

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM FORMAÇÃO
CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA – PPGFCET.**

HELIO SYLVESTRE DIAS DOLIVEIRA

**PROJETO *GENUS*: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA
AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA.**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA – PR

2015

HELIO SYLVESTRE DIAS DOLIVEIRA

**PROJETO *GENUS*: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA
AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências.

Orientador: Professor Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr

CURITIBA – PR

2015

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

D664p
2015 Doliveira, Helio Sylvestre Dias
 Projeto Genus : uma ferramenta pedagógica para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de genética / Helio Sylvestre Dias Doliveira.-- 2015.
 xvi, 109 f.: il.; 30 cm

 Texto em português, com resumo em inglês.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2015.
 Bibliografia: f. 103-109.

 1. Genética - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Mendel, Lei de. 3. Jogos educativos. 4. Jogos de simulação na educação. 5. Professores e alunos. 6. Aprendizagem. 7. Prática de ensino. 8. Tecnologia educacional. 9. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Bezerra Junior, Arandi Ginane, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

TERMO DE APROVAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 08/2015

**Projeto *Genus*: uma ferramenta pedagógica para auxiliar no processo Ensino-
Aprendizagem de Genética**

por

Hélio Sylvestre Dias Doliveira

Esta dissertação foi apresentada às 9h do dia 18 de dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Formação de Professores de Ciências* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior
(UTFPR - orientador)

Prof. Dr. Charlie Antoni Miquelin
(UTFPR)

Prof. Dr. Marco Krieger
(IBMP/UFPR)

Dedico este trabalho a todos que foram meus alunos e que, ao longo da minha vida profissional como educador permitiram o meu crescimento pessoal através dos momentos de convivência em sala de aula.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

Aos meus pais, Hélio e Ieza, sempre presentes, apesar da ausência, e que junto com meus irmãos Diniz, Celso e Sérgio me forjaram no âmbito de uma família unida e alegre.

Às minhas queridas filhas, Paola e Marina, razões primárias de minha existência, fontes permanentes e inesgotáveis de amor e incentivo;

À minha esposa Carla Alves, que, com muito carinho, paciência e fé, soube incentivar-me com o sorriso de seus olhos. Carla, sem você não teria sido possível;

Ao meu entorno mais próximo – Daniella, Fernanda, Andressa, Daniel, Camile, Emily, Ana Carolina, Maria Gabriela, Felipe, Carolina, Gabriel, Samuel, Davi, Joao Gabriel.

Aos professores Charlie, Tamara, Noemi, Álvaro, Nilson, Alisson, Nestor, e a todos os muitos colegas de mestrado do PPGFCET.

Quero ainda registrar um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr. por perceber e defender a relevância do trabalho docente, incentivar permanentemente a realização deste projeto, e principalmente, pelo compartilhamento de saberes que permitiram tornar-me uma pessoa melhor.

E, por fim, agradeço a todos que contribuíram de formas variadas ao longo desta caminhada.

All those moments will be lost in time, like tears in rain.

Todos esses momentos se perderão no tempo, como lágrimas na chuva.

(Monólogo final do replicante Roy Batty no filme *Blade Runner*, 1982, dirigido por

Ridley Scott).

RESUMO

DOLIVEIRA, Hélio S. D. **PROJETO GENUS: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA.** 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2015

O presente trabalho tem por objetivo a produção de um objeto educacional no formato de jogo didático, intitulado Projeto *Genus*, que constitui material de apoio e recurso facilitador para a compreensão da Genética mendeliana clássica. Este jogo é o produto referente a mestrado profissional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Parte-se da constatação que a compreensão dos fenômenos hereditários é constantemente referenciada como ponto de grandes dificuldades no ensino de biologia, particularmente o ensino de genética. O Projeto *Genus* foi concebido enquanto proposta metodológica e elemento motivacional para instigar uma prática de ensino visando à construção do conhecimento científico em contexto que proporciona uma interação de maior qualidade entre alunos e professores, estimulando relações cooperativas. Considerando o aspecto educacional, foram utilizados como princípios pedagógicos norteadores a aprendizagem significativa e as metodologias ativas aplicadas na fixação dos conhecimentos teóricos a respeito da genética mendeliana clássica trabalhada no ensino médio. A dinâmica do jogo inclui elementos que remetem à ficção científica e é inspirada em conceitos de “gamificação”. São apresentadas evidências, a partir da utilização do Projeto *Genus* em sala de aula, de que o jogo constitui material didático com potencial de ser utilizado em aulas genética, fomentando a interação entre professor e alunos no sentido de promover o protagonismo destes no processo educativo.

Palavras-chave: ensino de genética, gamificação, jogos de genética.

ABSTRACT

DOLIVEIRA, Hélio S. D. **GENUS PROJECT: AN EDUCATIONAL OBJECT TO ASSIST IN THE PROCESS OF LEARNING AND TEACHING GENETICS.** 2015. Master's Thesis – Graduation in Scientific, Educational and Technological Formation. Federal University of Technology, Paraná. Curitiba, 2015.

This work aims at the production of an educational object based on a game platform, entitled *Genus Project*. Our objective is to support and facilitate the understanding of classical mendelian genetics. This project is under a Professional Masters' program in Scientific, Educational and Technological Formation – PPGFCET – at the Federal University of Technology, Paraná (UTFPR). Game platforms constitute important educational objects and motivational strategies to stimulate students' learning. Games can also be considered as alternative proposals for the teaching of diverse aspects of scientific knowledge; in addition, they provide high-quality interaction between students and teachers, encouraging cooperative relations between them. From the educational aspect, we focused on meaningful learning and active learning methodologies as pedagogical principles for the teaching of classical mendelian genetics at high school level. Hereditary phenomena are often pointed out as a especially difficult subject in the learning of genetics. Therefore, the *Genus Project* was developed in order to present alternatives to overcome those difficulties by establishing a science fiction scenario for the game – which is inspired by concepts of "gamification" – including traditional exercises and problems in genetics. In this way, the game stimulates students' interaction, and promotes educational strategies to empower students and make them protagonists of their own learning process.

Keywords: genetics education, gamification, genetics games.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução de um “ <i>gamer</i> ”.....	47
Gráfico 2: Número de visitas à portal de pesquisa.	63
Gráfico 3: Tempo dos professores dedicado à pesquisa.	64
Gráfico 4: Índice de respostas à primeira questão proposta.	65
Gráfico 5: Índice de respostas em relação à questão 02.	66
Gráfico 6: Índice de respostas em relação à questão 03.	67
Gráfico 7: Índice de respostas em relação à questão 04.	68
Gráfico 8: Índice de respostas em relação à questão 05.	69
Gráfico 9: Índice de respostas em relação à questão 06.	70
Gráfico 10: Valores percentuais das respostas para a questão 01.	75
Gráfico 11: Valores percentuais das respostas para a questão 02.	76
Gráfico 12: Valores percentuais das respostas para a questão 03.	77
Gráfico 13: valores de respostas para a questão 04.	77
Gráfico 14: valores percentuais das respostas para a questão 05.	78
Gráfico 15: Valores percentuais de respostas fornecidas pelos alunos.	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aspecto do portal de pesquisa para os professores.....	60
Figura 2: Imagem com o depoimento de professores.	71
Figura 3: Imagem ilustrando as notas atribuídas ao jogo.	73
Figura 4: Ficha do 1º. cruzamento entre parentais.....	84
Figura 5: Ficha do 2º. cruzamento entre parentais.....	84
Figura 6: Ficha do cruzamento entre descendentes F1.	85
Figura 7: Imagem do portal com o questionário dos professores.....	86
Figura 8: Imagem dos questionário aplicado aos alunos.	87

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Cartas e texto base da primeira versão do Projeto <i>Genus</i>	52
Fotografia 2: Cartas e texto base da versão atual do Projeto <i>Genus</i>	55
Fotografia 3: Alunos durante a atividade desenvolvida pelo Projeto <i>Genus</i>	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação das personagens e suas letras de identificação.....	53
Tabela 2: Adaptação dos valores quantitativos para a forma de conceitos.....	62
Tabela 3: Quadro indicativo de depoimentos de professores.....	72
Tabela 4: Quadro indicativo das respostas dos questionários de avaliação.	74
Tabela 5: Quadro indicativo de depoimentos dos alunos.....	79

LISTA DE SIGLAS

ATP – Adenosina tri-fosfato

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CJB – Colégio Pe. João Bagozzi

DCE's – Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná

DNA – deoxyribonucleic acid (ADN, em português: ácido desoxirribonucleico)

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

MEC – Ministério da Educação

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos PCNs

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PDE – Programa de Desenvolvimento Educacional

PPGFCET – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

RPG – *Role Playing Game*

SBG – Sociedade Brasileira de Genética

UFG – Universidade Federal de Goiânia.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA	17
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	17
1.2.1	OBJETIVO GERAL	17
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	21
2.2	PCN's DO ENSINO MÉDIO PARA BIOLOGIA	23
2.3	DCE's DE BIOLOGIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA	25
2.4	FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES – PDE	27
2.5	O ENSINO DE BIOLOGIA	29
2.6	O ENSINO DE GENÉTICA.....	32
2.7	O ENSINO DAS LEIS DE MENDEL	36
3	O JOGO COMO PROPOSTA DE APRENDIZAGEM.....	40
3.1	GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO	44
4	METODOLOGIA	50
4.1	DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO JOGO PROJETO <i>GENUS</i>	50
4.2	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	56
4.3	PROCEDIMENTO EM SALA DE AULA.....	56
4.3.1	A proposta de avaliação envolvendo professores de biologia	59
4.3.2	A proposta de avaliação envolvendo alunos de biologia.....	61
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.1.1	Resultados das avaliações dos professores	63

5.1.2 Resultado da avaliação pelos alunos	74
6 CONCLUSÃO	82
7 ANEXOS	84
8 MATERIAL COMPLEMENTAR.....	88
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

É sempre presente na contemporaneidade o debate sobre diferentes estratégias a serem abordadas nos processos de ensino-aprendizagem. Há, porém, uma característica predominante neste contexto: a percepção da necessidade de mudanças que possam estabelecer alterações relevantes e caminhos significativos nestes processos, em especial, frente à realidade educacional brasileira. Apesar dos atores que participam deste cenário serem basicamente os mesmos, nos últimos anos, observam-se claras mudanças no comportamento e expectativas quanto à educação de nossos jovens (FOUREZ, 2008).

O perfil dos educandos mudou. As escolas também mudaram. Nossa sociedade cada vez mais complexa e repleta de informações espera que nossos alunos tenham capacidade de transitar de maneira segura e desenvolta pelos diversos temas que perfazem seu dia a dia. No cotidiano da sala de aula, pode-se observar um ensino que ainda é carente, apesar de suas potencialidades e vertentes criativas, de ideias e propostas viáveis para as comunidades educacionais (KRASILCHIK, 2008). Essa constatação favorece o entendimento da amplitude que o desenvolvimento de metodologias diferenciadas pode acrescentar para construção de um processo pedagógico eficaz.

Considerando o ponto de vista educacional, além do contexto retratado, verifica-se a necessidade de se instigar nos educandos propostas de ensino que solidifiquem a construção do conhecimento científico, para que tenham um ambiente de aprendizagem efetivamente enriquecedor. Especialmente em se tratando do público jovem, “verifica-se uma nítida tendência ao imediatismo, coerente com a velocidade dos cliques e com a aparente vivência em um universo paralelo” (GIARDELLI, 2012). Esses fenômenos tornam a realidade conservadora das salas de aula pouco atrativa e nada assertiva, visto que estão repletas de subjetividades.

Partindo destas premissas, aos educadores cabe o desafio e ao mesmo tempo a maestria de também tornar prático e objetivo o ensino científico, contextualizando conceitos, demonstrando possíveis resultados, aproximando teoria e prática na busca de uma realidade educacional em consonância com o momento atual. De acordo com Alba (2008), há uma real distância entre o conhecimento científico e o que se ensina em sala de aula, onde muitas vezes as informações são

transmitidas sem correlações ou contextualizações. Portanto, é imprescindível promover maior interatividade entre educador e educando. Tornar o contato formal do educador com o educando mais descontraído e amigável é possível, a partir de atividades que permitam estreitar essas relações, respeitando, ao mesmo tempo, as diretrizes oficiais e a qualidade do ensino.

Este processo deve também ser analisado num contexto em que é crescente a conectividade de professores e alunos nos ambientes virtuais, cada vez mais solidários, em contrapartida à aridez dos ambientes reais, cada vez mais solitários. Nesse sentido os educadores podem e devem buscar maior identificação com os aparatos tecnológicos e, ao mesmo tempo, considerar outras propostas metodológicas que tragam e ampliem oportunidades com recursos educacionais alternativos, com outros pontos de interação, criação e motivação. É neste sentido que o uso de jogos no ensino se apresenta como portador de alternativas interessantes para o Ensino de Ciências.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A reflexão motivadora deste trabalho reside em dificuldades enfrentadas pelos professores e estudantes de biologia, principalmente no nível médio, em ensinar e compreender os fenômenos básicos da hereditariedade. Neste contexto, entende-se que, para que haja uma maior compreensão do conhecimento científico, é necessário ter consciência de que as teorias e modelos científicos não são bem assimilados se não houver clareza de como e para que foram construídos (FOUREZ, 2008). Além disso, torna-se fundamental desenvolver estratégias de ensino que estejam em consonância com a contemporaneidade. Assim, a questão motivadora do trabalho pode ser posta da seguinte maneira: como desenvolver um material didático em forma de jogo que possa ser utilizado em aulas de genética?

1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é desenvolver um jogo didático para ser utilizado como ferramenta auxiliar no ensino, na compreensão e fixação das leis mendelianas

de hereditariedade para alunos do ensino médio, mas com o condão de também ser utilizado no nível superior e em atividades voltadas à divulgação científica.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimular, por meio do jogo didático, os alunos do ensino médio a compreender e solucionar exercícios da genética mendeliana, visando a uma melhor aprendizagem;

Apresentar a metodologia do jogo didático *Genus* enquanto proposta metodológica para o Ensino de Biologia, especialmente, os conceitos de genética básica;

Incorporar conceitos de gamificação ao ensino de genética mendeliana para o ensino médio.

Aplicar o jogo em sala de aula e realizar uma avaliação preliminar das suas potencialidades no Ensino de Biologia.

1.3 JUSTIFICATIVA

Deve-se considerar a real necessidade de desenvolvimento e adaptação da linguagem pedagógica dos moldes tradicionais para os novos ambientes educacionais. Também é necessária a identificação de novos recursos, que acompanhem e cativem os educandos a partir universo em que estão inseridos. Freire (1992) defendia que a educação deveria ser permeada pelas questões existenciais dos educandos o que, nos tempos atuais, também corresponde a uma compreensão de processos de codificação cujo objetivo é preparar o cidadão para a convivência num mundo cada vez mais tecnológico. Assim, são entendidos como inseparáveis a linguagem e o contexto. Isto significa que existe uma função social no Ensino das Ciências, que consiste em aproximar à realidade dos estudantes os temas abordados nas aulas. E esta aproximação também deve se dar por meio de ferramentas e materiais didáticos que estejam em consonância com aquela realidade. É assim que o termo “alfabetização” tem seu significado ampliado.

A propósito, a chamada “alfabetização científica” ou o “letramento científico” constitui um referencial importante no Ensino de Ciências. Não se trata de mero domínio da linguagem científica, mas distingue-se por também incluir a

compreensão e utilização prática e social dos conhecimentos científicos, da forma como expõe Fourez:

“[...] as pessoas poderiam ser consideradas científica e tecnologicamente letradas quando seus conhecimentos e habilidades dão a elas certo grau de autonomia [...] (FOUREZ 2008, p.51)”.

Os moldes tradicionais de ensino científico limitam-se à mera aprendizagem mecânica, ou seja, conduzem a um ensino de memorizações, classificações e assimilações de conceitos da esfera científica, sem cativar ou incentivar os educandos à reflexão crítica ou mesmo à percepção da sua finalidade prática.

Um cidadão portador de letramento científico deve dominar um vocabulário técnico e científico e, ao mesmo tempo, ser capaz de discutir os desdobramentos e implicações da ciência, mesmo que não conviva ou trabalhe diretamente num contexto científico. Nessa linha de raciocínio, letramento ou alfabetização científica deve consistir numa formação técnica e de domínio de linguagens com a utilização de ferramentas usadas pela ciência ou para o desenvolvimento científico. Isto visando a uma autonomia de pensamento e a uma ampliação da capacidade de “leitura do mundo” (FREIRE, 1992).

Vivemos um momento histórico claramente influenciado pela ciência e tecnologia. Essa influência é tão grande que podemos pensar numa espécie de fé na ciência e na tecnologia (POSTMAN, 1994). O que é “cientificamente comprovado” parece desnecessário ser questionado. Acredita-se na ciência como antes se acreditavam em deuses diversos. Dentro desse contexto é que inter cruzam-se ciência, tecnologia e sociedade (CTS), exigindo conhecimentos e formação interdisciplinares. Estes devem ser estimulados pelos educadores numa intervenção profunda para que o letramento científico venha a se consolidar. Ainda assim, a despeito de todos os avanços e necessidades técnico-científicas, acreditamos que uma educação humanística deve compor com as disciplinas de natureza científica. Posicionando-se, Freire inferiu: “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68). Neste contexto, identificados inicialmente como vilões do ensino, os telefones celulares e seus padrões de conectividade podem, por exemplo, vir a serem importantes aliados do ensino. De fato, tendo em vista a inovação digital, o celular é hoje uma das ferramentas de maior alcance que um professor pode ter a seu favor

(GIARDELLI, 2012). Segundo Giardelli (2012), a “era da informação” acabou e vivemos um momento de compartilhamentos, uma “era de participação”. Assim, a utilização do *mobile learning*, também conhecido como *m-learning*, ganha volume na mesma proporção em que aumentam os números de celulares no mundo todo. Essa, talvez, venha a ser uma das principais vertentes de acesso ao educando. Utilizando os telefones celulares e *tablets*, os professores podem indicar conteúdos, compartilhar artigos, postar vídeos, animações, sugestões de leitura e *e-books*, tornando-os acessíveis aos estudantes e ampliando seus momentos de interesse pelos assuntos de estudo. É a informação instigando o conhecimento de maneira intermitente e buscando competir de igual para igual com as outras áreas que ocupam o universo juvenil.

Outro aspecto importante da educação contemporânea está associado ao interesse crescente, por parte da juventude, em diversas atividades mediadas por aparatos tecnológicos. Os jogos eletrônicos constituem, talvez, um dos exemplos mais significativos. Juntamente com os jogos eletrônicos, também é comum o interesse por jogos do tipo RPG e atividades correlatas desenvolvidas em grupo. A utilização de elementos dos jogos, tendo em vista criar melhores condições de ensino e aprendizagem, faz parte de um conjunto de estratégias conhecida por “gamificação”. Esta vertente tem recebido muita atenção por parte das comunidades de ensino e constitui uma das inspirações do presente projeto de mestrado profissional. Note-se que, à parte o interesse da juventude por aparatos tecnológicos (telefones celulares, *tablets* etc.), existe também, na modernidade, o interesse por jogos de cartas (por exemplo, RPG) o que, no contexto da sala de aula, abre possibilidades a serem exploradas, conforme será descrito na sequência desta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

É possível observar, especialmente nas últimas décadas, uma grande preocupação com as ciências da educação. Desenvolvem-se e multiplicam-se diversas novas técnicas pedagógicas ao mesmo tempo em que também se ampliam as modernas teorias de ensino e aprendizagem. Diferentes investigadores como professores, políticos, administradores, pedagogos, filósofos incursionam pelos espaços da educação. Alguns outros são, ainda, teóricos, graduandos, práticos, estudantes, ávidos em levantar dados e informações a respeito dos procedimentos e processos que podem ser observados na educação. É clara a produção de uma imensa quantidade de informações, posteriormente publicadas em revistas, livros, artigos, dissertações, teses, congressos ou cursos. De acordo com Novoa (1992) esta comunidade científico-educacional retira interpretações diversas, principalmente a partir da rotina dos professores. Também há um trabalho intenso no sentido de legitimar as teorias e inovações educacionais. Autores estudiosos e inovadores, nesta dinâmica, tendem a se tornar ícones, dentre os quais destacamos: Piaget, Freire, Vygotsky, Moran, Perrenoud e Ausubel. Aqui, o autor desta dissertação manifesta sua convicção de que as pesquisas na área de Ensino devam aprofundar seus estudos sem, porém, abandonar o chão de sala de aula.

Um referencial importante no contexto do Ensino, em especial o Ensino de Ciências, é a Aprendizagem Significativa, que remete às ideias de Ausubel. Nesta abordagem, a aprendizagem pode ser referenciada como significativa a partir do momento em que um novo conteúdo é apreendido e internalizado às estruturas do conhecimento e, então, passa a ter um significado especialmente se relacionado a um conhecimento anterior (PELIZZARI, 2002).

As ideias de Ausubel partem do pressuposto de que os educandos apresentam conhecimentos prévios e, portanto, a primeira etapa da aprendizagem deve ser organizar o pensamento e determinar com exatidão o que se pretende ensinar. De acordo com o referido autor, uma informação deve ser relacionada a outros conceitos ou proposições fundamentados o suficiente de modo que funcionem como âncoras. Essas âncoras são denominadas de subordinadores,

integradores ou subsunçores. A teoria da Aprendizagem Significativa busca estabelecer fundamentos de como o ser humano constrói significados para, a partir daí, elaborar estratégias de ensino que possibilitem uma aprendizagem consistente e duradoura. (AUSUBEL, 1980). Dessa forma, o que se aprende de forma significativa pode ser efetivamente utilizado e fica estabelecido por um grande período de tempo na mente de quem aprende. Ainda de acordo com autor referido, o material que se pretende ensinar e aprender deve apresentar um significado lógico para o educando. Quanto mais significativa for a informação a ser aprendida e quanto mais motivador for o material utilizado como meio, mais facilmente o educando poderá estabelecer as relações entre o que está aprendendo e o conteúdo que já conhece. Nem sempre estas relações são estabelecidas pelos educandos. Nem sempre são possíveis de serem orientadas pelo educador, sendo então importante que o meio, o material utilizado, apresente uma estrutura motivadora para a apreensão do conhecimento. A utilização de modelos e o estabelecimento de analogias devem-se muito a essa necessidade de relacionar o que se vai ensinar com o que já está previamente sedimentado em termos de aprendizagem. Essa aprendizagem, portanto, não é apenas a retenção do conhecimento e sim o desenvolvimento da capacidade de utilizar e relacionar esse conhecimento em contextos diferentes daquele onde foi elaborado. A essência do pensamento de Ausubel pode ser resumida da seguinte forma:

“Se eu tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (NOVAK e GOWIN, 1980)

No caso do presente trabalho, a teoria da Aprendizagem Significativa constitui inspiração no sentido de orientar a busca de um material (no caso o jogo) potencialmente significativo, imbuído de características capazes de despertar a curiosidade dos estudantes, a fim de servir de elemento motivador no processo de ensino-aprendizagem. Em paralelo, o desenvolvimento do jogo também deve levar em conta uma linguagem e uma estrutura que sejam capazes de dialogar com os conhecimentos prévios dos estudantes. Dessa maneira, apresenta-se o desafio de identificar estratégias que possam auxiliar e ao mesmo tempo estimular os alunos a compreender os conceitos iniciais dos fenômenos hereditários de forma significativa.

A propósito, a utilização de múltiplos materiais, de modo a que o professor não seja refém de um único livro de texto, e o desenvolvimento de estratégias e instrumentos facilitadores constitui elemento importante para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012). Para que o aluno tenha um envolvimento completo no processo de ensino-aprendizagem ele deve ler, escrever, discutir e resolver problemas ou desenvolver projetos relacionados à temática exposta. Depois, ainda, cumprir tarefas que envolvam processos de análise, avaliação e síntese. Portanto, atitudes ativas na forma de projetos ou na solução de desafios, contrapondo a passividade de metodologias mais conservadoras, conduzirão o aluno à apropriação crítica do conhecimento (MOURA; BARBOSA, 2011). Dessa forma, estratégias educacionais baseadas na estrutura de jogos podem colaborar na solução de alguns dos problemas que muitas vezes interferem negativamente inibindo a apreensão do conhecimento formal.

2.2 PCN's DO ENSINO MÉDIO PARA BIOLOGIA

A manifestação do fenômeno vida em todas as suas diferentes formas de ocorrência é o ponto de partida para o estudo da biologia. Um sistema biológico é o resultado de uma programação intrínseca, e se mantém a partir de uma relação com outros seres vivos e com o meio físico. Reiteradamente lê-se que o conhecimento da biologia deve ser, sempre que possível, contextualizado aos estudantes. Mas nem sempre isso é possível ou simples de ser concebido. Um exemplo que ilustra uma provável impossibilidade de contextualização é o tratamento do tema da respiração celular, presente no programa de citologia, normalmente relacionado com o 1º ano do ensino médio. Esse tópico exige a abordagem das suas fases (glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa), normalmente envolvendo reações complexas, com formação de diversos subprodutos. O objetivo final é restaurar a molécula de ATP, molécula que posteriormente realiza a liberação de energia. Esse conjunto de reações e transformações normalmente é incompreensível aos alunos e ao mesmo tempo é notória a impossibilidade de contextualização. Por exemplo, Moreno (1997) apresenta pesquisa realizada em que jovens relatam um “esquecimento” quase total das aprendizagens do ensino médio. Poucos anos após o término do ensino médio, a retenção de conhecimento é inócua ou, quando ocorre, está normalmente

associada a temas que estão conectados com seu interesse imediato ou sua atividade diária.

Para levar em conta essas questões, porém, com aprofundamento e abrangência ainda mais gerais, foram concebidos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2001) e, depois, suas Orientações Educacionais Complementares, os PCN+ (BRASIL, 2002). Estes visam organizar áreas do conhecimento e orientar uma educação pautada pela promoção de valores e consolidação dos atributos de cidadania para o ensino médio. Assim, os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento:

“devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (BRASIL, 2001, p. 6).

A orientação curricular com utilização de novas terminologias foi instituída a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996). Esta busca levar até as escolas as fundamentações legais e implementar mudanças nas práticas educacionais realizadas em sala de aula. É uma proposta ambiciosa na tentativa de realizar mudanças curriculares e metodológicas na prática educacional dos professores e na estrutura escolar (BRASIL, 1996).

Dessa forma, as noções de competências, habilidades, interdisciplinaridade e contextualização passaram a fazer parte das discussões pedagógicas docentes nos bancos escolares. Embora pareça que estes temas tenham se tornado bastante comuns nos discursos dos profissionais envolvidos com a educação, não significa que tenham alterado significativamente suas práticas educacionais.

