



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Igor dos Santos Teixeira

**Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de
genética**

Rio de Janeiro

2020

Igor dos Santos Teixeira

Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

T266 Teixeira, Igor dos Santos.

Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética / Igor dos Santos Teixeira – 2020.
177f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Jogos educacionais - Teses. 2. Biologia – Métodos de ensino - Teses. 3. Educação não-formal - Teses. 4. Biologia – Estudo e ensino – Teses. I. Silva, Jaqueline Gusmão da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 575.1

Bibliotecária: Ana Rachel Fonseca de Oliveira
CRB7/6382

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Igor dos Santos Teixeira

Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 27 de outubro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva (Orientadora)

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Fabiano Salgueiro

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dra. Karina Alessandra Morelli

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha querida e amada mãe Vera Lúcia dos Santos Teixeira (*in memoriam*) que tanto fez por mim e me apoiou para que eu chegue onde os meus sonhos alcancem.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar sempre a Oxalá, que me deu o sopro da vida e aos meus amados orixás que me acolhem em todos os momentos, bons ou ruins, me ensinam e me protegem, permitindo a minha caminhada evolutiva neste plano terrestre.

À minha mãe, que completou a sua missão este ano, partindo para a nossa verdadeira pátria, a espiritual, mas deixando uma herança de amor, valores e lições que sempre levarei comigo.

Ao meu companheiro de vida Marcos Rangel, que está ao meu lado há quase dez anos, me apoiando e incentivando para o meu desenvolvimento profissional e que muito contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho com suas habilidades e conhecimentos sobre *design* gráfico para a elaboração dos jogos.

À minha irmã Ingrid Veras e a minha linda sobrinha Isabela Cristal que tanto amor me dedicam, torcendo sempre por mim, sendo um verdadeiro fôlego em meio ao caos.

À minha orientadora Dra. Jaqueline Gusmão que me recebeu com tanto afeto e carinho, possibilitando assim muitas trocas, diálogos e ensinamentos que estabeleceram entre nós uma relação de parceria, amizade e respeito mútuo.

Ao programa de mestrado PROFBIO, que permitiu a ocorrência de encontros com pessoas incríveis e que hoje fazem parte não somente da minha vida acadêmica, são uma família, tornando-se verdadeiros e grandes amigos. Obrigado Ana Paula, Levi, Rodrigo, Andreia e Camila por tornarem o “fardo” mais leve!

Aos meus alunos que foram a verdadeira motivação para a idealização e construção deste trabalho de pesquisa.

À direção e coordenação da escola onde este trabalho ocorreu, possibilitando o desenvolvimento da educação por meio da pesquisa e apoio aos projetos.

Às professoras Michele Pimenta e Elza Gomes por me apoiarem durante o desenvolvimento das atividades propostas para esta pesquisa em sala de aula.

Enfim, aos professores do programa de mestrado que contribuíram, cada qual à sua maneira, para que eu chegasse até aqui. O meu muito obrigado a todos!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.

Paulo Freire

RESUMO

TEIXEIRA, Igor dos Santos. **Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética**. 2020. 177f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) –Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Há uma grande dificuldade no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de genética no ensino médio, tanto na elucidação dos conceitos pelos professores, onde diversos motivos são evidenciados, quanto para a compreensão destes pelos alunos por exigir um alto nível de abstração, falta de contextualização e significado no cotidiano. Neste trabalho, como alternativa de intervenção enquanto instrumento facilitador para apreensão dos temas relacionados a genética, quatro jogos foram desenvolvidos baseados em jogos clássicos (dominó, jogo da memória, pega-varetas, batalha naval e uno). Três dos jogos foram previamente desenvolvidos pelo professor (Dominética, Pega-alelos e Batalha dos cromossomos) e aplicados nas turmas; um quarto jogo foi desenvolvido pelos alunos (Trinca), através de uma abordagem de ensino por investigação, incentivando assim o protagonismo discente estimulado pelas novas tendências de ensino, sendo os mesmos aplicados no escopo de planejamento de sequências didáticas. O jogo Dominética é um jogo de dominó adaptado com o objetivo de desenvolver os temas pareamento de bases nucleotídicas, transcrição e tradução, além de conceitos como mutação, polimorfismo de única base (SNP) e enzima de restrição. O jogo Pega-alelos, que é uma adaptação integrando os clássicos pega-varetas e jogo da memória, aborda temas como cariótipo humano, fenótipo, genótipo, locus gênico, alelos, genes, dominância, recessividade e configuração espacial das proteínas. O terceiro jogo, Batalha dos cromossomos, intenciona desenvolver no aluno a noção de conjunto cromossômico e morfologia cromossômica, associando aos tipos de divisão celular e às doenças genéticas. O jogo Trinca, desenvolvido pelos alunos, se baseou no jogo uno, onde os mesmos propuseram trabalhar o desenvolvimento dos conceitos de replicação do DNA, transcrição e tradução. A pesquisa aconteceu em uma escola da rede pública estadual do Rio de Janeiro, localizada no município de São Gonçalo com 41 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Também participaram da pesquisa 18 professores da rede pública e privada de ensino. Todos os participantes, alunos e professores, responderam a um questionário com perguntas semi-estruturadas para avaliarem a exequibilidade dos jogos em relação ao seu potencial como ferramenta de ensino. Os resultados obtidos indicaram que os jogos didáticos facilitam o aprendizado da genética, mesmo que apresentando alguma limitação em termos conceituais relacionados as analogias que inferem e abrem caminhos para a adoção e pesquisa de metodologias ativas no ensino de genética.

