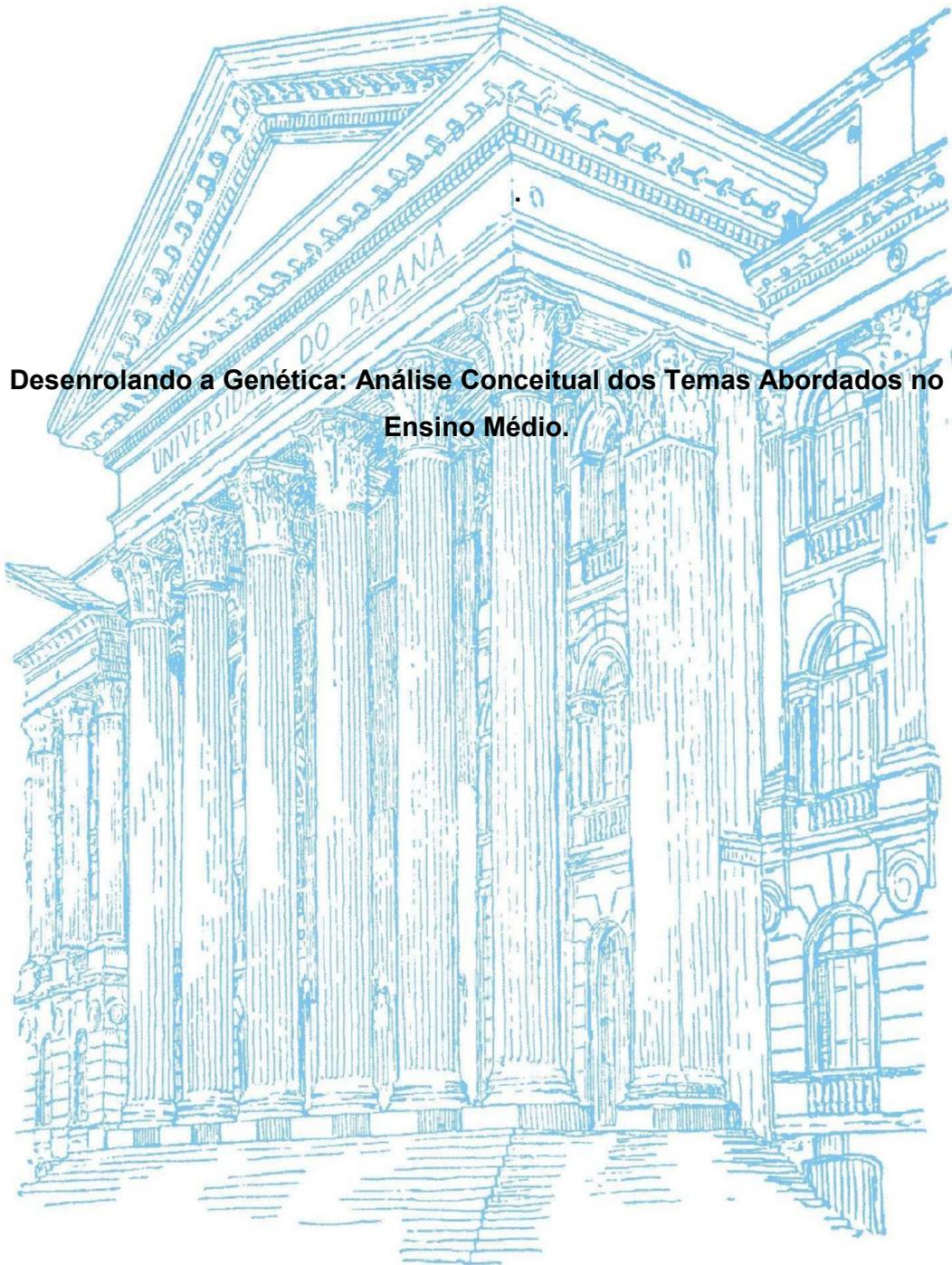


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



Desenrolando a Genética: Análise Conceitual dos Temas Abordados no Ensino Médio.

CURITIBA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
MAÍRA ALEXANDRE PERES

**Desenrolando a Genética: Análise Conceitual dos Temas
Abordados no Ensino Médio.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná como requisito à obtenção do título do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Lupe Furtado Alle.

Coorientadora: Fernanda Pacheco Fernandes

CURITIBA
2017

Aos meus pais, por todo incentivo, amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, e por ser minha maior força.

Agradeço aos meus pais, por todo amor, dedicação, suporte e por terem apoiado desde o primeiro instante a minha escolha de morar longe e de ser uma professora bióloga. Obrigada por acreditarem em mim, e por terem me mostrado que o esforço para conquistarmos o que queremos vale muito a pena. E agradeço aos meus irmãos Pedro, Matheus e Marcos, por toda a parceria e brigas em todas as férias.

Agradeço aos meus segundos pais, Alice e Jovenildo, por terem me adotado nesses seis anos de graduação, pelos conselhos, pela preocupação e por todos os dias deixarem sua porta aberta para mim, seja para um café rápido ou uma hóspede quase definitiva.

Agradeço muito à minha orientadora Lupe Furtado Alle, por ter me acolhido tão bem em sua equipe. Obrigada pelos ensinamentos, pela oportunidade e por me mostrar o quanto podemos mudar na educação. Espero continuar fazendo parte dessa equipe nos próximos passos que estão por vir.

Agradeço a Fernanda Pacheco, por ter me aceitado em seu projeto, e por toda ajuda sempre que necessário.

Agradeço a todos os meus amigos desses longos anos, Angela, Bianca, Ingrid, Matheus e Vinícius, obrigada e parabéns para nós por termos completado esses 12 semestres juntos. Amanda, Anankha, Juliane e Patricia obrigada pelos últimos anos mais loucos do curso.

E agradeço as duas ONGs que me ajudaram a descobrir o amor por lecionar, “Vai Cair na Prova?” e “Em Ação”. Obrigada pela oportunidade de transmitir um pouco do conhecimento de Biologia que tenho. E por mostrarem que ainda existem atos de solidariedade, e que pessoas boas ainda se unem. E obrigada aos meus alunos pelo apoio, mesmo estando desesperados com os vestibulares tiveram paciência com o meu desespero durante o TCC.

E por fim agradeço a todos os professores que passaram pela minha formação até agora. Graças a cada um em breve poderei chamar a todos de companheiros de profissão!