No caso específico do Ensino de Biologia, de acordo com os PCN, o objeto de estudo desta disciplina é o fenômeno vida:

É objeto de estudo da Biologia o fenômeno vida em toda sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio. Um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. As diferentes formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente. (BRASIL, 2008, p.14)

No que diz respeito especificamente à genética, os PCN apresentam a diretriz de:

Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta, são alguns elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo (BRASIL, 1999, p. 220-a).

Uma das dificuldades na missão de colocar em prática as propostas contidas nos PCN e PCN+ com orientações educacionais complementares deve-se ao fato de que foram pouco discutidos com os professores no tocante a o que ocorre em sala de aula. A esse respeito, Ricardo (2005) aponta:

“a falta de políticas educacionais que viabilizassem tais discussões acompanhadas de formação continuada e de ações efetivas para modificar a estrutura escolar ainda centralizadora e apoiada em cargas horárias pesadas para os docentes”. (RICARDO, 2005)

Mesmo que se considere a necessidade de mudanças significativas no ensino, à luz do que está posto nos documentos oficiais, ainda se percebem dificuldades na implantação dos PCN. No caso do Ensino de Biologia, a ausência de uma compreensão exata dos eixos estruturadores do currículo, incluindo interdisciplinaridade e contextualização, remete a práticas históricas arraigadas de um ensino enciclopédico e conteudista. Apesar de o ensino estar resguardado pelos PCN há quase 15 anos, o seu escopo metodológico fundamental parece ainda não estar concretizado no cotidiano escolar (RICARDO, 2005).

2.3 DCE's DE BIOLOGIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (DCE) foram elaboradas entre os anos de 2003 e 2008 (PARANÁ, 2008). Foram concebidas para introduzir um currículo disciplinar que possibilitasse a organização do conhecimento dentro de uma concepção pedagógica que traçou suas próprias opções metodológicas e avaliativas. A construção, que culminou em um documento curricular, denominado Currículo Básico, foi fundamentada a partir de amplas discussões com os profissionais da educação:

“[...] Estas Diretrizes Curriculares, por sua vez, se apresentam como frutos daquela matriz curricular, porém, duas décadas se passaram e o documento atual tem as marcas de outra metodologia de construção, por meio da qual a discussão contou com a participação maciça dos professores da rede. Buscou-se manter o vínculo com o campo das teorias críticas da educação e com as metodologias que priorizem diferentes formas de ensinar, de aprender e de avaliar” (PARANÁ, 2008, Pág. 19)

Esse direcionamento diverso tem a pretensão de reorientar a proposta curricular adotada pelos PCNs, ao buscar elaborações de projetos a partir de temas transversais. Busca-se, nas DCEs, um planejamento realizado em equipe, e não de forma isolada. Esse modelo descreve uma proposta alicerçada em fundamentos teóricos e metodológicos que “garantem uma abordagem crítica” (PARANÁ, 2008, Pág. 27).

Buscando a formação de sujeitos críticos, atuantes, reflexivos e analíticos as DCEs estabelecem conteúdos que visam ampliar o entendimento do fenômeno vida. Ao mesmo tempo buscam a aplicação do conhecimento biológico e como esse conhecimento pode interferir e modificar o contexto de vida da própria humanidade. De acordo com as DCE, cabe ao professor, em sua prática, definir estratégias de ação e procedimentos de trabalho com uma prática social, vinculando a leitura da realidade com os diversos campos do conhecimento. Ao professor cabe estabelecer novos significados às conceituações anteriores, em geral, advindas do que é denominado senso comum. Segundo Justina (2001) se o conhecimento científico é trabalhado de forma desfragmentada e desmistificada, realizando-se abordagens históricas, ocorre então a efetiva compreensão por parte dos alunos do ensino médio, dentro dos limites e aplicações da ciência. A descrição dos objetos de estudo ilustra a tentativa de amarrar o pensamento biológico dentro dos contextos histórico, político, social e cultural, que formam os conteúdos estruturantes e fornecem os subsídios para os conteúdos específicos.

As Diretrizes Curriculares de Biologia para a Educação Básica do Estado do Paraná apontam para uma metodologia de ensino baseada em conteúdos estruturantes. Os conteúdos estruturantes são: “organização dos seres vivos”, “mecanismos biológicos”, “biodiversidade” e “manipulação genética”. Citando alguns objetivos para cada um dos eixos: “organização dos seres vivos” – parte de um enfoque descritivo, visa classificar os seres vivos em busca de uma análise da diversidade biológica e de fatores que determinam o aparecimento e/ou extinção de espécies ao longo da história; funcionamento dos “mecanismos biológicos” – utiliza

uma visão mecanicista e busca ampliar a discussão sobre a organização dos seres vivos, dentro de uma visão evolutiva, a fim de compreender e construir conceitos científicos; estudo da “biodiversidade” em processos de variabilidade genética – visa discutir os processos biológicos que conduzem a modificações, perpetuam uma variabilidade genética garantindo a diversidade de seres vivos.

Analisando as abordagens, nas DCE, relacionadas à genética, parece haver necessidade de, a partir do currículo, estabelecer uma linha didática que permita introduzir adequadamente os conceitos básicos de genética. São necessários conhecimentos prévios das relações entre a informação hereditária e a estrutura e fisiologia celular, citologia e fisiologia celular. Esses conceitos são necessários no ensino médio para que o aluno tenha a interpretação dos fenômenos da hereditariedade plenamente compreendidos.

Lopes (2004) discorre que as políticas curriculares são dinâmicas e devem ser interpretadas nos seus mais variados contextos e estão sempre influenciados pelo momento histórico e cultural no qual estão inseridos. Por outro lado, cabe ao professor cumprir com as políticas norteadoras. Tanto no caso das diretrizes nacionais (PCN e PCN+) quanto das estaduais (DCE), existe o reconhecimento da importância da atuação do professor. No caso do presente trabalho, que se enquadra no contexto de um mestrado profissional ligado à área de Ensino, particularmente o Ensino de Ciências, no âmbito das Tecnologias de Informação e Comunicação, é importante destacar dois aspectos: o desenvolvimento do produto e o processo de formação continuada.

2.4 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES – PDE

O objetivo principal do mestrado profissional é “a implementação de estratégias ou produtos de natureza educacional, visando à melhoria do ensino em uma área específica de Ciências” (MOREIRA e NARDI, 2009). Além do produto, o mestrado profissional também tem a função de “melhorar e/ou atualizar a formação dos professores em conteúdos específicos” (MOREIRA e NARDI, 2009), que remete à formação continuada.

De fato, a formação de professores é tema recorrente nas discussões que buscam melhorias na qualidade do ensino básico. É consensual uma retórica de que essa formação deva ser continuada e permanente e que, além da graduação, essa

formação se estenda à pós-graduação. Os professores são, muitas vezes, responsabilizados de forma direta pelo fracasso dos alunos nas instituições educacionais públicas, segundo o senso comum. Do ponto de vista da pesquisa em Ensino, há diversos estudos que focam não apenas nas deficiências e insuficiências referentes à ação e formação mas também na origem destes problemas e, não em poucas oportunidades, apontam soluções (KRASILCHICK, 1987). Os professores são profissionais estratégicos no contexto educacional e, assim, não basta detectar deficiências do seu modo de ensino. É necessário integrar os conhecimentos teóricos com a ação prática, especialmente numa sociedade que se modifica rapidamente em funções de diversos fatores, entre eles o desenvolvimento tecnológico. Portanto, numa busca de ir além da identificação dos problemas de formação dos professores, pode-se citar iniciativas tais como o Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE). Por meio deste, implantou-se uma política de formação continuada buscando a valorização e aperfeiçoamento dos professores que atuam na rede pública estadual de ensino. Essa política busca uma concepção de um Plano Integrado de Formação Continuada, fundamentada em alguns princípios e tem por objetivos (PARANÁ, 2008):

- reconhecimento dos Professores como produtores de saberes sobre o ensino aprendizagem;
- organização de um programa de formação continuada atento às reais necessidades de enfrentamento dos problemas ainda presentes na educação básica paranaense;
- superação do modelo de formação continuada de professores concebido de forma homogênea, fragmentada e descontínua;
- criação de condições efetivas, no interior da escola, para o debate e promoção de espaços para a construção coletiva do saber;
- consolidação de espaços para discussões teórico-práticas, utilizando-se de suportes tecnológicos que permitam a interação entre os Professores participantes do PDE e os demais Professores da rede;
- organização de um programa de formação continuada integrado com as Instituições de Ensino Superior do Estado do Paraná.

A participação no PDE visa a permitir que os professores possam deixar o isolamento característico de suas atividades escolares e se envolvam em processos

interativos, encontros de estudo, produção de artigos, enfim, uma busca de mudanças que fossem mais próximas do seu ponto de atuação. O PDE é um programa de formação continuada que não encontra modelos semelhantes no ensino público, no sentido de permitir aos professores uma oportunidade de reciclagem e aperfeiçoamento sempre necessários na prática docente (SILVA MORAES *et al.*, 2011).

Por outro lado, entende-se que ainda há a necessidade do estabelecimento de mais programas voltados à formação continuada de professores. É neste contexto que está inserido o mestrado profissional, em especial o programa PPGFCET, da UTFPR. A inspiração do programa consiste em oferecer oportunidades de formação *stricto sensu*, em nível de mestrado como forma de contribuir para a formação de alto nível dos professores, especialmente os paranaenses.

2.5 O ENSINO DE BIOLOGIA

O conceito de alfabetização científica ou letramento científico está cada vez mais presente nas discussões entre educadores em referência a um processo de contínua construção e interpretação de conhecimentos necessários para a convivência nas sociedades contemporâneas. Existe um consenso de que a formação científica deve trazer uma contribuição concreta para a explicação de processos e conceitos da ciência e da tecnologia na vida moderna. Essa formação também se aplica para a tomada de decisões de cunho individual ou coletivo, inserido num contexto ético e responsável.

Krasilchik (2008) cita quatro níveis para o que denomina de alfabetização biológica: nominal, funcional, estrutural e multidimensional. De acordo com a autora, o primeiro nível refere-se à capacidade de reconhecer os termos utilizados em biologia sem, no entanto, ter conhecimento de seu significado. O nível funcional permite aos alunos a definição adequada dos termos. No nível estrutural, os estudantes explicam os termos biológicos com terminologia própria, utilizando inclusive como ponto de partida algumas experimentações realizadas. No último nível, multidimensional, os estudantes aplicam esse conhecimento e relacionam com outras áreas para a solução de problemas. Buscando ainda ampliar as teorizações sobre o aprendizado de biologia, “são admitidos processos educacionais

diferenciados entre as décadas de 1950 a 1980: são os processos comportamentalista, cognitivista, construtivista e sociocultural” (KRASILCHIK, 2008, p. 23).

A autora ainda situa que, no final da década de 1970, observava-se uma tendência de estabelecer currículos nacionais, inclusive nos Estados Unidos e Inglaterra, onde as decisões são historicamente descentralizadas. No caso do Brasil, ao término dos anos 1990, o governo brasileiro, a partir do Ministério da Educação, elaborou e difundiu os parâmetros curriculares nacionais (PCNs). A proposta aponta que:

“o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (BRASIL, 2001, p. 15).

Porém, observam-se muitas deficiências no ensino de biologia para a elaboração de um conhecimento científico. Os conteúdos, quando ensinados mecanicamente, apresentam-se, em geral, de modo “fragmentado, memorístico, factual, previamente construído, inalterável e permeado de ideologias” (BARROS, 1998). Fatores esses que não conduzem os estudantes a compreender o significado da ciência, suas limitações e seu potencial de ação sobre a sociedade.

Na realidade, os conteúdos continuam sendo a preocupação mais recorrente no momento dos professores elaborarem seus planejamentos de ensino. A delimitação da abrangência e profundidade dos temas abordados apresentam diferenciais enormes de estado para estado, de instituição para instituição e não raras vezes dentro da mesma instituição, entre diferentes professores. Essas alterações podem ser constatadas consultando os professores que atribuem importâncias diferenciadas às diferentes unidades curriculares (KRASILCHIK, 1987).

De acordo com Casagrande (2006), a biologia é uma grande área das ciências que estuda os mecanismos de regulação dos organismos e as interações dos seres vivos com o meio ambiente. Tendo consciência da importância e abrangência dessa ciência espera-se que os indivíduos tenham condição de ter um papel significativo e coerente frente aos temas diversos presentes na sociedade moderna. Devemos ter claro que o desenvolvimento científico progride e que verdades hoje incontestáveis poderão ser alteradas ou complementadas amanhã. Formar pessoas permanentemente preparadas para absorver novas verdades

também é função do processo educacional. A visão da vida como conjunto de elementos isolados, compartimentalizados, também entra em conflito com as proposições sistêmicas para as manifestações da matéria viva como, por exemplo, citado por Capra e colaboradores:

“A compreensão sistêmica da vida que hoje está assumindo a vanguarda da ciência baseia-se na compreensão de três fenômenos básicos: o padrão básico de organização da vida é ou rede ou teia; a matéria percorre ciclicamente a teia da vida; todos os ciclos ecológicos são sustentados pelo fluxo constante de energia proveniente do sol” (CAPRA *et al*, p. 14, 2006).

A apropriação e articulação do fenômeno vida favorece a compreensão das ciências biológicas como um conjunto integrado de fenômenos que dão às aulas de biologia um sentido e um significado prático. Se partirmos de uma visão linear e cartesiana para a definição de vida, também as práticas pedagógicas estarão atreladas a esse contexto conservador do currículo, da escola, do docente e do discente.

Vilela (2007) cita que “um problema bastante comum no ensino, além do despreparo e desatualização de alguns professores, é a forma superficial, de como alguns conteúdos são abordados nos livros didáticos”. O professor e o livro didático são pilares que fundamentam o processo ensino-aprendizagem. Os livros didáticos parecem ainda manter as subdivisões compartimentalizadas clássicas. Esse fator acaba por tornar mais cômoda e familiar a elaboração de um planejamento conservador e uma organização curricular engessada para o ensino de biologia.

Porém, com os PCNs uma nova organização temática traz a proposta de outras diretrizes, sendo fundamental, por exemplo, a compreensão e articulação dos conceitos de biosfera e biodiversidade. Estes conceitos biológicos são apresentados como uma teia de matéria viva extremamente variada, que se apresenta da forma como a conhecemos hoje, por ter passado por um processo de mudanças graduais conhecido como evolução. Muitos professores ainda são resistentes a uma visão curricular aparentemente descontínua, mas como exigir novas posturas na prática docente se, em geral, esses professores são produtos de uma formação cartesiana e conservadora? Sem dúvida é um desafio ser professor no século XXI.

Possibilitar a construção de competências e habilidades, e ainda estimular o desenvolvimento e assimilação de valores e princípios éticos, não é tarefa para profissionais despreparados. A formação adequada gera a autoconfiança adequada

que deve ser associada com uma prática docente vinculada à realidade. Esta prática passa a estimular o pensamento crítico, resultando na construção de um ensino ativo e contextualizado. A formação continuada e as práticas pedagógicas inovadoras são estratégias que buscam superar as dificuldades observadas em sala de aula.

Muitos avanços já podem ser observados, porém, muito ainda deve ser desenvolvido para evitar a progressiva precarização do ensino de biologia, esta decorrente de múltiplos fatores, tais como:

“[...] excessivas cargas horárias de trabalho, utilização do livro didático como instrumento único de ensino, conteúdos abstratos e superficiais, ausências de aparato tecnológico no ambiente escolar, ausência de atividades interdisciplinares e contextualizadas [...]” (MOURA *et al.* 2013. p.170).

Sintetizando, Barbosa e Moura (2013) apontam que “uma escola que se estabelece como é hoje, tem poucas chances de sobrevivência”. Ainda de acordo com os autores somente com uma relação diferenciada no eixo escola, docentes, discentes e a partir de profundas reflexões nas metodologias ativas é que poderemos obter maior eficiência na aprendizagem. O fato é que posturas educacionais obsoletas no ensino de biologia devem ser definitivamente enterradas para que possamos transformar as escolas nos verdadeiros espaços de aprendizagem intensiva e consistente.

2.6 O ENSINO DE GENÉTICA

O ensino de genética está presente em praticamente todos os currículos de ensino médio do Brasil, exceção para alguns cursos de natureza técnica em que esses conteúdos estão suprimidos ou reduzidos. A genética fornece conceitos importantes que mudam a visão que a pessoa tem de si mesma e também a da sua relação com a natureza. Atualmente diferentes setores da sociedade buscam nos conhecimentos de genética opções concretas para a produção de alimentos, para a preservação ambiental, na cura de doenças e no desenvolvimento biotecnológico. Portanto, como ciência aplicada, a genética torna-se um ramo do conhecimento vital, capaz de transformar a existência humana e de toda a natureza que a rodeia.

Entre todas as subdivisões da biologia, a genética é certamente a que ocupa uma posição de referência, evidenciado pelo volume de inserções que a mídia lhe dedica. É uma ciência de grande interesse social. Sua influência no dia a dia força as escolas e professores a aproximarem-se da realidade introduzindo conceitos novos, relacionados com o desenvolvimento biotecnológico, para os estudantes. Este cenário traz implicações sociais, políticas, éticas, econômicas e legais. Cabe, dessa forma, à escola o dever de ofertar uma formação sólida que permita ao estudante ter capacidade de compreender e tomar decisões a partir dos conhecimentos científicos desta área. Segundo Carabetta (2010),

“Nesse sentido, uma nova perspectiva comprometida com a reconstrução do saber e fazer didáticos necessita de um trabalho que transforme a sala de aula em um espaço de constantes trocas dialógicas, em que as interações sociais constituam-se em momentos relevantes e vantajosos do trabalho pedagógico, pois é pelo diálogo que a diversificação e a subjetividade se revelam e pontos de vista são confrontados e analisados, proporcionando o desenvolvimento e precisão dos pensamentos (CARABETTA, 2010)”.

Essa formação se fará concreta a partir da presença desta ciência nos currículos escolares e da ação objetiva de professores que proporcionem condições de construir o conhecimento científico adequado.

Justina (2001) argumenta que, entre outras dificuldades, não há uma compreensão precisa, por parte da população em geral, sobre a definição exata de termos como cromossomos, DNA, clonagem, transgênicos e outros. Além disso, destaca que “a compreensão de entendimentos muito limitados sobre sua estruturação mais elementar, como por exemplo, **definir o que é um gene e onde se localiza**” (grifo do autor).

A rigor, a Genética é uma ciência que deve ser compreendida no nível bioquímico da estrutura do DNA, no nível orgânico sistêmico, onde uma característica qualquer se manifesta, e no nível populacional, onde os processos evolutivos ocorrem (LEWONTIN, 2002). Em que pese tratar-se de uma ciência jovem, de forte apelo midiático, e de sua relevância no momento atual, a genética ainda é cercada de uma folclórica atmosfera de ciência indecifrável. É bastante clara a profundidade com que a genética influencia em outras áreas com a agricultura, a pecuária, o direito, a medicina e até a filosofia. Portanto, vários setores da sociedade são atingidos cada vez que alguma descoberta é divulgada ou um fato novo é

publicado. Neste sentido, por conta de sua complexidade, a genética pode ser entendida como sendo mais do que uma subárea da biologia (NUNES, 2010).

Freitas e colaboradores (2011) e Salim e colaboradores (2007) destacam que a genética aborda conceitos científicos a partir de um vasto e complexo vocabulário, característica que também dificulta a compreensão e diferenciação dos conceitos envolvidos. É clássico, entre os discentes do ensino médio, que os “nomes” e processos complexos normalmente associados ao ensino de biologia são os exemplos mais típicos da dificuldade na compreensão da biologia. Apesar dessa informação, seguramente a genética está entre as especializações da biologia consideradas mais difíceis de serem assimiladas.

Ainda sobre o ensino de genética, pesquisas apontam para a dificuldade existente entre os alunos do ensino médio com relação à compreensão adequada de seus conceitos básicos. (FABRICIO, 2005). Estes alunos atribuem a uma variedade de fatores as dificuldades encontradas na assimilação dos conceitos e compreensão dos fenômenos que se relacionam com a genética. Entre estes motivos, pode ser citada a abstração necessária para a compreensão dos conceitos, o entendimento dos mecanismos de hereditariedade e as interpretações matemáticas e estatísticas. Cabe destacar que são também observados conteúdos relacionados ao tema com incorreções e informações distorcidas, presentes tanto em livros didáticos como também na imprensa. Imprensa que muitas vezes associa a genética com uma ciência complexa, compreendida e corretamente interpretada apenas por gênios de jalecos brancos e óculos com lentes grossas e pesadas - esta distorção contribui ainda mais para distanciar a genética do nosso cotidiano. Para Alba (2008) muitas dificuldades decorrem da informação descontextualizada e calcada na memorização rasa e repetitiva veiculada nos bancos escolares. Pode-se aliar a esse fato a ideia deturpada de que a ciência é um conjunto de verdades inquestionáveis e imutáveis. Esse fenômeno é particularmente perceptível e, muitas vezes é associado com um determinismo genético clássico. A este respeito, chama a atenção o fato de que, por vezes, o significado dado pelos estudantes para alguns conceitos seja muito diferente daquele compartilhado pelos cientistas (SILVEIRA, 2014).

Porém, ao mesmo tempo em que se detecta essa dificuldade pelos docentes, observa-se uma busca permanente de melhores estratégias para o ensino de genética. A relevância dessas tentativas fica evidenciada nas diversas matérias presentes na revista *Genética na Escola*, uma publicação da Sociedade Brasileira de

Genética (SBG). No site deste periódico (<http://www.geneticanaescola.com.br/>) estão disponíveis em todos os números seções específicas para o ensino de genética a partir de estratégias diferenciadas, além de fóruns com debates permanentes a respeito dessa temática.

A abordagem da genética molecular exige uma grande capacidade de abstração e imaginação por parte dos educandos do ensino médio. A aplicação dos avanços tecnológicos provenientes dos conhecimentos adquiridos na área da genética e da biotecnologia, na sua concepção mais recente, permeia de indagações o imaginário de nossos jovens estudantes. Para Alba (2008) é fundamental a elaboração de conceitos adequados para os termos relativamente recentes como transgênicos, clonagem, teste de DNA, manipulação genética, que exigem conhecimentos prévios de genética molecular, citogenética e, inclusive, das leis básicas de herança biológica.

A utilização de “modelos busca viabilizar e criar ideias que permitem concretizar conceitos que são na realidade abstratos” (AMABIS e MARTHO, 1990). Modelos moleculares da estrutura do DNA, dos cromossomos, do funcionamento das enzimas, da organização das proteínas a partir de sequências de aminoácidos são exemplos que se esgotam em livros educacionais e em simulações didáticas.

Portanto, novos e diferentes recursos didáticos podem ser alternativas interessantes para facilitar o aprendizado de genética. Filmes, animações, softwares e aplicativos ampliam a possibilidade desse aprendizado. Também a utilização de jogos e simuladores buscam novos fatores motivacionais e uma relação de maior interatividade entre educador e educando. Daí a proposta apresentada no presente trabalho. Uma atividade com abordagem diferenciada para o ensino dos princípios da primeira e da segunda Lei de Mendel, ensinadas no ensino médio.

Fabício e colaboradores (2006), realizaram pesquisa com 136 alunos do 3º ano do ensino médio de escolas públicas estaduais da cidade do Recife. Concluíram que os conhecimentos destes sobre as leis de Mendel eram insipientes, e que quantidade significativa dos alunos não sabia associar o conceito de gene às leis da hereditariedade. A grande maioria relacionou as leis com as letras, que apenas representam didaticamente os alelos no fenômeno da segregação durante a divisão meiótica. Essa dissociação é recorrente e impede a compreensão efetiva das atuais técnicas de biologia molecular. Até nos livros didáticos do ensino médio observam-se definições diferentes para o termo “gene”. Alguns desses conceitos deturpados

conduzem muito facilmente à apreensão de significados equivocados, como relatado por alguns autores (SANTOS e EL-HANI, 2009; PITOMBO *et al.*, 2008). Por sua vez, esses equívocos desembocam em interpretações evolutivas errôneas. Estas deturpações de conceitos tornam-se recorrentes em matérias de jornais e revistas sem rigor científico, que induzem facilmente o leitor a um determinismo genético ou a reducionismos superficiais. Portanto, considerando o constante desenvolvimento científico e tecnológico, a genética apresenta-se como um eixo de estruturação e integração entre ciência, tecnologia e sociedade. Assim,

[...] é importante e indispensável que o público em geral tenha mais e melhores informações para compreender as aplicações e implicações da genética, formando cidadãos críticos para discutir os rumos e os usos dos avanços científicos e suas implicações sociais, éticas, políticas e econômicas. (JUSTINA e FERRARI, 2010)

É dentro deste contexto que os PCN sugerem atividades orientadas a partir das atualidades, afinal, “a linguagem científica tem crescentemente integrado nosso vocabulário; termos como DNA, cromossomo, genoma, clonagem, efeito estufa, transgênico” (PCNEM, 2000). Portanto é necessária uma abordagem integradora, detalhada e interdisciplinar quando são tratadas questões relacionadas ao ensino de genética, suas tecnologias, aos avanços científicos e desenvolvimentos tecnológicos.

2.7 O ENSINO DAS LEIS DE MENDEL

Apesar das tentativas de inovações tecnológicas presentes nas escolas públicas e privadas, a proposta de ensino sempre passa, na prática, pela ação direta do professor em sala de aula. Especificamente, no ensino de genética, a maioria dos alunos não contextualiza os conhecimentos de genética com sua realidade. Dessa forma Oca (2005) se refere aos conteúdos de genética como os mais desinteressantes e difíceis. Essa conjuntura impede a correlação entre o ciclo celular, a estrutura da molécula de DNA, e o conceito de gene, por exemplo. Krasilchik (2000) indica que compreender biologia possibilita assimilar, refletir, criticar e aprofundar conhecimentos capazes de gerar produtos que podem ou não trazer progressos substanciais à sociedade. Krasilchik (2000) ressalta ainda que além fornecer informações, o ensino de biologia deve fornecer ao aluno o

desenvolvimento de habilidades e competências para compreender, sistematizar e reelaborar fatos do cotidiano.

Segundo Borges e Lima (2007) grande parte dos alunos brasileiros deixa o ensino médio interpretando as leis de Mendel apenas como “letrinhas” combinadas a partir de um cruzamento, sem fazer a associação de que as representações como AA ou Aa, são símbolos de alelos, localizadas nos cromossomos. E, mais do que isso, as leis de Mendel formam a base de compreensão da forma como as características hereditárias passam de uma geração a outra.

Por outro lado, o professor de biologia tem sido colocado à frente dos desafios de acompanhar e compreender as descobertas científicas e biotecnológicas para a construção do seu próprio conhecimento de maneira sistematizada, situação que demanda tempo e estudo. Normalmente, não é somente esta complementação de estudos que compromete seu desempenho em sala de aula. Falta de recursos, ausência de laboratórios e equipamentos, carga horária excessiva são algumas das dificuldades para a não utilização de práticas pedagógicas mais criativas e inovadoras (GIANI, 2010). Essa conjuntura desemboca em um processo de motivação escassa, com uma prática docente desvinculada da realidade e desprovida de contextualização. São fatores que conduzem a uma crescente precarização docente que conduz à triste rotina do uso excessivo do livro didático como único recurso de apoio pedagógico.

