



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR EUGÊNIO CARLOS STIELER
PROGRAMA DO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA AO ENSINO DE GENÉTICA TRANSMISSIONAL NO ENSINO MÉDIO

VANESSA MELATO DA SILVA

**TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL
2019**

VANESSA MELATO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA AO ENSINO DE
GENÉTICA TRANSMISSIONAL NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Waldo Pinheiro Troy

**TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586d Silva, Vanessa Melato da.

Desenvolvimento de jogo digital como ferramenta ao ensino de Genética Transmissional no Ensino Médio / Vanessa Melato da Silva. – Tangará da Serra: Unemat, 2019.

39f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Tangará da Serra/MT, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), 2019.

Orientação: Dr. Waldo Pinheiro Troy.

1. Jogos digitais no Ensino Médio. 2. Software para ensino. 3. Biologia I. Título.

CDD 371.397

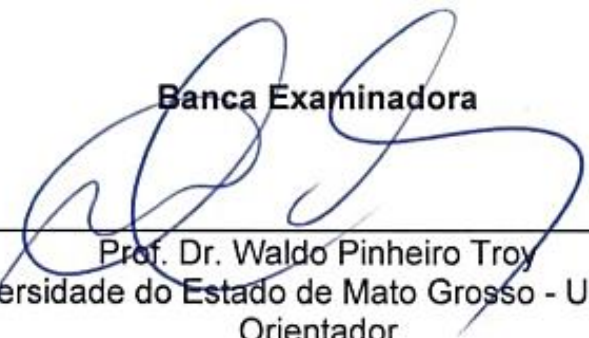
VANESSA MELATO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA AO ENSINO DE
GENÉTICA TRANSMISSIONAL NO ENSINO MÉDIO**

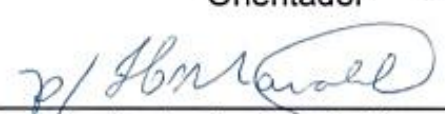
Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 26 de julho de 2019.

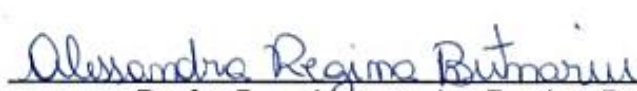
Banca Examinadora



Prof. Dr. Waldo Pinheiro Troy
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Orientador



Profa. Dra. Lenicy Lucas de Miranda Cerqueira
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Membro externo



Profa. Dra. Alessandra Regina Butnariu
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Membro interno

**TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL
2019**

Dedico este singelo trabalho à minha família e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o seu desenvolvimento!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pela força concedida durante toda essa caminhada.

À minha mãe, pelos conselhos e palavras de encorajamento. Ao meu pai, irmão, irmã e familiares, que de várias formas colaboraram para o meu crescimento pessoal e intelectual.

Ao meu orientador e amigo, por toda ajuda, paciência, atenção, compreensão e por todos os ensinamentos.

A todos os colegas da turma, professores e amigos que conquistei durante essa jornada.

Aos examinadores da banca, por todas as contribuições e sugestões para este trabalho.

À comissão do PROFBIO e CAPES por me proporcionarem esta rica experiência.

Àqueles que aqui não mencionei, mas que negativa ou positivamente colaboraram, obrigada!

RELATO DE EXPERIÊNCIA

No ano de 2017 estando prestes a ingressar em um dos mestrados ofertados pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus de Tangará da Serra, soube da vinda do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO para a universidade. Diante disso, vi a oportunidade de fazer parte de um programa voltado para a educação na área que escolhi atuar, sendo assim, decidi tentar o ingresso no PROFBIO.

Hoje, posso afirmar que não me arrependi da escolha, pois vejo a educação como uma chave para o sucesso, tanto pessoal quanto profissional, e fazer parte da construção do sucesso dos nossos estudantes, que sonham com um mundo melhor, é a maior gratificação que posso receber na profissão que escolhi exercer.

Durante essa caminhada, o PROFBIO em parceria com Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES me possibilitou vivenciar diversas experiências, desde a oportunidade de conhecer novas pessoas, compartilhar ideias e fazer novas amizades, até o aprofundar dos conhecimentos e o meu próprio aperfeiçoamento.

A experiência em conhecer novos colegas de trabalho foi enriquecedora, pois, possibilitou o compartilhamento de diversas realidades na vivência do cotidiano escolar, o conhecimento de novas estratégias, os erros e acertos na aplicação das práticas pedagógicas, além de uma diversidade de novas ideias para aprimorar o planejamento das minhas aulas. Além disso, foi possível contar com o auxílio de professores altamente capacitados e dispostos a colaborar no aperfeiçoamento de nossas práticas.

Outro ponto importante na edificação do nossos métodos, foi todo o material disponibilizado juntamente com as atividades sugeridas por meio do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), além das sequências didáticas com aplicação em sala de aula que permitiram contemplar o conteúdo teórico com atividades práticas que se tornaram marcantes para os estudantes do ensino médio e para nós professores ao constatar a eficácia de tais atividades no processo de aprendizagem.

Portanto, quero aqui expressar toda a minha gratidão a Comissão Nacional, Coordenação Local, Docentes e demais envolvidos durante esse processo, que foi sem dúvidas um passo marcante para o nosso aperfeiçoamento profissional.

“Quem acredita sempre alcança”

- Renato Russo

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Relação de fases do jogo com a delimitação de conteúdo e seus respectivos objetivos	28
Tabela 2. Roteiro do jogo	34

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Relação entre os termos abordados na genética e seus níveis de dificuldade	30
Figura 2. Relação entre termos inerentes da genética e seus níveis de dificuldade	31
Figura 3. Relação entre o gênero de jogos e o percentual de escolha dos discentes ..	33

SUMÁRIO

	Páginas
INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ARTIGO: Desenvolvimento de Jogo Digital como Ferramenta de Auxílio ao Ensino de Genética Transmissional no Ensino Médio	20
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	22
2.1 As Dificuldades Relacionadas ao Estudo da Genética	22
2.2 O Uso de Jogos Associados as Aulas	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Planejamento do Jogo	25
3.2 Desenvolvimento do Jogo	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Levantamento de Plataformas Disponíveis	27
4.2 Delimitação dos Conteúdos	28
4.3 Aplicação e Análise de Questionários	29
4.4 Roteiro do Jogo	34
5. CONSIDERAÇÕES	37
REFERÊNCIAS	38
CONCLUSÕES	40
APÊNDICE	41
ANEXOS	43

INTRODUÇÃO GERAL

Com o passar do tempo as tecnologias sofreram avanços e se tornaram cada vez mais acessíveis, a internet, por exemplo, como citam as autoras Kohn e Moraes (2007), se tornou um instrumento prático e barato que reúne importantes funções envolvendo tecnologia, informática e conhecimentos com aplicações voltadas principalmente ao mercado de trabalho. As mesmas autoras, ressaltam que há pouco tempo a tecnologia era vista como algo distante da realidade, porém agora, já vivemos na Era Digital.

Embora a inclusão digital no Brasil ainda seja um desafio, grande parte da população possui ao menos um celular, e este, é recheado de utilidades que não se restringem apenas ao fazer ou receber ligações. Essa inclusão é notória nos mais diversos campos da sociedade, a escola, não poderia ficar de fora.

No passado os professores contavam apenas com quadro e giz para a execução de suas aulas e com o auxílio de alguns livros como fonte de informações para atualizar-se. Como retrata Silva (2012), na escola tradicional presente até o fim do século XIX, a exposição dos conteúdos acontecia de forma verbal e sem muita relação com o cotidiano, tendo o professor como autoridade máxima. Hoje em dia, há uma infinidade de recursos audiovisuais que podem ser inseridos às práticas pedagógicas como: lousa digital, projetor de imagens, tabletes, computadores, entre outros. Além disso, a internet disponibiliza uma infinidade de informações de fácil acesso.

Essa acessibilidade à informação coloca aos professores uma responsabilidade maior no planejamento e execução de suas atividades pedagógicas, pois anteriormente, o professor que se preparava para ensinar e não dispunha de muita tecnologia para isso, ocupava uma posição de detentor do saber. Atualmente, imersos em toda tecnologia e acessibilidade à informação, tanto pelo professor quanto pelos estudantes, o professor deixa de ser o único detentor do saber e passa agora a ser um mediador do conhecimento, o que não diminui sua importância, pois, como afirma Dullius (2012), a inserção de instrumentos tecnológicos nas práticas pedagógicas é algo que merece muita reflexão visto que, devem ser utilizados para agregar conhecimentos e não apenas ocupar tempo vago. Sendo assim, o professor passa a ser caracterizado como um indivíduo com o papel fundamental de lapidar todo o conhecimento que os estudantes já levam para a sala

de aula e direcioná-los na busca e na construção de novos saberes com o uso de tais instrumentos. Desta forma,

Deseja-se um professor disposto a correr riscos e a investir em sua atualização. Subjacente a todos esses princípios e comportamentos, que visam reinventar a escola, tendo por norte padrões globalmente definidos, está a preocupação com o sucesso, com a eficiência, com a eficácia, com a produtividade, com a competitividade, com a qualidade na educação (MOREIRA E KRAMER, 2007).

Embora seja visível a necessidade de uma adaptação na execução das práticas pedagógicas, com a inclusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) às aulas, ainda há, em diversas instituições de ensino básico, profissionais da educação que se mostram resistentes a inserção dessas ferramentas de auxílio, e, na maioria das vezes isso ocorre, pois os mesmos apresentam algumas dificuldades no manuseio das TICs e necessitam de aperfeiçoamento.

