse curso fantástico e a partir de então fui fazer o processo de seleção. Você é muito especial.

Aos meus amigos, que sempre torceram e acreditaram em mim, Carol, Lalazinha, Jeje, Manda, Day, Thi, Gláu, Ju, Lala, Fê, Bê, Ingridzinha, Cris, Jujú, Fefe, Jess, Fimo, Gu e Marcos. Vocês são os melhores amigos do mundo! Saibam que é um privilégio ter a amizade de vocês!

Aos meus pais por estarem sempre presentes em todas as minhas conquistas. São a minha base e a força para enfrentar cada obstáculo. A minha sobrinha Yasmim, por entender que tinha hora que a tia precisava estudar e não podia brincar. Amo muito!

Por fim, a UFMG e a FaE pela oportunidade ímpar em realizar o curso de especialização. Curso no qual, tenho um grande orgulho de fazer parte. Vocês são sensacionais!

“ Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar.” (William Shakespeare)

RESUMO

Os componentes curriculares da Biologia relativos à citologia, particularmente, o tópico relacionado à meiose, são considerados de difícil compreensão e de natureza abstrata. Desta forma, o presente estudo apresenta os resultados referentes a um projeto de intervenção realizado com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de João Monlevade-MG, Brasil. A partir do trabalho de intervenção, analisou-se as possíveis contribuições da construção de modelos para explicar o processo de meiose para o aprendizado dos estudantes. Para isso foi construído um diário de bordo, um questionário e realizado uma análise qualitativa dos dados obtidos. Os resultados mostram que o uso de construção de modelos acompanhada de outras atividades de ensino pode auxiliar na aprendizagem dos alunos. Após a construção de modelos realizada pelos estudantes, observou-se que a estratégia contribuiu para o entendimento das estruturas que envolvem o processo de meiose, assim como a definição do conceito e compressão do *crossing-over*, corroborando que o uso de construção de modelos pode contribuir para a abordagem de conteúdos considerados difíceis tanto por estudantes quanto professores.

Palavras-chave: Construção de Modelos, Meiose, Aprendizagem, Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The curricular components of Biology related to Cytology, in specific, the topic related to meiosis, are considered difficult to understand and its nature is abstract. Thus, the present study presents the results of an intervention project carried out with students in the first year of High School at a private school in João Monlevade town, MG, Brazil. From the intervention work, the possible contributions of the construction of models were analyzed to explain the process of meiosis for the student learning. For this, a logbook, a questionnaire and a qualitative analysis of the data obtained was carried out. The results show that the use of model construction accompanied by other teaching activities can assist in the student learning. After the construction of models carried out by students, it was observed that the strategy contributed to the understanding of the structures that involve the process of meiosis, as well as the definition of the concept and understanding of crossing-over, corroborating that the use of model construction can contribute to the approach of content considered difficult by both students and teachers.

Keywords: Model Creation, Meiosis, Learning, Science Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Construção do modelo	22
Figura 2: Construção do modelo	22
Figura 3: Modelo concreto da Meiose I	23
Figura 4: Modelo concreto da Meiose II	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
METODOLOGIA	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
1. Primeira Etapa: Aula Inicial e Aplicação de Questionário	17
2. Segunda Etapa: Construção de Modelos	20
3. Terceira Etapa:Apresentação dos modelos e Aplicação do Questionário	23
3.1 Apresentação dos Modelos	23
3.2 Análise da Aplicação do Questionário	25
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICES.....	34
Apêndice 1: Questionário	34
Apêndice 2: Questionário	35

Introdução

Modelo é uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema elaborado para uma finalidade específica como, por exemplo, para o ensino de conteúdos científicos. Já a modelagem é a construção de modelos (GILBERT; BOULTER, 1995 apud FERREIRA; JUSTI, 2008; KRAPAS *et al.*, 1997; BORGES, 1997). Segundo Knuuttila (2005), modelos são artefatos que suportam o pensamento e quando expressos podem favorecer seu manuseio em práticas epistêmicas distintas. O tema modelo, segundo Krapas *et al.* (1997) contribui para uma reflexão psicológica e inovadora em relação à Cognição humana. O tema também está presente e é crescente em pesquisas na área de Educação em Ciências, com os mais diversos sentidos, dentre elas temos: modelo mental, modelo consensual, modelo pedagógico, metamodelo e modelagem.

Os modelos podem ser usados pelos professores para demonstrar como algo funciona e explicar um conhecimento da Ciência (OH; OH, 2011). Através deles podemos facilitar a visualização, bem como a compreensão dos conteúdos científicos curriculares, o que pode tornar mais fácil o entendimento de um determinado conteúdo (ORLANDO *et al.*, 2009). O uso de modelos extrapola a memorização de fatos, equações ou procedimentos. Eles contribuem para a promoção de uma Ciência que tem significado para os alunos, não apenas proporcionando “explicações satisfatórias”, mas estimulando a construção de um conhecimento flexível, na perspectiva de ser aplicado e transferido em distintas situações e problemas (CLEMENT, 2000).

Estudos realizados por Orlando *et al.* (2009), Junior *et al.* (2014), Júnior e Gobara (2016) e Filha *et al.* (2016), têm evidenciado que a criação de modelos pelos estudantes auxilia na aprendizagem, permite que os estudantes expressem sua criatividade e desenvolvam uma interação com os colegas de sala. Por outro lado, sabendo da necessidade de mudanças nas práticas pedagógicas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, estuda-se a aplicação de modelos, construídos por profissionais da área para serem aplicados posteriormente em aulas no Ensino Médio (LIESENFELD *et al.*, 2015).

Duso *et al.* (2013), relataram que o processo de modelização possui um papel significativo para a Ciências, porém em Biologia ainda é um tema pouco estudado. Por sua vez, tópicos de Biologia Celular correspondem a conteúdos do Ensino Médio que mais precisam da utilização de materiais de apoio, visto que abordam conceitos que exigem abstração para sua compreensão (ORLANDO *et al.*, 2009). Isto posto, práticas

diferenciadas, como construção de modelos podem auxiliar o processo de ensino e aprendizagem na Biologia.

Segundo Tekkaya *et al.* (2001), 35,4 % dos alunos apresentam dificuldades relacionadas ao conceito de divisão celular, por exemplo, na diferenciação das fases da mitose e meiose. Para Lazzaroni e Teixeira (2017), o conceito de divisão celular está entre os tópicos que os alunos apresentam maior dificuldade. Souza e Güllich (2017), consideram a meiose um tema complexo e de difícil compreensão para os estudantes. Além disso, destaca a importância da constante busca por metodologias alternativas para facilitar a aprendizagem, e enfatiza a modelização como estratégia para o ensino e aprendizagem. Por fim, Van Driel e Verloop (2010) ressaltam que, geralmente os estudantes não são solicitados a atuar de maneira ativa na construção e reformulação de modelos. Diante da importância dada aos modelos como possíveis facilitadores da aprendizagem, o presente trabalho tem como objetivo propor e realizar a construção de modelos pelos próprios estudantes na busca de analisar como a construção de modelos pelos estudantes pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de meiose em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio.