Palavras-chave: Ensino de biologia. Ensino de genética. Jogos didáticos. Biologia molecular.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Igor dos Santos. **Using classic games adapted as a teaching resource in the teaching of genetics.** 2020. 177f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) –Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

There is a great difficulty in the teaching-learning process of the content of genetics, both in elucidating the concepts by the teachers, where several reasons are evidenced, as well as in the understanding of these by the students, as it requires a high level of abstraction, lack of context and meaning in the daily. As an alternative of intervention as a facilitating tool for the apprehension of themes related to genetics, four games were developed based on classic games (dominoes, memory game, pick-up sticks, battle ships and uno). Three of the games were previously developed by the teacher (Dominetics, Pega-alleles and Chromosome battle) and one by the students (Trinca) through an investigative teaching approach, thus encouraging the student protagonism stimulated by the new teaching trends, which are applied in the scope of planning didactic sequences. The Dominetics game is a dominoes game adapted with the aim of developing the themes of nucleotide base pairing, transcription and translation, as well as concepts such as mutation, SNP (single base polymorphism) and restriction enzyme. The game Pega-alleles which is an adaptation which integrates the classic pick-up sticks game and memory game, consists of developing themes such as human karyotype, phenotype, genotype, gene locus, alleles, genes, dominance, recessivity and spatial configuration of proteins. The third game, Chromosomes battle, intends to develop in the student the notion of chromosomal ensemble and chromosomal morphology, associating it with types of cell division and those with genetic disease. The game Trinca, developed by the students, was based on the game uno, where they proposed to work in the development of the concept of DNA replication, transcription and translation. The research took place in a public school in the state of Rio de Janeiro, located in the municipality of São Gonçalo with 41 students from the 3rd year of high school. 18 teachers from the public and private schools also participated in the research. All participants, students and teachers, answered a questionnaire with semi-structured questions to assess the feasibility of the games in relation to their potential as a teaching tool. The results obtained indicated that didactic games facilitate the learning of genetics, even if they present some limitations in conceptual terms related to the analogies that infer and open paths for the adoption and research of active methodologies in the teaching of genetics.

Keywords: Biology teaching. Genetic teaching. Educational games. Molecular biology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Aplicação do jogo Pega-alelos.....	36
Figura 2 –	Aplicação do jogo Dominética.....	36
Figura 3 –	Aplicação do jogo Batalha dos cromossomos.....	38
Figura 4 –	Apresentação dos jogos desenvolvidos aos professores.....	38
Figura 5 –	Representação lúdica do cariótipo humano através das varetas.....	39
Figura 6 –	Associação entre as variantes fenotípicas e suas relações de dominância e recessividade.....	40
Figura 7 –	Cartas do jogo Pega-alelos.....	41
Figura 8 –	Genes (miçangas) posicionados nos cromossomos homólogos (varetas) e suas respectivas variações fenotípicas (cartas).....	42
Figura 9 –	Peças do jogo Dominética.....	44
Figura 10 –	Representação do processo de transcrição.....	45
Figura 11 –	Cartão com o código genético universal.....	46
Figura 12 –	Peças representando os aminoácidos para a construção de proteínas.....	46
Figura 13 –	Jogo Batalha dos cromossomos.....	47
Figura 14 –	Trinca de replicação.....	49
Figura 15 –	Trinca de transcrição.....	49
Figura 16 –	Trinca de tradução.....	50
Figura 17 –	Cartas com as variações fenotípicas.....	52
Figura 18 –	Cartas com as variações fenotípicas.....	53
Figura 19 –	Peças do dominó.....	54
Figura 20 –	Aminoácidos.....	55
Figura 21 –	Cartão com o código genético e estruturas das proteínas.....	55
Figura 22 –	Modelo de bases nitrogenadas.....	56
Figura 23 –	Modelo de tabuleiro para o jogo Batalha dos cromossomos.....	57
Figura 24 –	Modelo dos cromossomos.....	58
Figura 25 –	Modelos de cartas.....	59
Figura 26 –	Modelos de cartas.....	60
Figura 27 –	Nuvens de palavras de sentimentos positivos e negativos sobre aprendizagem com jogos.....	61

Figura 28 – Nuvens de palavras de conceitos e termos familiares (direita) e não familiares usados em genética.....	62
Figura 29 – Frases elaboradas pelos alunos associando termos e conceitos usados em Genética.....	63
Figura 30 – Justificativas apresentadas em resposta ao Gráfico 3.....	65
Figura 31 – Dificuldades apontadas pelos professores para a aplicação de jogos em sala de aula.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Jogos podem melhorar a compreensão dos conteúdos de Genética?.....	62
Gráfico 2 –	Os jogos proporcionam troca de conhecimento?.....	64
Gráfico 3 –	Os jogos possibilitam o aprendizado independente da presença do professor?.....	65
Gráfico 4 –	Uso de jogos como estratégia no ensino de Biologia.....	66
Gráfico 5 –	Dificuldade do professor em desenvolver o conteúdo de Genética na sala de aula.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Adenina
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C	Citosina
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de ética e pesquisa
CM	Currículo Mínimo
DNA	Ácido desoxirribonucleico
FPS	Funções psicológicas superiores
G	Guanina
IBRAG	Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
LPGEN	Laboratório para aperfeiçoamento docente no ensino de genética
OMIN	Online Mendelian Inheritance in Man
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PROFBIO	Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
RNA	Ácido ribonucleico
RNA _m	Ácido ribonucleico mensageiro
RNA _r	Ácido ribonucleico ribossômico
SNP	Polimorfismo de única base
T	Timina
TALE	Termo de assentimento livre e esclarecido
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TCH	Teoria Cromossômica de Herança
U	Uracila
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
ZDP	Zona de desenvolvimento proximal
ZDR	Zona de desenvolvimento real