De acordo com a pesquisa de Schuhmacher *et al.* (2017), que investigaram professores do ensino médio e superior por meio de questionários, 54,7% (cinquenta e quatro vírgula sete por cento) dos professores do ensino médio apresentam insegurança relacionada ao uso de computadores e seus recursos, tal fato, ilustra a limitação desses docentes na inserção das tecnologias em sala de aula. Dessa forma, a insegurança ou ainda a insistência em adotar apenas o modo tradicional de ensino, leva a um entrave na construção do saber, tornando as aulas rotineiras, monótonas, dispersas, além de dificultar o trabalho com as disciplinas mais complexas e abstratas. E, quando mencionamos o termo abstrato, dentro dos conteúdos abordados na biologia, a genética ganha destaque.

De acordo com Silva e Kalhil (2017) a genética no ensino médio tem sido abordada de forma muito superficial, isso devido as limitações apresentadas pelos próprios docentes enquanto lecionam, dessa forma, os conteúdos que envolvem a genética dentro da biologia acabam sendo por várias vezes considerados como um tema abstrato e de difícil compreensão pelos estudantes. Apesar de tais apontamentos, a abordagem desses temas no ensino básico é essencial, primeiro por ocupar uma posição central em toda a área biológica e segundo por ser um conteúdo que desperta diversos interesses humanos (GRIFFITHS *et al.*, 2008).

Dessa forma, notamos a necessidade de buscar alternativas que venham contribuir de forma significativa para o ensino, em meio às tecnologias que nos rodeiam, uma forma diferenciada de trabalhar esse conteúdo.

Diante de tais apontamentos, e levando em consideração os relatos que mostram as dificuldades dos alunos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, bem como os benefícios que as ferramentas lúdicas podem oferecer a esse processo, questiona-se: é possível o desenvolvimento de uma ferramenta digital, de caráter visual e interativo, que possa favorecer a assimilação de conteúdos de genética no ensino médio?

Pensando nisso, o presente trabalho faz um breve estudo das dificuldades dos estudantes relacionadas à Transmissão da Herança Genética e propõe o uso de uma ferramenta alternativa que venha auxiliar os professores durante suas aulas de biologia no ensino básico, e, ao mesmo tempo, o estudante, na construção autônoma do seu conhecimento dentro ou fora da sala de aula.

A ferramenta em questão, trata-se de um jogo digital que tem como objetivo trabalhar o tema Transmissão da Herança Genética, um tema considerado de difícil assimilação não apenas por estudantes do ensino básico, mas por aqueles que cursam a disciplina de genética no ensino superior.

As dificuldades relacionadas à Genética Transmissional, geralmente encontra-se imbricadas a dificuldade que o estudante encontra na aprendizagem da meiose. Dentro deste contexto há um desafio maior, pois, agora o aluno se vê diante de um tema abstrato para ele, que é a meiose, tendo que fazer a ligação com a genética, e ainda mais, relacionar as meioses 1 e 2 com a distribuição dos alelos no quadro de Punnett.

Pensando nessa inabilidade de correlação dos assuntos abordados pela genética, o jogo em questão, irá trazer ao estudante uma forma prazerosa de se manter atento ao contexto da meiose, a formação de gametas correlacionadas e ao quadro de Punnett, tão difundido em sala de aula.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A genética sob o ponto de vista dos autores Araújo e Gusmão (2017), apresenta alta relevância na construção do conhecimento dos estudantes, pois, se encontra totalmente ligada às questões éticas, culturais, sociais, políticas e humanas. É uma das áreas mais abrangentes e transdisciplinar dentro da biologia, exigindo interpretação, lógica e razão entre outras habilidades que orientam seus estudos (BORGES *et al.*, 2016). Apesar de tal importância, algumas inabilidades são encontradas na assimilação desse conteúdo.

A genética é, dentre outros, um tema no qual os alunos apresentam diversas dificuldades. De acordo com Temp e Bartholomei-Santos (2018), durante uma pesquisa realizada com professores de biologia do ensino médio, consideraram que os obstáculos na aprendizagem da genética estão ligadas ao excesso de terminologia e a relação com outros conteúdos e disciplinas que exige dos estudantes a habilidade de correlação. As autoras ainda destacam, que a forma errônea com que as concepções se difundem pelas mídias e conversas informais também são fatores que impedem a aprendizagem correta do conteúdo.

Moura *et al.* (2013), com base em relatos e reflexões sobre o ensino de biologia nas escolas públicas do Brasil, atribuem à dificuldade nos conteúdos de genética à precarização na formação dos professores, visto que, por possuírem elevada carga horária, os docentes não têm tempo hábil para o desenvolvimento de novas atividades que permitam o sucesso na aprendizagem.

Outras problemáticas ainda são pontuadas por Coelho *et al.* (2008), que destacam a dificuldade dos estudantes na compreensão dos resultados estatísticos envolvidos na disciplina, a falta de informações atualizadas trazidas pelos livros didáticos, além dos conceitos errôneos.

Paiva e Martins (2005), por meio de uma pesquisa realizada com alunos de terceiros anos do ensino médio, relatam ainda, que os alunos já apresentam uma bagagem de conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados pela genética, entretanto, existem incompreensões relacionadas aos assuntos que abordam principalmente: genética e hereditariedade, estrutura, organização e funcionalidade do material genético, além da notável incapacidade em relacionar conhecimentos científicos ao cotidiano.

As dificuldades relacionadas à genética não fazem parte apenas do cotidiano do aluno em sala de aula, por vezes, pode ser um desafio para os próprios acadêmicos, futuros professores do ensino básico, como foi relatado por Petrovich *et al.* (2014) em um trabalho desenvolvido com 71 (setenta e um) estudantes do curso de Ciências Biológicas em período de regência. De acordo com os autores, a genética foi a segunda classificada, com um percentual de 19,3% (dezenove vírgula três por cento), na lista de disciplinas mais difíceis de serem trabalhadas com os jovens da educação básica, perdendo apenas para a citologia. Quando indagados sobre o motivo, 32,3% (trinta e dois vírgula três por cento) dos acadêmicos justificaram a dificuldade afirmando ser um tema abstrato.

Informações semelhantes são encontradas no trabalho de Filho *et al.* (2018), onde, por meio da aplicação de questionários, constataram que grande parte dos estudantes do ensino médio apresentam dificuldades relacionadas as definições dos conceitos abordados pela genética, já os professores do ensino médio, alegaram ter sofrido uma defasagem teórica e prática durante a formação, além disso, foi possível verificar por meio da pesquisa que os graduandos do curso de biologia não demonstram muito interesse pela genética, e de acordo com os professores do ensino superior entrevistados, os acadêmicos já ingressam no curso com defasagem no conteúdo e mesmo após concluir a graduação não atingem índices satisfatórios.

Dados apresentados pela pesquisa de Rocha *et al.* (2016), mostram que 68% (sessenta e oito por cento) dos alunos entrevistados julgam os conteúdos de genética como complexos. Os autores ainda destacam que as aulas expositivas no ensino de genética geram bons resultados, embora os alunos precisem de novos estímulos para que a aprendizagem seja significativa, principalmente quando o conteúdo é visto com certo grau de complexidade.

Os novos estímulos destacados por Rocha *et al.* (2016), fazem referência ao uso de jogos didáticos como complemento das aulas expositivas. Tal ferramenta, desperta o entusiasmo e colabora para o progresso do aprendizado dos alunos, como expõe os autores Marques *et al.* (2016), que ao realizar aplicações de jogos relacionados à biologia celular, outro tema considerado abstrato pelos estudantes, relatam maior afinidade dos discentes com a disciplina, bem como um notável incentivo ao comportamento em grupo após a intervenção. Jann e Leite (2010), destacam ainda que os jogos para fins educacionais constituem ferramentas

práticas, que além de tudo, despertam a curiosidade e o desejo do aluno em aprender, promovendo o sucesso no processo de aprendizagem.

Adicionalmente, levando em consideração a disponibilidade de informações e o acesso dos alunos às tecnologias, os estímulos mencionados anteriormente também podem ser provocados pela inserção das novas TICs, que de acordo com Aguiar (2008), permitem ao aluno vivenciar experiências e construir o próprio conhecimento através da participação dinâmica com o auxílio do professor.

Dentre as diversas ferramentas imersas nas TICs, são utilizadas desde o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), como relata a experiência de Teixeira *et al.* (2017), até o uso de jogos digitais, jogos educacionais ou jogos sérios.

Os jogos sérios são uma classe de jogos que, por meio do entretenimento, auxiliam no treinamento de profissionais, na educação, saúde e comunicações estratégicas, pois envolvem atividades que educam e instruem, transmitindo conhecimentos e habilidades (ZYDA, 2005). Atualmente, a categoria de jogos sérios aliados à Realidade Virtual é caracterizada como uma importante ferramenta na simulação de práticas médicas, pois proporciona o estímulo das funções cognitivas, e, por se tratar de jogos com propósitos específicos, exigem a participação de um profissional da área atuando no planejamento (MACHADO *et al.*, 2011).

A busca de melhorias para o ensino é o que têm movimentado diversos trabalhos realizados por professores, como é afirmado no levantamento bibliográfico com enfoque ao ensino de genética para o ensino médio, realizado pelos autores Melo e Carmo (2009), onde 43,5% (quarenta e três vírgula cinco por cento) dos trabalhos analisados estavam voltados para a metodologia do ensino de genética e biologia molecular.