Referenciais Teóricos

Atualmente o ensino ainda se baseia no professor como o ser que possui o conhecimento e o aluno como o sujeito passivo do processo. Neste contexto, os alunos tendem a perder o interesse pelo ensino de Ciências/Biologia e a falta de atratividade torna a aula em um determinado momento monótona (NICOLA; PANIZ, 2016). Segundo Meira *et al.* (2015), as dificuldades de aprendizagem estão relacionadas ao ensino fragmentado e conservador, no qual os alunos cumprem atividades repetitivas, pois existe uma valorização da reprodução de conhecimento pelo aluno. Em contrapartida, a criação de modelos, vem se tornando uma alternativa para o ensino de Ciências à medida que visa aumentar a reflexão, o debate, bem como, a participação ativa dos discentes (DUSO *et al.*, 2013).

Segundo Gilbert (2004) modelos podem ser elaborados para representar objetos materiais, sistemas, ideias, eventos ou processos. Para o autor os modelos podem ser classificados como: mental, sendo uma representação pessoal e individual, este por sua vez quando divulgado constitui o modelo expresso. Quando o modelo expresso passa a ser consenso entre um grupo de pessoas, passamos a ter o modelo consensual e, quando o modelo consensual é validado entre os cientistas, temos o modelo científico.

Conforme Krapas *et al.* (1997), encontramos também o modelo pedagógico, que tem como propósito promover a educação, sendo considerado um mediador didático, através da transformação do conhecimento científico para o escolar. Ao mesmo tempo eles relatam outro tipo de modelo, o metamodelo. Este por sua vez, tem como objetivo, entender/explicar o processo de construção e funcionamento de modelos consensuais e mentais. Finalmente, é mencionado a modelagem, como sendo a construção de modelos.

Estudos relacionados aos modelos são amplamente relatados na literatura (ORLANDO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2014; JÚNIOR; GOBARA, 2016; FILHA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2017; SOUZA; GÜLLICH, 2017; SILVA *et al.*, 2017; LAZZARONI; TEIXEIRA, 2017; ORTEGA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018). Orlando *et al.* (2009), relatam a construção e aplicação de modelos relacionados ao conteúdo de Biologia Celular e Molecular por estudantes de graduação de uma Universidade Federal. Segundo os autores, o material produzido proporcionou um melhor entendimento da matéria de maneira a tornar o conteúdo mais próximo à realidade do estudante. Silva *et al.* (2014), avaliaram o desempenho do uso de modelos na aprendizagem dos alunos de sétima e oitava séries de duas escolas distintas. Para isso, algumas turmas tiveram aulas somente expositivas e outras turmas tiveram aulas expositivas e os estudantes construíram modelos. Os autores observaram que a aula expositiva em concomitância a criação de modelos melhora a assimilação dos conceitos, ameniza as dificuldades em temas abstratos, promove um maior incentivo a aprendizagem, além dos alunos se envolverem com determinação e criatividade.

A partir da modelagem, Júnior e Gobara (2016), analisaram se a construção de modelos pelos alunos é significativa para aprendizagem sobre a célula. O trabalho foi realizado durante a disciplina Biologia I dos cursos técnicos em Agricultura e Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. A construção de modelos se mostrou eficaz para o aprendizado, além de promover a interação entre os estudantes. Júnior e Gobara (2016) consideraram que a metodologia adotada, minimizou a aprendizagem mecânica do conhecimento.

Outro trabalho que analisa o uso de atividades de construção de modelos, é o trabalho de Filha *et al.* (2016) a partir de uma sequência didática colaborativa e baseada na modelização, estudantes do nono ano do Ensino Fundamental abordaram aspectos anatômicos e funcionais do sistema urinário. O trabalho consistiu na elaboração, aplicação, avaliação e na análise comparativa do desempenho dos estudantes ao

participarem de atividades relacionadas à duas sequencias didáticas, sendo elas, método tradicional de ensino, e a metodologia colaborativa agregada a construção de modelos. A partir dos resultados, os autores inferiram que metodologias alternativas promovem uma maior atratividade ao ensinar os conteúdos, considerando que, os alunos são receptivos a tais práticas.

Em outro trabalho, de Silva *et al.* (2016), alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, criaram modelos representacionais referentes a anatomia de célula vegetal e animal. A construção de modelos é uma alternativa dinâmica que pode ser realizada para abordar conceitos abstratos. Esses autores observaram que houve uma melhora nas respostas dadas no pós-teste, o que reforça a importância dos modelos didáticos para a superação das dificuldades ao trabalhar conceitos abstratos e complexos. Outro trabalho, Souza *et al.* (2017), que com o objetivo de avaliar o uso de modelos cromossômicos no processo de ensino e aprendizagem, desenvolveram uma sequência didática composta por duas etapas. Na primeira etapa, duas aulas de 50 minutos foram utilizadas para o professor explicar conceitos de mitose e meiose e para a aplicação de um questionário composto de 17 questões. Na segunda etapa, com duração de duas aulas de 50 minutos, os alunos foram instruídos a elaborar modelos concretos sobre mitose e meiose. Sendo submetidos ao final da sequência didática, novamente a resolução das questões do questionário. Os resultados mostraram que após a sequência de ensino houve um aumento nas notas dos estudantes. Destacaram ainda que o segundo momento promoveu um maior aproveitamento. Desta forma, os autores consideram que, o uso de modelos didáticos associados a uma sequência didática adequada, pode favorecer a aprendizagem.

Na literatura há relatos de diferentes trabalhos que analisam o uso de modelos no ensino de Biologia (SOUSA; GÜLLICH, 2017; SILVA *et al.* 2017; LAZZARONI; TEIXEIRA, 2017). Vários tópicos da Biologia são abordados nos trabalhos, como meiose, neuroanatomia, síntese proteica. Todos os trabalhos destacam que a construção e o uso de modelos auxiliam o ensino e a aprendizagem.

Na disciplina de Biologia, há diversos trabalhos que mostram temas que são considerados difíceis de compreender devido a sua abstração, tais como: conceitos de citologia, conteúdos de genética e biologia molecular, organismos e suas relações, conceito de mitose e meiose, conceitos como cromossomos, cromátides, DNA, genes, bem como, distinguir formação de células diploides e haploides (SILVA *et al.* 2014; MOUL; SILVA, 2017; LAZZARONI; TEIXEIRA, 2017; TEKKAYA *et al.* 2001; SILVA *et al.*

2018).

Estudos mostram que sequências didáticas que solicitem a elaboração de modelos podem contribuir para a aprendizagem e para o ensino de conceitos de mitose e meiose (SOUZA *et al.* 2017; ORTEGA *et al.* 2017). Além disso, Paganini *et al.* (2014) consideram que, modelos construídos e apresentados pelos alunos podem ser considerados mediadores na formação de conceitos científicos.