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.1 Breve histórico do jogo na educação	17
1.2. A ação do jogo nas teorias da aprendizagem de Vygotsky e Piaget	18
1.3 O ensino de genética nas escolas	20
1.4 O lúdico e os documentos escolares	26
2.OBJETIVOS	30
2.1 Objetivo geral	30
2.2 Objetivos específicos	30
3. METODOLOGIA	31
3.1. Aspectos éticos da pesquisa	31
3.2 Levantamento bibliográfico	31
3.3 Seleção e adaptação dos jogos clássicos	32
3.4. Local e critérios de desenvolvimento da pesquisa	33
3.5 Origem da idealização dos jogos	33
3.5.1 <u>Pega-alelos</u>	33
3.5.2 <u>Dominética</u>	34
3.5.3 <u>Batalha dos cromossomos</u>	34
3.5.4 <u>Trinca</u>	35
3.6 Etapas didáticas dos jogos na escola	35
4. RESULTADOS	39
4.1 Desenvolvimento dos jogos: delineamento de regras, dinâmica e confecção	39
4.1.1 <u>Pega-alelos</u>	39
4.1.2 <u>Dominética</u>	44
4.1.3 <u>Batalha dos cromossomos</u>	47
4.1.4 <u>Trinca</u>	48
4.2 Modelos dos jogos	52
4.2.1 <u>Pega-alelos</u>	52
4.2.2 <u>Dominética</u>	54
4.2.3 <u>Batalha dos cromossomos</u>	57
4.2.4 <u>Trinca</u>	59

4.3 Questionário avaliativo sobre a aplicação dos jogos – alunos	61
4.4 Questionário avaliativo sobre a aplicação dos jogos – professores	66
5. DISCUSSÃO	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	78
ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa	87
ANEXO B – Comprovante de submissão do artigo	92
APÊNDICE A – Autorização da escola para a realização da pesquisa	93
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos maior de idade e professores	94
APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos menores de idade	96
APÊNDICE D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para os alunos menores de idade	98
APÊNDICE E – Questionário de avaliação sobre o uso de jogos nas aulas – alunos	100
APÊNDICE F – Questionário de avaliação sobre o uso de jogos nas aulas - professores.....	103
APÊNDICE G – Roteiro de uso do jogo Pega-alelos para professores	106
APÊNDICE H – Roteiro de uso do jogo Dominética para professores	121
APÊNDICE I – Roteiro de uso do jogo Batalha dos cromossomos para professores	137
APÊNDICE J – Roteiro de uso do jogo Trinca para professores	148
APÊNDICE K – Artigo submetido	164

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a ciência tem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento da humanidade. Esse fato, ocasiona a não neutralidade da mesma, fazendo com que os indivíduos que compõem a sociedade discutam a respeito e estabeleçam uma reflexão crítica sobre os impactos e rumos das inovações científicas e tecnológicas no mundo (CASAGRANDE, 2006).

Esse ambiente de discussão faz da escola um local muito importante na formação do cidadão, propiciando como tal o espaço físico para que sejam compartilhados conhecimentos, ideias e opiniões que fomentem o pensamento crítico sobre as coisas que acontecem ao redor dos alunos e de toda a comunidade escolar.

Em contrapartida a essa evolução científica acelerada, no que se refere ao ensino de Biologia nas escolas públicas brasileiras, Moura *et al.* (2013) pontuam que:

Apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas, grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de Biologia, com destaque aos conteúdos de genética, que se tem na escola com a sua realidade. (MOURA *et al.*, 2013, p. 168)

Dessa forma, destacando o conteúdo de Genética no ensino médio, Oca (2005) ressalta que ocorre um grande desinteresse dos discentes durante a educação básica pública, e que o mesmo é considerado por muitos alunos um tópico de difícil compreensão, originando assim barreiras no seu aprendizado devido a inerente subjetividade dos assuntos abordados. Corroborando a dificuldade do aprendizado de Genética, Martinez, Fujihara e Martins. (2008) afirmam que:

Os conceitos abordados no ensino de Genética são, geralmente, de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos. Dessa forma, métodos inovadores de ensino que envolvam arte, modelos e jogos mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de Genética. Tais atividades, quando aplicadas de forma lúdica, complementam o conteúdo teórico permitindo uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, trazendo contribuições ao processo ensino-aprendizagem. (MARTINEZ, FUJIHARA e MARTINS, 2008, p. 24)

A compreensão e a uniformização dos conceitos no ensino da Biologia são essenciais na atual conjuntura educacional (BENEDETTI *et al.*, 2005), pois durante muitos anos o seu

ensino priorizou a abordagem da memorização, propiciando a estagnação dos alunos frente aos conteúdos. A Genética é importante para a compreensão de diversos temas associados a Biologia, como por exemplo a evolução das espécies e a hereditariedade, sendo seus conceitos fundamentais para o esclarecimento dessa ciência. No entanto, a sua percepção denota diversas dificuldades e inexatidões quanto a forma que se é passada nas escolas brasileiras (JUSTINA e ROSA, 2000; SCHEID, FERRARI e DELIZOICOV, 2005; SCHNEIDER *et al.*, 2011).