Levando em consideração que nem todas as escolas públicas dispõem de estrutura que auxilie o professor durante as aulas, além da escassez de instrumentos atrativos que despertem o interesse do aluno na construção do seu próprio conhecimento, é necessária a investigação de meios que contribuam para o ensino. Embora existam trabalhos que abordem o uso de tecnologias, dentre elas os jogos educacionais, ainda é notória a necessidade da inserção de tais práticas como ferramentas facilitadoras do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Além disso, é importante que as ferramentas produzidas, bem como o relato de sua construção e eficácia, fiquem disponíveis para que outros professores façam o uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Vértices**, Rio de Janeiro, v.10, n. 1, p. 63-71, 2008.
- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: Encontro Internacional de Formação de Professores, 10. Fórum Permanente Internacional de Inovação Educacional, 11. 2017, Aracaju.
- BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades de aprendizagem das Leis de Mendel por alunos do ensino médio de duas escolas de Manaus. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 5. Ponta Grossa: 2016. n. p.
- COELHO, R. T.; BAO, F.; CORRENTE, A. C. R.; ROSSI, A. A. B. Genética na escola: dificuldades dos docentes no processo ensino-aprendizagem em Sinop-MT. Congresso Brasileiro de Genética, 54. 2008, Salvador.
- DULLIUS, M. M. Tecnologias no ensino: por que e como?. **Caderno Pedagógico**. Lajeado, v. 9, n. 1, p. 111-118, 2012.
- FILHO, R. S.; ALLE, L. F.; LEME, D. M. Diagnosticando dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de genética nas escolas e universidades. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5. Olinda: 2018. n. p.
- GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROLL, S. B. **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- JANN, P. N.; LEITE, M.F. Jogos de DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciência e biologia. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010.
- KOHN, K.; MORAES, C. H. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da sociedade da informação e da sociedade digital. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA COMUNICAÇÃO, 15, 2007. Santos. p. 1-13.
- MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L. S.; COSTA, R. M. E. M. Serious Games baseados em Realidade Virtual para educação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.
- MARQUES, V. L. M.; TEÓFILO, F. B. S.; FEITOSA, R. A.; GALLÃO, M. I.; HISSA, D. C. Uso de jogos didáticos na aprendizagem em biologia celular: estudo antes e depois da explicação do conteúdo teórico. *Enebio*, 6. *Erebio Regional*, 3. 2016, Maringá.
- MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação**, Vitória da Conquista, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MOREIRA, A. F. B.; KRAMER, S. Contemporaneidade, Educação e Tecnologia. **Educação e Sociedade**. Campinas, v. 28, n. 100, p. 1037-1057, 2007.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; NEIVA, N. M.; PERON, A. P. Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. D. C. M. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de genética. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 07, n. 03, p.182-201, 2005.

PETROVICH, A. C. I.; ARAÚJO, M. F. F.; MONTENEGRO, L. A.; ROCHA, A. C. P.; PINTO, E. D. J. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. **Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, São Paulo, n. 7, p. 363-373, 2014.

ROCHA, M. L.; COSTA, F. J.; ANDRADE, M. S.; MARTINS, É. M. A utilização de jogos no ensino de genética: uma forma de favorecer os processos de ensino e aprendizagem. **Revista Tecer**, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, p. 106-116, 2016.

SCHUHMACHER, V. R. N.; FILHO, J. P. A.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

SILVA, A. P. O embate entre a pedagogia tradicional e a educação nova: políticas e práticas educacionais na escola primária catarinense (1911-1945). In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9, 2012. Caxias do Sul. p. 1-15.

SILVA, C. C.; KALHIL, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 23, n. 1, p. 125-140, 2017.

TEIXEIRA, L. C.; HENZ, G. L.; GUIMARÃES, A. A. O ambiente virtual de aprendizagem auxiliando no ensino de genética na educação básica. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 9, n. 19, p. 590-606, 2017.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de genética: a visão de professores de biologia. **Revista Científica Schola**. Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 83-85, 2018.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer Society**. California, v. 38, n. 9, p. 25-32, 2005.

**DESENVOLVIMENTO DE JOGO DIGITAL COMO FERRAMENTA AO ENSINO
DE GENÉTICA TRANSMISSIONAL NO ENSINO MÉDIO****DIGITAL GAME DEVELOPMENT AS A TOOL FOR TRANSMISSIONAL GENETIC
TEACHING IN HIGH SCHOOL****Vanessa Melato da Silva¹
Waldo Pinheiro Troy²****RESUMO**

Página | 20

O uso de jogos educativos nas diversas áreas de conhecimento tem se mostrado uma ferramenta que desperta a curiosidade e o interesse do estudante em aprender. Visto que diversas bibliografias têm abordado inúmeras dificuldades dos discentes de ensino médio referentes aos conteúdos de genética, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um jogo digital de caráter visual e interativo. Para isto, realizou-se um levantamento de plataformas disponíveis para a criação de jogos e a aplicação de questionário como ferramenta investigativa. Observou-se, portanto, que há uma escassez de ferramentas com características que facilitem seu manuseio, e, a aplicação dos questionários, apontou as dificuldades dos estudantes também mencionadas por outros autores em seus trabalhos. Desta forma, a presente pesquisa possibilitou a criação de um roteiro e o desenvolvimento de um jogo digital. Espera-se, que a utilização do jogo em questão possa proporcionar maior facilidade no processo ensino/aprendizagem e, conseqüentemente, um melhor desempenho dos estudantes. O jogo intitulado “Hereditarium” tem como público alvo estudantes do ensino médio. O gênero do jogo está caracterizado em ação e estratégia e delimitado em três fases, com níveis de dificuldade que vão de fácil à difícil a cada etapa. A utilização dessa ferramenta irá auxiliar no aprendizado dos estudantes de forma ativa e divertida, tornando mais concretos os conteúdos, podendo assim, atenuar as dificuldades do ensino de genética, que tem sido visto como algo entediante, maçante e abstrato, permitindo também, maior autonomia do estudante na construção do próprio conhecimento.

Palavras-chave: dificuldades de aprendizagem, hereditariedade, ludicidade no ensino.

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso. E-mail: vanessa.melato@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso. E-mail: waldotroy@unemat.br

ABSTRACT

The use of educational games in different areas of knowledge has proved to be a tool that stimulates the curiosity and interest of the student in the learning process. Since several bibliographies have addressed numerous difficulties from high school students regarding genetics content, the present project aimed to develop a digital game of visual and interactive character. For this, a survey to identify available platforms for creation of games and the application of a questionnaire as an investigative tool was carried out. Therefore, it was observed that there is a shortage of tools with characteristics that facilitate their handling, and the application of the questionnaires pointed out the difficulties of students also mentioned by other authors in their projects. Thus, this research enabled the creation of a script and the development of a digital game. It is hoped that the use of the game mentioned could provide greater ease in the teaching / learning process and, consequently, better student performance. The game entitled "Hereditarium" targets high school students. The game genre is characterized in action and strategy and delimited in three phases, with difficulty levels ranging from easy to difficult at each stage. The use of this tool will help students learn in an active and fun way, making the contents more concrete, thus reducing the difficulties of teaching genetics, which has been seen as boring, dull and abstract, allowing for greater autonomy of the student in the construction of his own knowledge.

Página | 21

Keywords: learning issues, heredity, playfulness in teaching.

1 INTRODUÇÃO

Imersos nas tecnologias e no fácil acesso a informação, vivemos na educação um momento de inovação das práticas pedagógicas, de forma que, nos é permitido a utilização de ferramentas atualmente disponíveis a favor de nossas aulas, buscando assim, despertar o interesse dos estudantes incentivando-os a se tornarem protagonistas do próprio conhecimento.

Dentre as estratégias tecnológicas que podem ser inseridas no ensino, o jogo educacional é apenas mais uma ferramenta, que por sinal, se tornou um forte aliado no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Querubino e Mittmann (2012), o jogo educacional favorece a internalização de conhecimentos de forma prazerosa, além de promover a aprendizagem de conceitos abstratos, o raciocínio e a argumentação. E ao mencionar conceitos abstratos, a genética merece destaque.

De acordo com Silva e Kalhil (2017), as dificuldades relacionadas a genética são atribuídas a complexidade dos assuntos envolvidos neste conteúdo.

Uma pesquisa realizada por Araújo *et al.* (2018), buscou identificar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes do ensino médio em relação a genética, os dados obtidos

revelaram que tais dificuldades em 68% (sessenta e oito por cento) dos casos estão relacionadas aos termos utilizados para representar os processos biológicos, 24% (vinte e quatro por cento) apontam a difícil assimilação por não correlacionar o conteúdo com algo cotidiano, 8% (oito por cento) relacionam a inabilidade com o conteúdo por dificuldades com a matemática e 4% (quatro por cento) apontam a inexperiência do professor ao trabalhar o conteúdo durante as aulas.

Diante de tais apontamentos, e levando em consideração os relatos que mostram as dificuldades dos estudantes relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, bem como os benefícios que as ferramentas lúdicas podem oferecer a esse processo, questiona-se: é possível o desenvolvimento de uma ferramenta digital, de caráter visual e interativo, que possa favorecer a assimilação de conteúdos de genética no ensino médio?

Diante deste questionamento, o presente trabalho faz um breve estudo das dificuldades encontradas pelos estudantes no que se refere a Transmissão da Herança Genética. Além disso, propõe o uso de uma ferramenta alternativa que possa auxiliar os professores no cotidiano escolar, e, ao mesmo tempo o estudante na construção autônoma do seu conhecimento dentro ou fora da sala de aula.