Metodologia

Para analisar as possíveis contribuições que atividades de criação de modelos podem trazer para a aprendizagem dos alunos, foi elaborado, aplicado e analisado um trabalho de intervenção que abordou conceitos de meiose. A intervenção foi realizada em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular em João Monlevade, em junho de 2019. A intervenção foi dividida em três etapas, cada uma estruturada em duas aulas consecutivas de uma hora e trinta e cinco minutos. Na primeira etapa, foi ministrada uma aula expositiva sobre meiose com duração de cerca de cinquenta minutos. A aula foi iniciada com questionamentos direcionados para os alunos sobre o que eles compreendiam do tema meiose. Além disso, também foram feitas questões sobre as diferenças e semelhanças que temos com nossos pais e parentes. Após o levantamento das concepções prévias e da aula expositiva, um questionário (Apêndice 1) contendo cinco questões foi entregue para os estudantes responderem em cerca de trinta minutos. O objetivo desse questionário inicial foi identificar o que os estudantes haviam compreendido da aula expositiva, assim como outras informações prévias sobre o conteúdo. No final da primeira etapa, nos últimos quinze minutos, os estudantes foram informados que deveriam construir modelos referentes ao processo da meiose e que eles precisariam pensar e trazer para a aula seguinte materiais que os auxiliassem na representação das etapas e das estruturas. Além disso, foi pedido aos alunos que formassem grupos de cerca de cinco integrantes. Vale ressaltar que os estudantes ainda não tinham visto o tema meiose, ou seja, foi o primeiro contato mais aprofundado dos discentes.

Na segunda etapa, os estudantes iniciaram a construção dos modelos em sala de aula. Eles tiveram liberdade de utilizar os materiais que achassem mais pertinentes, porém foram estimulados a buscarem materiais de baixo custo. Dentre os materiais que eles levaram encontrava-se: folhas *kraft* preta, folhas A4 branca, canetinhas coloridas,

cola branca, tesoura, barbante, palito de dente, EVA, papel seda, cartolina, canudinhos de plástico, cartela de remédio vazia e macarrão. A construção dos modelos foi realizada em grupo, sendo três grupos de cinco alunos, um de seis, e um de três, totalizando 24 alunos. Para apoiar a construção dos modelos, utilizaram imagens da internet.

Na etapa final da intervenção, os grupos apresentaram os modelos construídos para seus colegas, bem como para a professora/pesquisadora, a fim de explicar o processo da meiose. De forma semelhante ao trabalho de Ortega *et al.* (2017), foi aplicado novamente o questionário afim de avaliar a ampliação do conhecimento dos estudantes em consonância com a prática de construção de modelos (Apêndice 2). Foram analisados 18 questionários, esses correspondem aos estudantes que participaram das três etapas da intervenção.

Além dos questionários respondidos e modelos construídos, foi utilizado para análise dos dados, o diário de bordo redigido pela professora/pesquisadora que fez anotações sobre a construção dos modelos, a apresentação dos modelos e a interação entre os alunos.

Após a coleta de dados os mesmos foram analisados com base na metodologia qualitativa, através de uma análise geral das respostas de cada questão. A próxima seção apresenta os resultados e a discussão em três partes, são elas: primeira etapa: aula inicial e aplicação de questionário; segunda etapa: construção dos modelos; terceira etapa: apresentação dos modelos e aplicação do questionário.

Resultados e Discussão

1. Primeira Etapa: Aula inicial e Aplicação de Questionário

A aula expositiva foi, de maneira geral, bem tranquila: alunos atenciosos, solícitos e aparentemente motivados. No momento inicial, antes mesmo de começar a explicar o conteúdo, foi possível perceber que os alunos tinham um conhecimento prévio de divisão celular e *crossing-over*. Essas ideias prévias dos estudantes sobre o assunto, segundo o professor responsável pela disciplina, são provenientes da abordagem de genética no Ensino Fundamental. Conceitos como alelos, genes, características genéticas oriundas da mãe e do pai foram abordados na disciplina de Ciências.

A aula expositiva foi ministrada em cerca de 50 minutos. Foram abordadas todas

as etapas da meiose desde a prófase I, com suas respectivas subdivisões, leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese, até a telófase II, onde são formadas quatro células (n) com metade do número de cromossomos da célula inicial (2n). As etapas da meiose foram apresentadas por meio de um modelo concreto construído previamente pela professora /pesquisadora.

Ao final da aula, alguns estudantes fizeram comentários e questionamentos pertinentes sobre o conteúdo como, por exemplo, porque foi exemplificado uma célula com 46 cromossomos iniciais e no final cada célula apresenta 23 cromossomos. Questionamentos como esse evidenciam a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o conteúdo ministrado pelo professor não corresponde diretamente a aprendizagem por parte dos alunos. Segundo Mortimer *et al.* (2011):

Em qualquer sala de aula, há uma inevitável heterogeneidade de modos de pensar e falar, que precisam ser modelados se tivermos a intenção de produzir alguma teoria sobre o ensino e a aprendizagem (Mortimer *et al.*, 2011, p. 112).

Essa heterogeneidade do pensar nos faz compreender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes para compreender a formação da célula de 23 cromossomos. Pensando nisso, a professora/pesquisadora procurou compreender o raciocínio dos estudantes. Aparentemente para eles, se somarmos a quantidade de cromossomos formados, juntando todas as células, teríamos a formação de mais cromossomos do que a célula inicial de 46 cromossomos. Os estudantes não levaram em consideração que na célula inicial antes do processo de divisão os cromossomos encontram-se duplicados e ao final observamos cromossomos simples.

Os estudantes também perguntaram se em ambas as fases da telófase I e II, era observado metade do número de cromossomos. Com base na questão, a professora/pesquisadora explicou que em ambas as fases teremos células (n). Entretanto, na telófase I a célula (n), ainda está duplicada e são formadas duas células que depois seguem em divisão e, na telófase II, formam-se quatro células (n), com cromossomos simples.

Após o esclarecimento das dúvidas, um questionário foi entregue aos estudantes, que tiveram cerca de 30 minutos para responderem. Considerando uma análise geral das respostas dadas ao questionário, na primeira questão, que procurou identificar o conhecimento deles sobre o processo da meiose, as respostas foram

sucintas. A maioria dos estudantes respondeu que o processo de meiose envolve meiose I e II e que essas apresentam fases. Porém, os estudantes não entraram em detalhes sobre cada etapa, ou seja, não descreveram o que de fato ocorria em cada parte. Alguns alunos deixaram essa questão em branco e um aluno soube responder com mais detalhes as etapas e as fases. Por mais que tenha sido explicado na aula expositiva sobre, por exemplo, as subfases presentes na prófase I, de forma geral, não houve menção à essas etapas no questionário.

A questão dois, que perguntava o conceito de meiose, foi respondida pela maioria dos estudantes como sendo um tipo de divisão celular. Com base nos dados analisados pode-se dizer que eles têm uma noção básica de meiose. Assim como eles mesmos mencionaram no início da aula, antes mesmo de começar a explicitação sobre o conteúdo. Além disso, alguns colocaram que está relacionada a formação dos gametas e outros ainda a relacionaram com a variabilidade genética e a perpetuação da espécie.

A terceira questão, buscava identificar se os alunos compreenderam que ao final do processo de uma meiose, independentemente da quantidade de cromossomos da célula inicial, teremos metade do número de cromossomos em cada célula formada. Os resultados indicam que a grande maioria dos estudantes não compreende isso. Uma parcela de alunos compreendeu que independentemente de quantos cromossomos têm-se no início da divisão, ao final de uma meiose teremos metade do número de cromossomos. Um estudante deixou a pergunta em branco.