RESUMO

O presente estudo visa contribuir na área de formação continuada dos professores de Biologia, através da análise conceitual dos conceitos abordados no ensino médio e das variadas metodologias disponíveis para o ensino de genética. Temas relacionados a genética vêm sofrendo modificações com o avanço das pesquisas, sendo necessária a oferta de oficinas de formação continuada pelas Universidades. Para o levantamento de dados foi elaborada uma oficina didática aberta a professores de biologia das redes pública e privada de ensino. Questionários diagnósticos foram utilizados antes e após a participação dos professores. Os dados obtidos foram analisados qualitativamente e quantitativamente para ser feita a análise da efetividade dos recursos didáticos oferecidos pela oficina. Em cada encontro foi utilizado um recurso didático relacionado a um dos conceitos básicos da genética, demonstrando formas alternativas de abordar estes conteúdos. A Genética é um dos temas estruturantes da Biologia sendo necessário o domínio de conceitos como “Genoma”, “Código Genético”, “Alelo” e demais conceitos fundamentais para o ensino de biologia. Dentre os conteúdos básicos abordados no questionário, foram encontrados erros conceituais antes e após a oficina, indicando que o problema está além do tipo de recurso didático utilizado, mas reflete a falta de preparação dos professores que cometeram erros conceituais básicos. A revisão dos currículos de licenciatura e a oferta de cursos de formação continuada são possíveis métodos que podem ser adotados pelas Universidades para sanar os problemas de erros conceituais e atualização dos professores.

ABSTRACT

The present study aims to contribute in the area of continuing formation of Biology Teachers, through the conceptual analysis of concepts covered in middle school and the various methodologies available for the teaching of genetics. Topics related to genetics are suffering changes with the advancement of research, being necessary to offer workshops for continuing education by universities. For the collection of data was elaborated a didactic workshop open to biology teachers from private and public schools. Questionnaires diagnoses were used before and after the participation of teachers. The data obtained were analyzed qualitatively and quantitatively to be made the analysis of the effectiveness of teaching resources offered by the workshop. In each meeting was used a didactic resource related to one of the basic concepts of genetics, demonstrating alternative ways of addressing these contents. Genetics is one of the fundamental themes of biology being necessary to the field of concepts such as "Genome, "genetic code", "allele" and other fundamental concepts for the teaching of biology. Among the basic content addressed in the questionnaire, conceptual errors were found before and after the workshop, indicating that the problem is in addition to the type of teaching resource used, but reflects the lack of preparation of teachers who have committed the basic conceptual errors. The revision of the curricula of graduate and the provision of continuing training courses are possible methods which may be adopted, by universities to remedy the problems of conceptual errors and updating of teachers.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| TABELA 1: Cálculo entre médias por questão através do MannWhitney..... | 16 |
| TABELA 2 – Comparação entre respostas da questão número 1, antes e depois da oficina..... | 17 |
| TABELA 3 – Comparação entre respostas da questão número 2, antes e depois da oficina..... | 18 |
| TABELA 4 – Comparação entre respostas da questão número 3, antes e depois da oficina..... | 20 |
| TABELA 5 - Comparação entre respostas da questão número 4, antes e depois da oficina..... | 21 |
| Tabela 6 – Comparação entre respostas da questão número 5, antes e depois da oficina..... | 22 |
| TABELA 7 – Comparação entre respostas da questão número 6, antes e depois da oficina..... | 24 |
| TABELA 8 – Comparação entre respostas da questão número 7, antes e depois da oficina..... | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 09 |
| 1.1 Ensino de Biologia..... | 09 |
| 1.2 Ensino de Genética..... | 09 |
| 1.3 Formação dos Docentes..... | 10 |
| 1.1.3 Dificuldades no Ensino de Genética..... | 10 |
| 1.4 Recursos Didáticos no Ensino de Genética..... | 11 |
| 2 OBJETIVOS..... | 13 |
| 2.1 Gerais..... | 13 |
| 2.2 Específico..... | 13 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 14 |
| 3.1 Oficina “Desenrolando a Genética”..... | 14 |
| 3.2 Materiais Didáticos..... | 14 |
| 3.3 Obtenção dos Dados – Questionário Diagnóstico..... | 15 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 16 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 27 |
| 6 ANEXOS..... | 30 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 31 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 Ensino de biologia

Os conhecimentos biológicos nos permitem acompanhar os acontecimentos que surgem a cada dia relacionados a vários temas da Biologia, nos noticiários, em jornais, revistas e televisão e opinar sobre eles (CASAGRANDE, 2006). Temas relativos à área de conhecimento, abordados pelos meios de comunicação, levam o professor a precisar se adequar de maneira que possibilite ao aluno relacionar essas informações com a realidade, desenvolvendo um pensamento científico (BRASIL, 2006).

Um ensino pautado pela memorização de denominações e conceitos, pela reprodução de regras e processos, como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos, contribui para a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com os diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo (BRASIL, 2006).

A concepção de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem fazer parte da formação do cidadão, é acentuado conforme a ciência perde seu caráter de neutralidade e passa a ser debatida pela sociedade (MOURA *et al.*, 2013). Segundo Krasilchik (2000) a compreensão do ensino de biologia possibilita ao aluno assimilar, refletir, criticar e aprofundar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos e a entender a importância dos mesmos na construção de tecnologia que irão gerar produtos que beneficiarão a sociedade.

1.2 Ensino de genética

A genética é uma das áreas básicas das ciências biológicas, portanto fundamental para explicar diversos preceitos relacionados a outros ramos da biologia (JUSTINA e RIPPEL, 2003). É o eixo da Biologia responsável pelo estudo do mecanismo de transmissão de caracteres de uma espécie através das suas gerações, ou seja, a ciência da hereditariedade. No período do Ensino Médio, os principais temas abordados são os processos básicos de transmissão hereditária, as alterações que ocorrem durante a transmissão

dessas características, a importância da hereditariedade na constituição dos seres vivos e as tecnologias relacionadas à genética (MOURA, *et. al*, 2013).

Para um indivíduo desenvolver opiniões a respeito das novas tecnologias da genética, ele precisa ser alfabetizado cientificamente e tecnicamente (JUSTINA e RIPPEL, 2003). O entendimento das novas tecnologias da área da genética está diretamente relacionado ao domínio do conhecimento de conceitos básicos como: gene; ácidos nucleicos; divisão celular; cromossomo e expressão gênica (JUSTINA, 2001).

1.3 Formação dos docentes

Conteúdos ligados à Genética tem despertado grande interesse por parte dos estudantes, que frequentemente, recebem informações distorcidas através da mídia. Por consequência surgem questionamentos dos alunos, que leva os professores a procurarem fontes para se atualizar e sanar as dúvidas expostas. No entanto, muitos docentes não se sentem preparados para lidar com temas ligados a novas abordagens da Genética (tecnologia do DNA recombinante, clonagem, transgênicos), sendo esses os temas apontados como os de maior grau de dificuldade para seu trabalho pedagógico. (LEITE, 2004).