A ferramenta em questão, trata-se de um jogo digital que tem como objetivo trabalhar o tema Transmissão da Herança Genética, um tema considerado de difícil assimilação não apenas por estudantes do ensino básico, mas por aqueles que cursam a disciplina de genética no ensino superior.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 As dificuldades relacionadas ao estudo da genética

A genética sob o ponto de vista dos autores Araújo e Gusmão (2017), apresenta alta relevância na construção do conhecimento dos estudantes, pois, se encontra totalmente ligada às questões éticas, culturais, sociais, políticas e humanas. É uma das áreas mais abrangentes e transdisciplinar dentro da biologia, exigindo interpretação, lógica e razão entre outras habilidades que orientam seus estudos (BORGES *et al.*, 2017). Apesar de tal importância, algumas inabilidades são encontradas na assimilação desse conteúdo.

A genética é, dentre outros, um tema no qual os alunos apresentam diversas dificuldades. De acordo com Temp e Bartholomei-Santos (2018), durante uma pesquisa realizada com professores de biologia do ensino médio, consideraram que os obstáculos na aprendizagem da genética estão ligadas ao excesso de terminologia e a relação com outros conteúdos e disciplinas que exige dos estudantes a habilidade de correlação. As autoras ainda destacam, que a forma errônea com que as concepções se difundem pelas mídias e conversas informais também são fatores que impedem a aprendizagem correta do conteúdo.

Moura *et al.* (2013), com base em relatos e reflexões sobre o ensino de biologia nas escolas públicas do Brasil, atribuem à dificuldade nos conteúdos de genética à precarização na formação dos professores, visto que, por possuírem elevada carga horária, os docentes não têm tempo hábil para o desenvolvimento de novas atividades que permitam o sucesso na aprendizagem.

Outras problemáticas ainda são pontuadas por Coelho *et al.* (2008), que destacam a dificuldade dos estudantes na compreensão dos resultados estatísticos envolvidos na disciplina, a falta de informações atualizadas trazidas pelos livros didáticos, além dos conceitos errôneos.

Paiva e Martins (2005), por meio de uma pesquisa realizada com alunos de terceiros anos do ensino médio, relatam ainda, que os alunos já apresentam uma bagagem de conhecimentos prévios sobre os assuntos abordados pela genética, entretanto, existem incompreensões relacionadas aos assuntos que abordam principalmente: genética e hereditariedade, estrutura, organização e funcionalidade do material genético, além da notável incapacidade em relacionar conhecimentos científicos ao cotidiano.

As dificuldades relacionadas à genética não fazem parte apenas do cotidiano do aluno em sala de aula, por vezes, pode ser um desafio para os próprios acadêmicos, futuros professores do ensino básico, como foi relatado por Petrovich *et al.* (2014) em um trabalho desenvolvido com 71 (setenta e um) estudantes do curso de Ciências Biológicas em período de regência. De acordo com os autores, a genética foi a segunda classificada, com um percentual de 19,3%, (dezenove vírgula três por cento) na lista de disciplinas mais difíceis de serem trabalhadas com os jovens da educação básica, perdendo apenas para a citologia.

Quando indagados sobre o motivo, 32,3% (trinta e dois vírgula três por cento) dos acadêmicos justificaram a dificuldade afirmando ser um tema abstrato.

Informações semelhantes são encontradas no trabalho de Filho *et al.* (2018), onde, por meio da aplicação de questionários, constataram que grande parte dos estudantes do ensino médio apresentam dificuldades relacionadas as definições dos conceitos abordados pela genética, já os professores do ensino médio, alegaram ter sofrido uma defasagem teórica e prática durante a formação, além disso, foi possível verificar por meio da pesquisa que os graduandos do curso de biologia não demonstram muito interesse pela genética, e de acordo com os professores do ensino superior entrevistados, os acadêmicos já ingressam no curso com defasagem no conteúdo e mesmo após concluir a graduação não atingem índices satisfatórios.

Dados apresentados pela pesquisa de Rocha *et al.* (2016), mostram que 68% (sessenta e oito por cento) dos alunos entrevistados julgaram os conteúdos de genética como complexos. Os autores ainda destacam que as aulas expositivas no ensino de genética geram bons resultados, embora os alunos precisem de novos estímulos para que a aprendizagem seja significativa, principalmente quando o conteúdo é visto com certo grau de complexidade.

2.2 O uso de jogos associados as aulas

O uso de jogos educacionais associados as aulas, são caracterizados como ferramentas que despertam o entusiasmo e colaboram para o progresso do aprendizado dos alunos, como expõe os autores Marques *et al.* (2016), que ao realizar aplicações de jogos relacionados à biologia celular, outro tema considerado abstrato pelos estudantes, relatam maior afinidade dos discentes com a disciplina, bem como um notável incentivo ao comportamento em grupo após a intervenção. Jann e Leite (2010), ainda destacam que os jogos para fins educacionais constituem ferramentas práticas, que além de tudo, despertam a curiosidade e o desejo do aluno em aprender, promovendo o sucesso no processo de aprendizagem.

Adicionalmente, levando em consideração a disponibilidade de informações e o acesso dos alunos às tecnologias, os estímulos mencionados anteriormente (ROCHA *et al.*, 2016), também podem ser provocados pela inserção das novas TICs, que de acordo com Aguiar (2008), permitem ao aluno vivenciar experiências e construir o próprio conhecimento através da participação dinâmica com o auxílio do professor.

Dentre as diversas ferramentas imersas nas TICs, são utilizadas desde o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), como relata a experiência de Teixeira *et al.* (2017), até o uso de jogos digitais, jogos educacionais ou jogos sérios.

Os jogos sérios são uma classe de jogos que, por meio do entretenimento, auxiliam no treinamento de profissionais, na educação, saúde e comunicações estratégicas, pois envolvem atividades que educam e instruem, transmitindo conhecimentos e habilidades (ZYDA, 2005). Atualmente, a categoria de jogos sérios aliados à Realidade Virtual é caracterizada como uma importante ferramenta na simulação de práticas médicas, pois proporciona o estímulo das funções cognitivas, e, por se tratar de jogos com propósitos específicos, exigem a participação de um profissional da área atuando no planejamento (MACHADO *et al.*, 2011).

A busca de melhorias para o ensino é o que têm movimentado diversos trabalhos realizados por professores, como é afirmado no levantamento bibliográfico com enfoque ao ensino de genética para o ensino médio, realizado pelos autores Melo e Carmo (2009), onde 43,5% (quarenta e três vírgula cinco por cento) dos trabalhos analisados estavam voltados para a metodologia do ensino de genética e biologia molecular.

Neste contexto, levando em consideração que nem todas as escolas públicas dispõem de estrutura que auxilie o professor durante as aulas, ou ainda da escassez de instrumentos atrativos que despertem o interesse do aluno na construção do seu próprio conhecimento, faz-se necessária a investigação de meios que contribuam para o ensino. Embora existam trabalhos que abordem o uso de tecnologias, dentre elas os jogos educacionais, ainda é notória a necessidade da inserção de tais práticas como ferramentas facilitadoras do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Além disso, é importante que as ferramentas produzidas, bem como o relato de sua construção e eficácia, fiquem disponíveis para que outros professores façam o uso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola pública estadual do campo pertencente ao município de Tangará da Serra – MT. O estudo foi autorizado pela escola e a assessoria pedagógica local responsável, e o mesmo foi realizado em duas etapas: planejamento e desenvolvimento.

3.1. Planejamento do jogo

A etapa de planejamento iniciou-se com o levantamento das ferramentas disponíveis para o uso na construção dos jogos digitais, dando preferência às plataformas que não exigissem conhecimentos muito avançados em programação.

Além da plataforma, um roteiro sobre o jogo foi definido, bem como a classificação de gênero: estratégico, de aventura ou raciocínio. Levando em consideração a necessidade de ser uma ferramenta atrativa para o público jovem e a importância de ser um jogo de aspecto lúdico com recursos audiovisuais selecionados e fases bem definidas.

Ainda durante o planejamento, realizou-se a delimitação dos conteúdos de genética conforme o determinado para o ensino médio, procurando contemplar as competências e habilidades que devem ser trabalhadas nesta etapa do ensino. Ao final da etapa de planejamento, realizou-se a descrição das características da interface do jogo, *ingame* e *outgame*, como proposto por Machado *et al.* (2011), buscando oferecer uma interface agradável aos usuários.

Para auxiliar no desenvolvimento do projeto, aplicou-se aos estudantes do ensino médio um questionário com o intuito de buscar as seguintes informações: nível de dificuldade em compreender os conceitos e relacionar termos técnicos inerentes dos conteúdos de genética; gênero de jogo preferido e as tecnologias mais utilizadas.

A realização do estudo bem como a aplicação do questionário foi previamente aprovada pelo comitê de ética sob parecer número 3.322.910 de 13 de maio de 2019 (Anexo I). Onde os estudantes bem como seus responsáveis obtiveram informações sobre a procedência da pesquisa, houve concordância entre as partes com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.2. Desenvolvimento do jogo

Durante o desenvolvimento do jogo, houve a elaboração dos elementos que compõe a interface do jogo: *ingame* e *outgame*.

A criação dos elementos artísticos representados *ingame* envolveram a elaboração de cenários, ícones e personagens com suas respectivas formas, cores e textura de acordo com o conteúdo de Transmissão da Herança Genética.

Além da construção dos componentes artísticos, foram elaborados os textos como a introdução, instruções e configurações que fazem parte da interface *outgame*.