A quarta pergunta questionava sobre o entendimento do *crossing-over* a partir da formação de células diferentes geneticamente ao final da meiose. O objetivo da questão era coletar dados sobre as células formadas ao final do processo, se elas são geneticamente iguais ou diferentes. Neste contexto, esperava-se que os alunos relacionassem o motivo de observarmos células geneticamente diferentes ao fenômeno do *crossing-over*, um momento importante que culmina na variabilidade genética. A grande maioria dos alunos respondeu que se formam células geneticamente diferentes, mas não explicaram de onde vem essa variabilidade, ou seja, não relacionaram as variações dos cromossomos ao fenômeno do *crossing-over*, apenas um aluno mencionou o *crossing-over* promovendo essa variabilidade. Alguns alunos, não compreendem que há uma variação ao final da meiose, acreditamos que tenham confundido com o conceito de mitose. Além disso, também tivemos alunos que não se manifestaram e deixaram a questão em branco. Cabe destacar que, o *crossing-over* foi

levantado no início da aula pelos alunos e pela professora/pesquisadora. Contudo, em um primeiro momento eles não conseguiram relacionar o fenômeno com o que foi solicitado em tal pergunta.

Por fim, o último item pedido no questionário envolvia alguns conceitos, tais como, cromossomos, cromossomos homólogos, cromátides irmãs, célula haploide e diploide. Esses conceitos deveriam ser representados por desenhos e com textos que os explicassem. A grande maioria dos alunos apenas desenhou as estruturas. Desta forma, as análises foram feitas com base nos desenhos dos discentes. A maior parte dos estudantes representou cromossomos, cromátides-irmãs e cromossomos homólogos. Partindo do pressuposto que, células haploides são representadas por um único conjunto cromossômico, pode-se dizer que a maior parte dos estudantes tem noção disso. Portanto, nem todos estes alunos desenharam o conjunto de cromossomos dentro de uma célula haploide.

Também foi solicitado que os estudantes representassem as células diploides. Os dados mostram que, um pouco mais da metade dos alunos sabe que em uma célula diploide encontramos cromossomos aos pares, ou seja, mais de um conjunto cromossômico. Todavia, nem todos alunos desenharam os cromossomos dentro de uma célula. Uma quantidade considerável errou a questão e apenas alguns deixaram em branco. Vale ressaltar que, apenas um único estudante deixou toda esta questão em branco.

Podemos dizer, de uma maneira geral, que o questionário inicial mostrou que eles tinham conhecimento prévio e que algumas informações da aula expositiva foram apresentadas nas respostas dos alunos. Porém, as questões foram respondidas superficialmente, sem muitos detalhes e explicações.

2. Segunda Etapa: Construção de Modelos

Como haviam sido orientados na aula anterior, os alunos levaram vários materiais para desenvolverem a prática de construção de modelos. Eles se reuniram em cinco grupos conforme tinha sido solicitado. Para auxiliar a construção dos modelos, de forma geral, os grupos fizeram consultas à internet, usando seus celulares, na busca de imagens que os orientassem no desenvolvimento do trabalho. Os estudantes também tiraram dúvidas com a professora/pesquisadora e perguntavam se estavam construindo corretamente as diferentes fases do processo de meiose.

Os membros de cada grupo trabalharam de maneira conjunta, interagindo,

dividindo tarefas, tirando dúvidas e tomando decisões. De forma geral, todos os integrantes dos grupos estavam contribuindo para a construção do modelo. Sempre procurando representar da melhor forma possível, foi notório o empenho deles para desenvolver a tarefa. Devido ao tempo limitado, não foi possível realizar toda a construção dos modelos dentro de sala de aula, assim, eles foram orientados a terminarem a construção em casa e trazerem para apresentarem na aula seguinte. Foi possível observar também que eles gostaram de trabalhar com construção de modelos, pois entre eles, mencionaram que aulas legais sempre passam rápido. Outro ponto que reafirma tal observação é o empenho deles para desenvolver a tarefa. Lazzaroni e Teixeira (2017) destacam:

Como pontos positivos desse processo de construção, podemos destacar a grande capacidade de interação entre os alunos, a vontade demonstrada para trabalhar com materiais concretos, a tenacidade para enfrentar as dificuldades que iam surgindo e o produto final em si, considerado por todos como muito satisfatório (LAZZARONI; TEIXEIRA, 2017, p. 45).

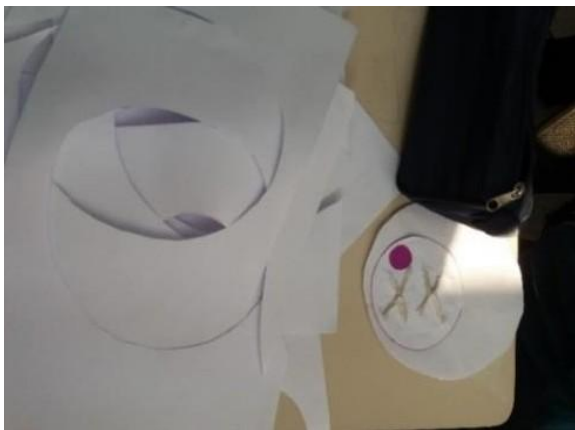
Podemos dizer que os alunos envolvidos neste estudo também apresentaram uma boa interação, bem como um trabalho em conjunto satisfatório. Os alunos pareciam preocupados se eles estavam construindo os modelos de forma coerente com os passos do processo explicado em aula expositiva, por isso constantemente pediam para a professora/pesquisadora olhar o que estavam fazendo. Mesmo considerando as dificuldades que iam surgindo, pode-se dizer que o empenho deles proporcionou bons resultados.

Segundo Orlando *et al.* (2009), modelos tridimensionais são considerados auxiliares tanto na visualização quanto na compreensão de conteúdos microscópios e abstratos. Assim como mencionado pelos autores, o presente estudo também considera os modelos como facilitadores do aprendizado, pois tornam o conteúdo abstrato mais próximo da realidade dos alunos, contribuindo para a promoção da aprendizagem. Desta forma, é notório a importância dos trabalhos envolvendo modelos, como auxiliares no processo da aprendizagem, uma vez que o processo de construção de modelos pode contribuir para a assimilação de conteúdo.