Em sua dissertação, Scheid (2001) realizou uma pesquisa com alunos do curso de graduação do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UNIJUI, e observou que estes alunos se sentem inseguros para ensinar genética. Segundo o autor, essa insegurança está relacionada ao modo como a ciência é apresentada durante a graduação, de maneira estática, o que leva a genética a ser um desafio por se tratar de conteúdos que estão em constante avanço.

1.3.1. Dificuldades no ensino de genética

O ensino de ciências e biologia, principalmente em relação a conteúdos com grande quantidade de conceitos, como genética, são transmitidos de maneira técnica e racional. A atividade do docente é guiada pela racionalidade técnica objetiva a solução de problemas mediante a aplicação rigorosa de teorias e técnicas científicas (CARVALHO, 2002). Sendo assim, existe a

priorização da transmissão de conteúdos de uma maneira unilateral sem uma reflexão envolvendo tanto professores como estudantes.

Vilas-Boas (2006) afirma que, as grandes alterações que ocorreram no campo científico biológico, entre essas a genética, geraram uma grande quantidade de informações, que nem sempre são abordadas de maneira correta e atualizada nos livros didáticos adotados no ensino médio.

A utilização do livro didático como única fonte de obtenção de conhecimento para o ensino de genética também é um exemplo do modelo Tradicional de Ensino, levando alunos e professores a uma visão simplista dos conteúdos. Os conceitos são abordados de forma direta e sem levar em consideração o contexto histórico dos temas. A genética, por possuir temas que estão em constante descoberta e desenvolvimento, necessita de atualização dos conceitos para que não sejam transmitidos de maneira equivocada ou desatualizada. (SETÚVAL e BEJANARO, 2009).

Estudos demonstram que a disciplina de genética é difícil de aprender, mesmo se tratando de alunos que concluem o ensino médio e são aprovados em cursos de biologia (WOOD-ROBINSON *et al.*, 2005). Essas dificuldades estão relacionadas à maneira como a disciplina é ministrada, a acessibilidade do conteúdo e a clareza para tornar a aprendizagem significativa (CID e NETO, 2005).

1.4 Recursos Didáticos no Ensino de Genética

Recursos lúdicos e didáticos são alternativas utilizadas para os que desejam sair de uma abordagem tradicional e trazer um contexto mais dinâmico para aulas de Ciências e Biologia (SANTOS *et al.*, 2016).

Professores de biologia, em formação inicial e continuada, relatam a necessidade de recursos didáticos que facilitem o processo de ensino e aprendizagem (JUSTINA e FERLA, 2006). Modelos didáticos são adotados para que ocorra relação entre a abstração dos conteúdos e os dados empíricos (PIETROCOLA, 2001).

Segundo Krasilchik (2004) os modelos didáticos são um dos recursos mais adotados no ensino de biologia, por permitirem a demonstração de

estruturas em três dimensões. O autor também ressalta o grande potencial que os recursos didáticos apresentam para gerar discussões, possibilitando uma base para inserção de novos conceitos e facilitando seu entendimento.

As utilizações de metodologias variadas, como práticas de laboratório e modelos didáticos, são alternativas de recursos para diversificar as aulas e facilitar o processo de ensino aprendizagem (CARBONI e SOARES, 2007). Brandão-Acedo (2000) defende que a utilização de modelos didáticos para o ensino de genética facilita a compreensão dos processos e conceitos.

Em um jogo, a carga informativa pode ser significativamente maior, a necessidade de maior atenção para a compreensão mantém o interesse do aluno (FALKEMBACH, 2007), promovendo a retenção da informação e facilitando a aprendizagem. Logo, uma atividade lúdica tem a capacidade de ser um recurso facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

As atividades lúdicas estimulam o aluno a sair da sua área de conforto aproximando-o do conteúdo teórico. Considerando que em uma aula expositiva muitas vezes o aluno adota uma postura passiva, as atividades lúdicas otimizam sua compreensão, restabelecendo uma aprendizagem significativa, pois o aluno fica entusiasmado quando recebe a proposta de aprender de uma forma mais interativa e divertida. (CARVALHO, 1999; CAMPOS *et al.*, 2003).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

- Identificar e analisar as falhas apresentadas pelos professores da rede pública e privada em relação aos conceitos de temas da genética aplicados ao ensino médio e verificar a eficiência de uma oficina de recursos alternativos para a compreensão destes conceitos.

2.2 Específicos

- Analisar a eficácia da oficina de genética - *Desenrolando a Genética* -, abordando os temas aplicados no ensino médio para professores de Biologia do Ensino Médio de escolas públicas e privadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Oficina “Desenrolando a Genética”

A oficina “Desenrolando a Genética” foi desenvolvida como parte de um trabalho de doutorado do Programa de Pós-graduação em Genética da UFPR. Foi elaborada visando atender professores de biologia da rede pública e privada de ensino, abordando os principais conceitos de genética presentes nas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio e dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Biologia para o ensino médio.

Para a divulgação da oficina foi produzido um *folder* digital contendo todas as informações do curso, seu objetivo e meio de inscrição para a oficina, e, posteriormente, foi distribuído para a comunidade de interesse. As inscrições foram realizadas pelo *site* do Laboratório de Educação Científica (LEC) do Programa de Pós-graduação em Genética da UFPR (<http://www.lec.ufpr.br/>).

Todas as aulas da oficina ocorreram no Departamento de Genética, instalado no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Os encontros aconteceram semanalmente, nos meses de Maio e Junho de 2017. As aulas foram ministradas pela Doutoranda Fernanda Pacheco, que é integrante do Laboratório de Educação Científica.

3.2. Materiais Didáticos

Para cada encontro foi elaborada uma intervenção didática visando a efetivação e complementação dos conteúdos abordados por aula. Os materiais didáticos apresentados variaram entre jogos didáticos, modelos didáticos e atividades que envolvem todo o grupo participante, buscando uma melhor aceitação dos temas e maior efetividade do conteúdo trabalhado.

Os materiais didáticos selecionados foram escolhidos de maneira que sejam produzidos com materiais de fácil acesso aos professores, de forma que seja viável a utilização em todas as redes de ensino e adequado a realidade das escolas. Para cada material didático foi disponibilizado um plano de aula com a instrução de aplicação relacionado com cada tema.