A finalização da etapa de desenvolvimento envolveu a programação do jogo, que reúne a articulação dos elementos criados, animando-os. Desta forma, há a vinculação dos elementos artísticos aos elementos sonoros, além da determinação dos controles das ações o que permitem a interação dos usuários com o jogo.

Página | 27

A ferramenta utilizada para o desenvolvimento dos elementos artísticos do jogo foi a Unity®. Para a utilização desta ferramenta foi necessário o auxílio de profissionais especializados, visto que, ela exige conhecimentos de programação para o desenvolvimento de jogos. Neste sentido, contamos com o trabalho especializado da empresa Aton Game Studio, cujo custeio da produção foi de responsabilidade dos pesquisadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Levantamento de plataformas disponíveis

A *Play Store*, loja na qual foi realizado o levantamento de plataformas de criação de jogos, é uma loja que oferece inúmeros aplicativos para aparelhos móveis (smartphones e tablets) com sistema operacional Android. Por meio dela, foi possível constatar inúmeras plataformas para criação de jogos disponíveis e grátis.

Os critérios para a escolha da plataforma levaram em consideração as vantagens e desvantagens individuais de cada plataforma. Para isso, verificou-se algumas informações relevantes oferecidas pela loja de aplicativos, além de testes para verificação da flexibilidade das plataformas.

Durante o levantamento, algumas das plataformas como: Struckd – Criador de Jogos 3D, Desenhe seu Jogo, Ready Maker, The Sandbox Evolution, Make It Para Professores – Criar Jogos Educativos, Game Maker Studio 2D e Unity, foram testadas. De modo geral, a maioria das plataformas analisadas é gratuita e não exige conhecimentos de programação para o desenvolvimento de jogos, no entanto, estas plataformas já possuem um roteiro pré-estabelecido com gêneros e objetivos já definidos, além de elementos artísticos já elaborados, oferecendo assim, pouca flexibilidade para construção de novos jogos. Nesse sentido, a plataforma que melhor contempla o desenvolvimento de jogos, com maior flexibilidade, é a

Unity. Apesar de ser uma plataforma que exige conhecimentos de programação, ela oferece suporte necessário para pessoas que estejam interessadas em começar a desenvolver projetos com a criação de novos jogos. Porém, grande parte dos pacotes de desenvolvimento são pagos.

Diante desse fato, optou-se pelo uso de um software que fosse flexível, embora exigisse conhecimentos de programação. A Unity, também conhecida como Unity 3D, criada pela Unity Technologies é uma das plataformas de criação de jogos mais populares do mundo, pois apresenta um leque de possibilidades na criação de jogos 2D e 3D, com grande flexibilidade para a produção de elementos artísticos.

4.2. Delimitação dos conteúdos

O conteúdo central previamente adotado para ser trabalhado na construção do jogo foi a Transmissão da Herança Genética. Dentro deste conteúdo, incluem-se temáticas que geralmente são abordadas no terceiro ano do ensino médio e que envolvem conhecimentos sobre conceitos básicos (DNA, cromatina, cromossomo, alelo, gene entre outros), entendimento do processo de divisão celular por meiose e sua relação com a herança genética (leis de Mendel). Desta forma, os conteúdos previamente selecionados foram organizados em fases delimitadas, cujo grau de complexidade do jogo aumenta a cada fase, como ilustrado abaixo:

Tabela 1 - Relação de fases do jogo com a delimitação de conteúdo e seus respectivos objetivos.

Fases e Níveis de Dificuldade	Conteúdos	Conteúdos Específicos	Objetivos
Fase 1 Fácil	Conceitos básicos abordados na genética e introdução a Transmissão da Herança Genética.	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura dos ácidos nucleicos; Cromatina e Cromossomo. 	Fazer com que o estudante recorde os termos abordados durante as aulas teóricas, entenda o significado de Transmissão da Herança Genética, além de reforçar seus conhecimentos para as próximas fases do jogo.
Fase 2 Moderado	Meiose	<ul style="list-style-type: none"> Divisão celular; Espermatogênese e ovulogênese; 	Entender com o auxílio de elementos visuais e interação, as fases da divisão celular por meiose, procurando ligar

		<ul style="list-style-type: none"> • Reprodução sexuada; • Fecundação. 	esse processo à herança genética.
Fase 3 Difícil	Herança Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Alterações cromossômicas; • 1ª Lei de Mendel; • 2ª Lei de Mendel. 	Conhecer os tipos de herança genética, associando com exemplos que podem ser constatados no cotidiano do aluno, tais como doenças e outras características do fenótipo humano.

Fonte: Os autores.

Os conteúdos assim delimitados são frutos de um conjunto de experiências vivenciadas no cotidiano escolar somadas às experiências de outros autores como Borges *et al.* (2017), que em sua entrevista com estudantes do ensino médio, afirmam que há diversas dificuldades enfrentadas pelos jovens em relação a herança genética por eles estudada. Além disso, reúne essas dificuldades em três categorias: dificuldades na assimilação dos conceitos; ausência de aulas práticas ou dinâmicas com materiais didáticos para o entendimento dos cruzamentos, e dificuldades relacionadas aos cálculos matemáticos que envolvam o quadro de Punnett. As autoras finalizam seu estudo afirmando que acreditam na superação de tais dificuldades caso haja mudanças na aplicação das estratégias metodológicas.

4.3. Aplicação e análise de questionário

Com o intuito de auxiliar no desenvolvimento do jogo, elaborou-se um questionário (Apêndice I), de caráter qualitativo, pois como descrito por Minayo (2012), a análise qualitativa “[...] concretiza a possibilidade de construção de conhecimento e possui todos os requisitos e instrumentos para ser considerada e valorizada como um construto científico.” O questionário foi aplicado aos estudantes do ensino médio, com o intuito de buscar algumas informações anteriormente descritas na metodologia e valorizar a importância da participação dos discentes no processo de desenvolvimento do jogo. Os dados obtidos foram analisados e levados em consideração durante a construção do roteiro, interface e desenvolvimento do jogo.

Um total de 17 (dezessete) estudantes do ensino médio foram avaliados por meio de questionário que foi elaborado com perguntas de múltipla escolha e resposta fechada. Por se

tratar de uma escola do campo, devemos levar em consideração que o número de alunos é bastante reduzido e que as turmas são multisseriadas.

Ao serem indagados sobre o nível de dificuldade encontrado no estudo dos conteúdos de genética imbricados na disciplina de biologia, 12% (doze por cento) dos participantes julgaram fácil, 18% (dezoito por cento) difícil e 71% (setenta e um por cento) classificou o conteúdo com um nível de dificuldade moderado. As anotações feitas pelos estudantes revelaram que os mesmos encontram dificuldades na compreensão da definição dos termos abordados pela genética e afirmaram ainda, que os conteúdos se tornam ainda mais complexos na medida em que são aprofundados em sala de aula.

Os estudantes também responderam quais eram os termos, cuja definição, fosse mais complexa para eles (Figura 1).

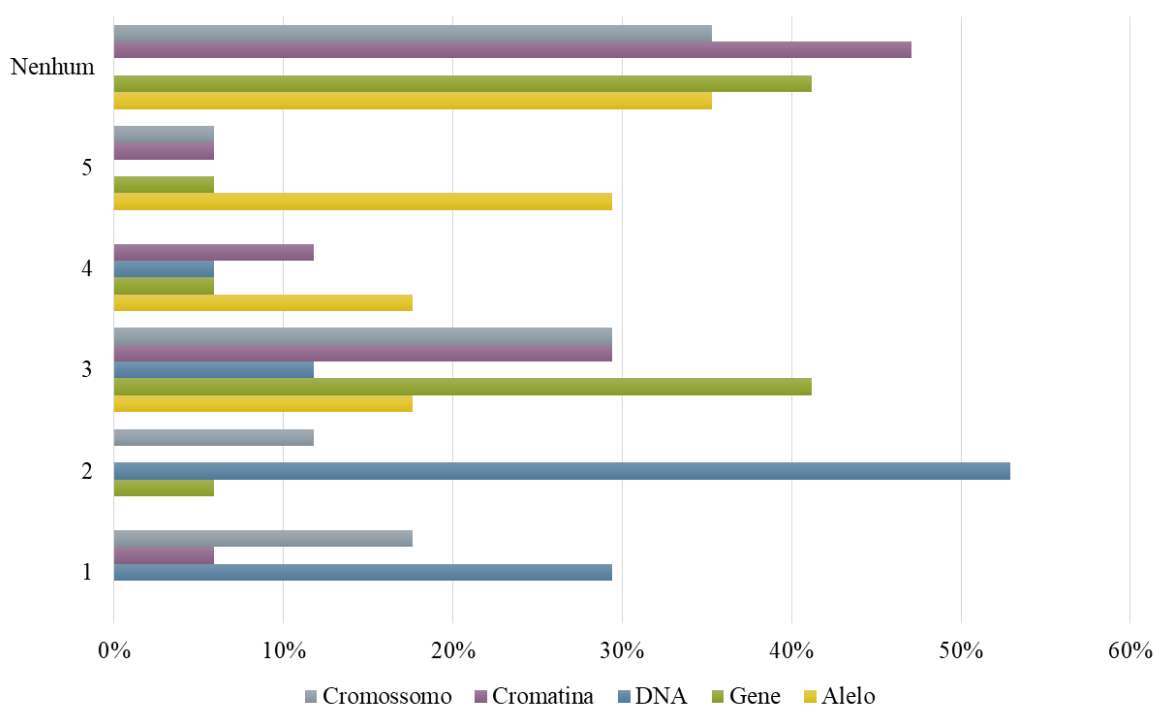


Figura 1 – Relação entre os termos abordados na genética e seus níveis de dificuldade (1. Muito fácil; 2. Fácil; 3. Moderada; 4. Difícil e 5. Muito difícil).