Nos modelos construídos pelos grupos podemos destacar que eles foram além de como as células se encontram, por exemplo, um grupo que representou o nucléolo, mostrou até o momento de seu desaparecimento no processo da meiose. Isso foi um

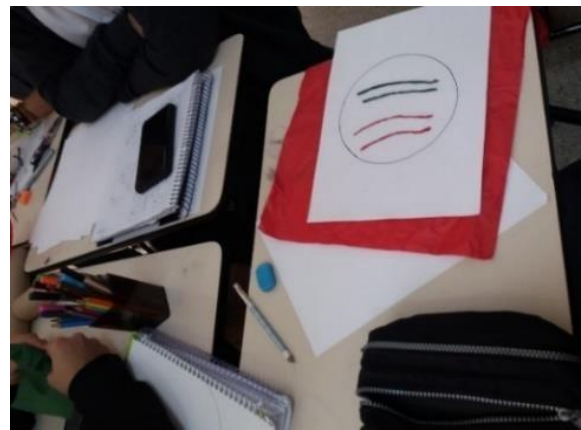
elemento a mais adicionado por eles, visto que durante a aula expositiva, não foi mencionado sobre nucléolo. Além disso, os alunos conseguiram demonstrar através de seus modelos a dinamicidade da meiose, visto que eles representaram diferentes etapas da meiose, por exemplo, dos cromossomos que ocorrem ao longo das fases da meiose. Outro grupo também mostrou a célula antes de se dividir, o período de interfase, momento também não mencionado durante a aula teórica. Desta forma, pode-se perceber o empenho deles de buscarem inclusive mais detalhes da meiose e dos momentos anteriores à divisão. As figuras 1 e 2 mostram partes do processo de construção, bem como, alguns dos modelos construídos pelos estudantes, figuras 3 e 4. Cabe ressaltar ainda que, os modelos vão desde a prófase I e suas subfases até a telófase II, ou seja, todos os passos da meiose.

Figura 1: Construção do modelo.



Fonte - Própria autora.

Figura 2: Construção do modelo.



Fonte - Própria autora.

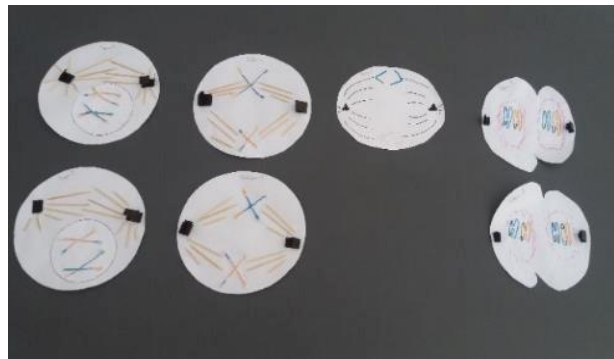
As figuras 1 e 2, referem-se à construção de modelos dentro de sala de aula de dois grupos diferentes. Por outro lado, as figuras 3 e 4 referem-se à representação do processo de meiose de um mesmo grupo. Deve-se destacar que a construção do modelo foi iniciado em sala de aula e concluído em casa. Visto que o tempo foi um fator limitante para desenvolver toda as atividades propostas. No dia da apresentação dos modelos, foram apresentados quatro modelos completos e um modelo incompleto, este último por sua vez apenas com a representação da meiose I. O grupo que apresentou o modelo incompleto, alegou que os representantes que haviam faltando no dia da apresentação, tinham ficado com a segunda parte do trabalho.

Figura 3: Modelo concreto da Meiose I.



Fonte - Própria autora.

Figura 4: Modelo concreto da Meiose II.



Fonte - Própria autora.

Os materiais que eles utilizaram para construção dos modelos foram: folha *kraft* preta, folha A4 branca, canetinhas coloridas, cola branca, tesoura, barbante, palito de dente, EVA, papel seda, cartolina, canudinhos de plástico, cartela de remédio vazia e macarrão. Durante as construções dos modelos, os alunos permaneceram em constante comunicação com a professora/pesquisadora, pois perguntavam sempre se estavam fazendo adequadamente. Foi perceptível a preocupação deles em desenvolver o trabalho da melhor forma possível. De uma maneira geral, pode-se concluir que eles se empenharam no desenvolvimento do trabalho.

3. Terceira Etapa: Apresentação dos modelos e Aplicação de Questionário

3.1 Apresentação dos Modelos

Naquele momento, os grupos apresentaram e explicaram os modelos construídos. De forma geral, cada grupo explicou o processo da meiose como um todo, mostrando as suas fases e subfases, assim como o que cada etapa representa.

Alguns grupos superaram a expectativa, ao trazerem informações e estruturas não mencionadas. Um grupo, por exemplo, explicou o significado do termo leptóteno, que vem de fino, e corresponde aos cromossomos que se encontram no início da espiralização. Na subfase do zigóteno alguns grupos mencionaram o pareamento dos cromossomos homólogos e se referiram à formação da sinapse, outros ainda destacaram a formação do complexo sinaptonémico, ou seja, pode se perceber que apresentaram mais assuntos do que os inicialmente abordados na aula expositiva. No paquíteno, foi descrito por alguns grupos a observação dos bivalentes e o que são os

pares de homólogos, a ocorrência do *crossing-over* permutação, como sendo a troca de partes, relataram como “pedacinho” entre os cromossomos homólogos, que permitem a variabilidade genética. No diplóteno os grupos falaram sobre os quiasmas e falaram que nesse local é onde se visualiza de fato a troca do material genético. Nem todos representaram a formação dos quiasmas em forma de X, uns até explicaram que não conseguiram representar a troca. Na diacinese, o que mais marcou para os grupos foi a desintegração da carioteca, usaram inclusive como termo a palavra desaparecimento, também mencionaram o desprendimento dos cromossomos.

Considerando a apresentação do processo de meiose como um todo, por meio dos modelos concretos produzidos pelos estudantes, de forma geral os grupos começaram falando de meiose I e prófase I, a partir de então entraram nas subfases da prófase I. Desta forma, podemos dizer que, eles compreenderam a complexidade da prófase I da meiose I. Seguindo o processo eles descreveram sobre a da metáfase I. Nela todos os grupos falaram que os cromossomos homólogos se encontram no centro da célula, alguns falaram da placa equatorial, mas nem todos os grupos conseguiram representar de forma adequada no modelo, pois ao representar os cromossomos homólogos no centro, colocaram um sobre o outro e não ambos no centro um do lado do outro. Além disso, também houve menção a máxima espiralização dos cromossomos. Posteriormente, entraram na anáfase I e falaram da separação dos cromossomos homólogos. Naquele momento, foram observados modelos com representações inadequadas, visto que ao mostrarem de fato a separação dos cromossomos homólogos, indicavam nos modelos a separação das cromátides-irmãs. Para finalizar a explicação da meiose I, os grupos mostraram e explicaram o que se visualiza na telófase I, explicaram que a carioteca reaparece e que os cromossomos descondensam. Nesta fase, comparando com a primeira célula que eles representaram, eles deveriam ter mostrado que houve uma redução no número de cromossomos e isso não foi visto na maioria dos modelos. Vale ressaltar que houve modelos com representações condizentes.

A meiose II foi representada de forma mais adequada por dois grupos, enquanto dois apresentaram erros. Por fim, um grupo, devido à ausência de seus demais representantes, apresentou somente a meiose I, alegando que a continuidade do processo estava com os colegas que faltaram. Ao se expressarem, observou-se que eles compreenderam o que ocorria em cada etapa da meiose II, porém apresentaram alguns erros na forma de colocar isso nos modelos deles. Assim sendo, compreenderam

que a prófase II há uma condensação dos cromossomos, assim como a desintegração da carioteca. Já a metáfase II eles falaram sobre a organização dos cromossomos na região central da célula. Na Anáfase II, destacaram a separação das cromátides-irmãs e o encurtamento das fibras do fuso. Por fim, com relação à telófase II, a formação de uma nova carioteca e desespiralização dos cromossomos, os integrantes do grupo também falaram da formação de quatro novas células haploides.