Ocorre uma notória dificuldade em se utilizar uma linguagem acessível para os alunos no ensino de Genética pelos professores de Biologia (GOLDBACH, 2009). Dados obtidos através do levantamento bibliográfico de pesquisas sobre o assunto demonstram a necessidade de intervenções didático-pedagógicas que facilitem a apropriação de conceitos de Genética para que se estabeleça o efetivo aprendizado do tema (ARAÚJO e KOVALESKI, 2013). O ensino de Genética também não tem sido relacionado de forma direta com a vida dos alunos, fato que contribui para torná-lo desinteressante conforme é evidenciado nos parâmetros curriculares nacionais do ensino médio:

[...] Quando se ensina Genética na escola média, comumente se procura familiarizar os alunos com os códigos próprios dessa ciência, seus métodos experimentais e, de modo geral, não vai para além dessa abordagem. Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA. (BRASIL, 2002, p. 33)

No que se refere a situação sócio-política nas escolas, é que nem sempre as escolas têm a possibilidade de se adequarem em termos de estrutura física, financeira e formação continuada dos profissionais, assim, faz-se necessário a disponibilização de recursos, como é o caso dos jogos, que auxiliem o processo de aprendizagem significativa e que sejam de baixo custo, permanente, ocupe pouco espaço e que tenha uma funcionalidade positiva em sua proposta.

Dentro desse cenário, através de um projeto de extensão visando a criação de um laboratório para aperfeiçoamento docente no ensino de Genética (LPGEN) pelo Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes (IBRAG), Departamento de Genética, elucidou-se como um dos instrumentos do projeto o desenvolvimento de recursos didáticos que facilitem a aplicação dos conceitos de Genética que são geralmente abordados no ensino médio pelo professor (Exemplo: DNA, genes, transcrição, tradução, códons e etc.) e o entendimento da

temática pelos alunos. Nessa perspectiva, baseando-se nos estudos sobre a utilização de jogos como recursos de facilitação do processo de aprendizagem busca-se tornar o ensino de Genética algo prazeroso e desmistificar a dificuldade do conteúdo.

Os jogos podem ser utilizados como potentes instrumentos da aprendizagem nas atividades escolares, articulando para que o conhecimento científico se aproxime cada vez mais dos alunos. Neste âmbito, eles atuam como um recurso para que o professor possa trabalhar habilidades como a resolução de problemas, induzir a apropriação de conceitos e a atender as particularidades do período da adolescência (MURCIA *et al.*, 2005).

Tezzani (2006) em seu artigo confirma essa concepção do jogo como um elemento mediador no relacionamento que ocorre entre organismo-meio, comprovando que a relação direta é menos significativa que a relação mediada para o aprendizado, utilizando dessa forma os instrumentos e signos com base nas atividades psíquicas que organizam a interação entre o homem e o mundo real.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Breve histórico do jogo na educação

A proposta do ensino de Biologia deve ir além da conceituação dos termos, devendo levar em consideração os valores humanos e associá-los ao processo de aprendizado, para que dessa forma seja viabilizada a compreensão do mundo e a promoção de suas transformações através do conhecimento, utilizando para isso os saberes científicos. Como uma das estratégias possíveis para a efetivação dessa proposta, em especial na área do ensino de Genética, o desenvolvimento de jogos com finalidade pedagógica se torna uma alternativa viável e interessante.

A associação do jogo com a aprendizagem é algo estabelecido há muitos séculos antes mesmo de Cristo. Há registros de que o filósofo Platão (400 a.C) indicou o jogo como uma importante estratégia no desenvolvimento e aprendizado das crianças em seus primeiros anos de vida (SANT'ANA e NASCIMENTO, 2011). No entanto, segundo Nallin (2005):

O jogo advém do século XVI, e os primeiros estudos foram realizados em Roma e na Grécia, destinados ao aprendizado das letras. Esse interesse decresceu com o advento do cristianismo, que visava uma educação disciplinadora, com memorização e obediência. (NALLIN, 2005, p. 3)

Esse fato nesse período da história, fez com que os jogos fossem banidos, pois passaram a ser vistos como algo profano, levando os indivíduos ao uso de bebidas alcoólicas e a perversão (NALLIN, 2005).

Após muitos anos, especificamente no período da história conhecido como Renascimento, que os jogos perdem o estigma negativo, e passam a ser vinculados ao entretenimento e a diversão (BOHM, 2017). No Brasil, o início da utilização de jogos não somente com o cunho de diversão, mas também como um recurso didático, foi implementado pelos jesuítas da Companhia de Jesus durante a missão de educar os povos indígenas no período colonial (NALLIN, 2005).

Diversos outros grandes nomes também citaram os jogos em seus trabalhos como uma estratégia relevante para a aprendizagem na educação, entre eles podemos citar: Rabelais, no século XV; Rousseau e Pestalozzi, no século XVIII; Dewey, no século XIX; Montessori, Vygotsky, Piaget e Freire, no século XX. (SANT'ANA e NASCIMENTO, 2011).

1.2 A ação do jogo nas teorias da aprendizagem de Vygotsky e Piaget

As ideias de Vygotsky sobre os processos de aprendizagem no homem, estabelecem que, para que isso ocorra, há a necessidade de relacionar o pensamento, linguagem e as interações sociais e culturais entre o sujeito e o meio, evidenciando assim a sua visão sócio-interacionista. Para o teórico, a espécie humana se desenvolve através do aprendizado, sendo esse processo dependente da ação direta ou indireta de outros indivíduos. Nesse sentido, o professor possui um papel muito importante pois será o responsável por fazer com que os alunos interajam entre si sendo o mediador dessas relações, encorajando a participação coletiva nas atividades propostas, que no caso do jogo, os alunos serão estimulados a solucionar os problemas apresentados, ao mesmo tempo que irão se aproximar e desenvolver a cooperação e o companheirismo, vivenciando através do lúdico a posição como um componente de um sistema de relações sociais. Com isso, de acordo com Vygotsky (1989):

O poder do adulto deve ser reduzido porque a criança só pode constituir regras morais e conhecimentos quando está livre para chegar às suas próprias conclusões de forma autônoma. (VIGOTSKI, 1989, p. 32):

Esse pensamento descrito por Vygotsky segue em continuidade para todos os indivíduos, independente da fase de desenvolvimento em que se encontra (CASTILLO e TONUS, 2008).