3.3. Obtenção dos dados – Questionário Diagnóstico

A obtenção dos dados foi realizada através de um Questionário Diagnóstico (ANEXO 1) aplicado antes do curso e após a conclusão do curso. O questionário foi desenvolvido com base nos conteúdos básicos de genética aplicados no ensino médio. Todas as questões foram dissertativas cada uma relacionada a um conceito da genética.

| QUESTÃO | CONCEITOS |
|----------------|--|
| 1 | -Genoma -Código Genético |
| 2 | -Síntese Proteica |
| 3 | -Meiose -Primeira Lei de Mendel |
| 4 | -Meiose |
| 5 | -Replicação -Quantidade de material genético |
| 6 | -Dominância -Recessividade -Codominância -Dominância Incompleta |
| 7 | -Definição de Alelo |
| 8 | -Herança Ligada ao Sexo |

QUADRO 01 - Conceitos abordados em cada pergunta do Questionário Diagnóstico.

3.4. Análise dos dados

Os dados foram analisados qualitativamente com a leitura dos questionários diagnósticos e foram feitas comparações entre as respostas anteriores e posteriores ao curso. Nesta análise qualitativa, para cada questão foi atribuída uma pontuação. Para cada questão a pontuação foi de 0 a 1,0 podendo ocorrer pontuações parciais para as respostas parcialmente corretas. Após a correção as questões foram analisadas isoladamente sendo feita a comparação entre as respostas anteriores e posteriores à oficina, com o intuito de verificar a efetividade dos recursos didáticos utilizados para cada tema.

Para a construção dos gráficos foram utilizadas as médias e notas atribuídas para cada questão. A comparação das médias foi realizada por meio do teste de MannWhitney.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados e pontuados 28 questionários diagnósticos respondidos no início do primeiro dia de oficina, e posteriormente, ao final do último dia foram analisadas as respostas de 16 questionários. As questões foram analisadas e pontuadas anteriormente e posteriormente à oficina, todas as questões foram pontuadas com valores de 0 a 1,0. As médias totais de todas as questões antes e após a oficina foram comparadas através do teste de Mann Whitney para a análise da significância das variações.

As questões 1 e 8 apresentaram tendência à significância, já as demais questões não apresentaram um valor significativo antes e após a oficina, de forma que não é possível avaliar as variações nas médias, pois podem ter ocorrido ao acaso. (Tabela 01).

TABELA 1: Cálculo entre médias por questão através do MannWhitney.

| MANN-WHITNEY | | | | | | | | |
|--------------|----------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Antes | 0,24 | 0,52 | 0,53 | 0,69 | 0,1 | 0,46 | 0,53 | 0,32 |
| Depois | 0,43 | 0,39 | 0,56 | 0,76 | 0,37 | 0,5 | 0,56 | 0,37 |
| p-value = | 0,06327* | 0,2241 | 0,8509 | 0,4195 | 0,07944 | 0,7422 | 0,7934 | 0,06861* |
| w= | 163 | 273 | 216 | 192,5 | 167,5 | 210,5 | 213 | 207,5 |

*Valores com tendência à significância

QUESTÃO 1- Quais as diferenças entre código genético e genoma?

A primeira questão aborda dois conceitos base da genética: genoma e código genético. Foi possível observar que anteriormente à oficina os conceitos eram mesclados e definidos de maneira incorreta. Genoma é definido como “conjunto completo de cromossomos (logo, de genes) de uma espécie” (SNUSTAD-SIMMONS, 2006) e Código Genético como “conjunto de 64

trincas de nucleotídeos que especificam 20 aminoácidos” (SNUSTAD-SIMMOSN, 2006).

A média de acertos da questão anterior à oficina foi 0,24 e posteriormente 0,43, e a análise das respostas revelou um aumento no entendimento dos conceitos. Após a aula inicial em que foram abordados os dois conceitos de maneira expositiva dialogada, foi possível observar a assimilação dos conceitos (TABELA 2).

TABELA 2 – Comparação entre respostas da questão número 1, antes e depois da oficina.

| ANTES | DEPOIS |
|---|---|
| <p>“O código genético é o conjunto de genes responsáveis por características específicas, já o genoma é o conjunto de todas as informações de um organismo. ”</p> | <p>“Código Genético: é a informação contida numa sequência de códons. Genoma: é o conjunto de genes encontrados em uma espécie. ”</p> |
| <p>“Código genético: é o conjunto de proteínas que podem ser formadas. Já o genoma seria o mapeamento de todos os genes do DNA. ”</p> | <p>“Código Genético: é a relação entre a sequência de bases no DNA e a sequência correspondente de aminoácidos. Já o genoma é o conjunto de genes de uma determinada espécie. “</p> |

Em relação aos erros conceituais Justina e Barradas (2003) apontam que professores de Biologia do Ensino médio ainda possuem e transmitem aos seus alunos, conceitos estáticos e errôneos contidos em livros didáticos. A autora afirma a necessidade de oficinas e cursos de formação continuada para professores, que atualizem os profissionais em temas que podem ser transmitidos através da mídia de forma equivocada. Notícias envolvendo o genoma humana ainda são transmitidas como “código genético humano”.

O resultado obtido com a oficina corrobora com Justina e Barradas (2003), uma vez que houve aumento na média de acertos na questão e os resultados estatísticos evidenciaram uma tendência de melhora nas respostas.

QUESTÃO 2 - *Como uma informação contida no DNA pode virar uma característica? Quais os processos celulares envolvidos?*

Os conceitos abordados na segunda questão envolvem o Dogma Central da Biologia, os professores deveriam explicar quais processos estão envolvidos para a que ocorra a “transformação” de uma informação contida no DNA em características expressas no organismo. Os processos envolvidos na leitura do DNA para traduzir a informação em características são Transcrição e Tradução. O processo de Transcrição é o responsável por transcrever a informação contida na fita de DNA para um RNA mensageiro. O RNA mensageiro por sua vez, no citoplasma, é traduzido para a produção de uma proteína, expressando a característica dos genes que foram transcritos e traduzidos (SNUSTAD-SIMMOSN, 2006).

Conforme mostra a Tabela 3, foi possível observar que os professores ainda associam a replicação do material genético aos processos de transcrição e tradução como dependentes. Ou ainda relacionam a expressão das características com a hereditariedade e com o processo de meiose, onde as expressões das características ocorrem apenas nas próximas gerações. Foi citado também a influência do meio para a expressão das características.