Uma rápida reflexão a partir dessa pequena revisão leva a perceber ainda uma imensa distância de associação entre o que é ensinado a partir da genética clássica e as informações de desenvolvimento biotecnológico, frequentemente veiculado na mídia à qual os alunos estão constantemente expostos. Portanto, é crucial que o enfoque metodológico seja analisado. Esse enfoque pode, por exemplo, ser resgatado a partir dos denominados “momentos pedagógicos” propostos por Delizoicov e Angotti (2000). Estes buscam uma estratégia de ensino onde a atividade didática é desenvolvida em três momentos, a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Em nenhum desses momentos é excluída a participação ativa dos professores que devem fornecer uma estruturação conceitual sólida. Portanto, deve-se contar com profissionais instrumentalizados que possam desenvolver um trabalho efetivo que conduza para uma formação científica adequada.

Outro enfoque que merece uma breve abordagem é o fator motivacional que deve estar presente no processo ensino-aprendizagem. A motivação pode ser derivada da curiosidade e do interesse por temas geradores. Está vinculada ao prazer da análise de hipóteses de uma questão proposta, ou da alegria estabelecida quando se alcança a solução de um problema desafiador.

Cabe, ainda, mencionar que um dos problemas envolvendo o ensino das leis de Mendel é a necessidade de conhecimentos prévios em várias áreas da biologia celular, tais como: ciclo celular, biologia molecular, citogenética; e, mais ainda, fundamentos de matemática a partir de operações com frações, probabilidades e regra de três. Assim, o aprendizado das leis de Mendel e suas derivações como alelos múltiplos, herança quantitativa, herança ligada ao sexo, bem como recombinação gênica também necessita de conhecimentos estatística e bioquímica.

Os professores de biologia, em geral compreendem a necessidade de abordar as leis de Mendel, mas muitas vezes terminam por entediar os alunos com os problemas propostos pelos livros didáticos. Estes, quando utilizam exemplos de características hereditárias, realizam generalizações que são questionáveis quanto ao fato de ser mesmo uma característica monogênica. São mitos da genética humana que permeiam os livros didáticos. Entre esses mitos, podem ser citadas as características de cor dos olhos, cor dos cabelos, capacidade de dobrar a língua, lobos das orelhas e mais uma dezena de outras características investigadas por Macdonald (2011). Na análise de Macdonald (2011), essas características não são monogênicas. A maioria desses caracteres hereditários humanos, que são apresentadas para dar maior realismo ao ensino de genética, apresentam outras interações gênicas ou recebem forte e variada influência ambiental. Como grande parte desses trabalhos foi realizada nas décadas de 30 a 60, apresentam simplificações que conduziram, muitas vezes, a interpretações inadequadas. Portanto, novos conhecimentos de expressão gênica podem ser o ponto de partida para conduzir a uma discussão em sala, apontando para uma nova interpretação a readequação desses exemplos ilustrando, inclusive, como o conhecimento pode se modificar e aperfeiçoar ao longo do tempo.

Compreender o processo de transmissão dos caracteres hereditários requer muito mais que processos mecânicos. Implica na construção de modelos e métodos que devem ser periodicamente visitados e revisitados para que possam ser atualizados e relacionados com os novos processos que são permanentemente

desenvolvidos. Assim, a compreensão das leis de Mendel e os mecanismos de transmissão hereditária devem permitir ao aluno inserir esses conhecimentos em outras disciplinas e relacioná-los com outros conteúdos.

3 O JOGO COMO PROPOSTA DE APRENDIZAGEM

Uma das finalidades do processo educacional é proporcionar capacidades de aprender, garantindo autonomia, criticidade e flexibilidade. A adoção de novas práticas pedagógicas e o uso de estratégias de ensino diversificadas permitem que esses objetivos sejam atingidos. Em geral as estruturas de jogos tornam as atividades educacionais mais significativas para as situações de aprendizagem (MIRANDA, 2001).

Os jogos constituem-se como estrutura representativa da realidade e apresentam uma longa historiografia, contudo, não é foco deste trabalho uma investigação mais extensa de suas origens e influências nas diferentes culturas. Serão, portanto, apresentadas algumas considerações pertinentes ao contexto do trabalho.

A própria palavra jogo pode assumir diferentes significados até mesmo durante a infância, juventude e vida adulta. Jogos olímpicos, jogos de azar, jogos de futebol, damas, xadrez, gamão, amarelinha, cabra-cega, forca, bingo, dominó, jogos de corrida, de cartas, de tabuleiro, jogos eletrônicos, jogos digitais, e muitos outros com diferentes formas e arranjos. Muitos são clássicos, de tabuleiro, como xadrez, gamão, damas, trilha. Outros jogos de mesa também podem ser considerados clássicos mais recentes como Banco Imobiliário®, War®, Detetive®, Imagem & Ação®, entre outros. De acordo com (VIANNA *et al.*, 2013), além destes cabe citar os jogos com cartas como pôquer, canastra, pife, truco, uno e os denominados *trading card games* (jogos de cartas colecionáveis) como *pokemon*®, e *yu-gi-oh*®. Enfim, são tantos e tão variados que a classificação ou estudo de suas origens tornam-se objetos de teses e discussões infundáveis.

Incontáveis também são as expressões que, utilizando a palavra jogo, criam uma grande variedade de significados. Por exemplo: abrir o jogo (contar um segredo ou a verdade); esconder o jogo (ocultar fatos ou informações); entregar o jogo (desistência de ação); fazer o jogo de alguém (beneficiar alguém); jogo limpo (ação transparente, honesta); jogo sujo (desonestidade na ação); jogo de cintura (maleabilidade de ações), dentre muitos outros.

E o que faz um jogo ser um jogo? Um jogo deve reunir um conjunto de elementos que nem sempre se apresentam de forma clara. De acordo com Vianna e

colaboradores (2012), “todos os jogos compartilham quatro características que os definem: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária”. Huizinga, (1980) ainda acrescenta outros quatro elementos: distração, exterioridade da realidade, limites espaciais e término. Outro aspecto bastante evidente que envolve os jogos é sua percepção mercadológica, pois a indústria do jogo apresenta faturamento superior à indústria do cinema e da música (VIANNA *et al.*, 2013).

Mas é importante referenciar também que o jogo pode se apresentar como um elemento lúdico capaz de agir como ponto motriz que permite brincar, ensaiar, praticar, distrair, divertir codificar e, portanto, pode ser definido como uma brincadeira com regras (HUIZINGA, 2004). É fato que, a partir dos jogos, os indivíduos podem ter e realizar uma representação do mundo, adquirindo senso crítico e ampliando as relações sociais. Existem extensas pesquisas, trabalhos e livros voltados para as classificações dos jogos, categorizando-os de formas muito diversas. A partir do fundamento de suas estruturas, muitos autores e educadores perceberam nos jogos oportunidades pedagógicas importantes, e elaboraram referências consistentes que contribuíram para a sedimentação dessa temática. E a despeito de sua enorme aceitação entre adolescentes e jovens, eles ainda são pouco utilizados no contexto educacional, e seus benefícios, ignorados por grande parte dos professores.

Froebel (1997), que tem importância no contexto educacional, talvez esteja entre os primeiros a estabelecer uma relação pedagógica com os jogos, especialmente durante a infância. Piaget (1982) também apresentou contribuições importantes ao categorizar os jogos de exercícios, os jogos simbólicos e os jogos de regras. Para ele, os jogos originam-se de imitações e mais tarde de representações para simbolizar as realidades que cercam as pessoas. Depois das relações simbólicas da infância, os jovens jogam jogos com regras muito elaboradas, numa projeção de relações sociais que tendem a se tornar mais concretas e, ao mesmo tempo, mais complexas. Neste sentido, as regras tendem a simbolizar o desenvolvimento do indivíduo contribuindo de forma definitiva para o ingresso na vida adulta.

Com Vygotsky (2007) o jogo para a criança representa a possibilidade de que venha a ser ou a experimentar situações ou preencher necessidades que na prática são irrealizáveis. Este exercício acaba trazendo avanços afetivos, sociais e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo. O envolvimento com o imaginário e o

ilusório possibilita um sentido de realização num claro movimento de busca, ou exercício de emancipação. Ou seja, da imaginação surgiria a atitude de situar-se e posicionar-se de forma consciente no mundo real.

A abordagem de Winnicott (1979) é mais aprofundada e remonta a algumas inferências com a natureza psíquica da espécie humana. Para ele nos jogos e brincadeiras ocorre o que denomina de fenômenos transicionais, onde se experimentam sensações físicas, emocionais e socioculturais. Portanto, é natural a presença de doses de agressividade, ansiedade e angústia. Também estão presentes as relações de domínio e submissão, num movimento em direção à vida adulta, com suas variantes internas e externas. Huizinga (2004) convencionou o jogo como anterior à cultura dum povo, creditando que a cultura emana do jogo. Em sua obra *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura* apresenta um estudo aprofundado de teorias e classificações dos jogos entre competitivos, recreativos, e estabelecendo conotações sociológicas, pedagógicas e psicológicas.

Para Kishimoto (1998), o jogo tem a capacidade de potencializar a exploração do universo que rodeia a criança, ao mesmo tempo em que permite a construção do conhecimento a respeito desse universo. A atividade lúdica apresenta estímulos internos e externos que levam à aprendizagem significativa, à sedimentação de valores e à apreensão das relações existentes na sociedade.

Considerando esses aspectos, entende-se que o jogo preenche um espaço imaginário e paralelo à realidade cotidiana. Transita com relativa facilidade nos mecanismos que atuam em diferentes estados emocionais humanos e preenche os momentos de ócio. Por meio dos jogos, o ato de educar pode tomar rumos que despertem a imaginação, a curiosidade, e a própria aprendizagem. Quando bem elaborado, um jogo pode proporcionar interação com o conteúdo e também o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Porém, o jogo nem sempre foi unanimidade como material didático pelo fato de encontrar-se relacionado ao prazer e a ludicidade. Percebia-se o jogo interessante apenas no contexto da formação das crianças. Assim, o jogo como instrumento educacional demorou em ser aceito nos recintos sóbrios da educação (GOMES e FRIEDRICH, 2001).

Esses estudos, análises e depoimentos estimulam muitos profissionais a incorporar os jogos, brincadeiras e atividades lúdicas em seus treinamentos e nas

suas práticas pedagógicas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam também sua contribuição:

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Jogos propiciam a simulação de situações-problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações; possibilitam a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações sucedem-se rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas. (BRASIL, 2001, Pág. 46.)

Assim, utilizando recursos e métodos diferenciados a relação professor aluno pode construir o conhecimento de modo argumentativo, com embates que conduzem a um aprendizado significativo. No ensino de biologia, especificamente de genética, o discurso científico, na maior parte das vezes, é retórico. Portanto, tendo o jogo como fator motivacional, o educando pode ser conduzido em direção à construção do conhecimento de forma estruturada e consistente. São também premissas das Orientações Curriculares para o Ensino Médio que:

“[...] o jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.” (BRASIL, 2006, p. 28)

De acordo com Miranda (2001), a partir do jogo, outros objetivos relacionados à cognição (desenvolvimento da personalidade e inteligências), à afeição (autoestima e afetividade), à socialização (divisão de tarefas e hierarquias), à motivação (desafio e mobilização), à criatividade são alcançados. É igualmente importante que os educadores ampliem suas relações com os educandos e ao mesmo tempo percebam o potencial que metodologias ativas podem proporcionar. Neste sentido, o jogo pedagógico firma-se como importante ferramenta para a apropriação e a aprendizagem significativa de conhecimentos a partir de uma atividade aparentemente lúdica. Essa ferramenta também pode contribuir para o desenvolvimento de experiências pessoais, sociais e para o enriquecimento da personalidade.

No que diz respeito ao jogo aplicado ao ensino de biologia e de genética, podem ser destacadas algumas iniciativas, como, por exemplo, o trabalho de Amabis e Martho (1990), que apresentam diversos temas para desenvolver em aulas de biologia, a partir da noção de jogos. Também merece destaque o trabalho de Alba (2008), que explora as dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética por meio da utilização de jogos didáticos. Salim e colaboradores (2007) apresentam uma proposta de uso de baralho no ensino de genética, no contexto de um projeto que visa ao desenvolvimento de materiais didáticos de caráter lúdico, com baixo custo e fácil reprodutibilidade. Visando ao entendimento de fatores evolutivos, Klautau-Guimarães e colaboradores (2008) propuseram uma dinâmica baseada no uso de afinetes. Ferreira e colaboradores (2010), por sua vez, apresentam uma proposta baseada em jogo de bingo voltado ao ensino das leis de Mendel. Trigo e colaboradores (2014) elaboraram uma sistemática baseada no uso de “canudinhos” para o ensino da genética de populações e seleção natural. Paiva e colaboradores (2008) apresentaram um jogo de tabuleiro como estratégia para explorar, em sala de aula, temas como sequenciamento, estrutura do DNA, do RNA, tradução e transcrição. Outro trabalho que visa à melhor compreensão do mecanismo de interação gênica foi produzido por Leite e colaboradores (2014) e consiste em um jogo de dominó.

Fica evidente, portanto, a necessidade, a importância e a atualidade do desenvolvimento de jogos para o ensino de genética. Porém, em tempos recentes, o desenvolvimento de jogos tem recebido uma nova influência oriunda da abordagem conhecida como “gamificação”.

3.1 GAMIFICAÇÃO E EDUCAÇÃO

Partindo da premissa de que o jogo é atividade ou ocupação voluntária, e que apresenta regras e normas voluntariamente aceitas, devemos pensar na proposição desse conceito para dentro de uma sala de aula, onde nem sempre se conseguem ações e atitudes voluntárias. O fato é que o aluno que se envolve aprende. Em busca do engajamento dos alunos, cabe uma análise dos processos e elementos de gamificação quando aplicados aos ambientes educacionais. Esses elementos tem sido objeto de estudos intensos, inicialmente em ambientes corporativos.

Segundo Navarro (2013) gamificação é derivado da tradução do termo *gamification*, cuja criação é atribuída ao britânico Nick Pelling. Entende-se gamificação como um conjunto de elementos, mecanismos, dinâmicas e técnicas presentes em jogos utilizados fora do contexto do jogo. Estes elementos são utilizados com maior intensidade e mais recentemente no mundo corporativo empresarial, mas também são referenciados para serem utilizados em treinamentos e no universo escolar. Em função de fatores considerados típicos aos elementos de jogos, tais como, competição, regras, recompensas, vencedores, resultados estatísticos com retorno constante e imediato, o conceito de gamificação cresceu muito nos últimos anos. Como já citado por Vianna e colaboradores (2012), os jogos apresentam quatro elementos fundamentais: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária. A estes elementos, podem ainda ser acrescentados a narrativa, a interatividade, suporte gráfico, competitividade, a tentativa e erro, o conflito, a cooperação, competição, objetivos, missões, conceitos de vitória são outros fatores que, reunidos, caracterizam os jogos. A relação equilibrada entre esses elementos determina a tipologia do jogo e o grau de envolvimento e imersão do jogador.

No livro *Gamification INC*, Vianna e colaboradores citam como Jane McGonigal, a famosa *game designer*, despertou a atenção do mundo:

[...] a percepção de que, se somadas todas as horas jogadas apenas pelos frequentadores do *World of Warcraft* (tradicional game online que está em curso desde 2001), teriam sido gastos 5,93 bilhões de anos na resolução de problemas de um mundo virtual. Realmente o número parece absurdo, mas está correto: toda a história do planeta Terra, desde a primeira manifestação de vida até os dias de hoje, desdobrou-se em um prazo de tempo mais curto do que aquele que, até 2010, totalizava a dedicação ao fantástico mundo de *Azeroth* por parte de seus fiéis admiradores. Cabe a reflexão sobre quais resultados seriam obtidos, por exemplo, se o mesmo esforço fosse investido na resolução de problemas do mundo real, tais como a erradicação da pobreza extrema, o aquecimento global, a questão da mobilidade nas grandes cidades ou a pesquisa para a cura de uma doença grave. Para citar um exemplo real, em 2011 pesquisadores da Universidade de Washington viraram notícia por causa do jogo *Foldit*, orientado a angariar esforços coletivos de milhares de participantes anônimos, motivados pelo desafio de tentar compreender como determinada proteína poderia ser utilizada no combate à Aids. A atividade atraiu 46 mil participantes — a imensa maioria sem qualquer ligação com a área médica —, que em apenas 10 dias conseguiram elucidar um enigma que tomou 15 anos dos cientistas sem, no entanto, obterem qualquer sucesso. (VIANNA *et al.*, 2012, Pág. 14)

Os números não param e impressionam. Da mesma fonte, vem a informação de que, até 2014, as 100 milhões de horas, que é o tempo estimado de construção do conhecimento da *Wikipedia*, equivalem a apenas 3 semanas de horas jogadas no *Angry Birds*®, e a 7 dias jogados nas diversas versões do *Call of Duty*®.

E o que leva as pessoas a jogar? Provavelmente, o fato de que jogar ultrapassa o simples entretenimento. Ele tem um sentido próprio, além do processo fisiológico ou psicológico. Segundo Fadel (2014), podem ser elencados diversos fatores como entretenimento, alívio de situações estressantes, busca de socialização, busca de interação com outros jogadores ou ainda a perseguição para vencer etapas e fases propostas em jogos eletrônicos. Há um consenso entre os *designers* de jogos que um fator é essencial para conduzir uma proposta de jogo ao sucesso: um bom jogo deve ser fácil em seu início, apresentar componentes de uma rotina de jogo bem específicas, e deve ser de difícil finalização. Além disso, jogos devem apresentar outros fatores como interatividade instantânea, possibilidade de reinício e clareza de objetivos.

A obtenção de maestria é um dos fatores motivacionais mais importantes na permanência e imersão em um jogo. O jogador é o protagonista principal do contexto do jogo. A atração pela dinâmica do jogo é que pode estabelecer um vínculo maior ou menor entre a proposta do jogo e seu público. Na figura 1, é apresentado um esquema que leva em conta a “evolução” de um jogador (“gamer”) durante o processo do jogo. Nesta figura, estão ilustradas algumas relações de vínculos que se estabelecem entre os usuários de games considerando o tempo de uso de um jogo. Há um desenvolvimento de diferentes estágios iniciando como “principiante”, e evoluindo para “pleno” e depois a “expert”. Para tanto um bom jogo deve ser fácil em seu início, apresentar componentes de uma rotina de jogo bem específicas, e devem ser de difícil finalização. A obtenção de maestria é um dos fatores motivacionais mais importantes na permanência e imersão em um jogo.

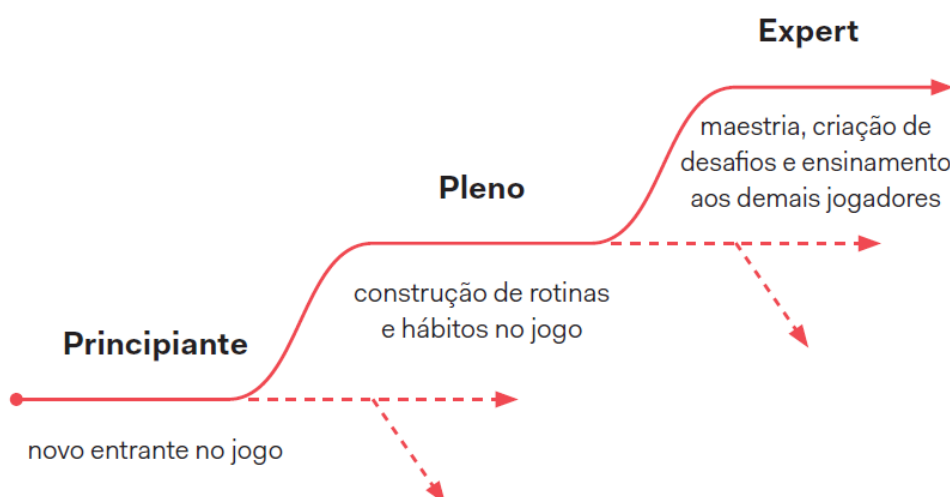


GRÁFICO 1: EVOLUÇÃO DE UM "GAMER"

Fonte: *Gamification*, Inc (VIANNA; VIANNA; TANAKA). p. 33

De acordo ainda com Vianna e colaboradores (2012), um estudo de Richard Bartle, em 1996, revela que existem quatro grandes grupos de perfis de jogadores: os conquistadores, os socializadores, os predadores e os exploradores. Este tipo de classificação e abordagem pode colaborar com a compreensão de como e porque os jogos são atrativos a grandes públicos e, por conseguinte, oferecem pistas sobre como devem ser desenvolvidos jogos de sucesso.

No panorama educacional, os alunos são os jogadores, o elemento chave para o qual são direcionados os jogos que atendam aos objetivos de aprendizagem. Sob essa ótica, podemos especialmente pensar nos processos de gamificação para estimular processos educacionais. A ressignificação desses procedimentos direcionados para o contexto educacional pode ser um fator modulador e motivacional para o aprendizado.

A construção de modelos e sistemas que levam em consideração o aspecto motivacional e a sensação de participação conjunta na solução de processos tem sido utilizada em contextos diversificados. Estes contextos envolvem desde os mecanismos mais básicos de recompensas pelo aprendizado até a sistemática e ininterrupta pontuação estabelecida por companhias aéreas, aplicativos de localização, hipermercados, restaurantes e até empresas de estética. Vale a pena citar, ainda, uma experiência de cooperação e compartilhamento para solução de problemas complexos.

“Em 1º de Junho de 2007, Ken Eklund, McGonigal (2014) e um grupo de voluntários finalizaram o *ARG World Without Oil*”⁴, game construído pelos jogadores durante os 32 dias de jogo, iniciado em 30 de Abril de 2007. Esse jogo objetivava criar um ambiente para os participantes experienciarem um mundo sem combustíveis derivados do petróleo. Todas as situações vividas deram origem a um banco de informações que relata possibilidades e ações para promover uma adaptação a uma possível mudança de fonte energética. O *World Without Oil* ganhou a monção honrosa do evento Prix Green award for Environmental Art em 2008”. (FADEL; ULBRICHT; BATISTA; VANZIN, 2014, Pág. 77)

Ressaltam os autores que esse e outros exemplos citados não propunham, em nenhum momento, nenhum tipo de recompensa financeira. Ambientes colaborativos com uma finalidade única permitiram a imersão e o engajamento de pessoas que sequer se conheciam.

A educação não deve perder essa oportunidade de aplicação dos princípios de jogos disponibilizando, assim, elementos propulsores para a realização de atividades de cunho pedagógico. Complementando: “ambientes que interagem com as emoções e desejos dos usuários são eficazes para o engajamento do indivíduo” (FADEL *et al.*, 2014).

No entanto, algumas adaptações muito simplistas podem desvirtuar o fator motivacional e fazer com que seu objetivo não seja atingido. Adaptações de jogos clássicos, sem que haja objetivos bem definidos e uma estratégia inovadora podem levar uma proposta ao fracasso. Por exemplo, ao substituir os números de um jogo de dominó por conceitos, imagens ou características que quando adequadamente combinadas atingem um objetivo; a percepção de repetitividade de jogadas pelos alunos pode tornar a atividade enfadonha, fazendo despencar o fator motivacional e conseqüentemente os objetivos pedagógicos não serão atingidos. Outro fator de insucesso é a inadequação de uma atividade para a faixa etária em que é utilizada. Entre adolescentes, esse fator pode comprometer a atividade, a atenção dispensada ao professor, e até o conteúdo que seria trabalhado. É, portanto, um desafio criar narrativas, ambientes, artefatos, regras, prêmios e classificações que sejam fatores motivacionais verdadeiros para os alunos, e ainda estejam alinhados com objetivos educacionais para os quais são propostos (FADEL *et al.*, 2014).

Observamos já há algum tempo que novas tecnologias têm sido incorporadas à sala de aula, principalmente as ligadas às tecnologias de informação e comunicação. O uso da internet, por exemplo, apresenta um volume gigantesco de informações associados a um acesso cada vez mais rápido, eficiente. A utilização de

telefones e celulares e *tablets* se popularizam, com interfaces atraentes e intuitivas. Professores e escolas percebem que essas tecnologias se constituem em importantes aliados educacionais. Ainda assim, a sala de aula continua sendo o principal espaço e momento onde ocorre o processo de aprendizagem. São os locais e tempos ideais para a socialização, cooperação, criatividade e interatividade. Esses fatores associados com outros elementos movem os alunos em favor do efetivo aprendizado. Neste contexto, os jogos, mesmo que sejam de tabuleiro, ou que se valham de cartas, por exemplo, também constituem ferramentas em sintonia com a modernidade. O interesse renovado pelos jogos, agora por meio da gamificação, é revelador desta atualidade.

4 METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO JOGO PROJETO *GENUS*

“Projeto *Genus*” – é o nome do objeto educacional que teve sua elaboração iniciada a partir da dificuldade observada durante a prática educacional para a solução de exercícios de genética. A intenção era evitar a transformação das aulas de genética em combinações de letras sem que os alunos incorporassem a razão correta dos mecanismos mendelianos ali presentes. Normalmente, a partir daí, são realizados sucessivos cálculos para determinar as chances de um descendente hipotético apresentar ou não certa característica hereditária (CAMPOS; et al, 2002, p. 49). Uma situação muito comum nos exercícios de fixação é a presença de exemplos que não correspondem à realidade minimamente concreta que cerca os alunos. Por exemplo, cores dos olhos e dos cabelos são classicamente tratados nestes exercícios como heranças monogênicas. Porém, Macdonald (2011) investigou e referenciou que estas e outras tantas características são determinadas por outros padrões hereditários e até com influências ambientais.

Reconhecendo essas dificuldades, foram buscados elementos para que os exercícios de genética se tornassem mais atraentes para os alunos, absorvendo a atmosfera dos *games* que inundam o universo juvenil. A ideia era aproximar os alunos do conhecimento científico, a partir de uma vivência, mesmo que virtual, objetivando a solução e compreensão dos problemas envolvendo os princípios mendelianos. Partiu-se do pressuposto que quando os alunos têm acesso a uma proposta pedagógica mais interativa (e divertida), o processo resulta em um aprendizado mais eficaz, já que parte de um referencial inicial motivador. Ao mesmo tempo, houve sempre a preocupação em estabelecer uma clara metodologia de uso em sala de aula.

Destaca-se esta preocupação metodológica partindo do pressuposto de que quando o professor tem clareza dos objetivos e organização metodológica para a atividade passa a ter maiores chances de sucesso na implementação do jogo. Processos em que não se tem clareza dos objetivos a serem explorados com a atividade, em que não se sabe como proceder em relação ao recurso didático e, mais ainda, que não foram sujeitos a testes em sala de aula, podem padecer de

imprevistos e problemas em sua aplicação, apresentando muitas chances de levar a resultados negativos.