Uma observação extra, além das fases foi feita, quando entraram na explicação sobre a meiose I ser considerada reducional e a meiose II equacional, a explicação foi correta, porém o modelo não foi bem representado. Contudo, o grupo observou os próprios erros deles e já falaram que houve essa diferenciação ao longo do processo devido a divisão do trabalho entre eles e cada um pesquisou em sites diferentes.

Um dos grupos destacou em seu modelo, o processo de movimentação dos cromossomos homólogos para enfim entrar na metáfase I, considera-se uma ideia interessante que eles trouxeram, foi uma representação extra do processo, foi colocado por eles como movimentação dos cromossomos homólogos. Além disso, os grupos, na maior parte dos casos, simbolizaram nas fases uma movimentação dos cromossomos, que pode ser observada na forma como eles representaram nos modelos. Tentar representar a ideia de movimento foi uma iniciativa inesperada e que chamou a atenção. Visto que, no decorrer do processo há sim uma movimentação que geralmente é representada de maneira estática.

Por fim, podemos concluir que a criação de modelos é um momento importante para a construção do conhecimento, visto que eles devem procurar mais sobre o conteúdo para representar melhor o processo. Os erros observados nessa etapa devem-se, provavelmente, ao fato de não ter sido possível acompanhar todo o desenvolvimento da criação em sala de aula, pois eles mencionaram no dia da apresentação que dividiram as tarefas entre os integrantes e que cada um procurou em sites diferentes. Isto posto, justifica alguns erros detectados, por exemplo, começar com o número de cromossomos e não terminar com metade do número dos cromossomos. Acredita-se que a maior dificuldade foi em encontrar imagens que representassem o processo como um todo e de maneira correta para orientar a elaboração dos modelos.

3.2 Análise da Aplicação do Questionário

O questionário aplicado ao final da atividade de construção de modelos é praticamente o mesmo que foi aplicado após a aula expositiva, alterando-se apenas

uma questão que foi acrescentada, relacionada a construção dos modelos (Apêndice 2). O objetivo desse questionário foi coletar dados para analisar se podemos inferir se a construção de modelos auxiliou na aprendizagem da meiose, ou seja, se foi possível observar indícios de aprendizagem. Em relação à primeira questão, o que os alunos mais destacaram foi que a meiose I é reducional e que a meiose II é equacional. Além disso, foi possível notar que, ao comparar com as respostas do questionário antes da construção dos modelos, mais nomes de fases foram citados, inclusive alguns estudantes citaram subfases da meiose. Porém, é possível notar que os estudantes ainda apresentam dificuldades em detalhar as fases. Como eles mesmos destacaram em aula, esse foi o primeiro contato com o processo detalhado da meiose. Levando isso em consideração, acredita-se que essa possa ser uma explicação para as respostas dos alunos. No estudo realizado por Cimer (2012), que procurou identificar os conceitos de Biologia que os alunos têm maior dificuldade em aprender, destacou a divisão celular como um dos conceitos que pode gerar dificuldades tanto no ensino quanto na aprendizagem.

Nos trabalhos Souza *et al.* (2017) e Ortega *et al.* (2017), foi mostrado a criação de modelos de meiose, entretanto sem muitos detalhes sobre as fases, por exemplo, não mencionaram as subfases da prófase I. Além disso, na construção de modelos, os autores entregaram os nomes das fases que os alunos teriam que representar. Assim sendo, podemos observar que também trabalharam com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, porém de uma maneira diferente da realizada neste trabalho.

Considerando a aprendizagem como o estabelecimento de uma relação entre o objeto do conhecimento e os sujeitos mencionada por Mota e Pereira (2014), possivelmente, um dos fatores que pode ter limitado a aprendizagem foi o tempo disponível para a realização de todo o trabalho de intervenção, assim como a complexidade do conhecimento discutido. Porém, mesmo com esses fatores, foi possível observar indícios de aprendizagem, pois os próprios alunos relatam que a construção de modelos proporcionou um melhor entendimento do conteúdo teórico.

A questão dois, que solicitava que os estudantes explicassem o que é meiose foi respondida pela maioria de maneira adequada, uma vez que compreenderam que é um processo de divisão celular na qual uma célula diploide irá originar quatro células haploides. Além disso, foi observado que alguns alunos ainda destacaram que é importante na formação de células gaméticas. A aula expositiva e a atividade de construção de modelos, parecem ter proporcionado aos estudantes uma melhor

compreensão do conceito de meiose. Souza *et al.* (2017), relataram que o uso de modelos didáticos, associados com uma sequência didática adequada, favorece o processo de ensino e aprendizagem. Levando em consideração os modelos criados pelos próprios estudantes, é possível identificar uma definição correta sobre a meiose. Considerando esses resultados, isso poderia explicar a melhor desenvoltura ao responder quando comparamos os dois questionários aplicados.

Comparando as respostas dadas para a terceira questão antes e após a intervenção, pode-se perceber uma melhora após a construção dos modelos. Alunos que deram respostas inadequadas no primeiro questionário, responderam adequadamente após a intervenção. Ortega *et al.* (2017), identificaram em seus estudos, dados que foram coletados de respostas dos alunos, da quantidade de cromossomos formados ao final da meiose e observaram que os alunos apresentaram dificuldades para responder. No trabalho dos pesquisadores, foi questionado o número de cromossomos existentes nos gametas humanos e em outra questão questionaram o que se originaria de uma célula com 8 cromossomos que sofresse meiose. Por outro lado, essas mesmas questões no trabalho de Souza *et al.* (2017), não corresponderam em maiores dificuldades, ou seja, teve um retorno satisfatório conforme o questionário deles. Assim sendo, no presente estudo os alunos que não responderam corretamente, acredita-se ser devido o fato de não compreenderem o enunciado e alguns ainda pensarem em células humanas. Todavia, as repostas, de uma maneira geral, foram satisfatórias no questionário final.

As respostas dadas a quarta questão, sobre o *crossing-over*, também foram respondidas de maneira adequada após a intervenção. Porém, pode-se observar que as respostas foram mais completas na nova aplicação, pois os estudantes mencionaram o *crossing-over* como sendo o principal responsável por proporcionar a variabilidade genética observada ao final da meiose. No questionário inicial, foi perceptível que eles sabiam que geravam células diferentes, mas não destacaram a consequência desse processo. Inicialmente, inclusive, alguns alunos acreditavam que, ao final do processo, não haveria variabilidade, o que não foi observado nas respostas após à intervenção. Para esses alunos, podemos inferir que a intervenção realizada e, possivelmente, a construção dos modelos, contribuiu para modificação dessa compreensão. Isso pode ser observado, inclusive, nos modelos construídos, pois eles conseguiriam representar que há diferença e que essa diferença surgiu principalmente devido a ocorrência do *crossing-over* na subfase paquíteno da prófase I. Assim como foi perceptível no

presente estudo, Martins e Braga (2015), em relação aos seus trabalhos sobre jogos, observaram uma melhora nas respostas do questionário final, principalmente em relação à questão da variabilidade genética. Sousa e Güllich (2017), também observaram em seu trabalho que a construção de modelos contribuiu para o entendimento da variabilidade genética, ou seja, do fenômeno de *crossing-over*.