Vygotsky defendeu que a aprendizagem acontece por intermédio da interação do homem com o seu meio, fundamentando o seu pensamento em três ideias consideradas os pilares de sua teoria: as funções psicológicas possuindo um suporte biológico; o funcionamento psicológico baseado nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior e a relação do homem com o mundo sendo mediada por sistemas simbólicos (VYGOTSKY, 1988).

Os símbolos, de acordo com Vygotsky são elementos utilizados como mediadores no processo de aprendizagem, podendo ser classificados como instrumentos ou signos. O instrumento é um elemento físico que pode ser utilizado para realizar alguma atividade, por exemplo, uma tesoura. Já o signo é algo que possui algum significado, por exemplo, as palavras e os ícones de um aplicativo para celulares (MOREIRA, 2011).

Trazendo esse entendimento para o universo escolar, através da abordagem histórico-social, onde o desenvolvimento dos indivíduos é originado a partir das ligações entre história

individual e história social, compartimentalizando o aprendizado sobre o que é real, ou seja, aquilo que a criança consegue executar sozinha e o potencial, em que a criança depende do auxílio de uma outra pessoa, um conceito que é de primordial compreensão é o de mediação (JÓFILI, 2002). Berni (2006) diz que a mediação “é o processo que caracteriza a relação do homem com o mundo e com outros homens”. A mediação é vista como um ponto chave no processo de aprendizagem, que no contexto escolar, na visão de Vygotsky, deve ser exercida pelo professor (MOREIRA, 2003). Dessa forma, sobre a mediação e o uso de instrumentos, Vygotsky (1998) esclarece que:

[...] O uso de meios artificiais – a transição para a atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função psicológica superior, ou comportamento superior com referência à combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica. (VYGOTSKY, 1998, p. 73)

Assim, o jogo didático torna-se um importante aliado quando categorizado no conceito de instrumento proposto por Vygotsky em relação ao estímulo das funções psicológicas superiores (FPS), que em sua teoria se refere a memória, atenção e lembrança voluntária, memorização ativa, imaginação, capacidade de planejar, estabelecer relações, ação intencional, desenvolvimento da vontade, elaboração conceitual, uso da linguagem, representação simbólica das ações propositadas, raciocínio dedutivo, pensamento abstrato, contribuindo para a aprendizagem (VYGOTSKY, 2001). Sant’Anna e Nascimento (2011) dizem em seu trabalho que:

[...]Vygotsky cita que o jogo é um instrumento importante para esse desenvolvimento, sendo que os jogos e suas regras criam nos alunos uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP), proporcionando desafios e estímulos para a busca de conquistas mais avançadas, ensinando também a separar objetos e significados. (SANT’ANNA e NASCIMENTO, 2011, p. 21)

A fim de esclarecimento, Vygotsky nomeia de ZDP a etapa que o homem necessita passar para atingir o amadurecimento real, denominado por ele como zona de desenvolvimento real (ZDR), mencionado anteriormente nesse texto como aprendizado real. Bueno (2010, p. 21) ratifica essa ideia do jogo e aprendizagem quando diz que: “tenham em mente que é através das ações, do fazer, pensar e brincar, que o ser humano vai construir seu conhecimento e desenvolver suas estruturas psíquicas para se relacionar com o mundo concreto.”

Para Piaget (1979), os jogos tem uma relação estreita com a construção da inteligência e possuem uma efetiva influência como instrumento incentivador e motivador no processo de ensino-aprendizagem. Em seus estudos sobre o desenvolvimento do cérebro humano e em defesa de que a aprendizagem só ocorre mediante os esquemas de assimilação sofrerem acomodação, o mesmo afirma que não há aprendizagem sem desenvolvimento, e aponta o jogo como um recurso desafiador para esse processo no aluno (MOURA, 2007). Sob o aspecto sócio-interacionista, o jovem ao ser exposto ao jogo e suas regras, terá a oportunidade de vivenciar de forma lúdica situações que podem aprimorar os seus conhecimentos sociais e estimular o desenvolvimento cognitivo, estando o jogo instrumentalmente vinculado a aprendizagem (TEZANI, 2006).

1.3 O ensino de genética nas escolas

Os temas relacionados a Genética são muito importantes para a sociedade, mesmo para os indivíduos que desconhecem completamente os seus mecanismos. Ao longo da história da humanidade, o interesse e a curiosidade em desvendar o funcionamento dos seres vivos sempre esteve presente, e assim o conhecimento a respeito do assunto foi se acumulando empiricamente.

Inúmeras foram as investidas do homem para tentar entender os mecanismos da hereditariedade. No entanto, a luz para esses fenômenos até então sem uma explicação plausível, iniciou-se por meio dos experimentos realizados por Gregor Mendel com as características de ervilhas de jardim, surgindo a partir daí os conceitos que compreendem os pilares da Genética atual.

De acordo com Moura e Falcão (2014), a revelação das descobertas de Mendel, em muito se avançou no campo dos estudos da Genética, pois além de explicar os fenômenos da hereditariedade e suas implicações na vida dos indivíduos, atualmente é possível interferir nesses processos, possibilitando o surgimento de grandes avanços (BROWN, 1998).