Influenciado pelos clássicos seriados *Jornada nas Estrelas (Star Trek)* dos anos 70 e, mais tarde, pelos jogos de RPG (*Role Playing Game*) que se popularizaram no final dos anos 90, começou a ser desenvolvido o Projeto *Genus*. A ideia central inicial era ter uma proposta para exercícios de genética mendeliana mais atraente para adolescentes que estavam iniciando o ensino médio. No ano de 1999 o autor desta dissertação desenvolvia atividade docente no Colégio Pe. João Bagozzi (CJB). Naquele período, era coordenador dos Laboratórios de Informática Educacional e dos Laboratórios de Ciências, Química e Biologia. O material de apoio utilizado pelo colégio era apostilado e fornecido pela Editora Positivo. Na proposta curricular ora vigente, genética era um conteúdo trabalhado já na primeira série do ensino médio. Portanto, havia que se pensar num cenário a ser descrito no texto base que estivesse presente no imaginário dos adolescentes. Assim, filmes como *Star Trek*, *Blade Runner*, *Lord of Rings* foram importantes na concepção e composição narrativa do jogo.

O jogo é composto de 20 personagens, 10 casais, que ganharam uma identidade a partir de imagens e nomes que remetessem a um contexto de ficção futurista. As imagens foram extraídas de portais de domínio público como “*shutterstock*”, “*everystockphoto*”, “*depositphotos*”, “*dreamstime*” e “*FreePixels*”. Além das cartas (fotografia 1), foi elaborado um texto-base contendo a situação-problema e fichas de cruzamentos a serem preenchidas durante a atividade. As etapas propostas baseiam-se nos diferentes padrões de herança, denominados de atributos, que são estudados dentro dos conteúdos de genética para o ensino médio. Buscou-se também apresentar características hereditárias humanas que eram trabalhadas nos exercícios e testes de genética nos livros, apostilas e testes vestibulares. Porém optou-se por dar prioridade a características que fossem tipicamente monogênicas.

O material inicialmente impresso foi todo desenvolvido a partir do editor gráfico *Adobe Page Maker 6.5* ® e, posteriormente, impresso e plastificado na gráfica do CJB. Além das cartas com as personagens, foram também produzidas as fichas de cruzamento e o texto base estabelecendo uma identidade gráfica específica.



FOTOGRAFIA 1: CARTAS E TEXTO BASE DA PRIMEIRA VERSÃO DO PROJETO GENUS.

Fonte: Do autor.

A produção inicial deste material demorou em torno de quatro meses. Desde sua concepção, o jogo sofreu importantes modificações a fim de adequá-lo cada vez mais ao contexto da sala de aula. Assim, em suas primeiras versões, apresentava-se muito carregado de características hereditárias que dificultavam sua aplicação para a duração de uma ou até duas horas/aula. Nesta forma, ainda de protótipo, dividiram-se os atributos de acordo com a evolução dos conteúdos abordados nos livros e apostilas de genética. Na época, foram fundamentais os depoimentos orais e problemas reais levantados por outros professores de biologia, colegas da mesma instituição. Mesmo dividindo os padrões de herança em etapas, poucas vezes foi possível avançar para as fases finais, visto que essa continuidade envolvia um tempo maior e nem sempre era possível sua aplicação em todas as turmas onde as atividades eram iniciadas. Estas etapas finais puderam ser experimentadas com alunos que vinham voluntariamente para atividades extras nos laboratórios em contraturno.

Posteriormente, o material foi utilizado no Colégio Opet, em Curitiba, porém, como o número de alunos e de turmas eram menores, foi utilizado em menor escala. Nesta oportunidade, a atividade foi desenvolvida com alunos do 3º. ano.

Durante o desenvolvimento do presente mestrado o *Projeto Genus* foi retomado e reestruturado, tendo em vista o contexto do produto do mestrado profissional e as referências da Área de Ensino com as quais o autor travou contato. As personagens que formam o material sofreram uma reelaboração bem aprofundada. Alguns nomes de personagens foram substituídos, de modo a permitir sua manipulação e com isso identificar os cruzamentos com maior facilidade. Sendo 20 personagens, ficou estabelecida uma letra diferente correspondendo à inicial de cada um dos nomes. Na tabela 1 estão relacionados os nomes de cada integrante, separados por sexo e com sua identificação a partir da inicial.

Personagens Femininos				Personagens Masculinos			
Nome	ID	Nome	ID	Nome	ID	Nome	ID
<i>Ampola</i>	A	<i>Yahna</i>	Y	<i>Criomn</i>	C	<i>Nyctus</i>	N
<i>Bazrha</i>	B	<i>Phyele</i>	P	<i>Dasganph</i>	D	<i>Orctan</i>	O
<i>Jarnee</i>	J	<i>Sherion</i>	S	<i>Fulthor</i>	F	<i>Tergus</i>	T
<i>Leyrian</i>	L	<i>Rhea</i>	R	<i>Graiar</i>	G	<i>Zartax</i>	Z
<i>Mydria</i>	M	<i>Kulbian</i>	K	<i>Hispo</i>	H	<i>Vortex</i>	V

TABELA 1: RELAÇÃO DAS PERSONAGENS E SUAS LETRAS DE IDENTIFICAÇÃO.

Fonte: Do autor

Esse padrão de identificação facilita a manipulação dos possíveis cruzamentos. Por exemplo, o cruzamento de *Criomn* com *Ampola* pode ser referenciado simplesmente como “C x A” e seu descendente pode ser reduzido a “CA”. Prosseguindo com este procedimento, a identificação de F2 pode ser relacionada com 4 letras. Por exemplo, pode-se afirmar “ZR” é descendente de *Zartax* com *Rhea* e, junto com “CA”, fazem parte da geração F1. Ao efetuarmos o cruzamento entre estes descendentes teremos, em F2, uma nova personagem que pode ser identificado como “ZRCA”. Num primeiro momento, a ordem das letras de identificação não é importante, porém seria possível identificar o sexo a partir da nova inicial. Por exemplo, “ZRCA” seria um indivíduo masculino enquanto que RZCA seria do sexo feminino, ambos com os mesmos fenótipos. Um fator adicional

importante nesta nova versão foi elaborar os genótipos específicos de quatro personagens, cujos descendentes podem gerar um indivíduo em F2 capaz de apresentar a pontuação máxima. Apenas nesta combinação de cruzamentos, será possível F2 apresentar descendentes com pontuação máxima de 600 pontos. Trata-se do indivíduo “Z AHL”. Essa projeção não havia sido realizada na primeira versão.

Também foram substituídas algumas imagens, na busca de maior realismo e proximidade com as características hereditárias que foram propostas. Uma nova concepção gráfica foi concebida e foi elaborado um novo logotipo, acrescentando efeitos de relevo e tornando-o mais moderno. O verso das cartas ganhou cores e texturas que emolduram e valorizam as imagens (fotografia 2). Foram produzidos fundos diferenciados para as fichas de cruzamento. Esse *upgrade* gráfico foi possível com os recursos disponíveis na suíte *CorelDraw XV®*. Apesar de algumas alterações mais profundas, foi mantida uma fidelidade gráfica em relação aos tipos de fontes, e outras características do projeto original, inclusive, utilizando o mesmo texto base como cenário. As características hereditárias são as mesmas, com as mesmas relações de dominância, mesmos genótipos e mesmos fenótipos para as personagens. Destaca-se, na nova versão, o material utilizado na confecção das cartas. Além de coloridas, foram impressas em PVC, mesmo material utilizado para a confecção de crachás empresariais e, além disso, semelhante ao usado em diversos jogos disponíveis comercialmente. Outro elemento importante que foi desenvolvido é o manual de uso, que está contido no produto deste mestrado, o qual constitui importante referência para aqueles que tenham interesse em incorporar o jogo em suas práticas de sala de aula.



FOTOGRAFIA 2: CARTAS E TEXTO BASE DA VERSÃO ATUAL DO PROJETO GENUS.

Fonte: Do autor.

Com esta nova apresentação gráfica, o produto ganhou em atratividade, sofisticação e durabilidade. A impressão foi realizada por uma empresa especializada, denominada *Ponto Inicial*, a um custo aproximado de R\$600,00. Este foi o custo para a impressão de três jogos de 20 cartas, totalizando 60 cartas. Este material foi totalmente financiado pelo PPGFCET.

Porém, mais importante do que financiar o material, foi o ambiente do programa da pós-graduação e a postura dos professores do PPGFCET, que serviram de catalisadores e incentivadores para o desenvolvimento do objeto educacional. A presente concepção visa a disponibilizar um recurso educacional aberto aos professores, no espírito das diretrizes do PPGFCET. A elaboração deste produto educacional na forma de um jogo pedagógico de genética orientou-se a partir de uma concepção dinâmica de ensino. As atividades educacionais propostas partem de uma metodologia de problematização, com resgate de fatores motivacionais e busca constante da compreensão contextualizada dos mecanismos de hereditariedade propostos por Mendel, em acordo com as exigências estabelecidas pelos currículos e pelos documentos oficiais.

4.2 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Por ser um recurso inédito na sua estrutura e forma de aplicação, não havia segurança para suas primeiras utilizações, quando foi inicialmente utilizado no CJB. Embora se reconheça os jogos didáticos como recursos importantes que favorecem a construção do conhecimento, na época, houve resistência por parte da coordenação. Havia uma preocupação – legítima – de que a atividade pudesse se transformar em apenas mais uma forma de entretenimento, sem nenhuma consistência pedagógica.

Porém, a utilização de jogo didático *Projeto Genus* no ensino de genética mostrou-se como um método eficiente na motivação junto aos alunos e na compreensão dos mecanismos básicos da herança mendeliana. Seu sucesso como recurso educacional, porém, depende de um embasamento teórico sólido. A aplicação do jogo foi realizada em diversas turmas de 1^{a.} e 3^{a.} séries, durante 4 anos, entre 2000 e 2003. Em que pese esta atividade tenha sido sistematicamente utilizada entre os anos 2008 a 2012, consideramos prudente analisar os dados concretos obtidos nos anos de 2014 e 2015, que correspondem ao período do desenvolvimento do mestrado. Neste período, o jogo foi utilizado em aulas realizadas com alunos da 3^{a.} série do Colégio Opet, em Curitiba, e com professores do programa FCET. A aplicação entre discentes foi realizada em 28 de outubro de 2015 com uma turma do 3^{o.} ano pré-vestibular, contento 26 alunos, dos quais 23 participaram ativamente. Entre os docentes, foram consultados um total de 34 professores que jogaram e/ou aplicaram a ferramenta.

4.3 PROCEDIMENTO EM SALA DE AULA E AVALIAÇÃO DO JOGO

A atividade foi inserida dentro do contexto das aulas de biologia e utilizou uma hora aula para a aplicação. Como os alunos já tinham conhecimento prévio das leis mendelianas, não houve necessidade de apresentar a fundamentação teórica. Utilizou-se da projeção de imagens das cartas e fichas para facilitar e orientar a realização dos cruzamentos. Em seguida, foi distribuído um casal de *padreadores* a cada aluno e, após, foi realizada a leitura do texto-base. Terminada a leitura introdutória, foram entregues duas fichas de cruzamentos entre parentais a cada aluno.

A partir de então, os estudantes iniciaram o primeiro cruzamento utilizando as cartas que receberam. Após o preenchimento da primeira ficha, foram orientados para que efetuassem troca dos personagens femininos entre si. Repetiu-se o procedimento de cruzamento entre novos *padreadores*, preenchendo agora as segundas fichas. Portanto, ao fim desta etapa, todos tinham em mãos um casal de descendentes F1. Esses procedimentos foram realizados de forma bastante ágil, durando aproximadamente 15 minutos, visto que os *padreadores* são sempre homozigotos para suas características. Os Anexos 01 e 02 mostram as fichas tal como preenchidas por um aluno. Este fator facilita muito os cruzamentos iniciais. Nesses primeiros momentos do jogo (fotografia 3), percebe-se claramente a satisfação dos alunos participando desta proposta didática pelo simples fato de apresentar-se de forma diferenciada da sua rotina escolar.



FOTOGRAFIA 3: ALUNOS DURANTE A ATIVIDADE DESENVOLVIDA PELO PROJETO *GENUS*.

Fonte: Do autor.

Na segunda etapa, foi distribuída a outra ficha de atividade, para que os alunos realizassem novos cruzamentos, estabelecendo a geração F2. Ao mesmo tempo, eram dadas as orientações para os procedimentos que deveriam ser realizados. No Anexo 3, pode-se observar um material de preenchimento da ficha de F2 realizado pelos alunos. Essa etapa da atividade gera mais questionamentos entre os alunos, e a atividade é desenvolvida de forma mais lenta. Este tempo maior na resolução reside no fato de que os alunos demoram um pouco para perceber a necessidade de cálculo das probabilidades para cada um dos seis itens relacionados nos atributos básicos. Realizados esses cálculos, os alunos preencheram os valores obtidos nos respectivos quadros da ficha de atividade e somaram seus valores, estabelecendo assim um “índice de adaptação” dos novos personagens.

Considerando a dinâmica do jogo, verifica-se que o comportamento disciplinar dos alunos é, em geral, bastante satisfatório, visto que ao final das atividades é comum todos tentarem saber a quem pertencia o “personagem ganhador” nesta rodada de cruzamentos. A partir das experiências realizadas em sala de aula, percebe-se que o tempo de uma hora-aula é suficiente para o desenvolvimento da atividade em si. Porém, é necessário que os alunos tenham embasamento teórico adequado e possam contar com a orientação de preenchimento a partir de modelos projetados (usando slides). Os questionamentos e reflexões que o jogo propicia foram realizados em aula posterior. Entende-se que a aplicação do jogo com duas aulas geminadas num mesmo período propicia considerações e debates mais intensos a partir das reflexões que são proporcionadas. Nesta mesma aula foi solicitado que os alunos respondessem a um questionário de avaliação de satisfação em relação à atividade.

Uma vez estabelecido um procedimento de ação e aplicação do jogo em sala de aula, foram lançadas as bases para a realização de avaliações. Estas avaliações foram realizadas em duas instâncias: (a) por professores que jogaram (sob a supervisão do autor) e tiveram acesso ao jogo para também aplicar em sala de aula e (b) por estudantes que jogaram o jogo sob a supervisão do autor deste projeto. Na sequência, são descritos os procedimentos com relação às avaliações realizadas.

4.3.1 A PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ENVOLVENDO PROFESSORES DE BIOLOGIA

A avaliação de material educacional é uma atividade reconhecida como essencial no processo de ensino e aprendizagem, pois é preciso avaliar se um produto educacional consegue cumprir aquilo que foi planejado. Como parte do processo investigativo, o Projeto *Genus* foi submetido à avaliação de professores participantes do programa de mestrado do PPGFCET. O jogo foi aplicado em atividades envolvendo disciplina do curso de mestrado. Os professores envolvidos jogaram o jogo em uma dinâmica que durou aproximadamente 3 horas, simulando o ambiente de uma sala de aula de ensino médio. Considera-se que a avaliação e relatos dos professores poderiam contribuir substancialmente para a análise do jogo.

A avaliação consistiu na aplicação de um questionário contendo seis questões objetivas que buscaram contemplar aspectos relevantes do jogo. A imagem da íntegra deste questionário pode ser observada no Anexo 4. Além das questões objetivas, foram acrescentadas uma questão de opinião aberta e outra de avaliação quantitativa direta da ferramenta. Na avaliação, foram abordados aspectos como narrativa e *design*, clareza das regras, tempo para aplicação, motivação, compreensão, contextualização e reflexões. Dessa forma, buscou-se aferir a concepção, eficiência e aplicabilidade da ferramenta de acordo com a visão dos professores.

A pesquisa foi disponibilizada aos professores entre os dias 11/11/2015 e 23/11/2015, no portal para pesquisas online denominado *Survio*®. Trata-se de um sistema de pesquisas online lotado no endereço eletrônico www.survio.com, desenvolvido por uma empresa da República Tcheca, que foi lançada oficialmente em abril de 2012. Neste portal, é disponibilizado gratuitamente grande variedade de modelos e estilos predefinidos com o que o usuário cadastrado pode facilmente criar um questionário de pesquisa profissional. O portal emite e-mails a cada questionário respondido e mantém um registro estatístico das visitas e das respostas. As respostas coletadas em tempo real geram tabelas, gráficos e relatórios em formatos diversos.

Optou-se por esse modelo de pesquisa *online* para que houvesse maior comodidade e agilidade nas respostas solicitadas aos professores. Na figura 2, visualiza-se uma imagem de como o questionário proposto aparece no portal.

http://www.surveio.com/survey/d/Y7S4M7A2A8K7G5D2X

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Google Sites Sugeridos Galeria do Web Slice Caixa Econômica Federal http--br.weather Terra - Notícias, vídeos, es... Passaporte — Portal d

Pesquisa de Satisfação Projeto Genus

Estamos realizando uma pesquisa entre professores que participaram do jogo **Projeto Genus**. Trata-se de uma avaliação quanto a sua concepção, eficiência e aplicabilidade em sala de aula. Sua opinião é muito importante para a continuidade de nossas atividades.

1

Quanto à narrativa e design do jogo.

Bom

Regular

Insuficiente

2

Quanto à clareza proposta para a atividade

Bom

Regular

Insuficiente

Figura 2: Aspecto do portal de pesquisa para os professores.

Fonte: Do autor.

O recrutamento foi realizado a partir de convites por e-mail aos professores que participaram da aplicação do Projeto *Genus* durante as atividades da disciplina Ciência Interdisciplinaridade e Temas Contemporâneos, cursada no primeiro semestre de 2014. A amostra consistiu em 23 professores. Também foram convidados 04 professores do Colégio Opet e outros 07 professores do CJB, que também utilizaram o Projeto *Genus* em suas aulas. Estes professores tiveram acesso ao material do jogo com antecedência a fim de poderem utilizá-lo em suas aulas e darem suas opiniões.

Foram realizadas, ao todo, 34 solicitações de participação, sendo que houve 21 respostas no período mencionado. O questionário *online* utilizou uma metodologia exploratória simples de avaliação, adaptada ao contexto do jogo, submetendo as questões para análise de acordo com a experiência vivenciada pelo professor. Foram realizadas seis questões com respostas objetivas a partir de três alternativas que foram estabelecidas como referências de medidas positivas, neutras (indiferentes) ou negativas. A avaliação abordou itens como a narrativa, *design*, a

clareza da atividade, o tempo de aplicação, o jogo como fator de contextualização, motivação, e facilitador da compreensão dos mecanismos hereditários. O modelo de questões propostas para esta avaliação pode ser observado no Anexo 01. A versão digital para ser preenchida pelos professores convidados ficou disponível no link <http://www.surveio.com/survey/d/Y7S4M7A2A8K7G5D2X>.

4.3.2 A PROPOSTA DE AVALIAÇÃO ENVOLVENDO ALUNOS DE BIOLOGIA

Uma segunda forma de avaliação do Projeto Genus foi realizada a partir de um questionário junto aos alunos que participaram da aplicação do jogo. São alunos do 3º. ano do ensino médio do Colégio Opet, em Curitiba, com idades variando entre 16 e 19 anos. Este questionário foi aplicado após a realização da atividade, na aula subsequente. O questionário foi elaborado com cinco questões objetivas e uma questão aberta para que o aluno opinasse livremente a respeito da sua experiência pessoal com o jogo.

O questionário elaborado para os alunos foi adaptado a partir de metodologia proposta por Savi *et al.* (2010). Esta proposta é baseada nas estratégias motivacionais do modelo ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) estabelecidos por Kirkpatrick (1996). Além do fator “motivação”, o modelo estabelece também avaliação dos fatores “experiência do usuário” e “aprendizagem”. O fator “experiência do usuário” apresenta os subcomponentes “desafio”, “competência”, “divertimento”, “controle” e “interação social”. O fator “aprendizagem” é subdividido em “aprendizagem de curto termo” e “aprendizagem de longo termo” (SAVI *et al.* 2010). Para utilizar este modelo no contexto de avaliação para um determinado jogo educacional, é possível adaptá-lo (Savi *et al.* 2010) considerando que:

“[...] o modelo precisa ser revisado, e quando necessário adaptado ao objetivo de avaliação específico. Neste trabalho foram retirados os itens contidos no fator experiência do usuário, e adaptados os itens contidos no fator aprendizagem (Savi *et al.* 2010)”.

O formato de respostas da avaliação para os itens estabelecidos foi baseado e adaptado a partir da escala Likert de 5 pontos (SAVI *et al.* 2010), variando de -2 (discordo fortemente) até +2 (concordo fortemente). A interpretação dos dados está

diretamente ligada à forma de resposta para cada um dos itens. Quanto maior for a quantidade de itens designados como +2, melhor avaliada é a característica do jogo. As avaliações estabelecidas como - 2 são consideradas como características negativas do jogo. Para facilitar o processo avaliativo, o formato de respostas dos alunos foi alinhado para indicações de conceitos, conforme indicado na tabela 02.

Escala	Conceitos
+ 2	Muito bom
+ 1	Bom
0	Regular
- 1	Ruim
- 2	Muito ruim

TABELA 2: ADAPTAÇÃO DOS VALORES QUANTITATIVOS PARA A FORMA DE CONCEITOS.

Fonte: Do autor.

Buscou-se, desta maneira, estabelecer critérios objetivos e baseados na literatura da área, a fim de determinar elementos que possam apontar a eficácia do jogo, pontos positivos e negativos, e suas possíveis contribuições ao ensino de genética.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Savi (2008) a avaliação de material educacional é uma atividade reconhecida como essencial no processo de ensino e aprendizagem, pois é necessário avaliar se um produto educacional consegue cumprir aquilo que foi planejado para ele. Mesmo *designers* experientes não desenvolvem materiais perfeitos, que na prática acabam não funcionando como planejado.

5.1.1 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DOS PROFESSORES

Os questionários *online* aplicados aos professores totalizaram 21 respostas que foram tabuladas pelo servidor de pesquisa *Survio*, a partir das alternativas disponibilizadas. Da questão aberta, que permitia que os professores opinassem livremente, foram transcritos alguns depoimentos. O portal *Survio* fornece alguns dados genéricos sobre as pesquisas que são realizadas a partir de seu endereçamento. Uma das referências fornecidas é o histórico de visitas. O gráfico 01 ilustra a quantidade de visitas à página da pesquisa durante o período concebido para sua realização.



GRÁFICO 2: NÚMERO DE VISITAS AO PORTAL DE PESQUISA.

Fonte: Portal *Survio*.

Observa-se, a partir do gráfico 1, que o número de visitas não implica em respostas efetivas do questionário. Contabilizam-se como visitas os acessos diretos à página da pesquisa, que não necessariamente se vinculam à resposta do questionário. Explica-se que parte destas visitas foi realizada pelo autor no processo de elaboração da pesquisa. Provavelmente, outras visitas aconteceram, sem que tenha sido respondido o questionário. Porém todas as respostas corresponderam a um registro como visita à página da pesquisa.

Outra informação interessante fornecida pelo portal *Survio* se refere ao tempo que os professores levaram para responder ao questionário. Conforme ilustra o gráfico 02, o portal registrou que 80% dos professores levaram menos de 5 minutos para responder às questões propostas. Esta informação responde positivamente à nossa expectativa de realizar uma pesquisa que fosse rápida e objetiva no procedimento de coleta de dados.

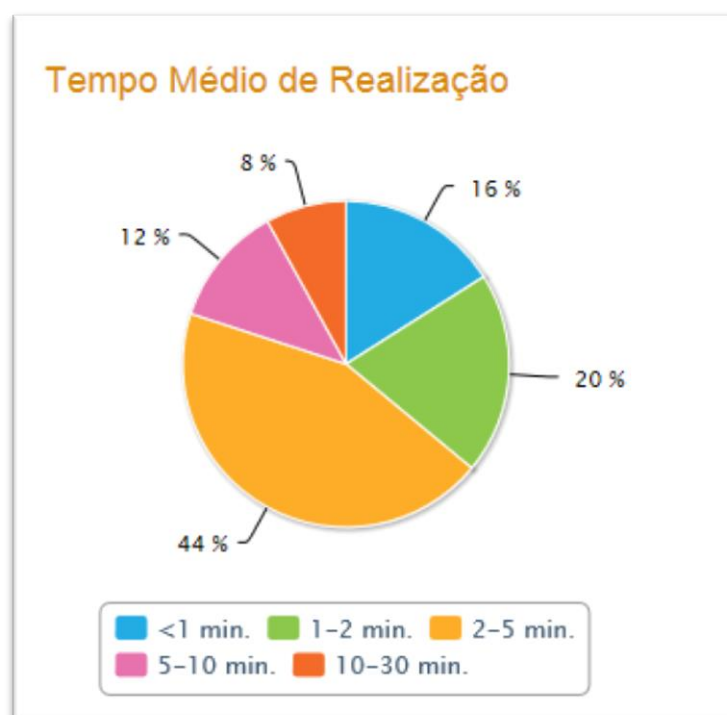


GRÁFICO 3: TEMPO DOS PROFESORES DEDICADO À PESQUISA.

Fonte: portal *Survio.com*

Houve, de fato, um total de 25 respostas, mas 4 delas foram descartadas. As questões descartadas são testes realizados pelo autor para verificar a eficácia do portal quanto ao registro das informações e as formas de retorno destas informações. Neste processo, foram testados diversos tipos de acesso. Foram tentados *links* diretos a partir de *tablets* e *smartphones*, acessos estes que foram

realizados facilmente. Portanto, se preferissem, os professores poderiam participar da pesquisa a partir de dispositivos móveis.

A seguir, estão relacionados cada um dos oito itens que foram avaliados pelos professores e as respostas proporcionadas pelo portal sede da pesquisa. As informações fornecidas por professores foram consideradas como elementos particularmente importantes no processo avaliativo, no contexto em que estes professores podem ser considerados como profissionais especialistas. Esta especialização decorre de sua formação universitária e de sua prática diária nas salas de aula, especialmente o ensino médio. Portanto, suas percepções sobre a qualidade do objeto educacional, de sua aplicabilidade e a sensibilidade em relação aos aspectos motivacionais, remetem para resultados que devem ser considerados como efetivos e relevantes, no processo ensino-aprendizagem. Acrescente-se, ainda, que a maioria dos professores que avaliaram o jogo Projeto *Genus* atua no ensino de biologia, sendo que alguns deles também aplicaram a atividade em suas aulas. Nos gráficos que seguem, estão relacionadas as análises das questões de forma individualizada.

O gráfico 03 refere-se à questão 1, que aborda a narrativa e *design* do jogo.