TABELA 3 – Comparação entre respostas da questão número 2, antes e depois da oficina.

| ANTES | DEPOIS |
|--|---|
| <p>“As informações contidas no DNA vira característica quando herdada de geração a geração. Processo de meiose e mitose estão envolvidos.”</p> <p>“Mitose, através da sequência.”</p> <p>“Através do código genético. Os processos: duplicação, transcrição e tradução.”</p> <p>“Por meio da replicação, transcrição e tradução. O RNA faz uma cópia do DNA a fim de levar a informação para fora do núcleo. Uma vez no citoplasma o RNA contendo a informação necessária para a síntese da característica observada.”</p> | <p>“O DNA passa pelo processo de transcrição, tradução e síntese proteica.”</p> <p>“Uma informação contida no DNA pode virar uma característica, através das divisões celulares envolvidas no processo de formação de novas células ou formação de gametas.”</p> <p>“Pelo processo de replicação do DNA, tradução, e transcrição, que codificam proteínas.”</p> |

Para abordar os assuntos na oficina foi utilizada como estratégia didática uma atividade lúdica envolvendo todo o grupo de professores. Através de uma fita de RNA mensageiro os professores traduziram a informação para uma proteína (AMABIS e MARTHO 1998). A atividade lúdica promoveu a participação de todos os professores no processo de teatralização da síntese proteica como proposto por Amabis e Martho (1998). Porém, não foi significativa no entendimento dos conceitos de tradução e transcrição, os autores também indicam a utilização do material individualmente, de maneira que cada participante realize a síntese da proteína, para testar a eficácia desse modo de intervenção o material pode ser reutilizado em próximas oficinas.

O mesmo material foi utilizado em salas de aula, após a aula expositiva sobre o conteúdo, com turmas do ensino médio, apresentando uma boa aceitação e bons resultados por parte dos alunos. Isso evidencia que o material em si e a oficina não são responsáveis pelo ensino dos conteúdos, mas sim formas alternativas de abordar os conceitos como adjuvantes do processo de ensino. Sendo assim, o pouco aproveitamento do material pode se dar pela falha nos conceitos apresentado pelos professores. Os resultados obtidos concordam com a descrição de Santos *et al.* (2016), que apontam a ludicidade como uma das partes importantes para a aprendizagem significativa, porém o conhecimento prévio dos participantes sobre os conteúdos é fundamental.

QUESTÃO 3 – 4 – 5

As questões 3, 4 e 5 foram analisadas juntas por abordarem conceitos que estão relacionados: Primeira Lei de Mendel e formação de gametas – Meiose.

3) Descreva a relação entre a Primeira Lei de Mendel e a meiose.

Os valores das médias para a questão 3 variaram de 0,53 para 0,56 antes e após a oficina, respectivamente. Para a correção dessa questão foram considerados valores parciais, uma vez que os professores descreveram a definição da Primeira Lei de Mendel e definição da meiose, porém não fizeram a relação entre os dois conceitos como solicitado no enunciado (Tabela 4).

Durante a Meiose I, para a formação das células haploides, os cromossomos homólogos são separados, de modo que ocorre a segregação de dois alelos, sendo assim cada alelo segregado para as novas células formadas. Ao postular sua Primeira Lei, Mendel utiliza a nomenclatura “fatores” para as características que sofrem a segregação. Portanto a Primeira Lei de Mendel postula que “Todas as características de um indivíduo são determinadas por fatores que segregam durante a formação dos gametas, sendo metade do pai e metade da mãe”. Logo a segregação dos alelos na Meiose I segregam de acordo com a Primeira Lei de Mendel, para a formação dos gametas (SNUSTAD-SIMMONS, 2006).

TABELA 4 – Comparação entre respostas da questão número 3, antes e depois da oficina.

| ANTES | DEPOIS |
|---|--|
| <p>“A primeira lei de Mendel diz que cada caráter é determinado por um par de fatores (genes) que se separam na formação dos gametas indo um fator do par para cada gameta; Já na meiose os gametas se formam a partir da divisão celular de uma célula, ou seja, pares de genes encontrados em cromossomos homólogos se separam.”</p> <p>“Não há relação entre a primeira lei de Mendel e a meiose.”</p> | <p>“A primeira lei de Mendel se relaciona com a meiose, pois cada característica é formada por um par de fatores (genes), que se separam para formar os gametas.”</p> <p>“A primeira Lei de Mendel explica a separação de alelos para a formação de gametas, que se originam pelo processo da meiose.”</p> |

Para abordar os conceitos de mitose e meiose foi proposta a utilização de modelos didáticos representando os cromossomos os cromossomos foram representados com massa de modelar para ser entendido quais eventos ocorrem com o material genético em cada fase das divisões celulares. Esse material também auxilia na resposta para a questão 5.

Com a massa de modelar os professores tiveram a oportunidade de simular a duplicação do material genético na fase S da interfase e as fases da mitose e meiose. Desse modo as fases deixam de ser apenas esquemas representados em livros didáticos para se tornarem estruturas concretas. Com a proposta didática indicada, de maneira simples, os professores podem, utilizando materiais acessíveis, aplicar em sala de aula para que os alunos construam o conhecimento. Justina e Ferla (2006) destacam a importância do

professor não se ater apenas ao uso do livro didático, mesmo com carência de equipamentos sofisticados, é possível realizar atividades práticas simples e que atendam o objetivo da aula.

4) Por que os gametas são haploides?

Os gametas são haploides, ou seja, possuem apenas um conjunto completo (N) de cromossomos, para que no processo de fecundação seja restaurado o número fundamental de cromossomo da espécie (diploides 2N), retornando a dois conjuntos completos de cromossomos (SNUSTAD-SIMMOSN, 2006).

Anteriormente a oficina, a questão número 4, referente ao motivo pelo qual os gametas são haploides, atingiu o maior índice de acerto (média 0,69). Após a oficina, a questão 4 permaneceu com a maior média (média 0,76). Ao serem questionados quanto ao motivo dos gametas serem haploides, as respostas variaram entre manutenção do número de cromossomos da espécie e o resultado do processo de meiose na divisão celular (Tabela 5)

TABELA 5 - Comparação entre respostas da questão número 4, antes e depois da oficina.

| ANTES | DEPOIS |
|---|---|
| <p>“Porque apresentam a metade do número de cromossomos, isto é, não tem o seu alelo.”</p> | <p>“Devido a divisão celular meiose, necessária para a manutenção do número de cromossomos na espécie quando ocorre encontro (óvulo e espermatozoide).”</p> |
| <p>“Os gametas são haploides porque carregam metade do número de cromossomos da espécie.”</p> | <p>Os gametas são haploides porque os cromossomos homólogos e as cromátides irmãs irão para células distintas durante a meiose.”</p> |

O conteúdo abordado na questão, de todos os conceitos abordados no questionário diagnóstico, por se tratar de um assunto bem definido e sem sofrer alterações com os avanços na área da ciência, já está bem assimilado e consolidado. A simulação da divisão celular com a massa de modelar, ao tirar da abstração da divisão celular, reforçou o processo de separação entre cromossomos homólogos e cromátides irmãs podendo, portanto, ser relacionado com as respostas mais completas após a oficina.