No Brasil, o estudo da Genética partindo das ideias propostas por Mendel começou a se concretizar ao final da década de 1910, que se deu através das atividades de ensino e pesquisa do agrônomo paulista Carlos Teixeira Mendes, professor da Escola Agrícola Prática de Piracicaba, que era vinculada à Secretaria de Agricultura de São Paulo.(ANDRADE, 2016)

Mendes deu suas primeiras aulas sobre Genética mendeliana nos cursos de agronomia e zootecnia para alunos da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP). As aulas ministradas por Mendes sobre mendelismo e a nova ciência da hibridização, assim chamada na época, eram baseadas em sua tese de cátedra apresentada em 1917, fruto de suas pesquisas de experimentação de campo sobre cultivo. O trabalho desenvolvido em sua pesquisa, fez com que o ensino do tema fosse além dos clássicos exemplos de transmissão de características em ervilhas, utilizando uma concepção mais abrangente para o tratamento de culturas importantes no Brasil (café, milho, cana-de-açúcar e etc.). Estes fatos, de acordo com historiadores científicos, institucionalizaram o ensino de Genética no país. (ANDRADE, 2016)

Houveram outros grandes nomes da ciência que contribuíram para fortalecer os alicerces do ensino e das pesquisas em Genética no Brasil, tais como André Dreyfus, que criou um núcleo de estudos de Genética na Universidade de São Paulo (USP); Crodowaldo Pavan, através de seus estudos em citogenética e a teoria da constância do DNA; Theodozius Dobzhansky, que introduziu o estudo de Genética com drosófilas (mosca-da-fruta) no Brasil e Friedrich Gustav Brieger, que foi o responsável em montar o departamento de Genética na Esalq (ANDRADE, 2016).

A concepção do ensino de ciências como é hoje, começou a ser desenvolvida há aproximadamente 60 anos em esfera global, sendo as pesquisas realizadas mais intensamente no final do século XX. No Brasil, esse movimento foi mais forte no início da década de 1970, principalmente nos círculos dos cursos de pós-graduação, encontros, simpósios e reuniões diversas de profissionais interessados nessa área de estudo (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002). Dessa forma, vários são os periódicos que deixam disponíveis os resultados de pesquisas científicas com foco na educação em ciências no Brasil em diversas áreas, incluindo a Biologia, especificamente a Genética (TEIXEIRA e MEGID-NETO, 2006).

Um dos motivos sobre o século XX ter sido relevante para o ensino e pesquisa em Genética, foram as descobertas que permitiram a identificação e descrição hereditária de enfermidades que ainda não eram conhecidas na área biomédica (GRIFFITHS *et al.*, 2001). Cientistas como Ayuso e Banet (2002) apontam que há bastante tempo os professores já demonstravam inquietude e preocupação com o ensino de Genética, levando dessa forma a busca por metodologias que facilitassem o ensino desta disciplina.

Com isso, o uso de tecnologias em variados contextos, o que inclui a educação, vem sendo analisado em relação a compreensão dos conhecimentos que são adquiridos pelos jovens, como exemplo, os que envolvem a Genética (LEWIS, LEACH e WOOD-

ROBINSON, 2000). Assim, a utilização de jogos conforme vem sendo apresentado em diversos artigos nos últimos tempos, torna-se uma possibilidade real e prática para esse intuito.

Os conceitos associados ao ensino de Genética no ensino médio abrange as leis de Mendel e suas variações, a análise de heredogramas, o estudo da ligação e mapeamento genético, as variações cromossômicas e determinação do sexo, além de outros conceitos básicos (FAVARETTO e MERCADANTE, 2005; LOPES e ROSSO, 2005). Nesse sentido, então, os conceitos apresentados no que se refere ao ensino, vêm demonstrando falhas no fornecimento de subsídios iniciais para o entendimento dos problemas de forma geral relacionados a compreensão dos fenômenos biológicos implicados na transmissão das características hereditárias (LEWIS, LEACH e WOOD-ROBINSON, 2000; CID e NETO, 2005; BRANDÃO e FERREIRA, 2009).

A fundamentação da hipótese de que os cromossomos seriam a base física dos fatores mendelianos foi alavancada pelo desenvolvimento da Biologia celular e o crescimento dos conhecimentos das divisões celulares no final do século XIX e início do século XX, com as pesquisas desenvolvidas pela equipe do professor Edmund Beecher Wilson, que foi um dos pioneiros nos estudos de embriologia experimental. A formação das células germinativas e a segregação dos fatores mendelianos é um tema tratado pela teoria cromossômica de herança (TCH), a qual a compreensão é essencial para o avanço nos estudos da hereditariedade. De início, a TCH foi fortemente criticada pela comunidade científica, porém diversos trabalhos realizados após a apresentação de sua hipótese de que os fatores mendelianos estão alocados nos cromossomos, foram primordiais para que a TCH fosse vastamente aceita (BENSON, 2001).

Em relação ao ensino de Genética humana no ambiente escolar, Casagrande (2006) afirma que a mesma enfatiza principalmente os seus aspectos no contexto humano. Essa visão tem como intuito investigar com os alunos que os mecanismos gênicos não são restritos a outras espécies. Isso é uma perspectiva importante no ensino de Genética, pois torna possível a contextualização dos mecanismos de herança e alterações gênicas, estimulando o aluno a perceber os conteúdos básicos da Genética de forma individual e coletiva, em acordo com os seus interesses e também os aspectos éticos envolvidos.