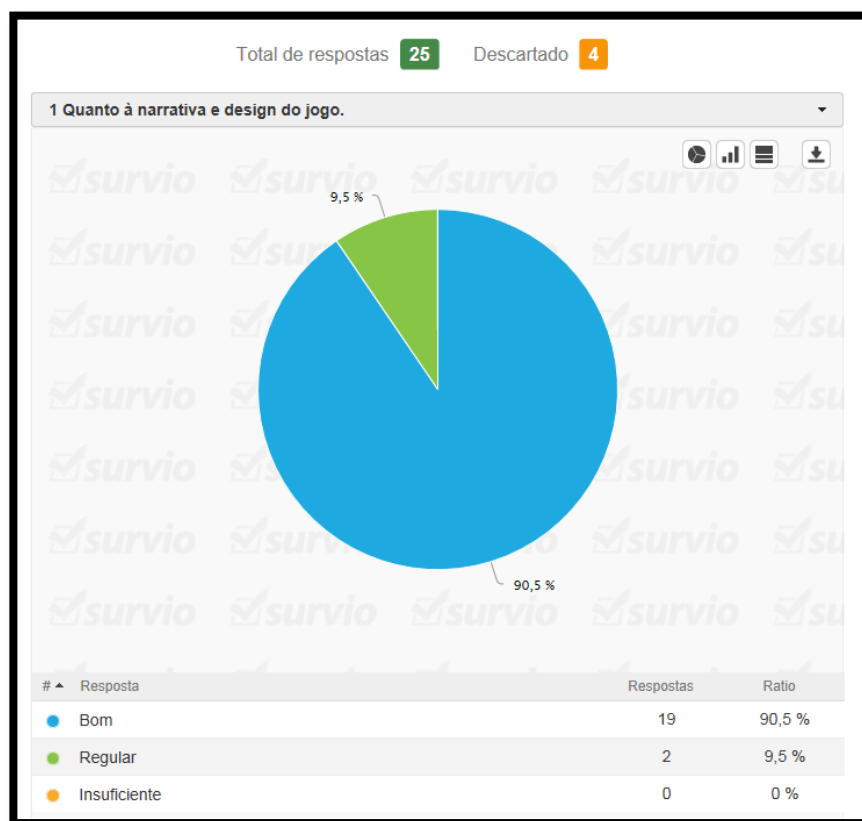


GRÁFICO 4: ÍNDICE DE RESPOSTAS À PRIMEIRA QUESTÃO PROPOSTA.

Fonte: portal *Survio.com*

Observa-se que mais de 90% dos respondentes consideraram como boa a narrativa e *design* do jogo, demonstrando satisfação dos usuários em relação a este critério.

A questão 2, por sua vez, solicitava uma consideração quanto à clareza proposta para a atividade e está referenciada no gráfico 04.

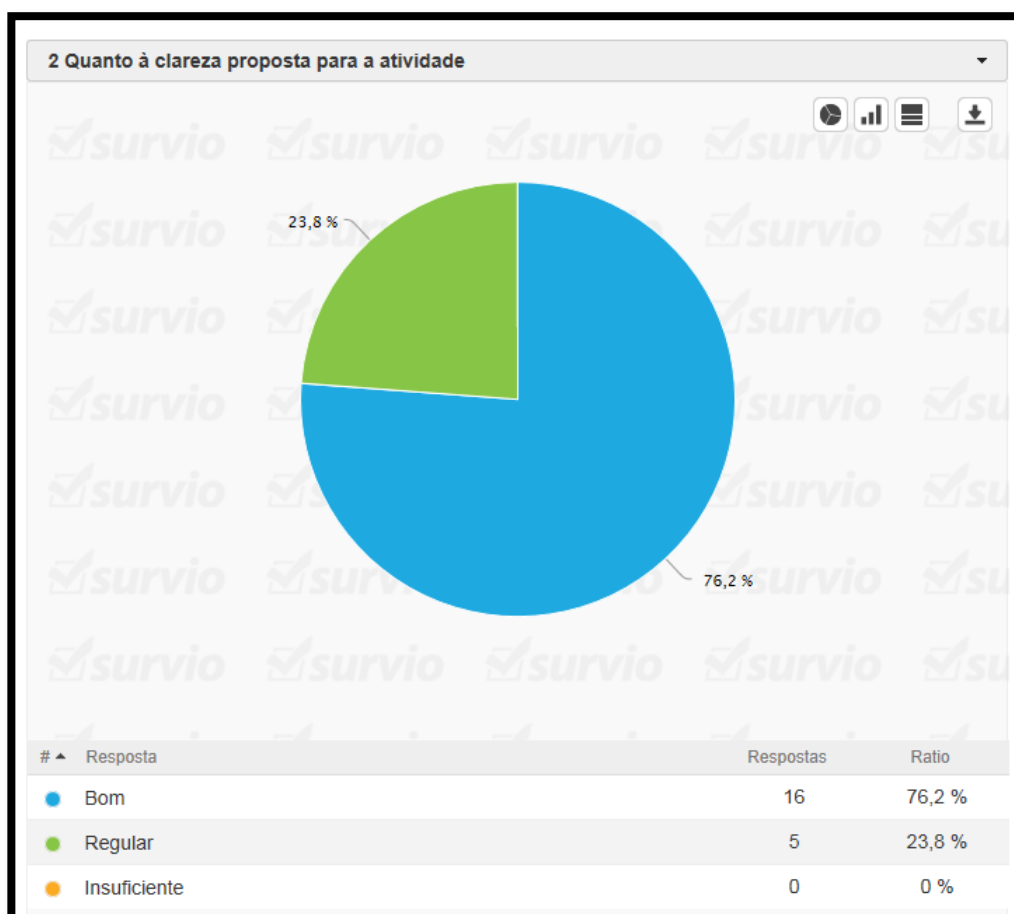


GRÁFICO 5: ÍNDICE DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO À QUESTÃO 02.

Fonte: portal *Survio.com*

Percebe-se que mais de 75% dos professores consideram que a proposta do jogo tem clareza nas regras e encaminhamentos da atividade. Tratando-se de professores com experiência em sala de aula, entende-se que este é um importante resultado, tendo em vista que, para um jogo ter sucesso, seu ponto de partida deva ser bem compreendido.

O gráfico 05 ilustra a avaliação sobre a questão 3, que solicitava uma consideração quanto ao tempo para a aplicação do jogo.

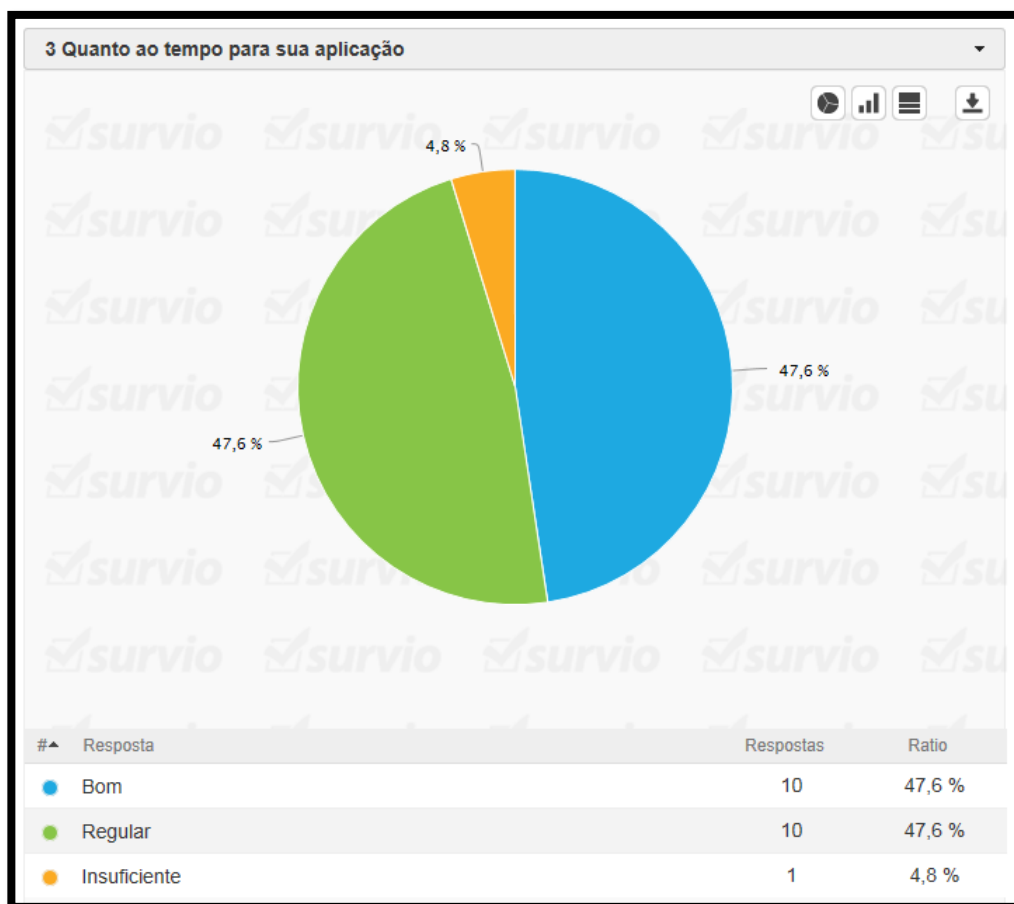


GRÁFICO 6: ÍNDICE DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO À QUESTÃO 03.

Fonte: portal *Survio.com*

Para esse item, observa-se pelo menos uma participação avaliando como insuficiente o tempo de uma aula para a aplicação do jogo. Ao considerar a somatória acumulando a avaliação regular aos dois extremos propostos – bom e insuficiente –, pode-se ter que a soma das avaliações bom e regular é igual a 95,2%. Porém, a soma das indicações de regular e insuficiente totalizam 52,4%. Isto significa que, talvez, uma aula não seja suficiente para o jogo. Isto vai ao encontro da percepção do autor de que duas aulas seriam mais convenientes.

O gráfico 6 mostra a opinião dos professores sobre a questão 04, que solicitava uma consideração do jogo como fator motivacional para o aprendizado de genética.

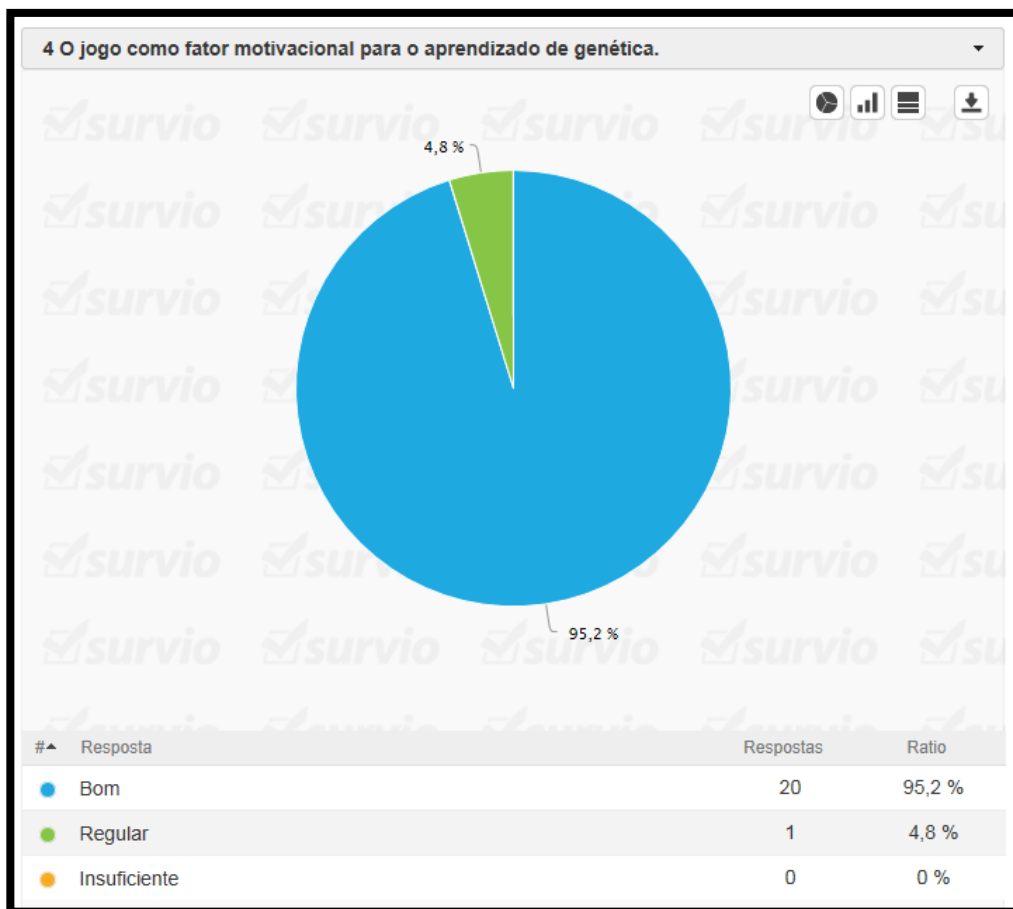


GRÁFICO 7: ÍNDICE DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO À QUESTÃO 04.

Fonte: portal *Survio.com*

Mais de 95% dos professores consideraram o Projeto *Genus* como uma boa ferramenta motivacional para o aprendizado de genética. Nenhum professor marcou a resposta “insuficiente”. Este dado indica que, da parte dos professores, existe uma opinião quase unânime sobre o potencial positivo que o Projeto *Genus* tem enquanto elemento motivador no ensino.

A questão 05 solicitava a opinião dos professores sobre a perspectiva do jogo ser um objeto facilitador da compreensão dos mecanismos básicos de hereditariedade, o que é apresentado no gráfico 7.

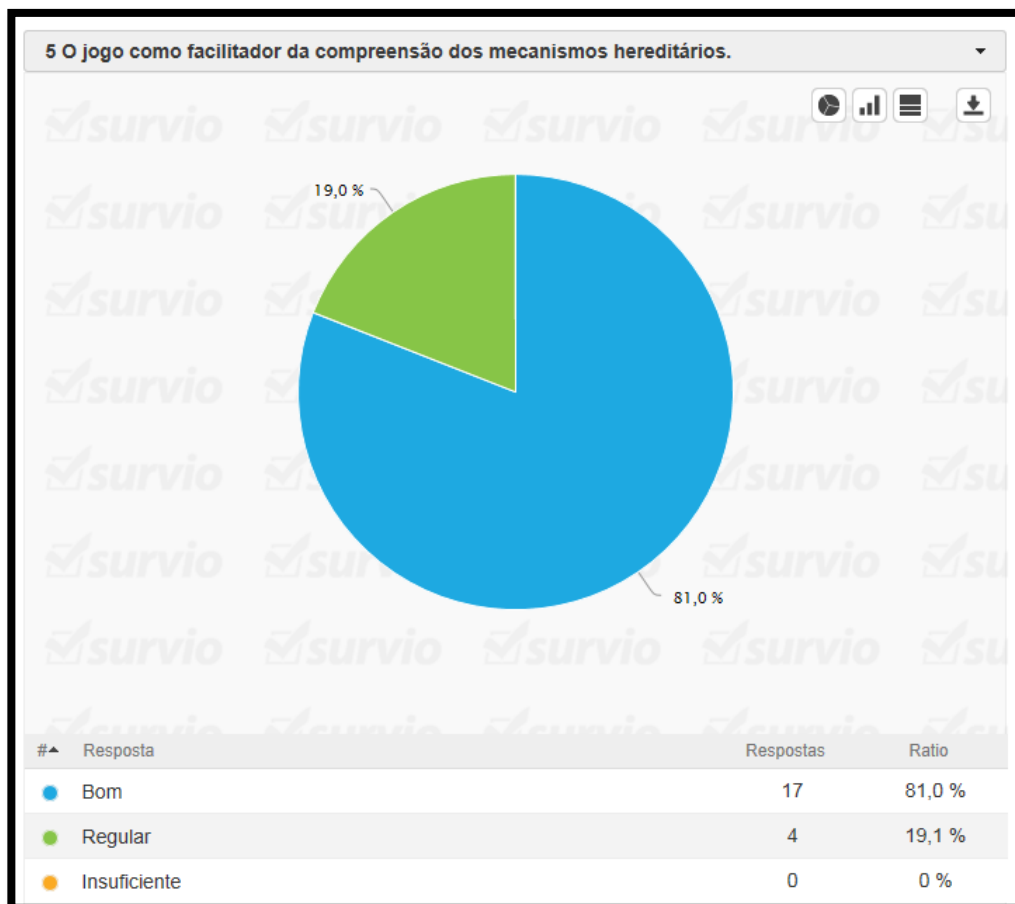


GRÁFICO 8: ÍNDICE DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO À QUESTÃO 05.

Fonte: portal *Survio.com*

Mais de 80% responderam avaliando o Projeto *Genus* como um elemento facilitador da compreensão dos mecanismos hereditários. Tendo em vista que a maioria dos professores considerou o jogo como sendo um bom fator motivacional (gráfico 6), a resposta à questão 5 (gráfico 7) adiciona elemento complementar sobre o potencial de aplicação em sala de aula, no sentido de o jogo também poder ser fator facilitador da compreensão. Aqui, mais uma vez, a opinião dos professores é importante por conta do conhecimento que têm da dinâmica da sala de aula.

E, por fim, a última das questões objetivas era a questão de número 06, que solicitava a avaliação do jogo como um elemento estimulador de reflexões e fator de contextualização, o que é referenciado no gráfico 8.

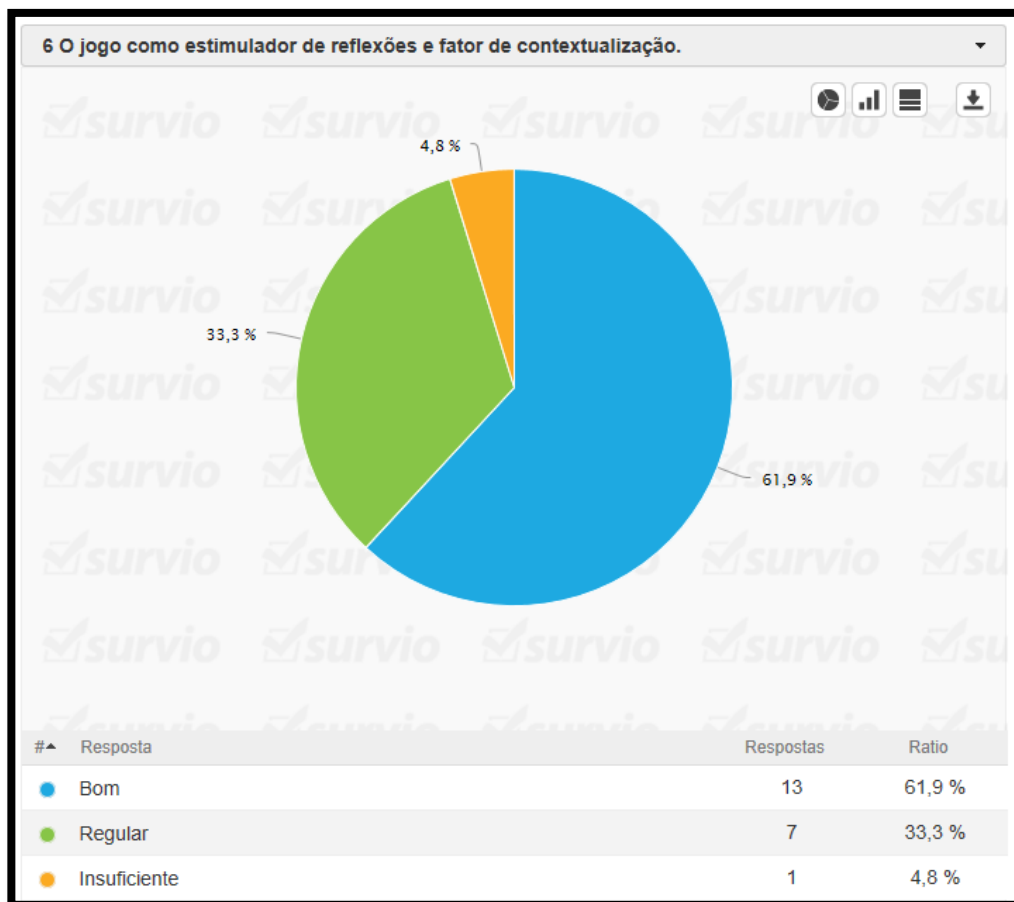


GRÁFICO 9: ÍNDICE DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO À QUESTÃO 06.

Fonte: portal *Survio.com*

Também neste item observa-se uma boa avaliação do jogo por parte dos professores, porém, alguns se manifestaram considerando o jogo como regular ou insuficiente. A somatória das avaliações “bom” e “regular” corresponde a 95,2%. A soma das indicações de “regular” e “insuficiente” totaliza 38,1%. Talvez, seja o caso de trazer para esta discussão a importância da formação dos professores que se utilizam do jogo, no sentido de que é necessária uma boa preparação prévia para a sua realização, além do que, o professor precisa ter forte base de conhecimentos em genética a fim de que esteja em condições de conduzir as múltiplas situações que ocorrem em sala de aula.

A sétima questão proposta permitia ao professor opinar livremente a respeito do jogo Projeto *Genus*. A Figura 3, a seguir, mostra algumas respostas, tal como visualizadas no portal *Survio*, para as questões abertas.

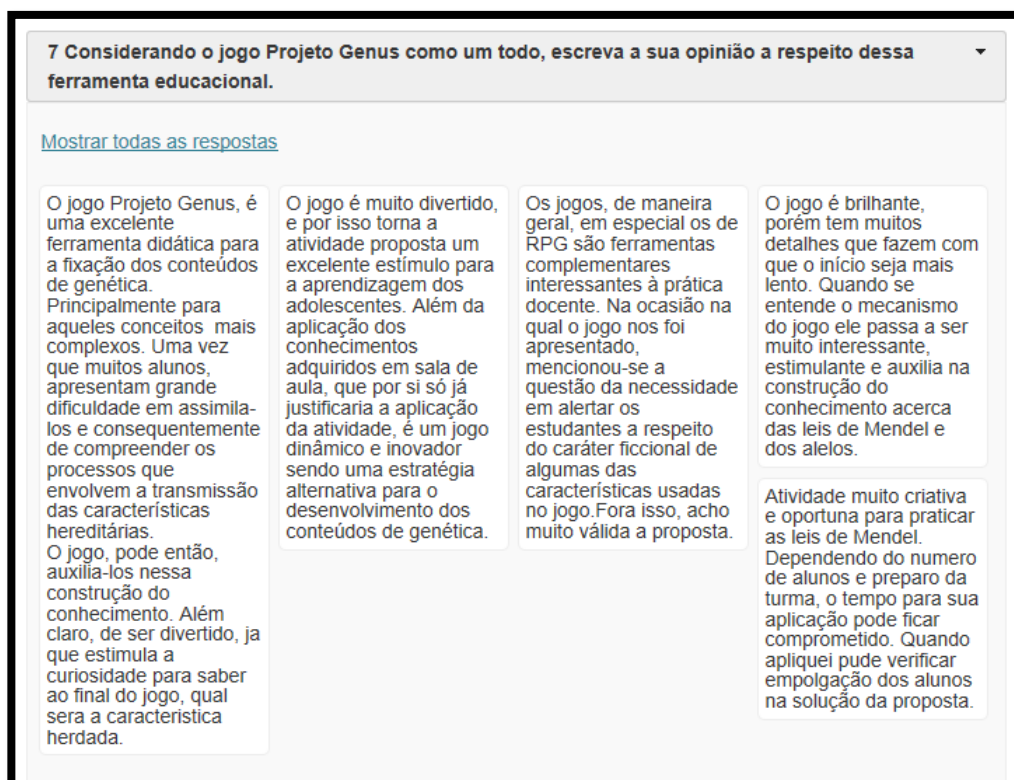


FIGURA 3: IMAGEM COM O DEPOIMENTO DE PROFESSORES.

Fonte: portal *Survio.com*

Percebe-se que as respostas são extensas, numa indicação de que os professores realmente refletiram a respeito do jogo e de como sua aplicação poderia influenciar o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. Estas respostas mais elaboradas, inclusive, conferem maior valor à resposta dada às questões objetivas. De uma maneira geral, há destaque aos pontos positivos do jogo, ao fato de que o jogo consiste em atividade estimulante, sendo uma ferramenta auxiliar com potencial de uso em sala de aula, e alguns chamam a atenção para a preocupação com o tempo necessário na realização da atividade. Cabe destaque, ainda, ao fato de que alguns dos professores tenha efetivamente utilizado o jogo em sua prática docente.

Na tabela 03 apresentada abaixo são destacados alguns dos depoimentos que os professores deixaram a respeito do Projeto *Genus*. Deve-se atentar para que alguns dos professores do Colégio Opet e, em especial, do CJB tiveram contato com a ferramenta no primeiro estágio de desenvolvimento do jogo.

DATA	DEPOIMENTO
11/11	<i>O jogo Projeto Genus, é uma excelente ferramenta didática para a fixação dos conteúdos de genética. Principalmente para aqueles conceitos mais complexos. Uma vez que muitos alunos apresentam grande dificuldade em assimilá-los e conseqüentemente de compreender os processos que envolvem a transmissão das características hereditárias. O jogo pode então, auxiliá-los nessa construção do conhecimento. Além, claro, de ser divertido, já que estimula a curiosidade para saber ao final do jogo, qual será a característica herdada.</i>
12/11	<i>Jogo bem interessante para o Ensino Médio e que pode ter adaptações para as noções de genética no Ensino Fundamental. Durante a aplicação do jogo a contextualização e reflexões podem ser mais estimuladas, no diálogo com os estudantes.</i>
13/11	<i>Os jogos, de maneira geral, em especial os de RPG são ferramentas complementares interessantes à prática docente. Na ocasião na qual o jogo nos foi apresentado, mencionou-se a questão da necessidade em alertar os estudantes a respeito do caráter ficcional de algumas das características usadas no jogo. Fora isso, acho muito válida a proposta.</i>
15/11	<i>Material interessante que serve bem ao seu propósito: exercitar a genética clássica.</i>
15/11	<i>Na minha opinião, o jogo é muito bom. Acho que deve ser melhorado (pelo menos em relação à época que joguei) com relação à levar o aluno refletir sobre o contexto da genética. No geral o jogo pode ser um facilitador da aprendizagem.</i>
19/11	<i>O jogo é brilhante, porém tem muitos detalhes que fazem com que o início seja mais lento. Quando se entende o mecanismo do jogo ele passa a ser muito interessante, estimulante e auxilia na construção do conhecimento acerca das leis de Mendel e dos alelos.</i>
21/11	<i>Excelente, pois possibilita interação entre raciocínio lógico e conceitos científicos, fazendo com que o aluno aprenda sem perceber que está estudando e se esforçando para isso. Aprende se divertindo.</i>

TABELA 3: QUADRO INDICATIVO DE DEPOIMENTOS DE PROFESSORES.

Fonte: Do autor.