A questão cinco solicitava que os estudantes representassem os cromossomos, cromátides irmãs, cromossomos homólogos, célula haploide e célula diploide. Pode-se observar uma melhora nas representações após a construção dos modelos. Essa melhora parece diretamente relacionada a atividade de criação dos modelos, pois no decorrer do processo de criação eles tinham que compreender cada um desses conceitos para que o representassem corretamente. Essa melhora proporcionada pela construção dos modelos também foi destacada no trabalho de Silva *et al.* (2018):

Com os modelos didáticos foram observados nos alunos mudanças conceituais sobre mitose e meiose, tais como células diploides, haploides, cromossomos e cromátide e, uma autonomia dos estudantes em identificar os conceitos que cercam os processos de divisão celular (SILVA *et al.*, 2018, p. 7).

A questão final do questionário solicitava que os estudantes dissessem se a construção dos modelos contribuiu para o aprendizado e por quê. Os alunos afirmaram que a atividade de criação de modelos realizada durante a intervenção facilitou o aprendizado e tornou o conteúdo mais simples. A atividade de construção de modelos proporcionou um maior aprofundamento do tema, pois levou os estudantes a pesquisarem mais sobre o assunto. Os discentes consideraram que a elaboração de modelos coloca em prática o que foi aprendido na teoria, que exemplifica e ajuda a fixar melhor. Além de, melhorar a visualização. Com base nas respostas dos alunos parece evidente a importância do uso da criação de modelos no ensino de meiose. A contribuição das atividades de elaboração de modelos também é destacada no trabalho de Orlando *et al.* (2009) e Oh e Oh (2011). Oh e Oh (2011) acrescenta ainda que os modelos podem ser empregados pelos docentes para demonstrar como algo funciona e explicar um conhecimento da Ciência.

Conclusão

Considerando o trabalho realizado, foi possível perceber que as atividades realizadas na intervenção contribuíram para melhorar o entendimento dos alunos sobre

meiose. Essa melhora foi observada a partir de indícios apresentados nas respostas dos estudantes após o processo de intervenção. Além disso, o retorno dado pelos alunos no momento de construção e apresentação dos modelos e nas respostas à última questão apresentada no questionário final, foi positivo. A construção de modelos pode ser considerada como uma estratégia de ensino muito importante, que deve ser utilizada nas aulas de Biologia. Visto que pode auxiliar a abordagem de conteúdos complexos e abstratos. Promover aos alunos a possibilidade de trabalhar com construção de modelos torna o aprendizado mais dinâmico, leva os mesmos a aprofundarem no tema para que possam representá-lo da melhor forma possível. No presente artigo, foi observado alguns erros em algumas etapas do processo. Tais erros podem ser sanados, com o acompanhamento do professor durante todo o processo de construção dos modelos. Sabe-se que não foi possível, devido ao tempo disponível para realização da intervenção. Além do mais, uma disponibilização de uma imagem que representa corretamente o processo, poderia direcionar os estudantes. Uma vez que os próprios alunos falaram que não achavam imagem do processo como um todo na internet, imagem que segundo os alunos era fundamental para nortear a construção de seus modelos. Finalmente, trabalhos como este deveriam ser implementados mais nas escolas tanto com alunos do Ensino Médio, como nos demais níveis de ensino, uma vez que podem auxiliar o aprendizado dos estudantes, bem como contribuir para a abordagem de conteúdos pelos professores.

Referências Bibliográficas:

- BORGES, A. Tarciso. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em ensino de ciências**, v. 2, n. 3, p. 207-266, 1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/628/417>>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- CIMER, Atilla. What makes biology learning difficult and effective: Students' views. **Educational Research and Reviews**, v. 7, n. 3, p. 61-71, 2012. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1379665422_Cimer.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.
- CLEMENT, John. Model based learning as a key research area/ for science education. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 9, p. 1041-1053, 2000. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1080/095006900416901>>. Acesso em: 09 mai. 2018.
- DUSO, Leandro; CLEMENT, Luiz; PEREIRA, Patricia Barbosa; FILHO ALVES, José de Pinho. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983->

21172013000200029&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 09 mai. 2018.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química nova na escola**, v. 28, p. 32-36, 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

FILHA, Raimunda Trajano da Silva; SILVA, Artemisa Amorim da; FREITAS, Silvia Regina Sampaio. Uma alternativa didática às aulas tradicionais de ciências: aprendizagem colaborativa e modelização aplicadas ao ensino do sistema urinário. **Cadernos de Educação**, v. 15, n. 31, p. 87-105, 2016. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/cadernosdeeducacao/article/view/7071>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

GILBERT, John K. Models and modelling: Routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 2, p.115-130, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/John_Gilbert7/publication/225956969_Models_and_Modelling_Routes_to_More_Authentic_Science_Education/links/00b7d51e97b4c748d3000000/Models-and-Modelling-Routes-to-More-Authentic-Science-Education.pdf?origin=publication_detail>. Acesso: 10 mar. 2019.

JUNIOR, Josival P. Araújo; GALVÃO, Gabriella A. S.; MAREGA, Patricia; BAPTISTA, Josemberg S.; BEBER, Eduardo H.; SEYFERT, Carlos E.. Desafio anatômico: uma metodologia capaz de auxiliar no aprendizado de anatomia. **Revista Faculdade de Medicina Ribeirão Preto**, v. 47, n. 1, p. 62-68, 2014. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/80100/83980>>. Acesso em: 09 mai. 2018.

JÚNIOR, Airton José Vinholi; GOBARA, Shirley Takeco. Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 450-475, 2016. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_3_8_ex961.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

KNUUTTILA, Tarja. **Models as epistemic artefacts: Toward a non-representationalist account of scientific representation**. Helsinki, Finland: University of Helsinki, 2005.

KRAPAS, Sonia; QUEIROZ, Glória; COLINVAUX, Dominique. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 185-202, 1997. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/627/416>>. Acesso em: 09 maio. 2018.

LAZZARONI, Alberto Alexandre; TEIXEIRA, Gerlinde Agate Platais Brasil. Construção e aplicação de um modelo tridimensional como recurso didático para o ensino de síntese proteica. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 15, n. 2, p. 36-48, 2017. Disponível em: <<http://www.bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/742>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

LIESENFELD, Vanessa; ARFELLI, Vanessa Cristina; SILVA, Thomas Machado da; DE OLIVEIRA, Juliana Moreira Prudente. Fotossíntese: utilização de um modelo didático interativo para o processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, p. 9-26, 2015. Disponível em:

<<http://oaji.net/articles/2015/1715-1438692851.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2018.

MARTINS, Isabel Cristina Pinto; BRAGA, Petrônio Emanuel Timbó. Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 16, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.uvanet.br/essentia/index.php/revistaessentia/article/view/27>>. Acesso em: 04 set. 2019.