Fonte: Os autores.

Podemos observar que os termos alelo, gene e cromatina foram os três que mais se destacaram em nível de regular à muito difícil (Figura 1). Observamos também que grande parte dos estudantes não classificou os termos porque, segundo eles, ainda não haviam estudado tais conteúdos no ensino médio.

Os discentes também foram questionados sobre as dificuldades em relacionar alguns termos como Alelo e Gene; DNA, Cromatina e Cromossomo; Cromossomos Homólogos e Cromátides Irmãs, Herança Genética e Meiose (Figura 2).

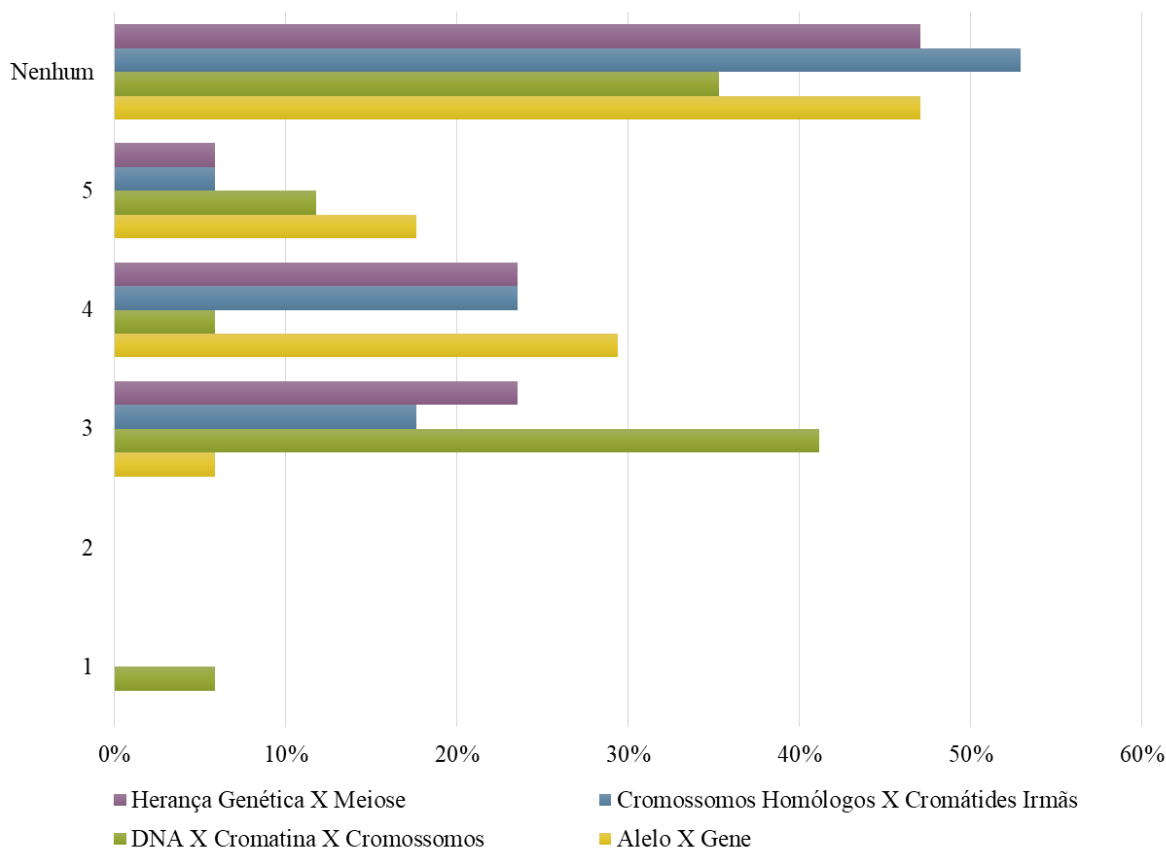


Figura 2 – Relação entre termos inerentes da genética e seus níveis de dificuldade (1. Muito fácil; 2. Fácil; 3. Moderada; 4. Difícil e 5. Muito difícil).

Fonte: Os autores.

Pôde-se observar que a dificuldade em fazer relações entre os termos ficou classificada de moderada a muito difícil para praticamente todos os tipos de relações (Figura 2). Sobre a dificuldade encontrada na assimilação dos termos anteriormente citados e a relação entre eles, os autores Cid e Neto (2005) afirmam que muitos dos conceitos são aprendidos de forma separada e a relação entre eles raramente é explicitada, em outras palavras, os conteúdos são trabalhados de forma fragmentada onde a relação entre os termos, na maioria das vezes, fica a cargo do próprio estudante.

De fato, é inevitável não falarmos em fragmentação no ensino de genética quando fazemos uma análise nos livros didáticos. Tais livros expõem os conteúdos de genética de

forma fragmentada no decorrer do ensino médio. Observando a coleção de Linhares *et al.* (2016), que se divide em três volumes, notamos que os termos e a introdução a genética são estudados no primeiro ano durante a introdução a citologia, e a Transmissão da Herança Genética é vista apenas no terceiro ano do ensino médio. Dessa forma, cabe ao professor elaborar um plano de ensino de forma a trabalhar esses conteúdos de maneira sequencial, no entanto, vale lembrar que as adversidades são grandes e nem sempre é possível colocar isso em prática. Página | 32

Além das dificuldades, questionamos também aos estudantes sobre a possibilidade que um jogo tem de trazer benefícios ao estudo da genética e, nesse contexto, 18% (dezoito por cento) responderam que talvez trouxesse, enquanto que os outros 82% (oitenta e dois por cento) revelaram acreditar que os jogos possuem um potencial de auxiliar na aprendizagem dos conteúdos. Ainda quando questionados sobre gostar ou não de jogos digitais, 6% (seis por cento) afirmaram que não, enquanto 94% (noventa e quatro por cento) revelaram que gostam de jogos digitais.

Em seus estudos Savi e Ulbricht (2008) mostram que os jogos digitais de cunho educacional já são utilizados em diversos níveis de ensino, desde a pré-escola até cursos corporativos e seus benefícios envolvem: efeito motivador, facilitação da aprendizagem, desenvolvimento de habilidades cognitivas, aprendizado por descoberta, experiência de novas identidades, socialização, coordenação motora e comportamento *expert*.

Entretanto, para a obtenção de tais benefícios é importante que o professor tenha um papel de mediador no uso dessas ferramentas, como Ramalho *et al.* (2014) afirmam, é visível a forma como os jogos digitais vem ganhando espaço na sociedade. Ainda assim, durante a construção do seu trabalho, notaram a falta de estudos nos quais há a dedicação de profissionais aos jogos digitais na educação.

Valorizando a importância dos jogos digitais apontadas pelos autores e levando em consideração a importância da participação dos estudantes na construção dessa ferramenta, por meio do questionário, os discentes ainda foram questionados sobre os gêneros preferidos em um jogo digital, onde os mesmos puderam assinalar duas opções (Figura 3).

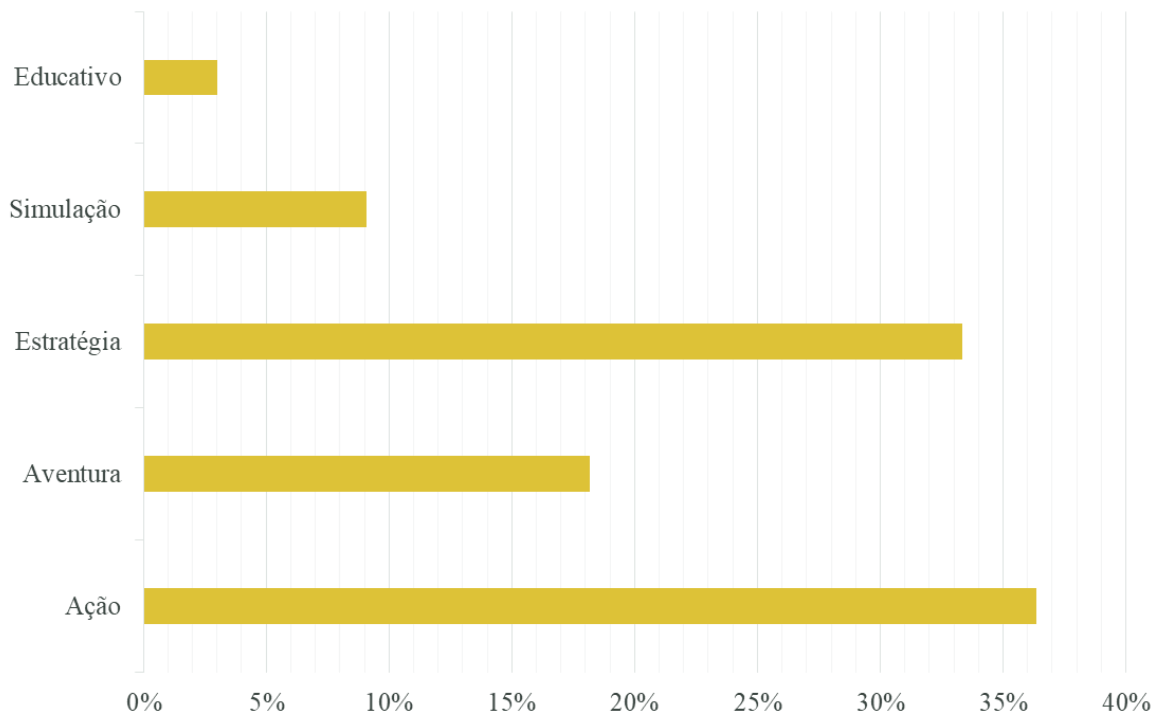


Figura 3 – Relação entre o gênero de jogos e o percentual de escolha dos discentes.