A oitava e última questão proposta estimulava o respondente a avaliar quantitativamente o jogo. Nesta análise, o professor era estimulado a escolher um valor entre 1 e 5 estrelas, de modo que 1 estrela referencia o Projeto Genus como

um recurso ruim, enquanto que no outro extremo, 5 estrelas o classifica como um recurso ótimo. A figura 05 ilustra como foi avaliado o jogo, na consideração emitida pelos professores.

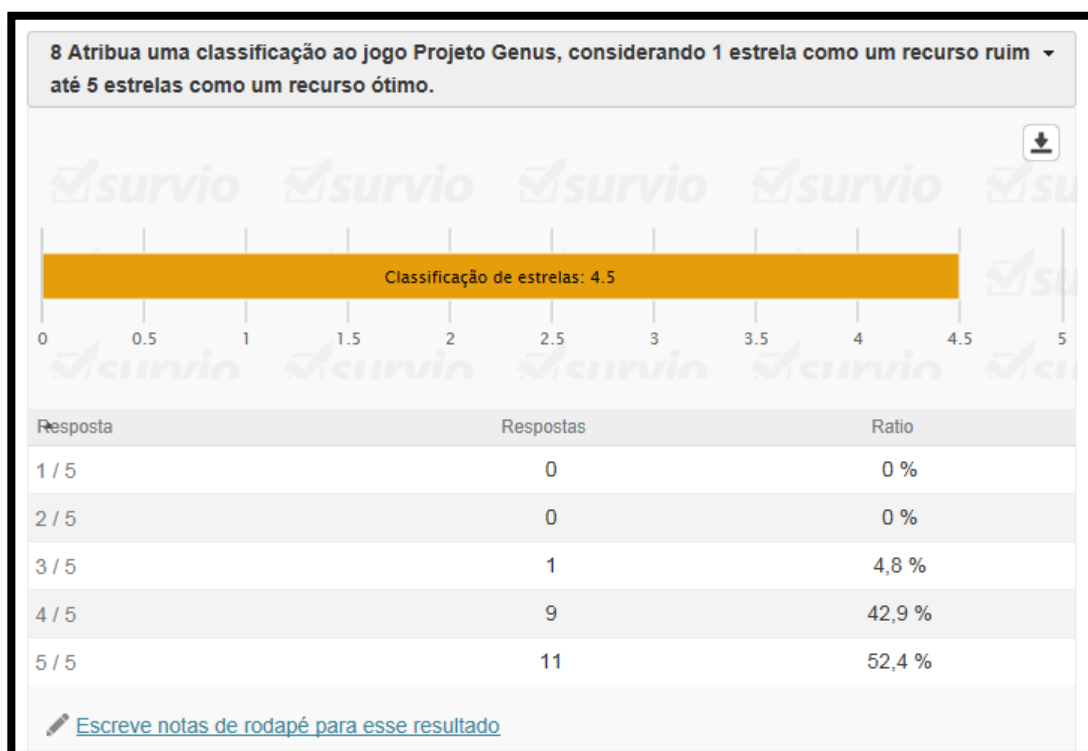


FIGURA 1: IMAGEM ILUSTRANDO AS NOTAS ATRIBUIDAS AO JOGO.

Fonte: portal *Survio.com*

Como resposta para esta proposta de avaliação, em 21 respondentes, 20 classificaram a atividade como 4 ou 5 estrelas, correspondendo a um percentual superior a 95% dos professores. Pode-se interpretar esta informação como indicador de uma ampla satisfação por parte dos professores, considerando o conjunto do Projeto *Genus*.

Tendo em vista os questionários respondidos pelos professores, ficam evidentes indícios de que, na opinião dos docentes, parte significativa dos objetivos deste trabalho foi atingida. Importa, agora, analisar o que pensam os estudantes a respeito do jogo e do Projeto *Genus*.

5.1.2 RESULTADO DA AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS

Foram aplicados os questionários referenciados no Anexo 5 para 19 alunos, muito embora tenham sido 23 alunos participantes da atividade (porque foram contabilizadas quatro faltas de alunos participantes na aula em que deveriam responderam ao questionário apresentado). Os dados foram consolidados a partir das respostas fornecidas pelos alunos. Para cada questão, foram contabilizadas as quantidades de respostas dadas em cada uma das opções disponibilizadas. Esse procedimento fica melhor esclarecido e resumido na tabela 04 apresentada a seguir.

DADOS	-2	-1	0	+1	+2	Total
Questão 1	0	0	2	3	14	19
Questão 2	0	0	0	7	12	19
Questão 3	0	0	1	9	9	19
Questão 4	0	0	1	9	9	19
Questão 5	0	0	5	4	10	19

TABELA 4: QUADRO INDICATIVO DAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO.

Fonte: Do autor.

De acordo com o critério estabelecido na tabela 2, percebe-se que a grande maioria dos estudantes atribuiu pontuações que correspondem aos conceitos “bom” (+1) e “muito bom” (+2) para as diversas características do jogo que foram avaliadas. Nenhum estudante se manifestou considerando o jogo como “ruim” (-1) ou “muito ruim” (-2). Neste sentido, é possível interpretar que, de uma maneira geral, os estudantes revelam satisfação com o jogo e com a atividade em sala de aula a ele relacionada. Na sequência, é feita uma análise mais detalhada das respostas a cada questão.

Para a questão aberta, que permitia opiniões livres a respeito do jogo, foram transcritas algumas das respostas a fim de ilustrar o pensamento dos estudantes a respeito do Projeto *Genus*. As respostas do questionário de avaliação foram consolidadas na planilha fornecida pelo modelo de avaliação adaptado de Savi *et al.* (2010) com vistas a viabilizar uma análise qualitativa e quantitativa dos resultados. Isso possibilitou a geração de gráficos de frequência, que indicam a porcentagem de notas atribuídas para cada item.

A questão 01 solicitava a opinião dos alunos sobre como a narrativa e a programação visual do jogo possibilitava a sensação de envolvimento. Os resultados referentes a estas opiniões estão resumidos no gráfico 9.

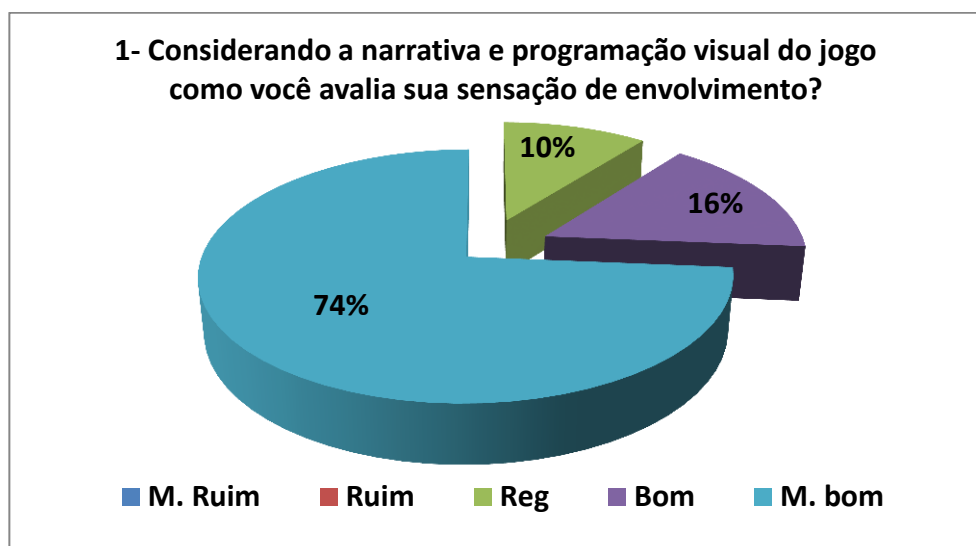


GRÁFICO 10: VALORES PERCENTUAIS DAS RESPOSTAS PARA A QUESTÃO 01.

Fonte: Do autor

Observa-se, no gráfico 9, que 90% dos alunos consideraram a narrativa e programação visual como boa e muito boa, a ponto de facilitar seu envolvimento na atividade. Percebe-se aqui que os alunos receberam muito bem o jogo, avaliação que pode ser considerada positiva, dado que bons jogos conduzem o jogador à experiência de imersão e completo envolvimento com o contexto do jogo (VIANNA, et al. 2013). Esse processo pode conduzir o aluno a uma concentração máxima e vontade de solucionar rapidamente as atividades propostas sendo, portanto, elemento estimulador e facilitador da aprendizagem.

A questão 02, por sua vez, buscava informações sobre a capacidade do jogo despertar a curiosidade e motivação para atingir o escore máximo possível. As avaliações estão expressas no gráfico 10 ilustrado a seguir.

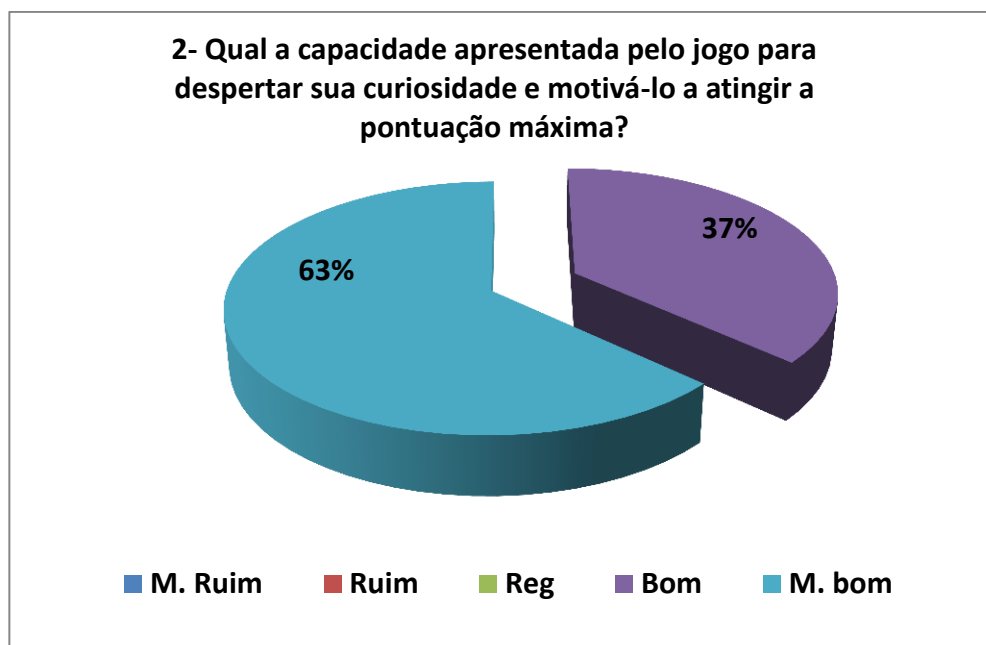


GRÁFICO 11: VALORES PERCENTUAIS DAS RESPOSTAS PARA A QUESTÃO 02.

Fonte: Do autor

O gráfico 10 indica que, na pesquisa, 100% dos alunos avaliaram muito positivamente a capacidade motivacional que o jogo apresenta. De acordo com Savi *et al.* (2010), os alunos precisam ter sensações positivas com a experiência da aprendizagem. Assim, demonstra-se que este elemento importante também foi efetivamente incorporado ao Projeto *Genus*.

A questão 03 objetivava a avaliação da clareza das regras e facilidade dos cruzamentos propostos. Os resultados correspondentes podem ser observados no gráfico 11.

Mais uma vez, os resultados indicam que a avaliação dos estudantes pode ser considerada como muito boa em relação à clareza proposta pela atividade. Praticamente 95% deles percebem as regras do jogo como sendo claras e que conseguem acompanhar a atividade. A este respeito, Miranda (2001) propõe que as regras de um jogo devem ser fáceis de serem assimiladas e o grau de dificuldade deve aumentar gradualmente durante a atividade. Os alunos também devem ter o controle e domínio sobre a interface do jogo bem como quais os objetivos a serem atingidos. Desta maneira, a atividade pode ser aplicada com sucesso. A partir desta perspectiva, entende-se que os resultados obtidos são muito positivos e revelam outro ponto forte do Projeto *Genus*.

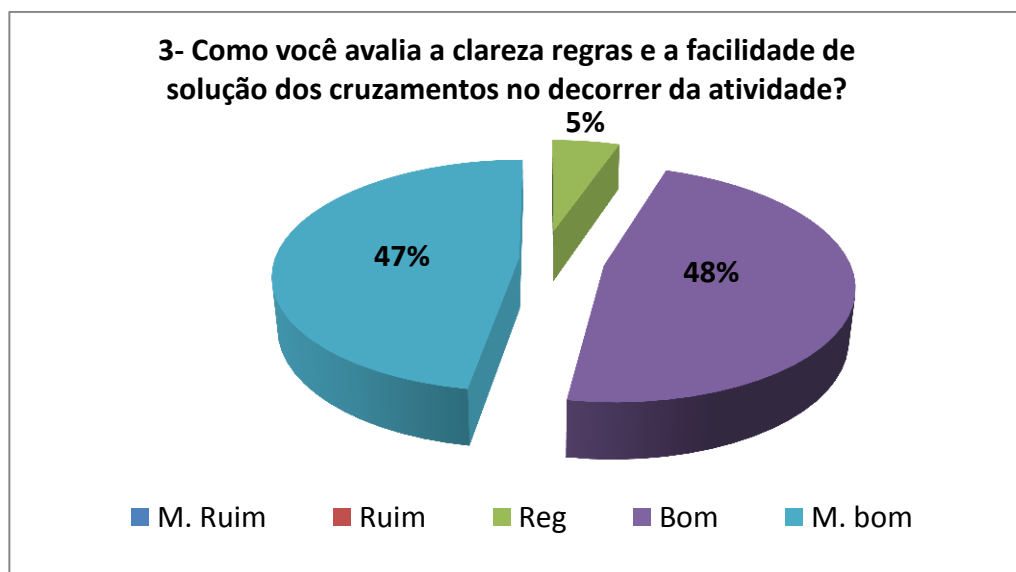


GRÁFICO 12: VALORES PERCENTUAIS DAS RESPOSTAS PARA A QUESTÃO 03.

Fonte: Do autor

A questão 04, por sua vez, buscava informações sobre o tempo disponibilizado para a atividade. Os resultados fornecidos pelos alunos estão registrados no gráfico 13 que pode ser observado a seguir.

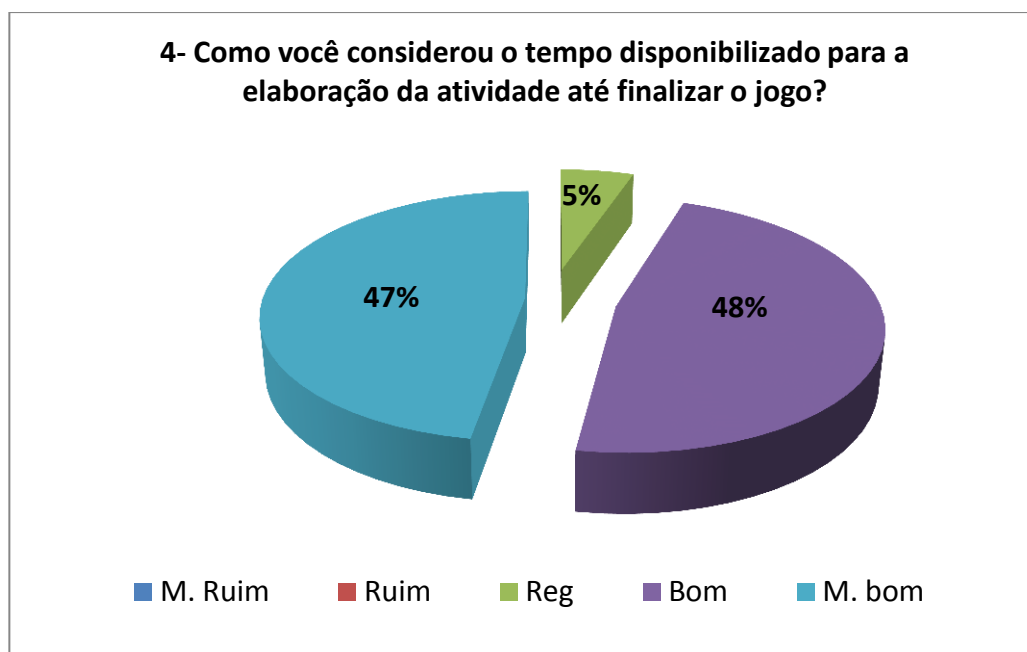


GRÁFICO 13: VALORES DE RESPOSTAS PARA A QUESTÃO 04.

Fonte: Do autor

Percebe-se que, na opinião dos alunos, o tempo disponibilizado para o jogo foi suficiente. É provável que, por o jogo ter sido aplicado pelo autor do projeto,

tendo em vista toda a experiência acumulada no desenvolvimento do Projeto *Genus*, o fator tempo não tenha sido um problema. Talvez por isso, apenas 5% dos estudantes optou pela avaliação “regular” e 95% consideraram “bom” ou “muito bom” o tempo disponibilizado até a conclusão do jogo. A este respeito, é importante destacar que os alunos percebiam a possibilidade de aplicar suas habilidades solucionando a atividade, mesmo que tenham “fatores condicionantes como limitações de tempo” (Kishimoto, 1998). De fato, o tempo adequado para aplicação do jogo depende fortemente da condução estabelecida pelo professor. O planejamento da atividade é fundamental para que o tempo não venha a interferir negativamente na solução dos cruzamentos e os alunos possam atingir os objetivos propostos.

A última questão, de número 05, tratava sobre a vontade de continuar em direção às outras etapas que podem melhorar a pontuação dos descendentes. As opiniões fornecidas pelos estudantes estão ilustradas no gráfico 13.

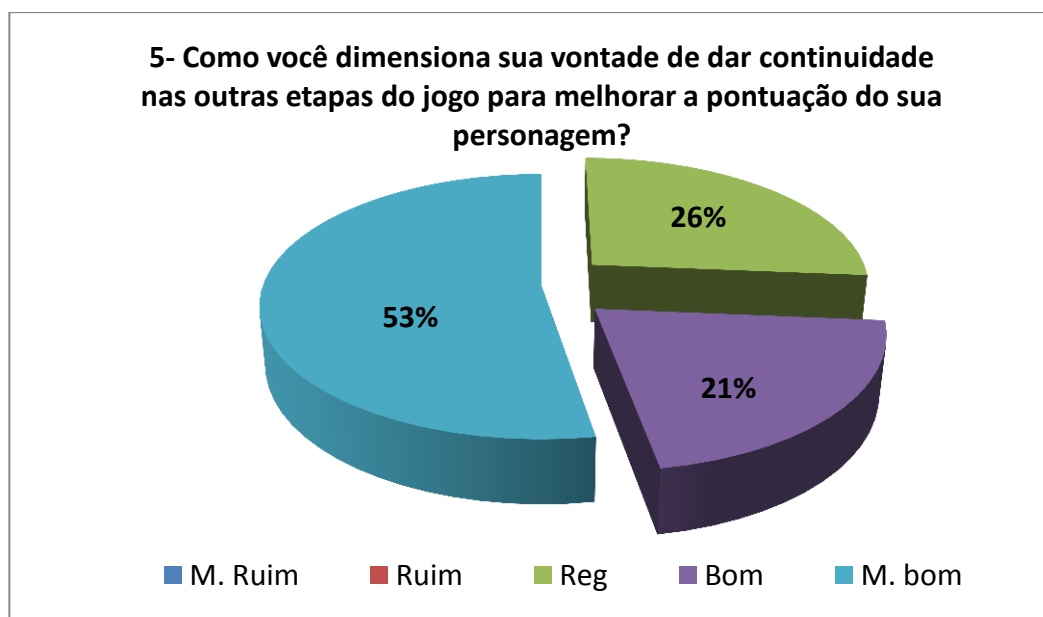


GRÁFICO 14: VALORES PERCENTUAIS DAS RESPOSTAS PARA A QUESTÃO 05.

Fonte: Do autor

Em 74% das respostas, os estudantes apontam um desejo de dar continuidade ao jogo, ou de experimentar outros cruzamentos que possam aumentar a pontuação final. Isto confirma seu interesse pelo jogo. A partir dessa percepção, e de alguns depoimentos, é bastante clara a possibilidade aberta para diversas intervenções por parte do professor, por exemplo, abordando o tema de eugenia,

que está embutido na maneira como são conquistados os pontos. Ao finalizar uma etapa evidencia-se o cumprimento de um objetivo que estimula a progredir na atividade. É possível perceber que o jogo atua, então, como fator de motivação para a busca de uma melhoria de pontuação dos descendentes.

A questão 06 constitui questão aberta que visava proporcionar um espaço de livre expressão aos alunos. Os alunos foram estimulados a responder a seguinte questão: “no verso deixe sua impressão a respeito do jogo e faça outros comentários que ache pertinentes”. Na tabela 05, foram transcritos alguns depoimentos que retratam a percepção que os alunos tiveram a respeito do Projeto *Genus*.

Opinião dos alunos em resposta à questão aberta proposta.
<i>“Achei uma forma prática para aprender”.</i>
<i>“Com o jogo ficou bem melhor a compreensão. Jogo muito bem elaborado e divertido”.</i>
<i>“Achei bem bacana o jogo, foi uma maneira mais simples e fácil de entender a matéria”.</i>
<i>“Talvez seja a forma mais fácil de compreensão dos pareamentos genéticos – facilitando o entendimento dos genes dominantes e recessivos”.</i>
<i>“No início não entendi muito bem o que era para fazer, depois até que foi legal”.</i>
<i>“O jogo foi muito bem elaborado, mas deveria ter mais pessoas perfeitas”.</i>
<i>“Gostei muito do visual e a história é muito massa. Dá para praticar certinho os cruzamentos”.</i>
<i>“O jogo que foi realizado é ótimo para que possamos ver se compreendemos mesmo o assunto de genética, que é um assunto complicado. Com o jogo, foi bom para fixar bem as ideias”.</i>
<i>“Foi um jogo complementar, serviu como uma grande ajuda para eu concluir o meu ensinamento sobre a matéria”.</i>

TABELA 5: QUADRO INDICATIVO DE DEPOIMENTOS DOS ALUNOS.

Fonte: Do autor.

Os depoimentos transcritos demonstram que, além do aprendizado inerente à atividade proposta, também outros fatores observados nos jogos são referenciados. De acordo com Savi (2010):

“O envolvimento com outras pessoas é um elemento de diversão nos jogos, e está relacionado com o sentimento de compartilhar um ambiente com outras pessoas e de se ter um papel ativo nele. Decorrente disso surgem sentimentos de diversão em grupo, de conexão com outras pessoas, cooperação, conquistas dentro de grupos e de união. Para possibilitar a

interação social os jogos devem criar oportunidades para os jogadores competirem, cooperarem e se conectarem.” (SAVI, 2010).

De fato, a percepção do elemento lúdico, da descontração, da interatividade e da narrativa diferenciada são elementos apontados pelos alunos na oportunidade fornecida a partir da questão aberta. E também são feitas muitas referências específicas a respeito da relação do jogo com o conteúdo trabalhado, o que indica que os alunos foram capazes de estabelecer conexões importantes, as quais revelam que o jogo constitui mais que elemento motivador e lúdico, mas que serve de base para um melhor entendimento da matéria ensinada.

A pontuação obtida para diferentes aspectos avaliados pelo questionário pode ser observada de forma mais ampla a partir do gráfico 10. Na avaliação fornecida pelos alunos, destaca-se que não houve avaliação negativa, ruim e muito ruim, para nenhuma das questões apresentadas. Observa-se que não havia necessidade de identificação nas fichas de avaliação e, portanto, os alunos poderiam ter manifestado posições negativas sem receio de serem identificados.

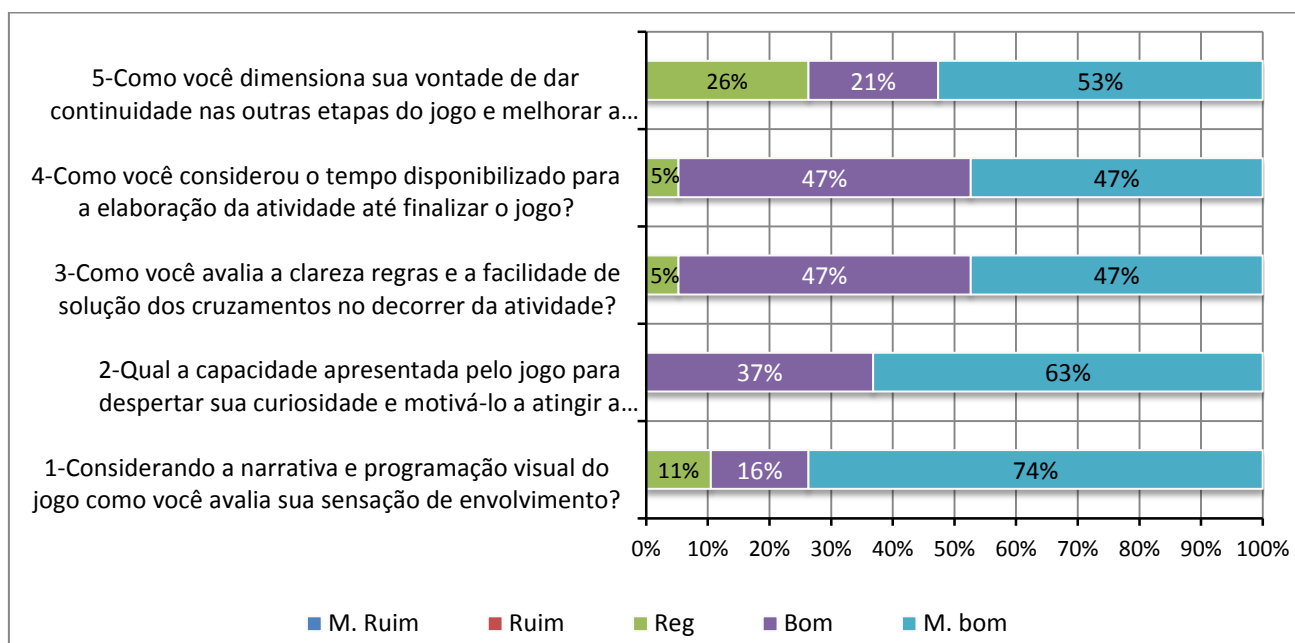


GRÁFICO 15: VALORES PERCENTUAIS DE RESPOSTAS FORNECIDAS PELOS ALUNOS.

Fonte: Do autor.

Os resultados obtidos demonstram que o jogo atinge seus objetivos já que foi concebido para fixar e reforçar os conhecimentos da genética mendeliana clássica com características humanas. Apesar do valor relativamente alto de

indicações “regular” para a questão 05, que se refere à vontade de dar continuidade a outras etapas do jogo, a ampla maioria de 74% referendou como boa e muito boa essa possibilidade. Muitos, inclusive, manifestaram verbalmente o desejo de dar continuidade ao jogo nas aulas seguintes. Este dado confirma que o jogo pode, realmente, exercer papel importante no processo de ensino-aprendizagem.