Autores vêm defendendo a ideia de que o ensino de heranças genéticas não deve ser reduzido como apenas simples herança monogênica (BIZZO, 1998; CAMARGO e INFANTE-MALAQUIAS, 2007; DOUGHERTY, 2009). É necessário esclarecer aos alunos que os fatores ambientais podem interferir na expressão das características das espécies. Bizzo

(1998), exemplificando esse fato, argumenta sobre a importância de ensinar penetrância e expressividade para que o aluno consiga conceber que não é somente o gene, mas também a influência do ambiente para que a característica seja determinada, o que corrobora a ideia supracitada. Além disso, o uso de características humanas aproxima inicialmente os alunos dos conceitos genéticos por familiarização. Essa ideia é consubstanciada por Novak (2011 *apud* BAIOTTO e LORETO, 2018):

O uso de caracteres humanos herdados favorece o processo de aprendizagem, pois utiliza questões pessoais do aprendiz e parte de um cenário de informações a respeito de herança presente no senso comum. A existência de conceitos prévios e as características observáveis em si próprios como forma de contextualizar o ensino dos padrões de herança na genética, possibilitam a construção do conhecimento e permitem que a aprendizagem se torne significativa. (BAIOTTO e LORETO, 2018, p. 9)

A compreensão de como que acontece a expressão das características, partindo de modelos simplificado até os mais complexos, leva ao entendimento de outras questões como o câncer, diabetes, doenças cardíacas e muitas outras características existentes nos humanos. Para Silva, Ferreira e Carvalho (2010), a preocupação em ensinar uma Genética menos determinista vem transparecendo nos estudos europeus.

Tratando-se do ensino de como as características humanas se expressam sob o viés biológico, o entendimento dos mecanismos de transcrição e tradução contribuem bastante para isso acontecer. Pesquisas vêm demonstrando que o uso de tecnologias associadas ao ensino auxiliam como uma eficaz ferramenta para esclarecer os complexos eventos celulares como a tradução das proteínas (CHEN, SCOTT e STEVENS, 2017; SAFITRI, 2017; MIRRA, 2018). Sobre isso, Pereira (2018) afirma que: “Uma justificativa plausível para tal uso, reside nas formas diferenciadas de intervenção dos educadores cujo intuito é desenvolver oportunidades de aprendizado.”

Pereira (2018) ainda diz que as etapas envolvidas no aprendizado de como as proteínas são sintetizadas é bastante abstrato, dessa forma, a apropriação de um jogo, juntando o prazer ao aprender, facilita a abstração, deixando-a mais próxima da realidade do estudante.

Em análise de trabalhos publicados, foi visto que diversos autores têm apontado o livro didático como principal recurso para o ensino nas escolas brasileiras, sendo o mesmo uma espécie de guia para os professores organizarem e selecionarem os conteúdos a serem aplicados durante o ano letivo (CICILLINI, 1998; SELLES e FERREIRA, 2004; OSSAK, 2006). No momento atual, as coleções de livros didáticos destinados ao ensino médio passam por um processo avaliativo a cada três anos, para que assim os conteúdos sejam atualizados.

Prochaska e Franzolin (2018) realizaram um levantamento sobre trabalhos que abordem o tema Genética humana em livros didáticos, sendo concluído que há uma escassez de publicações sobre esse assunto. Os que foram encontrados se concentravam nas seguintes áreas: grupos sanguíneos, anemia falciforme, biotecnologia e bioética referentes a fertilização *in vitro* e doenças genéticas.

O desenvolvimento tecnológico nos últimos anos colocou a Genética como um eixo norteador para a pesquisa e resolução de muitas questões. Um exemplo disso é a diversidade de aplicações em diferentes áreas do conhecimento que a biotecnologia possui, como na medicina, indústria e agricultura. Com isso, a disseminação de termos específicos da Genética pela mídia e o conhecimento sobre a estrutura da molécula de DNA, manipulação de genes, mutação, cariótipo, recombinação gênica, transcrição, tradução e tantos outros tornam-se necessários na formação crítica do alunos.

Por essa linha de raciocínio, o aprendizado da Genética se estabelece como base para muitas situações vivenciadas pela sociedade. Um exemplo disso é o envolvimento do DNA na transmissão das características hereditárias e a associação da localização de genes mais susceptíveis à formação de alguns tumores, terapia com células tronco, melhoramento genético animal e vegetal e etc. (GRIFFITHS *et al.*, 2001).Temp *et al.* (2011) em seu trabalho reforça o fato de que os conceitos de cromossomos, localização e suas funções necessitam ser bem compreendidos, pois eles estão atrelados a outras definições como genes, hereditariedade, cariótipo, cromossomos homólogos, sexo, síndromes genéticas, entre outros termos importantes.

É fato que há um consenso entre professores e alunos sobre a baixa adesão no processo de ensino-aprendizagem em relação às dificuldades em desenvolver e abstrair os conceitos do tema Genética. Isso se evidencia devido a deficiência e, até mesmo, inexistência, em alguns momentos, da contextualização de conteúdos segundo Rodrigues e Mello (2005 *apud* MELO; CARMO, 2009).

Casagrande (2006), menciona a sua percepção em relação a imagem que é passada da ciência nas escolas, e nela se inclui a Genética, sendo veiculada, em grande parte das vezes, como algo acabado e que não aceita questionamentos, apoiada somente na transmissão de informações, apresentação de conceitos, fenômenos, na descrição de espécimes e objetos. Essa forma de apresentação da ciência, não possui nenhuma proximidade com o que é passado com frequência pela mídia, apesar também dos seus erros na divulgação de informações.

Leite (2004), coloca que o desenvolvimento do ensino de Genética nas escolas se sustenta de forma frágil, a partir de conteúdos fragmentados, a-histórica e linear no que se refere a apresentação dos conceitos aos discentes que, mesmo demonstrando empatia por temas ligados à Genética, compreendem pouco do assunto. O mesmo atribui essa falta de compreensão dos conteúdos à centralização do uso do livro didático, que constantemente apresentam problemas como o de dar ênfase exagerada em termos técnicos, conceitos e definições.

Moura (2013), diz que: “a genética, como disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade.” Já Vasconcellos (2002) enumera outros problemas vinculados a aprendizagem do conteúdo, como a falta de preparo do professor, que não trás associações adequadas com a realidade do aluno e a abstração como o assunto é tratado nos livros didáticos.