MEIRA, Míriam dos Santos; GUERRA, Leonan; CARPILOVSKY, Cristiane Köhler; RUPPENTHAL, Raquel; ASTARITA, Kélen de Barcelos; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina. Intervenção com modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem do desenvolvimento embrionário humano: uma contribuição para a formação de licenciados em ciências biológicas. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 2, p. 301-311, 2015. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/4675/467546186014/>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil; EL-HANI, Charbel N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné Episteme y Didaxis TED**, n. 30, p. 11-125, 2011. Disponível em: <<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1102/1109>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

MOTA, Maria Sebastiana Gomes; PEREIRA, Francisca Elisa de Lima. Processo de construção do conhecimento e desenvolvimento mental do indivíduo. **Disponível no site:** <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/tcc_desenvolvimento.pdf>. **Acessado em 04 set 2019**, v. 1, 2014.

MOUL, Renato Araújo Torres de Melo; SILVA, Flávia Carolina Lins da. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID352/v12_n2_a2017.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2019.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016. Disponível em: <<https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

OH, Phil Seok; OH, Sung Jin. What teachers of science need to know about models: an overview. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 8, p. 1109-1130, 2011. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>>. Acesso em: 09 mai. 2018.

ORLANDO, Tereza Cristina; LIMA, Adriene Ribeiro; SILVA, Ariadne Mendes da; FUZISSAKI, Carolina Nakau; RAMOS, Cíntia Lacerda; MACHADO, Daisy; FERNANDES, Fabrício Freitas; LORENZI, Jílio César C.; DE LIMA, Marisa Aparecida; GARDIM, Sueli; BARBOSA, Valéria Cintra; DE A. Thales; TRÉZ. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009. Disponível em: <<http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33/29>>. Acesso em: 09 mai. 2018.

ORTEGA, Neuza; DE OLIVEIRA, Ailton Souza; CORREA, Willian Ayala; Das NEVES,

Silvia Cordeiro; DE OLIVEIRA, Rodrigo Juliano. Artigo Original: Práticas com cromossomos auxiliam na compreensão dos processos de mitose e meiose. **PECIBES**, 24-29, 2017. **Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde (PECIBES)**, v. 3, n. 1, p. 24-29, 2017. Disponível em: < <http://www.desafioonline.ufms.br/index.php/pecibes/article/view/5259/3979>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

PAGANINI, Paula; JUSTI, Rosária da Silva; MOZZER, Nilmara Braga. Mediadores na construção do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 4, p. 1019-1036, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6098/1/ARTIGO_MediadoresCoconst ru%C3%A7%C3%A3oConhecimento.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SILVA, Edirce Elias; FERBONIO, Jaquiele Thayane Gadelha; MACHADO, Nadja Gomes; SENRA, Ronaldo Eustáquio Feitosa; DE CAMPOS, Arnaldo Golçalves. O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 9, n. 9, p. 65-75, 2014. Disponível em: < <http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcext/article/view/1404>> Acesso em: 07 mar. 2019.

SILVA, Artemisa Amorim da; FILHA, Raimunda Trajano da Silva; FREITAS, Silvia Regina Sampaio. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016. Disponível em: < <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2174>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SILVA, Yslaíny Araújo; JÚNIOR, Edivaldo Xavier da Silva; SILVA, Bruno Nery da; RODRIGUES, Gabriella Pereira; DE SOUSA, Gabriella Oliveira; NOVAES, Wbinayara Alves; SHIOSAKI, Ricardo Kenji; SILVA, Tarcísio Fulgêncio Alves da; SCHWINGEL, Paulo A. Confecção de modelo neuroanatômico funcional como alternativa de ensino e aprendizagem para a disciplina de neuroanatomia. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 3, p. 1674-1688, 2017. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6202866>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SILVA, Tiago Rodrigues da; SILVA, Bruna Rodrigues da; SILVA, Bruna Maria Prado da. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema**, v. 15, n. 4, p. 1376-1386, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1024>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SOUZA, Aniele Poersch Schröpfer de; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. A construção de modelos didáticos: ensinando meiose na disciplina de Biologia do Ensino Médio. **Ciência em Tela**, v. 10, n. 2, p. 1-11, 2017. Disponível em: < <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/1002sa2.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

SOUZA, Maria Aparecida Elias de; LEAL-BRITO, Igor; DAS NEVES Silvia Cordeiro; OLIVEIRA, Rodrigo Juliano. Artigo Original: Modelos cromossômicos auxiliam o estudo da mitose e da meiose. **PECIBES**, v. 2, p. 77-83, 2017. **Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde (PECIBES)**, v. 3, n. 2, 2017. Disponível em: < <http://www.trilhasdahistoria.ufms.br/index.php/pecibes/article/view/5266/3988>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

TEKKAYA, Ceren; ÖZKAN, Özlem; SUNGUR, Semra. Biology concepts perceived as

difficult by Turkish high school students. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, v. 21, n. 21, p. 145-150, 2001. Disponível em: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/87982>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

VAN DRIEL, Jan H.; VERLOOP, Nico. Teachers' knowledge of models and modelling in science. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 11, p. 1141-1153, 2010. Disponível em: <<http://sci-hub.tw/http://dx.doi.org/10.1080/095006999290110>>. Acessado em: 09 mai. 2018.

APÊNDICES

Apêndice 1: Questionário

Questionário aplicado durante a intervenção

Data: ____/____/____

- 1) A meiose é dividida em duas etapas. Quais são as etapas que você conhece? O que é característico de cada uma delas?

- 2) O que vem a ser a meiose?

- 3) Uma célula com seis cromossomos sofreu meiose, ao final da mesma geramos 4 células com quantos cromossomos cada?

- 4) Ao final da meiose, vamos gerar 4 células geneticamente iguais. Essa afirmativa está correta? Justifique sua resposta com base nos seus conhecimentos sobre a meiose.

- 5) Nos processos de divisão celular, vemos termos como cromossomo, cromátides irmãs, cromossomos homólogos, célula haploide e célula diploide. Sobre esses termos esquematize, ou seja, mostre através de desenhos o que seria cada um desses termos.

Cromossomo	Cromátides irmãs	Cromossomos homólogos	Célula haploide	Célula diploide

Redija uma breve explicação sobre cada um de seus desenhos.

Apêndice 2: Questionário

- 1) A meiose é dividida em duas etapas. Quais são as etapas que você conhece? O que é característico de cada uma delas?

2) O que vem a ser a meiose?

3) Uma célula com seis cromossomos sofreu meiose, ao final da mesma geramos 4 células com quantos cromossomos cada?

4) Ao final da meiose, vamos gerar 4 células geneticamente iguais. Essa afirmativa está correta? Justifique sua resposta com base nos seus conhecimentos sobre a meiose.

5) Nos processos de divisão celular, vemos termos como cromossomo, cromátides irmãs, cromossomos homólogos, célula haploide e célula diploide. Sobre esses termos esquematize, ou seja, mostre através de desenhos o que seria cada um desses termos.

Cromossomo	Cromátides irmãs	Cromossomos homólogos	Célula haploide	Célula diploide

Redija uma breve explicação sobre cada um de seus desenhos.

6) Você considera que a montagem e o manuseio do material auxiliaram no aprendizado do conteúdo? Justifique sua resposta.