Embora a curiosidade e envolvimento sejam condições necessárias para a motivação dos alunos, é importante que os alunos percebam uma proposta educacional vinculando a atividade com seu aprendizado. De acordo com as respostas dos alunos, a atividade educativa permite inferir que os estudantes efetivaram estabelecer maior retenção dos conceitos de mecanismos hereditários regidos pela 1ª. Lei de Mendel. O contexto diferenciado apresentado aos alunos reforçou ou aprimorou as concepções que os alunos já traziam a respeito do tema. Alguns demonstraram verbalmente articulações que permitem supor uma transposição destes conhecimentos com as informações adquiridas a partir dos conceitos de gene, cromossomos e DNA durante o aprendizado de citogenética. Assim, foram reunidas diversas evidências de que os objetivos deste trabalho foram atingidos e de que o Projeto *Genus* tem, de fato, potencial de ser utilizado em sala de aula para aulas de biologia. Segundo Nascimento:

“[...] é possível que jogos didáticos constituam uma ferramenta útil no processo de ensino-aprendizagem, contanto que bem planejada e previamente testada para a correção de possíveis erros metodológicos”.
Nascimento *et al.* (2012)

Portanto, a análise geral dos resultados da avaliação realizada junto aos estudantes submetidos ao questionário pode ser considerada como bastante satisfatória. Os resultados apontam que os alunos se sentiram confiantes na solução dos cruzamentos e satisfeitos com o formato do jogo. A capacidade de inserção do jogo em sala de aula pode ser considerada relevante, do ponto de vista pedagógico, considerando os interesses educacionais de professores e alunos. É nítido que, dentro desta concepção, o Projeto *Genus* consegue unir os princípios da genética mendeliana aos elementos necessários para estimular a realização de aulas interessantes e significativas.

6 CONCLUSÃO

Acredita-se portanto, ter sido demonstrado que a utilização do jogo Projeto *Genus* no ensino de genética pode promover um contexto estimulador e desafiante para a formação do conhecimento do estudante e da sua capacidade de cooperação e que vem a ser um elemento didático efetivo no ensino-aprendizagem de conceitos de genética. Dado que o estudo dos mecanismos de hereditariedade é a primeira ancora para a fundamentação da genética, sua compreensão deve ser facilitada e o envolvimento dos alunos incentivado. Desta forma, são criadas melhores condições para o trabalho dos professores e o desenvolvimento dos alunos.

Esta proposição não deve ser fragmentada e dissociada de contextos interdisciplinares. Acreditamos que a construção do conhecimento está em constante diálogo com o pensamento lógico, criativo, imaginativo, social, cultural e afetivo. Essa concepção de aprendizagem apresenta-se em sentido oposto a uma pedagogia que incorpora os mecanismos da repetição das formas abstratas dos conceitos científicos, gerando conhecimentos fragmentados destes conceitos.

Ao retomar o objetivo do trabalho, conclui-se que foi efetivamente desenvolvido um jogo didático para ser utilizado como ferramenta auxiliar no ensino, na compreensão e fixação das leis mendelianas de hereditariedade para alunos do ensino médio. Dadas as características do Projeto *Genus*, este tem o condão de também ser utilizado no nível superior e em atividades voltadas à divulgação científica, porque o jogo pode ser adaptado a estas realidades.

Também foi estabelecido como objetivo estimular, por meio do jogo didático, os alunos do ensino médio a compreender e solucionar exercícios da genética mendeliana, visando a uma melhor aprendizagem. Considerando as opiniões apresentadas tanto de professores quanto de alunos que tiveram a oportunidade de interagir com o jogo, entende-se que foram encontradas evidências de que este objetivo também foi alcançado. Isto significa que, depois de desenvolvido, o jogo foi efetivamente aplicado em sala de aula, o que permitiu uma análise preliminar de suas potencialidades.

A metodologia do jogo didático foi inspirada em referenciais da comunidade de ensino e, ao mesmo tempo, buscou incorporar conceitos de gamificação ao ensino de genética mendeliana, com foco no ensino médio. Desta forma, foi criado

um produto, o Projeto *Genus*, que fica disponível livremente para a comunidade. O produto é acompanhado por esta dissertação, compondo, assim, um todo complementar. Este pode ser considerado um dos objetivos principais do mestrado profissional.

A ferramenta aqui apresentada passa a ser mais uma contribuição para o arsenal que pode ser disponibilizado aos professores de modo que possam praticar metodologias diferenciadas em suas aulas. Neste sentido é que o Projeto *Genus* pode vir a ser um fator de envolvimento dos estudantes e ao mesmo tempo um catalisador do conhecimento das leis da hereditariedade. Nesta perspectiva, “o jogo não é o fim, mas o eixo que conduz a um conteúdo didático específico, resultando em um empréstimo da ação lúdica para a aquisição de informações (KISHIMOTO,1996)”.

Portanto, entende-se que mudanças significativas e relevantes na construção do conhecimento científico podem e devem ocorrer fora do contexto da sala de aula, a partir de procedimentos e atitudes especialmente dos adolescentes. Assim é possível suscitar projetos futuros que possam ser elaborados com o intuito de digitalizar o Projeto *Genus* para um contexto web e na forma de aplicativos móveis em plataformas *android* e *iOs*. Estas versões digitais poderiam ser mais facilmente exploradas e praticadas pelo público interessado, podendo inclusive proporcionar grande interatividade entre os usuários.

Finalizando, acreditamos ser uma experiência enriquecedora e de extrema relevância a participação de docentes neste programa de mestrado profissional do PPGFCET, pois se consolidam espaços de discussão coletiva, de compartilhamento de saberes, integrando profissionais que atuam em redes de ensino diversificadas e com formações diversas. De modo que professores bem qualificados, com materiais didáticos criativos, e oxigenados por propostas como esta, possam realizar com mais efetividade a sua atuação profissional de construção do conhecimento.

7 ANEXOS

ANEXO 01

MONOHIBRIDISMO

Nome do Padreador: **FULTHO** Nome da Padreadora: **KULBIAN**

Genótipos: **aa PP qq gg mm Tt xx** P **AA PP qq gg mm TT xx**

ATRIBUTOS

1-Pigmentação
2-Dedos
3-Pele
4-Pelos
5-Dentes
6-Orelhas
S-Sexo

F₁ Nome do descendente: **F-K** F₁

Genótipos: **Aa Pp qq gg mm Tt xx**

Control number: **Patricia** Setor: **152A** Control number: Setor:

M JHX>Mx H 3HX FNJ4Mx XHXK 3H FNJ4HXH

FIGURA 2: FICHA DO 1º. CRUZAMENTO ENTRE PARENTAIS.

Fonte: Do autor.

ANEXO 02

MONOHIBRIDISMO

Nome do Padreador: **CRIONM** Nome da Padreadora: **KULBIAN**

Genótipos: **AA pp qq gg mm tt xy** P **AA PP qq gg mm TT xy**

ATRIBUTOS

1-Pigmentação
2-Dedos
3-Pele
4-Pelos
5-Dentes
6-Orelhas
S-Sexo

F₁ Nome do descendente: **C-K** F₁

Genótipos: **AAPp qq gg mm Tt xy**

Control number: **Patricia** Setor: **152A** Control number: Setor:

M JHX>Mx H 3HX FNJ4Mx XHXK 3H FNJ4HXH

FIGURA 3: FICHA DO 2º. CRUZAMENTO ENTRE PARENTAIS.

Fonte: Do autor.

ANEXO 03

MONOHIBRIDISMO

Nome do Descendente
C K

Genótipos
1 *AA* 2 *Pp* 3 *qq* 4 *gg* 5 *Mm* 6 *Tt* S *xy*

Nome da Descendente
E K

Genótipos
1 *Aa* 2 *Pp* 3 *qq* 4 *gg* 5 *Mm* 6 *Tt* S *xx*

F₁

ATENÇÃO

Some as probabilidades de ocorrer os genótipos indicados no descendente F₂. Essa soma determina a pontuação do seu personagem.

Nome do descendente
CKEK

Genótipos a serem obtidos
1 *Aa* 2 *pp* 3 *qq* 4 *G* 5 *mm* 6 *Tt* S

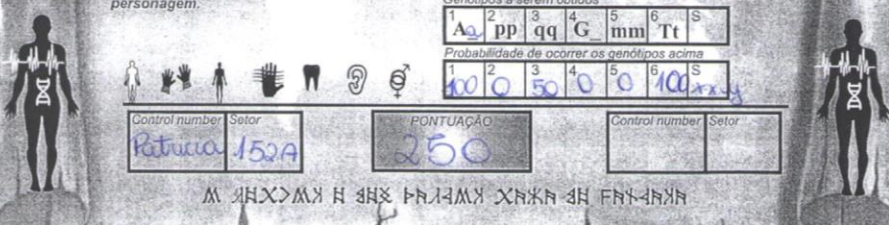
Probabilidade de ocorrer os genótipos acima
1 100 2 0 3 50 4 0 5 0 6 100 S *xy*

Control number Sctor
Rituccia 152A

PONTUAÇÃO
250

Control number Sctor

M JHXWY H BX TBJMY XNKN JH FNY-NKN


FIGURA 4: FICHA DO CRUZAMENTO ENTRE DESCENDENTES F₁.

Fonte: Do autor.

ANEXO 04

Pesquisa de Satisfação Projeto Genus

Estamos realizando uma pesquisa entre professores que participaram do jogo Projeto Genus. Trata-se de uma avaliação quanto a sua concepção, eficiência e aplicabilidade em sala de aula. Sua opinião é muito importante para a continuidade de nossas atividades.

1

Quanto à narrativa e design do jogo.

Bom

Regular

Insuficiente

2

Quanto à clareza proposta para a atividade

Bom

Regular

Insuficiente

3

Quanto ao tempo para sua aplicação

Bom

Regular

Insuficiente

4

O jogo como fator motivacional para o aprendizado de genética.

Bom

Regular

Insuficiente

5

O jogo como facilitador da compreensão dos mecanismos hereditários.

Bom

Regular

Insuficiente

6

O jogo como estimulador de reflexões e fator de contextualização.

Bom

Regular

Insuficiente

7

Considerando o jogo Projeto Genus como um todo, escreva a sua opinião a respeito dessa ferramenta educacional.

FIGURA 5: IMAGEM DO PORTAL COM O QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES.

Fonte: portal "survio.com"

ANEXO 05

Quest B-1

Estamos realizando uma pesquisa entre alunos que participaram do jogo Projeto Genus. Trata-se de uma avaliação quantitativa a respeito da aplicação ocorrida em sala de aula. Essa pesquisa contribuirá para futuras modificações e adaptações para que possa ser apresentado como uma ferramenta pedagógica de auxílio no ensino de citogenética.

1 – Considerando a narrativa e programação visual do jogo como você avalia sua sensação de envolvimento?

Muito boa Boa Regular Ruim Muito ruim

2 – Qual a capacidade apresentada pelo jogo para despertar sua curiosidade e motivá-lo a atingir a pontuação máxima?

Muito boa Boa Regular Ruim Muito ruim

3 – Como você avalia a clareza regras e a facilidade de solução dos cruzamentos no decorrer da atividade?

Muito boa Boa Regular Ruim Muito ruim

4 – Como você considerou o tempo disponibilizado para a elaboração da atividade até finalizar o jogo?

Muito bom Bom Regular Ruim Muito ruim

5 – Como você dimensiona sua vontade de dar continuidade nas outras etapas do jogo para melhorar a pontuação do sua personagem?

Muito grande Grande Média Pequena Muito pequena

6 – No verso, deixe sua impressão pessoal a respeito do jogo e faça outros comentários que ache pertinentes.

FIGURA 6: IMAGEM DOS QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS.

Fonte: Do autor

8 MATERIAL COMPLEMENTAR.

Na sequência, apresentamos o artigo baseado nesta dissertação, apresentado no “Primeiro encontro Mestrados profissionais”, em Goiânia, em junho de 2015. Este artigo foi aceito para publicação na revista “*Polyphonia*”, periódico da Universidade Federal de Goiânia (UFG).

PROJETO GENUS: UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA

Mestrando: Hélio S. D. Doliveira – PPGFCET* / UTFPR** -
heliosylvestre@yahoo.com.br

Orientador: Arandi Ginane Bezerra Jr. – PPGFCET / UTFPR – arandi@utfpr.edu.br

*Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica.

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Resumo

Este trabalho tem por objetivo a produção de um objeto educacional no formato de jogo didático, intitulado *Projeto Genus*. Este busca ser um material de apoio e recurso facilitador para a compreensão da Genética mendeliana clássica. Trata-se de produto referente a mestrado profissional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Os jogos demonstram serem excelentes alternativas metodológicas e motivacionais para instigar nos educandos propostas de ensino que solidificam a construção do conhecimento científico, bem como, proporcionam uma interação de maior qualidade entre alunos e professores, estimulando relações cooperativas entre os envolvidos. Considerando o aspecto educacional, utilizamos como princípios pedagógicos norteadores a aprendizagem significativa e as metodologias ativas aplicadas na fixação dos conhecimentos teóricos a respeito da Genética mendeliana clássica trabalhada no ensino médio. A compreensão dos fenômenos hereditários é constantemente referenciada como ponto de grande dificuldade dos educandos. O *Projeto Genus* foi concebido para apresentar alternativas a fim de diminuir essas dificuldades, estabelecendo uma dinâmica de jogo de ficção científica – inspirada em conceitos de “gamificação” – com temas de exercícios tradicionais, o que permite aos alunos interagir e promover transformações que visam a torná-los protagonistas do seu processo de aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de genética. gamificação. jogos de genética.

GENUS PROJECT: AN EDUCATIONAL OBJECT TO ASSIST IN THE PROCESS OF LEARNING AND TEACHING GENETICS

Abstract

This work aims at the production of an educational object based on a game platform, entitled *Genus Project*. Our objective is to support and facilitate the understanding of classical Mendelian genetics. This project is under a Professional Masters’ program in Scientific, Educational and Technological Formation – PPGFCET – at the Federal University of Technology, Paraná (UTFPR). Game platforms constitute important educational objects and motivational strategies to stimulate students’ learning. Games can also be considered as alternative proposals for the teaching of diverse aspects of scientific knowledge; in addition,

they provide high-quality interaction between students and teachers, encouraging cooperative relations between them. From the educational aspect, we focused on meaningful learning and active learning methodologies as pedagogical principles for the teaching of classical Mendelian genetics at high school level. Hereditary phenomena are often pointed out as a especially difficult subject in the learning of genetics. Therefore, the *Genus Project* was developed in order to present alternatives to overcome those difficulties by establishing a science fiction scenario for the game – which is inspired by concepts of "gamification" – including traditional exercises and problems in genetics. In this way, the game stimulates students' interaction, and promotes educational strategies to empower students and make them protagonists of their own learning process.

Keywords: genetics education. gamification. genetics games.

INTRODUÇÃO

É sempre presente na contemporaneidade o debate sobre diferentes estratégias a serem abordadas nos processos de ensino-aprendizagem. Há, porém, uma característica predominante neste contexto: a percepção da necessidade de mudanças que possam estabelecer alterações relevantes e caminhos significativos nestes processos, em especial, frente à realidade educacional brasileira. Apesar dos atores que participam deste cenário serem basicamente os mesmos, nos últimos anos, podemos observar claras mudanças no comportamento e expectativas quanto à educação de nossos jovens. O perfil dos educandos mudou. As escolas também mudaram. Nossa sociedade cada vez mais complexa e repleta de informações espera que nossos alunos tenham capacidade de transitar de maneira segura e desenvolva pelos diversos temas que perfazem seu dia a dia. Considerando o ponto de vista educacional, além do contexto retratado, verifica-se a necessidade de se apresentar aos educandos propostas de ensino que estimulem a construção do conhecimento científico, e que estejam inseridas em um ambiente de aprendizagem efetivamente instigante e enriquecedor. Especialmente quando, em se tratando do público jovem, verifica-se nítida tendência ao imediatismo, coerente com a velocidade dos cliques e com a aparente vivência em um universo paralelo (GIARDELLI, 2012). Esses fenômenos tornam a realidade conservadora de muitas salas de aula pouco atrativa e nada assertiva, visto que estão repletas de elementos quase nunca relacionados com o cotidiano contemporâneo.

Partindo destas premissas, aos educadores, cabe o desafio e ao mesmo tempo a maestria de tornar prático e objetivo o ensino de ciências, contextualizando conceitos, demonstrando possíveis resultados, aproximando teoria e prática na busca de uma realidade educacional em consonância com o momento atual. Para tanto, é imprescindível maior interatividade entre educador e educando. Tornar o contato formal do educador com o educando mais descontraído e amigável é possível, a partir de atividades que permitam estreitar essas relações sem que ocorra prejuízo da cátedra pelo posicionamento desses atores na relação

educacional. Este processo pode também ser impulsionado a partir de uma maior conectividade de professores e alunos nos ambientes virtuais, cada vez mais solidários, em contrapartida à aridez dos ambientes reais, cada vez mais solitários. Neste sentido, os educadores devem e podem buscar maior identificação com os aparatos tecnológicos e, ao mesmo tempo, considerar outras propostas metodológicas que tragam oportunidades com recursos educacionais alternativos, com outros pontos de interação, criação e motivação. É neste sentido que o uso de jogos no ensino se apresenta como portador de alternativas interessantes para o ensino de ciências.

OBJETIVOS

A Genética é considerada uma ciência jovem, de forte apelo midiático (MELO e CARMO, 2009), percebe-se claramente sua relevância no momento de desenvolvimento atual e, ainda, é uma ciência cercada de misteriosa atmosfera de ciência indecifrável. A partir dessas considerações preliminares, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um objeto didático para ser utilizado como ferramenta auxiliar na compreensão das leis mendelianas de hereditariedade, direcionado especificamente para o ensino médio.

Se tivermos a capacidade de fazer do limão uma limonada, podemos também fazer da Genética clássica um assunto agradável e prazeroso aos nossos alunos. O limão é um fruto ácido, azedo, de sabor desagradável para a maioria das pessoas. Porém, é possível torná-lo especialmente refrescante e saboroso acrescentando alguns ingredientes simples como açúcar, água e gelo. Se o ensino de Genética é tido como árido, de difícil abstração, com exercícios complexos, enfadonhos, de difícil resolução – então, esse é o nosso limão. Mas é possível torna-lo mais agradável, de mais fácil assimilação e com propostas de exercícios mais desafiadores e simpáticos aos olhos de nossos alunos – e essa passa a ser a nossa limonada.

REFERENCIAL TEÓRICO

Entre todas as subdivisões da biologia, a Genética é certamente a que ocupa uma posição de referência, evidenciada pelo volume de inserções que a mídia lhe dedica. É estranho imaginar que esta ciência desenvolveu-se praticamente a partir do século XX, e neste século suas aplicações já fazem parte de nosso cotidiano. E essas inferências influenciam decisivamente outras áreas com a agricultura, a pecuária, o direito, a medicina, ou seja, a sociedade como um todo. Portanto, nossos educandos devem estar preparados para utilizar, criticar e processar as informações e produtos que a Genética nos proporciona. Mas o que observamos é que muitas vezes não há uma compreensão precisa sobre a definição de termos como genes, cromossomos, DNA, clonagem, transgênicos e outros. A rigor, a Genética é uma

ciência que deve ser compreendida no nível bioquímico da estrutura do DNA, no nível orgânico sistêmico onde uma característica qualquer se manifesta, e no nível populacional, onde os processos evolutivos ocorrem (LEWONTIN, 2002). A este propósito, é interessante chamar a atenção para a distância entre os diversos aspectos do conhecimento científico na área e o ensino em sala de aula, inclusive, com informações que são transmitidas muitas vezes de forma equivocada (ALBA, 2008).

Dessa maneira, apresenta-se o desafio de identificar estratégias que possam auxiliar e ao mesmo tempo estimular nossos alunos a compreender os conceitos iniciais dos fenômenos hereditários de forma significativa. O desenvolvimento de modelos educacionais e trabalhos experimentais são métodos favoráveis e conhecidamente eficazes. Em contrapartida, quando optamos apenas por forma de ensino conservadora, na qual o aluno passivamente tenta compreender o conteúdo exposto pelo professor, a consolidação do conhecimento, as interações e correlações acabam não ocorrendo de forma eficaz. Para que o aluno tenha um envolvimento completo no processo ensino-aprendizagem ele deve ler, escrever, discutir e resolver problemas ou desenvolver projetos relacionados à temática exposta. Depois, ainda, cumprir tarefas que envolvam processos de análise, avaliação e síntese. Portanto, atitudes ativas na forma de projetos ou na solução de desafios, contrapondo a passividade de metodologias mais conservadoras, conduzirão o aluno à apropriação crítica do conhecimento (MOURA; BARBOSA, 2011).

Quando nos referimos à aprendizagem significativa, somos imediatamente remetidos aos trabalhos de Ausubel (1980). Suas ideias partem do princípio de que os educandos apresentam conhecimentos prévios e, portanto, a primeira etapa da aprendizagem é organizar as ideias e determinar com exatidão o que se pretende ensinar. De acordo com o referido autor, uma informação deve ser relacionada a outros conceitos ou proposições fundamentados o suficiente de modo que funcionem como âncoras. Essas âncoras são denominadas por Ausubel (1980) de subordinadores, integradores ou subsunçores. Dessa forma o que se aprende de forma significativa é efetivamente utilizado e fica estabelecido por um grande período de tempo na mente de quem aprende. A aprendizagem pode ser tida como significativa a partir de momento que o novo conteúdo é apreendido e internalizado às estruturas do conhecimento, e passa a ter um significado relacionado a um conhecimento anterior (PELIZZARI, 2002). A utilização de múltiplos materiais, de modo a que o professor não seja refém de um único livro de texto, e o desenvolvimento de estratégias e instrumentos facilitadores constitui elemento importante para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006). É também neste sentido que a utilização de jogos pode desempenhar o papel de

organizador prévio e servir de estímulo ao desenvolvimento de *atividades colaborativas*, dois instrumentos importantes no contexto da aprendizagem significativa e que apontam, por sua vez, para estratégias a inspirar novas posturas docentes – aí, talvez, o aspecto mais importante para facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006).

O JOGO COMO PROPOSTA DE APRENDIZAGEM

Circula mais recentemente no meio educacional e empresarial o termo *gamification*. Este se refere ao uso dos princípios, técnicas e mecânicas dos jogos em atividades diversas ao puro entretenimento. Argumentando que ocorre mudança de comportamento e estimulação ao se utilizar elementos como diversão, desafios de tempo, competição, escores e etapas (fases ou níveis), muitos instrutores, *coachings*, e também professores têm buscado na estrutura e na ambientação de jogos modelos que alterem procedimentos e incluam elementos diversos que promovam aprendizagem. O prazer frente à realização de determinada atividade é um dos elementos mais importantes, por exemplo, para ativar nossa determinação e nossa criatividade (VIANNA *et al.*, 2013).

É importante referenciar que o jogo se apresenta enquanto elemento lúdico capaz de funcionar como um ponto motriz de alta capacidade utilitária que permite brincar, ensaiar, praticar, distrair, divertir codificar – sendo definido como uma brincadeira com regras. Portanto, muitos autores e educadores perceberam nos jogos oportunidades pedagógicas importantes, e assim têm sido elaboradas referências consistentes a contribuir para o apelo dessa temática. Huizinga (2004) entende o jogo como sendo até mesmo anterior à cultura de um povo, creditando que é a cultura que emana do jogo; em sua obra *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*, apresenta um estudo aprofundado de teorias e classificações dos jogos entre competitivos, recreativos, e estabelece conotações sociológicas, pedagógicas e psicológicas referentes ao tema. Piaget (1982) também apresentou contribuições importantes ao categorizar os jogos de exercícios, os jogos simbólicos e os jogos de regras. Para ele os jogos originam-se de imitações e, mais tarde, de representações para simbolizar as realidades que nos cercam. Para Kishimoto (1998) o jogo tem a capacidade de potencializar a exploração do universo que rodeia a criança ao mesmo tempo em que permite a construção do conhecimento a respeito desse universo. A atividade lúdica apresenta-se, portanto, como forma de metodologia ativa, que gera estímulos internos e externos e que, por isso, teria o condão de conduzir não apenas à aprendizagem significativa, mas também à apreensão das relações existentes na sociedade e à sedimentação de valores.

O ENSINO DE GENÉTICA

É clássico entre os professores do ensino médio que, a despeito dos “nomes” e “termos complexos” normalmente associados ao ensino de Biologia, a Genética existe, entre as divisões desta ciência, como uma das mais difíceis de serem ensinadas e assimiladas, tendo em vista as múltiplas articulações que existem desde o nível bioquímico da estrutura do DNA, passando pelo nível orgânico sistêmico e se manifestando no nível populacional, incluindo os processos evolutivos (LEWONTIN, 2002). Esta visão de uma ciência complexa, a qual seria apenas compreendida e corretamente interpretada por gênios trajando jalecos brancos e óculos com lentes grossas e pesadas, contribui para distanciar ainda mais a Genética das articulações possíveis com a escola e o nosso cotidiano. Para ALBA (2008), muitas dificuldades decorrem da informação descontextualizada e calcada na memorização rasa e repetitiva. Pode-se aliar a isso a ideia e visão deturpada da ciência como conjunto de verdades inquestionáveis.

No ensino, a utilização de modelos busca reforçar e criar ideias que permitam visualizar conceitos que são, na realidade, abstratos (AMABIS e MARTHO, 1990). Modelos moleculares da estrutura do DNA, dos cromossomos, do funcionamento chave-fechadura das enzimas, da organização das proteínas a partir de sequências de aminoácidos são exemplos de simulações já antigas, porém eficazes, presentes em livros didáticos. Contudo, é notável a necessidade de novos e diferentes recursos pedagógicos possam ser alternativas interessantes para facilitar o ensino e o aprendizado de Genética. Assim, a utilização de jogos e simulações busca uma motivação diferenciada e uma relação de maior interatividade entre educador e educando. É essa proposta que apresentamos no presente trabalho, a partir de uma atividade elaborada tendo em vista destacar e estimular o estudo de elementos e princípios associados às Leis de Mendel, ensinadas no ensino médio como parte integrante dos currículos.

DESCRIÇÃO DO JOGO DIDÁTICO DENOMINADO *PROJETO GENUS*

A incorporação de conceitos e a compreensão dos mecanismos que regem a Genética clássica mendeliana são parte integrante do conteúdo de Genética trabalhado no ensino médio das escolas brasileiras. Visando a auxiliar nesse processo, realizamos a produção de um objeto de aprendizagem colaborativo como sugestão de atividade estruturada e recurso didático. Essa é uma tentativa de contextualizar os conceitos de Genética, conforme as possibilidades existentes no ambiente escolar, estimulando a resolução de exercícios de fixação e, ao mesmo tempo, tornando também possível a contextualização e inserção dos temas transversais propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio PCNEM's. Estes

preconizam que se deve aproveitar o ensejo da Genética Humana para também abordar e discutir questões que envolvem a ética, a política e a sociedade (BRASIL, 2000).