Fonte: Os autores.


Como podemos observar, os gêneros que mais se destacaram foram os de estratégia e ação (Figura 3). De acordo com Silva *et al.* (2009), os jogos de estratégia proporcionam aos jogadores o gerenciamento de um conjunto limitado de recursos para atingir um objetivo pré-definido, que geralmente envolve tomada de decisões em determinado tempo. Já os jogos de ação são caracterizados pelas reações instantâneas dos jogadores e a intensa concentração. Com base nesses resultados, houve uma atenção maior na elaboração dos desafios (Tabela 2) presentes em cada fase do jogo, onde exigem, concentração, tomada de decisões e ações imediatas com tempo cronometrado, o que caracterizam os respectivos gêneros.

Por fim, com o intuito de garantir a acessibilidade ao jogo, procuramos saber dos estudantes quais eram as mídias mais utilizadas, e, de acordo com os questionários, foi unânime a escolha do celular para a utilização de jogos. Com base nisso, o jogo digital desenvolvido, inicialmente disponibilizado *on-line* por meio do *link* <http://www.atongamestudio.com.br/hereditarium/index.html>, para acesso em computador e em CDs para arquivo (Anexo II), se comprovada sua eficácia, poderá futuramente ser disponibilizado *on-line* para ser utilizado em celulares.

4.4 Roteiro do jogo

Com base nos conteúdos previamente delimitados e nos resultados obtidos por meio da aplicação do questionário aos discentes, um roteiro foi desenvolvido para auxiliar na criação do jogo digital. Esse roteiro destaca algumas características básicas do jogo, como ilustradas na tabela abaixo:

Tabela 2 – Roteiro do jogo

Nome	Hereditarium	
Assistente de Jogo	 <p style="text-align: center;">Gregório</p>	
Conteúdo	Transmissão da Herança Genética	
Objetivos de Acordo com a BNCC	<p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p> <p>(EM13CNT302) Comunicar para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p>	
Público Alvo	Estudantes do Ensino Médio	
Roteiro	Elementos de Entretenimento	Assistente de ajuda, bônus e desafios.
	Forma de Interação	Clicar, arrastar, girar e soltar.
	Gênero	Ação e Estratégia.
	Objetivo	Concluir as três etapas estabelecidas do jogo superando os desafios por elas sugeridas.

	Desafios	<p>1ª Fase – Puzzle de perguntas e respostas (com tempo cronometrado) entre outras atividades que desafiem a compreensão de conceitos;</p> <p>2ª Fase – Compor as fases da meiose;</p> <p>3ª Fase – Promover cruzamentos e interpretar resultados.</p>
Conceituação Artística	Cenário	Interior do Laboratório.
	Trilha Sonora	Envolverá uma trilha sonora de fundo de acordo com a caracterização do ambiente e ações desempenhadas pelo(a) jogador(a).
Jogabilidade	Regras do Jogo	<ul style="list-style-type: none"> • Apenas um jogador poderá executar o jogo por vez; • A fase seguinte só se tornará disponível após a conclusão dos desafios da fase anterior; • A bonificação acontecerá na medida em que o jogador der continuidade a exposição dos conteúdos, e aumentará com a exploração dos conteúdos adicionais; • A bonificação poderá ser utilizada para a exploração dos ícones de ajuda na execução dos desafios; • Ao cometer erros além do permitido na realização dos desafios o jogador não seguirá adiante nas fases, será redirecionado à fase anterior, com exceção do primeiro

		<p>desafio que é composto por fase única.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O jogador finalizará o jogo ao cumprir todos os objetivos propostos nas três fases.
	Níveis de Dificuldade	O nível de dificuldade aumentará ao passo que o conteúdo se torne mais complexo no decorrer das três fases.

Fonte: Os autores.

O nome atribuído ao jogo foi “Hereditarium” (Anexo III), o jogo conta com um assistente, denominado “Gregório” (Anexo IV), que se faz presente durante todo o jogo oferecendo ao jogador dicas para o bom desempenho no decorrer das fases e conteúdos extras que venham contribuir para a aprendizagem do estudante.

O jogo pode ser utilizado por estudantes do ensino médio, do primeiro ao terceiro ano, pois oferece conteúdo teórico como base para o desenvolvimento das atividades propostas (Anexo V). As formas de interação com o jogo são simples, não exigindo grandes habilidades no manuseio de mídias, pois restringe-se apenas a movimentos de arrastar e soltar dos elementos artísticos (Anexo VI).

O cenário escolhido para a apresentação do jogo se resume ao interior de um laboratório (Anexo VII), com o intuito de fazer com que virtualmente, o estudante saia da sala de aula e navegue por um novo espaço, possibilitando o conhecimento de equipamentos comuns ao ambiente e sua utilização. Neste cenário, os conteúdos teóricos são expostos bem como as atividades a serem realizadas pelos jogadores (Anexo VIII). O ambiente dispõe de trilha sonora de fundo e cada ação desenvolvida, conta com um som característico, o que torna o jogo atrativo e o jogador ainda mais envolvido.

As regras (Tabela 2) foram desenvolvidas de forma que o jogador seja conduzido a explorar o máximo de conteúdos oferecidos pelo jogo, com base nisso, todos os desafios oferecidos exigirão o conhecimento do conteúdo teórico ofertado anteriormente, dessa forma, caso o estudante avance para os desafios sem antes tomar conhecimento dos conteúdos, ele correrá o risco de retornar ao início da fase (Anexo IX). De acordo com Machado *et al.*

(2011), a jogabilidade de um jogo é definida por meio das regras a ele imposto, e por meio destas, é que será possível avaliar o desempenho dos jogadores.

5 CONSIDERAÇÕES

Com base no levantamento de plataformas disponíveis foi possível observar que há uma grande quantidade de ferramentas gratuitas, porém, não possuem a flexibilidade necessária para a criação de novos roteiros, as plataformas mais flexíveis geralmente exigem conhecimentos de programação o que grande parte dos professores não possuem. De certa forma, esse fato pode justificar a escassez de trabalhos que invistam na criação de jogos relacionados a esse e outros conteúdos importantes na educação.

A delimitação de conteúdos anteriormente determinada foi satisfatória, pois se reafirmou, por meio do questionário, a necessidade de maior atenção sobre o conteúdo de Transmissão da Herança Genética no ensino básico, como forma de sanar as diversas dificuldades dos estudantes.

A construção do roteiro revelou a dificuldade que professores enfrentam ao pensar as práticas pedagógicas de forma diferenciada e atrativa para o público jovem do ensino médio. Entretanto, espera-se que a ferramenta produzida pelo presente estudo auxilie os profissionais da educação durante suas aulas e aos estudantes na construção concreta de seus conhecimentos sobre a Transmissão da Herança Genética.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Vértices**, Rio de Janeiro, v.10, n. 1, p. 63-71, 2008.
- ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. Encontro Internacional de Formação de Professores, 10. Fórum Permanente Internacional de Inovação Educacional, 11. 2017, Aracaju.
- ARAÚJO, M. S.; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis – PI. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. [S.L.], v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.
- BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Manaus, v. 12, n. 6, 2017.
- CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de Las Ciencias*, 7. 2005, Barcelona.
- COELHO, R. T.; BAO, F.; CORRENTE, A. C. R.; ROSSI, A. A. B. Genética na escola: dificuldades dos docentes no processo ensino-aprendizagem em Sinop-MT. Congresso Brasileiro de Genética, 54. 2008, Salvador.
- FILHO, R. S.; ALLE, L. F.; LEME, D. M. Diagnosticando dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de genética nas escolas e universidades. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5. Olinda: 2018. n. p.
- JANN, P. N.; LEITE, M.F. Jogos de DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciência e biologia. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L. S.; COSTA, R. M. E. M. Serious Games baseados em Realidade Virtual para educação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.
- MARQUES, V. L. M.; TEÓFILO, F. B. S.; FEITOSA, R. A.; GALLÃO, M. I.; HISSA, D. C. Uso de jogos didáticos na aprendizagem em biologia celular: estudo antes e depois da explicação do conteúdo teórico. *Enebio*, 6. *Erebio Regional*, 3. 2016, Maringá.
- MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação**, Vitória da Conquista, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.
- MINAYO, M. C. S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, 2012.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; NEIVA, N. M.; PERON, A. P. *Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. D. C. M. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de genética. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 07, n. 03, p.182-201, 2005.

PETROVICH, A. C. I.; ARAÚJO, M. F. F.; MONTENEGRO, L. A.; ROCHA, A. C. P.; PINTO, E. D. J. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. *Associação Brasileira de Ensino de Biologia*, São Paulo, n. 7, p. 363-373, 2014.

QUERUBINO, A. L. V. G.; MITTMANN, J. Uma proposta lúdica para o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15. [S. L.]: 2012. p. 1-4.