5) *Quantas moléculas de DNA existem em um cromossomo metafásico? E quantas fitas de DNA?*

O conteúdo abordado nessa questão é a quantidade de DNA em uma das fases da divisão celular. Durante a metáfase todos os cromossomos encontram-se duplicados, portanto existem 46 moléculas de DNA duplicadas, logo 92 fitas. (SNUSTAD-SIMMOSN, 2006).

O menor índice de acertos, anteriormente à oficina, foi observado na questão número 5, com a média total de 0,1 de nota. Após a oficina, a questão permaneceu com o menor índice de acerto (média 0,37).

Os professores apresentaram dificuldade para determinar a quantidade de DNA em um cromossomo metafásico. Antes da oficina muitos professores não diferenciaram “fita de DNA” de quantidade de cromossomos; e não conseguiram fazer a correlação entre a fase de síntese (S) da interfase, onde são formadas as cromátides irmãs, e o número de fitas de DNA (cromátides) duplica, mas se mantém o número de cromossomos (Tabela 6).

Tabela 6 – Comparação entre respostas da questão número 5, antes e depois da oficina.

| ANTES | DEPOIS |
|---|---------------|
| Milhões e moléculas de DNA. Somente duas fitas. | - |
| 92 cromossomos. | 4N e 4 fitas. |
| Metafásico – ao meio? – Cinquenta por cento – vinte e três cromossomos; apenas uma fita de DNA. | - |

Mesmo após a atividade prática com a massa de modelar, os professores não responderam corretamente. Foi possível observar que a quantidade de cromossomos presente na espécie é o conteúdo mais compreendido, ainda assim foram observadas respostas em que foi citado “milhões de moléculas de DNA” durante a metáfase, o que reforça a deficiência, nos professores, de conteúdos básicos.

QUESTÃO 6 e 8

6) *Defina recessividade, dominância, dominância incompleta e codominância.*

As questões 6 e 8 foram analisadas juntas por possuírem o mesmo conteúdo básico. Ambas estão relacionadas com herança de características, para a questão 6 heranças autossômicas e para a questão 8, duas doenças representando um tipo de herança ligada ao sexo e uma influenciada pelo sexo.

A sexta questão envolve os conceitos dos tipos de herança autossômicas que são abordados em nível de ensino médio. Para atingir a valor completo da questão os professores deveriam definir Recessividade, Dominância, Dominância Incompleta e Codominância.

Recessividade: Alelos recessivos são expressos apenas em indivíduos homocigotos (aa). Nas populações é encontrado em menor frequência em relação aos Dominantes (AA).

Dominância: Alelos dominantes são expressos em indivíduos homocigotos (AA) e heterocigotos (Aa), de maneira que a característica dominante sobressai a recessiva. Alelos dominantes são mais frequentes em populações comparados os recessivos (aa)

Codominância: A combinação dos alelos heterocigotos (Aa) expressa as duas características.

Dominância Incompleta: A combinação dos alelos heterocigotos (Aa) expressa um fenótipo intermediário.

Antes e após a oficina, os professores não apresentaram grande dificuldade nas definições e Recessividade e Dominância. Já os conceitos de Dominância Incompleta e Codominância foram confundidos com frequência, ou definidos erroneamente (Tabela 7)

TABELA 7 – Comparação entre respostas da questão número 6, antes e depois da oficina

| ANTES | DEPOIS |
|--|--|
| <p>“Recessividade: acontece quando determinado gene é composto por dois alelos recessivos, na presença de um alelo dominante temos a dominância. Dominância incompleta acontece quando alelos heterozigotos geram as duas características em um mesmo fenótipo, um exemplo seriam os bois malhados que apresentam no fenótipo tanto a característica dominante, quando a característica recessiva (preto e branco, malhado). No caso de codominância, temos alelos recessivos gerando um fenótipo de coloração branca, alelos dominantes gerando um fenótipo vermelho, e alelos heterozigotos gerando uma característica púrpura, ou seja, um genótipo que gera um fenótipo completamente diferente dos fenótipos descritos acima.”</p> <p>“Recessividade: são genes que expressam em homozigose (aa). Dominância: são genes que apresentam o genótipo em homozigose (AA) ou heterozigose (Aa), irá apresentar genes dominantes. Dominância Incompleta ou Codominância: Quando ocorre a combinação de genes e surge um fenótipo intermediário.”</p> | <p>“Recessividade: expressa-se apenas em homozigose (aa). Dominância: expressa-se em homozigose e heterozigose. Codominância: expressa-se em heterozigotos com uma combinação de fenótipos. Dominância Incompleta: -”.</p> <p>“Recessividade: são expressados em indivíduos homozigóticos (aa). Dominância: São expressados em indivíduos heterozigóticos (Aa). Codominância: - Dominância Incompleta: -”.</p> |

Para os conceitos de Primeira Lei de Mendel, Segunda Lei de Mendel e Fecundação foram realizadas duas intervenções nomeadas “Dança dos Cromossomos” e “Corrida de Espermatozoides” (PACHECO et al., 2017. Em redação).

Para a atividade “Dança dos Cromossomos” professores voluntários encenaram cromossomos que continham as formas alternativas alelos de cada gene. Com teatralização foi possível demonstrar a meiose, e a segregação dos alelos.

Para a atividade “Corrida de Espermatozoides” cada professor representou um espermatozoide, e carregava formas alternativas dos alelos A B e C e o flagelo. Em um ambiente aberto, ou na sala de aula com a mesas afastadas, os professores encenaram a fecundação. Um modelo de óvulo foi confeccionado e deixado no meio da sala, o espermatozoide vencedor foi o

professor que continha as formas de alelos A, B e C, e que se lembraram de retirar o flagelo do espermatozoide.

As representações permitiram rever os conceitos de meiose, para a formação de gametas, duplicação do material genético e a segregação de alelos. Nesta prática foi possível realizar a dedução da relação com a Primeira Lei de Mendel e a meiose.

Após a intervenção os professores relataram a diminuição na abstração dos conceitos.