Denomina-se *Projeto Genus* o material descrito a seguir, desenvolvido como produto de mestrado profissional e visando a um objeto educacional para a aprendizagem da Genética mendeliana. Trata-se de um jogo baseado em conceitos de *gamificação* e inspirado pelas teorias da aprendizagem significativa. A proposta de utilização do material parte de uma ambientação inspirada por elementos de ficção científica, o que é delimitado a partir de um texto distribuído aos alunos e lido em voz alta pelo professor – que é o condutor da atividade. A ficção científica está presente em livros, filmes e principalmente jogos desenvolvidos para computadores e outras mídias. Tendo em vista as experiências em sala de aula desenvolvidas nas várias etapas de aplicação do material, recomenda-se uma ambientação a base de músicas predominantemente eletrônicas, como *Pink Floyd*, *Kraftwerk*, *Alan Parsons*, ou outros semelhantes, para criar uma atmosfera futurista no imaginário do aluno.

O texto que serve de base e introdução ao jogo faz referência a uma tripulação de 20 personagens – 10 casais geneticamente selecionados para colonizar planetas próximos ao nosso. Passado algum tempo, ao retornarem para a Terra, percebem a extinção completa da humanidade devido à ação fulminante de uma pandemia viral. Cabe, portanto, a essa população repovoar o próprio planeta de origem. Na figura 1, é possível visualizar alguns detalhes do texto de apresentação e regras a serem observadas, referentes ao jogo *Projeto Genus*. Este material é apresentado na forma de fichas e cartões distribuídos aos alunos. Todo o material apresentado foi desenvolvido no contexto do referido mestrado profissional, inclusive, buscou-se a qualidade gráfica das cartas inspirada em jogos comerciais com apelo ao interesse dos estudantes.

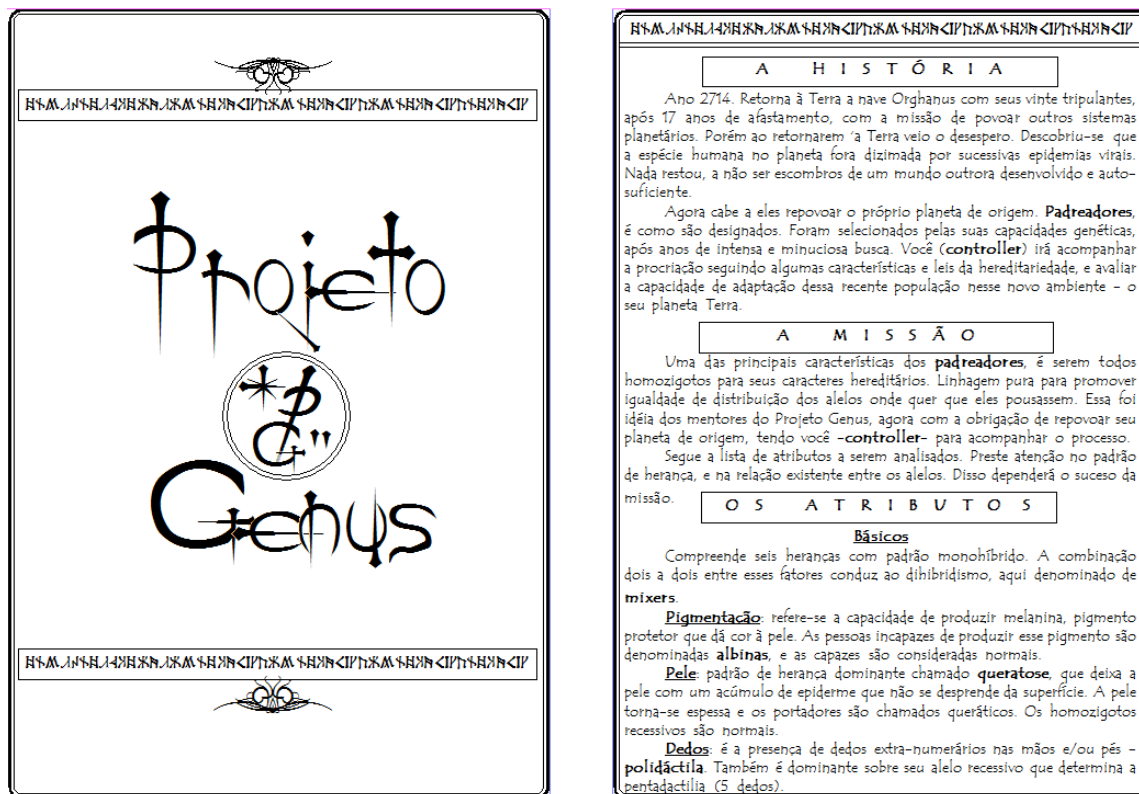


Figura 1. Detalhe do texto de apresentação do jogo *Projeto Genus*.

Os atributos referenciados nas fichas distribuídas aos alunos são características hereditárias que obedecem às leis básicas da hereditariedade mendeliana. Esses atributos distribuem-se em 4 categorias envolvendo diferentes padrões de hereditariedade: os básicos, os de sangue, os especiais e os poderes.

Os atributos básicos referem-se a padrões clássicos de exercícios comuns em livros didáticos tais como albinismo, queratose, polidactilia e outros envolvendo cruzamentos monohíbridos com dominância completa e co-dominância. Os atributos de sangue referem-se ao fator rh (monohibridismo com dominância) ao sistema ABO (polialelismo) e à hemofilia (herança ligada aos cromossomos sexuais). Os atributos chamados especiais prosseguem com casos de daltonismo e hipertricose auricular (vinculados aos cromossomos sexuais). Os atributos denominados de poderes fazem referência à força e intelecto que são adaptações para trabalhar padrões de herança multifatorial de caráter aditivo. No verso da folha encontra-se uma tabela que estabelece as relações de dominância entre os alelos para cada uma das características abordadas. A figura 2 mostra detalhes de algumas cartas em que os atributos são explicitados.

Atributos	Alelos	Padrão de Herança	Fenótipos
Pigmentação	A > a	DC	Normal / Albino
Pele (queratose)	Q > q	DC	Querático / Normal
Dedos	P > p	DC	Polidáctilo / Pentadáctilo
Pelos	G > g	DC	Glabro / Tricodígito
Dentes	M > m	DC	Adontínico / Normal
Orelhas	T = t	AD	Longas / Médias / Curtas
Fator Rh	R > r	DC	+ / -
Sistema A B O	I ^A = I ^B > i	PII	A / B / O
Hemofilia	X ^H > X ^h	LS	Normal / Hemofílico
Daltonismo	X ^D > X ^d	LS	Normal / Daltonico
Hipertricose	Y ^T * Y	RS	+ / -
Força	AABB	Qtt	+ 4 / 3 / 2 / 1 / 0 -
Intelecto	DDEE	Qtt	+ 4 / 3 / 2 / 1 / 0 -

Legenda:
 DC= Dominância Completa AD= Ausência de Dominância
 LS= Herança Ligada ao Sexo PII= Polialelismo
 RS= Herança Restrita ao Sexo Qtt= Herança Quantitativa




Figura 2. Detalhes de cartas do *Projeto Genus* em que são apresentados os atributos (características hereditárias) dos personagens do jogo.

A seguir, na dinâmica do jogo, são distribuídas as cartas que contêm as características dos personagens que formam a tripulação já referida e que agora passam a ser denominados de padreadores (em referência àqueles que são os pais). Conforme o número de alunos presentes e o planejamento de aulas do professor, são distribuídas as cartas uma a cada aluno. Os estudantes, então, deverão formar pares (correspondendo a casais nas cartas) ou, ainda, poderá ser entregue um casal de cartas a cada aluno. Os alunos são então denominados *controllers* por estarem à frente dos processos reprodutivos dos padreadores. Como é referenciado no texto e nos experimentos de Mendel os padreadores devem ser considerados homocigotos para todas as características propostas, sendo assim estabelecida uma geração parental e seus descendentes, a geração F1. Esse cruzamento deve ser referenciado em ficha própria, na qual o(s) aluno(s) estabelece(m) um nome e determina(m) o sexo do seu descendente (F1). São 20 personagens (10 casais) com diferentes genótipos para cada uma das características hereditárias. As figuras 3 e 4 ilustram alguns modelos de frente e verso das cartas de um casal de *padreadores*.



Figura 3. Carta (frente e verso) correspondente a uma personagem feminina do *Projeto Genus*. São apresentados os atributos que servem de base para a formação da geração de descendentes.



Figura 4. Carta (frente e verso) correspondente a uma personagem masculina do *Projeto Genus*. São apresentados os atributos que servem de base para a formação da geração de descendentes. A combinação de cartas masculinas e femininas forma o casal de padreadores.

Recomenda-se que, num primeiro momento, realizem-se cruzamentos apenas dos atributos básicos. Para tal procedimento, foi desenvolvida uma ficha onde o aluno anota as características do descendente F1. Na figura 5, é apresentado o modelo da ficha para o cruzamento entre parentais, que determina a F1.

MH		Projeto Genus		MH							
Nome:			Nome:								
Genótipos (sempre em homozigose)			P	Genótipos (sempre em homozigose)							
1	2	3	4	5	6	S					
Atributos:			Padreadores			Atributos:					
1- Pigmentação A > a			Nome: Genótipos 1 2 3 4 5 6 S			1- Pigmentação					
2- Pele Q > q						2- Pele					
3- Dedos P > p						3- Dedos					
4- Pelos G > g						4- Pelos					
5- Dentes M > m						5- Dentes					
6- Orelhas T = t						6- Orelhas					
Control number:			Setor:			Control number:			Setor:		

Figura 5. Modelo de ficha de jogo do *Projeto Genus*. Nela são anotadas as características do descendente F1, resultado do cruzamento dos padreadores.

Após esse processo, as fichas são recolhidas e reutilizadas num segundo momento para o cruzamento entre os elementos da geração F1 determinando, dessa forma, a geração F2. Na figura 6, é possível observar a ficha do cruzamento dos seres da primeira geração entre si para a formação dos genótipos da geração F2.

MH		Projeto Genus		MH										
Nome:			Origem:			Nome:			Origem:					
Genótipos			F₁	Genótipos										
1	2	3	4	5	6	S	1	2	3	4	5	6	S	
<i>Some os percentuais de cada atributo considerando as possibilidades na descendência de acordo com as condições ideais descritas abaixo:</i>						Nome: F₂								
1- Pigmentação: normal 2- Pele: normal 3- Dedos: pentadáctilos 4- Pelos: glabro 5- Dentes: normais 6- Orelhas: médias						Probabilidade dos Genótipos abaixo 1 A₋ 2 qq 3 pp 4 G₋ 5 mm 6 Tt S								
						Percentuais 1 2 3 4 5 6 S								
Control number:			Setor:			Pontuação:			Control number:			Setor:		

Figura 6. Modelo de ficha de jogo do *Projeto Genus*. Nela são anotadas as características do descendente F2, resultado do cruzamento entre a geração F1.

Vale observar que em ambas as fichas (figuras 5 e 6) os campos “origem”, “control number” e “setor” foram concebidos para identificar as turmas e os alunos (número de chamada) que participaram do processo. Ressalte-se que as fichas de F1, uma vez preenchidas, podem ser utilizadas em outras classes para estabelecer a F2. Neste sentido, a dinâmica do jogo pode ser estendida a diferentes turmas e turnos e, assim, formar uma atividade com amplo alcance no ambiente escolar.

Para despertar o caráter de jogo, sugere-se um conjunto de genótipos para as 6 características cuja soma de probabilidades estabelece um índice a ser preenchido no campo pontuação (vide figura 5). Quanto mais elevado for esse índice, mais adaptado estaria o descendente. Cabe esclarecer que esta é apenas uma alusão a fatores evolutivos, e não à forma real ou mesmo aproximada da maneira como os genes atuam numa população. Para os outros atributos, referentes às outras características como tipagem sanguínea, heranças de cromossomos sexuais e herança multifatorial, são utilizadas outras fichas, com funcionamento semelhante. O professor e os estudantes devem estabelecer, de antemão, a maneira segundo a qual a pontuação obtida será utilizada para a determinação de ganhadores do jogo, se isso for de interesse. A este respeito, note-se que a dinâmica do jogo implica em diversas etapas que podem mobilizar a atenção e o interesse dos alunos sempre em função do tema Genética. É esta dinâmica que permite ao professor realizar diversas intervenções significativas, tendo em vista a introdução de conceitos importantes e a realização de análises relevantes ao tema.

RESULTADOS PRELIMINARES

Nesta etapa de desenvolvimento do projeto, a ênfase maior foi o próprio aperfeiçoamento do jogo, incluindo a fundamentação teórica, a inspiração baseada em pesquisas no campo do ensino de ciências e a produção de um material com qualidade visual e gráfica, dado que, segundo percebemos, isto também é fundamental para despertar o interesse dos estudantes.

Até o momento, o jogo foi utilizado em dinâmicas de sala de aula, incluindo 10 turmas, com média de 30 estudantes cada, do terceiro ano do ensino médio de duas escolas da rede de ensino particular do município de Curitiba. A dinâmica de aplicação do projeto ocorre normalmente em duas aulas regulares. Na primeira delas, o jogo é apresentado e é realizada a descrição, na sequência, as cartas são distribuídas a fim de dar início ao jogo. Os estudantes

são chamados a interagir entre si e a aplicar os conhecimentos de genética, tendo em vista a formação da geração F1 e das gerações subsequentes. Neste processo, vão sendo produzidas as diversas características hereditárias decorrentes dos cruzamentos originados pela geração de padreadores. Durante o jogo, as características de cada geração podem ser analisadas à luz do conceito de adaptação. E diversos aspectos do conteúdo podem ser explicitados e discutidos. Estas experiências em sala de aula têm sido utilizadas para produzir modificações visando ao formato final do *Projeto Genus*.

A fim de avaliar a aceitação do jogo e seu impacto na aprendizagem dos estudantes, optou-se por uma investigação de natureza qualitativa, baseada em diário de campo e entrevistas com os estudantes. No transcorrer das aulas, o professor realiza intervenções e anotações sobre fatos e desdobramentos relevantes. Dado que o projeto se encontra em estágio intermediário de aplicação, até o momento, foi possível reunir uma série de dados da observação os quais, pretende-se, serão estudados por meio de instrumentos de análise de conteúdo em etapa posterior. De acordo com o diário de campo e o material de observação até o momento coletado, é possível inferir que o *Projeto Genus* constitui objeto educacional que desperta a atenção dos estudantes e que proporciona a materialização de diversas competências e habilidades, tendo em vista o ambiente criado pela situação de jogo. Neste processo, os estudantes demonstram grande mobilização em torno do assunto e apresentam boa receptividade às novas definições, conceitos e teorias referentes ao tema abordado, o que reflete em um ambiente colaborativo e uma aprendizagem contextualizada e integradora de diversos elementos fundamentais à compreensão da Genética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos mecanismos de transmissão das características hereditárias é fundamental para o entendimento de vários temas relacionados à biologia celular e à Genética populacional. Porém, a aprendizagem desse conteúdo programático não é simples, pois exige uma capacidade de abstração que, muitas vezes, não é acessível aos educandos do ensino médio. Para minimizar essas dificuldades e tentar elucidar o caráter abstrato de muitos assuntos, o professor pode contar com filmes, animações e figuras, entre outros objetos educacionais. Reconhecendo a importância desses recursos para o ensino-aprendizagem é que criamos o *Projeto Genus*, com o intuito de utilizar elementos de jogos/*gamificação* a fim de envolver, estimular e buscar maior interação com e entre os alunos, tendo em vista o ensino dos princípios básicos de Genética. O jogo encontra-se em estado avançado de desenvolvimento e tem sido utilizado com êxito em sala de aula. Nossos resultados parciais

demonstram que este produto, desenvolvido no contexto de um mestrado profissional, constitui contribuição relevante ao ensino de ciências. Nosso trabalho continua em andamento com vistas a aperfeiçoar o jogo e a coletar dados a respeito de sua possível influência na aprendizagem da Genética mendeliana por parte dos estudantes. Todo o material desenvolvido é licenciado de forma livre a fim de que seja amplamente disponibilizado à comunidade.

BIBLIOGRAFIA

ALBA, F. P. Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.

ALVES, F. Gamification – Como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Editora DVS. São Paulo. 2014.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Temas de biologia para desenvolver em sala de aula. O jogo da Imunidade. Desvendando o DNA. Editora Moderna. São Paulo. 1990.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. ETD: educação temática digital, Campinas, v. 12, 2011. Número especial. Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/article/view/2279>>. Acesso em: 09 abr. 2015.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. Psicologia educacional, Ed. Interamericana. Rio de Janeiro. 1980.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v2n2/08>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17 ed. Paz e Terra. Rio de Janeiro. 1987.

_____. Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Paz e Terra. Rio de Janeiro. 1992.

GIARDELLI, G. Você é o que você compartilha. Editora Gente. São Paulo. 2012.

HUIZINGA, J. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. 5ª edição. Editora Perspectiva / EDUSP. São Paulo. 2004.

KISHIMOTO, M. T. O Brincar e suas teorias. Pioneira. São Paulo. 1998.

LEWONTIN, R. A tríplice hélice: gene, organismo e ambiente. Companhia das Letras. São Paulo. 2002.

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*, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2012.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*. Vozes. Petrópolis. 2011.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In: *Revista PEC*. Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PIAGET, J. e INHELDER, B. A função semiótica ou simbólica. In: *A psicologia da criança*. Moraes. Lisboa. 1979.

_____. *O nascimento da inteligência na criança*. Zahar. Rio de Janeiro. 1982.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TANAKA S. *Gamification, Inc. Como reinventar empresas a partir de jogos*. MJV Press. Rio de Janeiro. 2013.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALBA, F. P. **Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.
- AMABIS, J.M. ; MARTHO, G.R. **Temas de biologia para desenvolver em sala de aula.** O jogo da Imunidade. Desvendando o DNA. Editora Moderna. São Paulo. 1990
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H.(1980). **Psicologia educacional,** Rio de Janeiro, Ed. Interamericana.
- BARBOSA, E. F.; MOURA D. G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica.** Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.
- BARROS, S. de S. **Educação formal versus informal: desafios da alfabetização científica.** In: ALMEIDA, M. J. P. M. Linguagens, leituras e ensino de ciência. Campinas: Mercado de Letras: ALB, 1998.
- BORGES, R. M. R; LIMA, V. M. R. **Tendências contemporâneas do ensino de biologia no Brasil.** Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, Chile, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.
- BORGES, D. S. P.; OLIVEIRA, I. C. S. & OLIVEIRA, R. T. de. **Jogos na sala de aula: Brincadeira com aprendizagem significativa.** Disponível em:
<[http://www.seed.ap.gov.br/artigos/JOGOS NA SALA DE AULA.pdf](http://www.seed.ap.gov.br/artigos/JOGOS%20NA%20SALA%20DE%20AULA.pdf)>. Acesso em: 5 jun. 2014.
- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional,** Lei 9.394, de 20/12/1996.
- _____. MEC, SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999.

- _____. MEC, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, p. 15, 2001.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- _____. MEC, SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEB, 2006.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE_2002/aproducaodejogos.pdf> p. 47- 60. Acesso em: 06 out. 2014.
- CAPRA, F; STONE, M. K.; BARLOW, Z. **Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2006.
- CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- CARABETTA, V. J. **Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio**. Revista Contemporânea de Educação, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- FABRÍCIO, M. F. L. **Obstáculos à compreensão das Leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2005
- FABRÍCIO, M. F. L.; JOFÓLI, Z. M. F.; SEMEN, L. S. M.; LEÃO, A. M. A. C. **A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 12-25, 2006.

- FADEL, L.M.; ULBRICHT V. R.; BATISTA C. R.; VANZIN T. **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
- FERREIRA, F. E.; CELESTE, J. L. L.; SANTOS, M. C.; MARQUES, E. C. R.; VALADARES, B. L. B.; OLIVEIRA, M. S.; “**Cruzamentos mendelianos**”: o **bingo das ervilhas**. *Genética na Escola*, v. 5, n. 1, p. 5-12, 2010.
- FOUREZ, G. **Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades**. São Paulo: Ideias & Letras, 2008.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- _____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1992.
- FREITAS, R. P.; SOUZA, K.F.C; OLIVEIRA, M. R.; COSTA, A. G.; SANTOS, J. D.; ALECRIM, P. H.; CONCEIÇÃO, J. K. T. E HECKMANN, M. I. O. **Jogo da queimada: uma prática para o ensino da genética**. *Genética na Escola*, v. 6, n. 2, p. 46-53, 2011.
- GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. 190 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- GIARDELLI, G. **Você é o que você compartilha**. São Paulo: Editora Gente, 2012.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A **Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia**. In: EREBIO,1, Rio de Janeiro, p.389-392. 2001
- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Editora Perspectiva / EDUSP, 5ª edição, 2004.
- JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) UFSC, Florianópolis, 2001.
- JUSTINA, L.A.D.; FERRARI, N. **A ciência da hereditariedade: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico**. Cascavel: Edunioeste, 2010.
- KIRKPATRICK, D. L. In: ELY, D. P.; PLOMP, T. **Classic writings on instructional technology**. Libraries Unlimited, 1996, p. 119-142.

- KISHIMOTO, M. T. **O Brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira, 1998.
- KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; OLIVEIRA, S. F.; MOREIRA A.; PEDROSA, H. ;
CORREIA, A. **Dinâmica dos alfinetes no ensino da genética de populações**. *Genética na Escola*, v. 3, n. 2, p. 42-46, 2008.
- KRASILCHIK, M. **Reforma e realidade: o caso do ensino de ciências**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- _____. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: EDUSP, 2008.
- _____. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Ed. Pedagógicas e Universitária / Edusp, 1987.
- LEITE, L. M.; FERRO, A. R.; SAMPAIO, L. F.; CAPARROZ, R. **Dominó gênico: interagindo para compreender a interação gênica**. *Genética na Escola*, v. 9, n. 1, p. 30-37, 2014.
- LEWONTIN, R. **A tríplice hélice: gene, organismo e ambiente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- LOPES, A.C.; MACEDO, E.F. **Currículo de Ciências em debate**. Campinas: Papirrus, 2004. P. 73 – 94.
- MACDONALD J. **Myths Of Human Genetics**. Baltimore, Maryland: Sparky House Publishing, 2011.
- MELO, J. R. e CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas**. *Ciência e Educação*, vol.15, nº. 03. 2009.
- MIRANDA, S. No **Fascínio do jogo, a alegria de aprender**. In: *Ciência Hoje*, v.28, p. 64-66. 2001.
- MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 185p. 2006.
- MORENO, M. **Temas transversais: um ensino voltado para o futuro**. São Paulo: Ática, p.19-59. 1997.
- MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. **Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais**. Vozes. Petrópolis. 2011.

- MOURA J.; DEUS M. do S. M.; GONÇALVES N. M. N.; PERON; A. P. **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, jul./dez. 2013
- NASCIMENTO, B. L. D; CABRAL, L. F.E.; SILVA, D. N.G.; ALMEIDA, S. O.C.A. **BIODICAS: Desenvolvimento e aplicação de um jogo didático para ensino médio.** Revista Ciências & Ideias, ISSN: 2176-1477, vol. 4 n. 1 – julho/2012.
- NAVARRO, G. **Gamificação: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade.** Biblioteca Latino-Americana de Cultura e Comunicação, v. 1, n. 1, 2013.
- NOVAK, J.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender.** Lisboa: Editora Plátano. 1999.
- NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação.** 2a ed. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1992.
- _____. **Os professores na virada do milênio: do excesso dos discursos à pobreza das práticas.** In: *Revista da Faculdade de Educação da USP*, jan/jun. 1999.
- NUNES, F. M. F. **Do laboratório à sala de aula: os recentes avanços da genética.** *Genética na Escola*, v. 5, n. 1, p. 57-61, 2010.
- OCA, I. C. M. **Que aportes oferece la investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas?** *Revista Educación*, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.
- PAIVA, L. R. S.; Martinez, E. R. M.; Gambarini, G. H. R.; Alves, J. C. P. **Jogo banco genômico: trabalhando com genes e organismos transgênicos, uma prática para o ensino de genética.** *Genética na Escola*, v. 3, n. 2, p. 29-36, 2008.
- PARANÁ. SEED Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. **Introdução às Diretrizes Curriculares**, Curitiba. 2008.
- _____. SEED Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. **Diretrizes Curriculares de Biologia**, Curitiba, 2008.

- PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. In: Revista PEC. Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.
- PIAGET, J. & INHELDER, B. **A função semiótica ou simbólica**. In: A psicologia da criança. Lisboa: Moraes, 1979.
- _____. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- _____. **Revista Brasileira De Educação**, v. 12, n. 36, set/dez, 2007.
- PITOMBO, M.A.; ALMEIDA, A.M.R.; EL-HANI, C.N. **Conceitos de gene e idéias sobre função gênica em livros didáticos de biologia celular e molecular do ensino superior**. Contexto & Educação, v. 77, p. 81-110, 2008.
- POSTMAN, N. **Tecnopólio**. 1ª ed. São Paulo, Editora Nobel, 1994.
- RICARDO, E. C. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- SALIM, D. C.; AKIMOTO, A. K.; RIBEIRO, G. B. L.; PEDROSA, M. A. F.; KLAUTAU-GUMARÃES, M. N. e OLIVEIRA, S. F. O. **O baralho como ferramenta no ensino de genética**. Genética na Escola, v. 2, n. 1, p. 6-9, 2007.
- SANTOS, V. C.; EL-HANI, C. N. **Ideias sobre genes em livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 9, n.1, 2009.
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. **Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 6, p. 1-10, 2008.
- _____. **Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais**. Revista Novas Tecnologias na Educação. v. 8 Nº 3, 2010. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/18043/10630>>. Acessado em 08 de julho de 2015.
- SILVA MORAES, D. R., GOMES, I. O. e TERUYA, T. K. **Formação continuada de professores e professoras: o PDE/PR**. Revista HISTEDBR On-Line v. 11. n.43, p. 183-201, 2011.

- SILVEIRA, R. V. M. **Código genético: uma análise das concepções dos alunos do ensino médio.** *Genética na Escola*, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2014.
- TRIGO, F. R.; PERTICARRARI, A.; MORA, I. M.; COUTO, R. M.; MARBIERI, M. R. **Canudinhos: uma simulação para aprender genética de populações e seleção natural.** *Genética na Escola*, v. 9, n. 1, p. 4-11, 2014.
- VIANNA, Y.; VIANNA, M.; TANAKA, S. **Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de jogos.** 1. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.
- VILELA, M. R. **A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio.** 50 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 7ª. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- WINNICOTT, D.W. **A criança e seu mundo.** Rio de Janeiro: Ed Zahar, 1979.