RAMALHO, J. E.; SIMÃO, F.; PAULO, A. B. D. Aprendizagem por meio de jogos digitais: um estudo de caso do jogo animal crossing. *Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia das Faculdades OPET*, 2014

ROCHA, M. L.; COSTA, F. J.; ANDRADE, M. S.; MARTINS, É. M. A utilização de jogos no ensino de genética: uma forma de favorecer os processos de ensino e aprendizagem. *Revista Tecer*, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, p. 106-116, 2016.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais e educacionais: benefícios e desafios. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, 2008.

SILVA, C. C.; KALHIL, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. *Ciência e Educação*. Bauru, v. 23, n. 1, p. 125-140, 2017.

SILVA, M. P. R.; COSTA, P. D. P.; PRAMPERO, P. S.; FIGUEIREDO V. A. Jogos digitais: definições, classificações e avaliação. *Periódicos Unicamp*, Campinas, 2009.

TEIXEIRA, L. C.; HENZ, G. L.; GUIMARÃES, A. A. O ambiente virtual de aprendizagem auxiliando no ensino de genética na educação básica. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, v. 9, n. 19, p. 590-606, 2017.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de genética: a visão de professores de biologia. *Revista Científica Schola*. Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 83-85, 2018.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer Society*. California, v. 38, n. 9, p. 25-32, 2005.

CONCLUSÕES

Com base no levantamento de plataformas disponíveis foi possível observar que há uma grande quantidade de ferramentas gratuitas, porém, não possuem a flexibilidade necessária para a criação de novos roteiros, as plataformas mais flexíveis geralmente exigem conhecimentos de programação o que grande parte dos professores não possuem. De certa forma, esse fato pode justificar a escassez de trabalhos que invistam na criação de jogos relacionados a esse e outros conteúdos importantes na educação.

A delimitação de conteúdos anteriormente determinada foi satisfatória, pois se reafirmou, por meio do questionário, a necessidade de maior atenção sobre o conteúdo de Transmissão da Herança Genética no ensino básico, como forma de sanar as diversas dificuldades dos estudantes.

A construção do roteiro revelou a dificuldade que professores enfrentam ao pensar as práticas pedagógicas de forma diferenciada e atrativa para o público jovem do ensino médio. Entretanto, espera-se que a ferramenta produzida pelo presente estudo auxilie os profissionais da educação durante suas aulas e aos estudantes na construção concreta de seus conhecimentos sobre a Transmissão da Herança Genética.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS DISCENTES

Este questionário tem como objetivo, colaborar para uma das etapas do desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão de Mestrado em Ensino de Biologia. Sua colaboração é de grande importância!

1. Levando em consideração a importância em estudar genética, primeiro por ocupar uma posição central em toda a área biológica e segundo por ser um conteúdo que desperta diversos interesses humanos (GRIFFITHS *et al.*, 2006), julgue em uma escala de 1 à 5 o nível de dificuldade que o estudo de genética apresenta para você:

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

Caso julgue difícil o estudo de genética, responda com poucas palavras. Em sua opinião, o que torna o estudo de genética difícil?

2. Durante o estudo da genética trabalhamos com diversos termos cujo significado de cada um deles é de grande importância para a compreensão do conteúdo. Para você, qual é o nível de dificuldade em compreender o significado dos seguintes termos:

a) Alelo

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

b) Gene

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

c) DNA

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

d) Cromatina

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

e)

Cromossomo

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

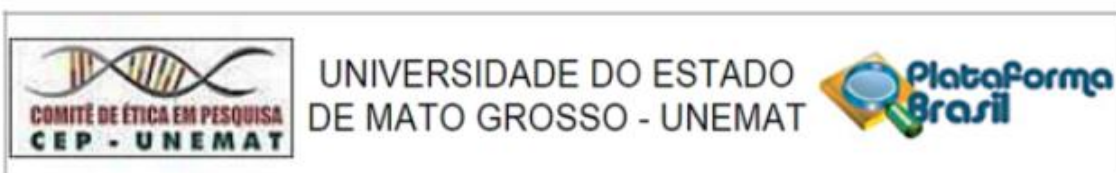
Caso você ainda não tenha estudado algum dos termos citados acima, anote aqui:

3. Julgue o quanto você acha difícil relacionar os seguintes termos:

a) Alelo x Gene:

Muito Fácil ○ ○ ○ ○ ○ Muito Difícil
1 2 3 4 5

ANEXO I – PARECER DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROPOSTAS INTERATIVAS PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: AÇÃO CONJUNTA ENTRE O MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA E ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: HILTON MARCELO DE LIMA SOUZA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 02147318.2.0000.5166

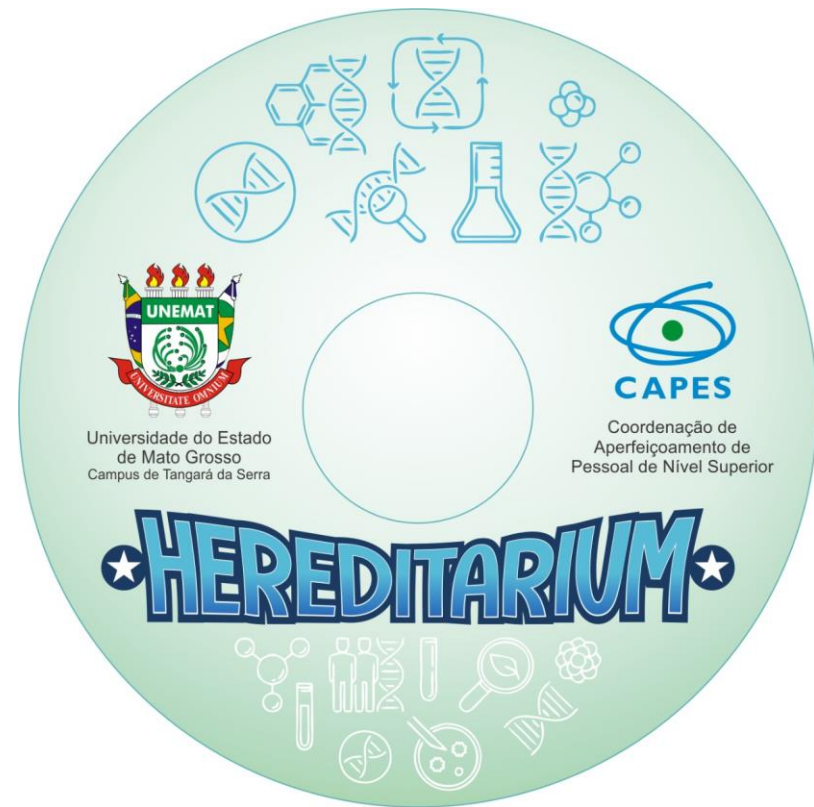
Instituição Proponente: UNEMAT

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.322.910

ANEXO II - ARTE DO PRODUTO FÍSICO (CD) PARA ARQUIVO



ANEXO III – TELA INICIAL DO JOGO




ANEXO IV – ASSISTENTE DE JOGO (GREGÓRIO)





Genética

A genética é a ciência responsável pelo estudo dos **genes** e como estes se comportam na transmissão das características hereditárias. Os trabalhos com a genética iniciaram com os estudos do monge austríaco *** Gregor Mendel *** em seus experimentos com ervilhas em 1865.




Iniciar

22:14

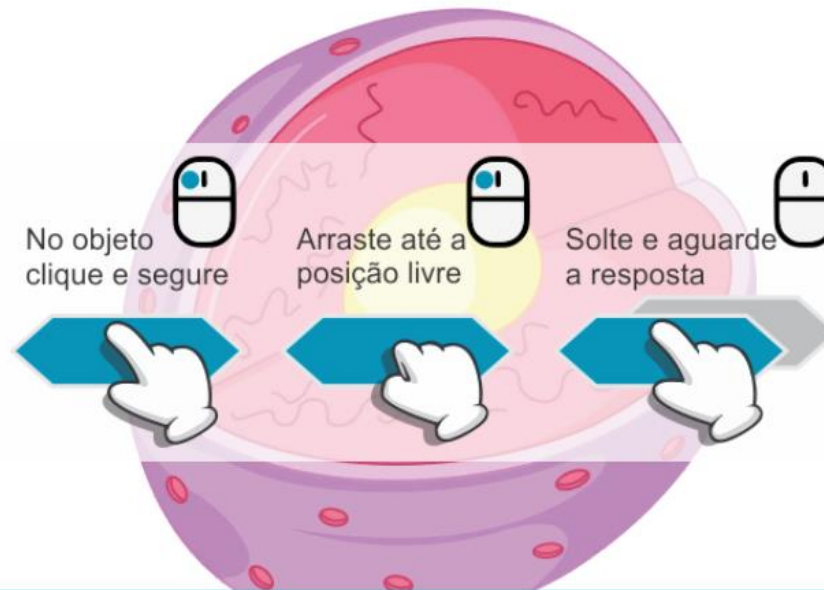


Veja que interessante o conceito da Genética



ANEXO VI – INSTRUÇÕES PARA INTERAÇÃO COM O JOGO

Cartas Coletáveis  Pontos  0



Vamos ver se você lembra de todas as características!



ANEXO VII – CENÁRIO DO JOGO



ANEXO VIII – ATIVIDADES PROPOSTAS PELO JOGO

Cartas Colecionáveis

Pontos 800

1º Pergunta

A molécula de DNA contida no núcleo das células, possui duas fitas de ... ?

Resposta:

PO?????O????

M T A V L R Q G F W S U
C D Z I H X B N J E Ç Y

Vidas XXX

Muito bem, continue assim.

ANEXO IX – CONTEÚDO ACUMULADO POR MEIO DE CARTAS COLECIONÁVEIS