Para trabalhar Ligação Gênica foi utilizado um jogo intitulado “Tá Ligado?” (CERQUEIRA et al., 2013), onde os professores após uma lista de dicas deveriam analisar uma possível ligação entre dois genes. Durante o jogo foi possível analisar a aplicação dos conteúdos e apresentou boa aceitação por parte dos professores. A montagem de genótipos a partir dos fenótipos e os resultados de cruzamentos foram apresentados corretamente nas equipes.

As atividades aplicadas nesse encontro novamente demonstraram a eficácia das intervenções didáticas ao serem analisadas durante a execução. Porém ao serem comparadas as respostas antes e após a oficina, foram mantidos os mesmos erros conceituais, demonstrando novamente que os recursos didáticos são ferramentas ricas para auxílio em sala de aula, porém é indispensável que os conteúdos estejam estabelecidos anteriormente.

8) *Ajude Bianca a resolver sua angústia:*

Ela foi ao médico e relatou o seguinte:

-Minha mãe não é hemofílica nem careca. Meu pai é hemofílico e careca. Meu tio é hemofílico, meu irmão é careca. Será que eu tenho chances de ser hemofílica ou careca?

Se você fosse o médico, o que responderia? Qual seria a base científica para a sua resposta como profissional?

Para a oitava questão os professores deveriam analisar um estudo de caso e depois de estruturar uma genealogia responder qual a probabilidade de a paciente possuir as características estudadas.

A Hemofilia é classificada na como uma Herança Ligada ao Cromossomo X, ou seja, o gene se encontra no cromossomo X, logo ela é mais observada em homens (por apresentarem apenas um cromossomo X e um Y). A chance de Bianca ser hemofílica é de 50%, porque seu pai é hemofílico, passando para ela o alelo para hemofilia. Considerando que seu tio é hemofílico, a mãe de Bianca é portadora do gene para hemofilia, portanto 50% de chance de transmitir o alelo dominante (normal) e 50 % de chance de transmitir o alelo recessivo (caracteriza hemofilia)

Para a Calvície Bianca também tem 50% de chance, por ser uma Herança Autossômica Influenciada pelo X, ou Herança Influenciada pelo Sexo, é uma herança autossômica dominante que tem influência do cromossomo X. Para as mulheres a presença de apenas um alelo dominante é necessário para que não ocorra a calvície (SNUSTAD, et al. 2006).

Os professores apresentaram dificuldade em montar o heredograma com as informações contidas no enunciado, o que impossibilitou responder à questão corretamente.

Após a oficina, houve uma tendência de aumento nas médias para a oitava questão, porém os professores continuaram sem apresentar o heredograma, apenas citando que tipo de herança está relacionada com os fenótipos apresentados.

QUESTÃO 7 - *O que é um alelo?*

O conteúdo abordado na sétima questão foi a definição de alelo – Forma alternativa de um gene que ocorre em determinado *locus* em um cromossomo (SNUSTAD-SIMMOSN, 2006). Esse conceito foi trabalhado em diversos encontros do curso, e utilizados em vários recursos didáticos.

As respostas anteriores à oficina demonstraram que os professores compreendiam os alelos como fragmentos de DNA representando um gene, ou apenas segmento de um cromossomo. Além das respostas simplificadas foram observadas respostas completamente incorretas, onde os professores definem alelo como cromossomo, ou apenas como letras que determinam uma característica (Tabela 8).

TABELA 8 – Comparação entre respostas da questão número 7, antes e depois da oficina

| ANTES | DEPOIS |
|---|---|
| <p>É a representação dos genes dominantes e recessivos.</p> <p>É um cromossomo alelo, ou gene alelo? Não lembro. Mas é quando um cromossomo na duplicação e liga ao seu par e mesma característica.</p> | <p>-</p> <p>Gene Alelo: gene que é encontrado em um mesmo locus do seu cromossomo homólogo.</p> |
| <p>Alelo são as letras que representa o gene.</p> | <p>Local que fica o gene.</p> |

O erro conceitual mesmo após a oficina, evidenciou a deficiência no entendimento de um termo essencial para os conteúdos básicos de genética. A definição de alelo foi apresentada em três encontros diferentes corroborando novamente com Santos *et al.*, (2016) quando afirma, em sua pesquisa sobre a ludicidade, que o material didático é uma alternativa de ensino que é necessária, porém com finalidade bem determinada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais disponibilizados aos professores atingiram o objetivo de demonstrar formas alternativas de trabalhar conteúdos. Para a questão de correção de conceitos, se faz necessário o planejamento de uma oficina de formação continuada destinada apenas à revisão dos conteúdos básicos da genética.

Os resultados obtidos nos questionários após a oficina podem estar sofrendo a influência da falta de dedicação dos professores para responder no último encontro. O número de ausentes no dia da aplicação do questionário também pode ser considerada, 57% dos professores que iniciaram a oficina não a acompanharam até o final.

O presente trabalho apresenta uma parcela dos resultados de uma pesquisa de doutorado com a linha de pesquisa voltada para a efetividade do uso de jogos didáticos, atividades práticas e demais alternativas para o ensino de genética.

A oficina foi elaborada para que os professores tivessem a oportunidade de compartilhar experiências do cotidiano escolar, e adquirir o conhecimento de novas alternativas para trabalhar os conteúdos de genética

que apresentam dificuldade de ensino e aprendizagem. Logo, por se tratar de uma oficina voltada para a demonstração desses modos alternativos de ensino, esperava-se que os participantes dominassem os conteúdos propostos, de maneira que fossem trabalhadas principalmente as novas metodologias e menos questões pontuais de conceitos.

As dificuldades apresentadas pelos professores participantes revelam a necessidade de cursos de formação continuada para professores das redes de ensino pública e privada, uma vez que, com todo o avanço tecnológico na área científica muitos professores acabam desatualizados, ou esquecem conceitos fundamentais para o ensino de genética.

Os erros conceituais que foram observados no questionário diagnóstico estão relacionados a conteúdos básicos presentes nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica. A manipulação genética é um dos conteúdos estruturantes no ensino de biologia, portando as definições de genoma e código genético; síntese proteica e expressão gênica; herança das características e divisão celular (BRASIL, 2008).

O presente trabalho possui uma visão prospectiva, os resultados obtidos na oficina demonstram a importância de estabelecer parceria entre Instituições de Ensino Superior e Escola de Educação Básica. Segundo Bonzanine (2011) é necessário aprofundar os laços entre universidades e instituições de ensino básico, de maneira que fica a cargo das Universidades serem provedoras de recursos que possibilitem a formação continuada de professores.

Além das parcerias entre as instituições de ensino, os currículos de licenciatura ofertados pelas Universidades, também precisam ser atualizados. De maneira que os formandos saiam da graduação preparados para a atuação dentro das salas de aula. E o retorno para a Universidade em oficinas não ocorra por falha nos conceitos, e sim para uma formação continuada. Setúval e Bejanaro (2000) afirmam a importância da produção de modelos didáticos já no ensino superior na formação inicial dos docentes, sendo essas práticas pouco executadas por professores formadores nas Universidades.

A Universidades como formadoras de professores, e como responsáveis pelas pesquisas e avanços nas áreas da ciência, necessitam criar meios de fazer com que cheguem até a educação básica e aos professores que já estão em sala essas novas informações. As oficinas de formação continuada atendem esse propósito de aproximar os professores ao meio acadêmico.

6. ANEXOS

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

- 1) Quais as diferenças entre código genético e genoma?
- 2) Como uma informação contida no DNA pode virar uma característica? Quais os processos celulares envolvidos?
- 3) Descreva a relação entre a Primeira Lei de Mendel e a meiose.
- 4) Por que os gametas são haploides?
- 5) Quantas moléculas de DNA existem em um cromossomo metafásico? E quantas fitas de DNA?
- 6) Defina recessividade, dominância, dominância incompleta e codominância.
- 7) O que é um alelo?
- 8) Ajude Bianca a resolver sua angústia:
Ela foi ao médico e relatou o seguinte:
-Minha mãe não é hemofílica nem careca. Meu pai é hemofílico e careca. Meu tio é hemofílico, meu irmão é careca. Será que eu tenho chances de ser hemofílica ou careca?
Se você fosse o médico, o que responderia? Qual seria a base científica para a sua resposta como profissional?

1. REFERÊNCIAS:

AMABIS, J.M. e MARTHO, G.T. 1998. Trabalhando Temas Fundamentais: Código Genético e Síntese de Proteínas. In: Temas de Biologia – Propostas para desenvolver em sala de aula. Universidade de São Paulo. 1998.

BRANDÃO, R. L., ACEDO M. D. P. 2000 Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon de lactose em bactérias. In: Congresso Nacional de Genética, 46. São Paulo, 2000. Genetics and Molecular Biology. 2000. v.3 n.23 p.179.

BONZANINI, T. K. 2011. Ensino de Temas da Genética Contemporânea: Análise das Contribuições de um Curso de Formação Continuada. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Área de Concentração Ensino de Ciências. Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”. 2011. Bauru. 260 p.

BRASIL. 2008. Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Biologia. Ministério da Educação. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. 2008.

BRASIL. 2006. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. 2006.

CAMPOS, L. M. L; BORTOLOTO, T. M; Felício, A. K. C. 2003 A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem Caderno dos núcleos de Ensino, 2003. v. 47, p. 47-60.

CARBONI, P. B.; SOARES, M. A. M. 2007. A Genética Molecular no Ensino Médio - The Molecular Genetic At High SchoolLevel. Disponível em: <http://www.gestoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf> Acesso em 01 nov. 2017.

CASAGRANDE, G.L. 2006. A genética humana no livro didático de biologia. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2006. 121p.

- CARVALHO, A. M. P. de. 2002. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 2002. v. 28, n. 2, p. 57-67.
- CERQUEIRA, B. R.S., SOBRINHO, I. S. J., PERIPATO, A. C. 2013. "TA LIGADO?" Uma Forma Lúdica de Aprender Ligação Gênica. In *Genética na Escola*. 2013. v.8 n.2 p132-145.
- CID, M., NETO, A. J. 2005. Dificuldades de Aprendizagem e Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: O Caso da Genética. In: VII Congresso - Enseñanza de Las Ciencias. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difa pr.pdf> Acessado: 15/11/2017
- FALKEMBACH, G.A.M. O Lúdico e os jogos educacionais. In: *Mídias Na Educação – Módulo 13*, 2007, Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf>. Acesso em: 01. nov. 2017.
- JUSTINA, L. A. D. Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- JUSTINA, L. A. D. e BARRADAS, C. M. 2003. As Opiniões sobre o Ensino de Genética numa Amostra de Professores de Biologia no Nível Médio. *Anais do IV ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- JUSTINA L. A. D., FERLA M. R. 2006. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arq Mudi. Maringá. Paraná*. 2006. v.10 n.2 p. 35-40.
- JUSTINA, L.A.D., RIPPEL, J.R. 2003. Ensino de genética: representação da ciência da hereditariedade no nível médio. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Cascavel. Paraná. 2003.
- KRASILCHIK, M. 2000. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. *São Paulo em Perspectiva*. São Paulo. 2000. v.14, n.1, p 85-93.

Krasilchick, M. 2004 Práticas do ensino de biologia. São Paulo: EDUSP. 2004.

LEITE, R.C.M. A Produção Coletiva do Conhecimento Científico: Um Exemplo no Ensino de Genética. Tese (Doutorado). Centro de Ciências da Educação – Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais. Universidade Federal de Santa Catarina. 2004. 219p.

MOURA, J., DEUS, M.S.M., GONÇALVES, N.M.N., PERON, A.P. 2013. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas do Brasil – breve relato e reflexão. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina. 2013. v. 34, n. 2, p. 167-174.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. 2001. Revista Investigação em ensino de ciências. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso: 10/11/2017.

SANTOS, W. H. L., PIN, J. C. D., SÁ-SILVA, J. R., PINHEIRO R. S. 2016. A ideia do lúdico como opção metodológica no ensino de Ciências e biologia: o que dizem os TCCs dos egressos do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande. 2016.

SETUVAL, F. A. R., e BEJANARO, N. R. R. 2009. Os Modelos Didáticos com Conteúdos de Genética e a sua Importância na Formação Inicial de Professores para o Ensino de Ciências e Biologia. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1751.pdf>> Acesso: 12/11/2017.

SNUSTAD, D.P. e SIMMONS, M.J. Fundamentos de Genética. 4° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, AS. 2006.

TEMP, D. S., SANTOS – BARTHOLOMEI. M. L. 2013 Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo – fenótipo. Revista

Electrónica de Investigación em Educación en Ciencias. INSS 1850 – 6666. 2013. p. 13-20.

VILAS-BOAS, A. 2006. Conceitos errôneos de genética em livros didáticos de ensino médio. Genética na Escola. Ribeirão Preto. 2006. V1, n.1, p 9-11.

WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J. e LEACH, J. 2000. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. Journal of Biological Education. 2000 vol. 35(1), p. 29-36.