Sobre o jogo como um artifício objetivando o aprendizado da Genética, Campos, Bartoloto e Felício (2003) afirmam que o tema está cada vez mais disseminado no cotidiano da sociedade, principalmente através das mídias de comunicação como novelas e programas de televisão, jornais, revistas e reportagens, no entanto o mesmo ainda é passado nas escolas de uma forma teórica e tradicional. Os autores criticam essa forma dos professores desenvolverem esse conteúdo:

A maioria dos professores de Biologia transforma a aula em uma sequência de possíveis combinações entre as letras que correspondem aos genes, sem que os alunos compreendam o que é um gene, e como ele se comporta de geração para geração. Depois disso, a aula se transforma em sucessivos cálculos de frações e porcentagens para determinar as chances de um indivíduo possuir ou não um caráter hereditário. (CAMPOS, BARTOLOTO e FELÍCIO, 2003, p. 49)

Endossando o fragmento acima, Borges e Lima (2007) e Durban *et al.* (2008), argumentam que uma expressiva parcela dos alunos brasileiros saem do ensino médio com ideias equivocadas sobre a Genética, por exemplo, que as leis de Mendel são apenas “letras” que se combinam em um cruzamento, não alcançando associar que as “letras” como AA ou Aa, são apenas símbolos, são seqüências nucleotídicas, que representam os genes, e estão localizadas nos cromossomos, se segregando durante a meiose para a formação dos gametas. Muito além disso, as leis de Mendel são a base para a compreensão das características hereditárias passadas de geração a geração como o aparecimento em uma geração da prole de uma determinada doença, ou então para produzir uma prole de seres vivos (animais, bactérias, plantas e etc) de interesse econômico.

Partindo então da perspectiva de que o jogo enquanto recurso didático no ensino de Biologia é uma inovação no que se refere ao processo de aprendizagem, validando a argumentação de que o mesmo é um instrumento facilitador e promotor da autonomia na construção do saber, que diversos autores nos últimos anos vêm desenvolvendo jogos para essa finalidade, evidencia-se a relevância do desenvolvimento de novos jogos didáticos que facilitem o ensino de conteúdos de Genética (MARTINEZ, FUJIHARA e MARTINS, 2008; ZUANON, DINIZ e NASCIMENTO, 2010; BRÃO e PEREIRA, 2015; ROCHA *et al.*, 2016).

1.4 O lúdico e os documentos escolares

Os jogos didáticos têm se mostrado muito eficientes como instrumento didático, pois possibilitam a criação pelo professor de situações de ensino-aprendizagem e elevam a construção do conhecimento a partir da inserção de atividades lúdicas e prazerosas, induzindo o aluno a ter uma postura ativa (MOYLES, 2002). O jogo didático se diferencia do material pedagógico (livros, apostilas, cadernos e etc.) pois o mesmo objetiva proporcionar aprendizagens específicas com caráter lúdico (CUNHA, 1988).

Com isso, Moura (2000) chama a atenção sobre a necessidade de uma organização lógica e com finalidade pedagógica, por meio de planejamento estabelecido previamente, para que o jogo atenda de forma clara os objetivos curriculares propostos. O currículo que rege o ensino médio no Brasil, coloca como meta do ensino de ciências, a apropriação pelos alunos sobre as novas tecnologias e tudo o que se relaciona com o desenvolvimento da sociedade em termos científicos. Esses conhecimentos capacitam o aluno a tomar decisões dentro do contexto da temática, estando assim em acordo com o preconizado na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (1996). Para Cachapuz (2011), é justamente nesse ponto que se apoia a educação científica, e a oferta de recursos e formas para que a população em geral seja democraticamente inserida nessa perspectiva educacional, possibilitando não apenas o conhecer, mas mais do que isso, tornar o indivíduo um ser crítico e participativo, efetivando a verdadeira alfabetização científica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que tratam do ensino de Biologia, diz sobre os jogos que os mesmos são: “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).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) reforçam que o estudo da Biologia precisa ser reestruturado para que novas abordagens, principalmente nos conteúdos relacionados à Genética, sejam aplicadas em sala de aula (BRASIL, 2000). O documento ainda primazia a importância de ensinar a descrição do material genético em sua estrutura e composição relacionando com a atualidade.

Kishimoto (1996), corrobora o texto do PCNEM quando afirma que os professores devem analisar a sua didática, revendo as suas práticas frente as propostas pedagógicas, levando em consideração em seus planejamentos e estratégias de ensino aquilo que irá atuar nos fatores internos de aprendizagem, uma vez que os mesmos não podem ser deixados de lado quando a meta é a apropriação do conhecimento por parte do aluno. Propostas que remetam a reformulação da prática docente na sala de aula, possibilitam a inquietude interna do estudante, o que de fato contribui para a apropriação do conhecimento (KISHIMOTO, 1996), considerando os pensamentos sobre aprendizagem de Vygotsky e Piaget.

Dessa maneira, a utilização de jogos didáticos como alternativa para que o processo de ensino-aprendizagem se efetive, tem demonstrado ser um excelente artifício, desde as primeiras fases de vida do indivíduo até a fase adulta, estimulando a participação, o interesse, a criatividade, a cooperação, a socialização e a maturidade, tornando o sujeito ativo no processo, protagonista de sua própria aprendizagem (KISHIMOTO, 1996; HUIZINGA, 2004; FREIRE e MORAES, 2005; MURCIA, 2005). Santos (2007), ainda acrescenta que:

A ludicidade é uma necessidade do ser humano em qualquer idade e não pode ser vista apenas como diversão. O desenvolvimento do aspecto lúdico facilita a aprendizagem, o desenvolvimento pessoal, social e cultural, colabora para uma boa saúde mental, prepara para um estado interior fértil, facilita os processos de socialização, comunicação, expressão e construção do conhecimento. (SANTOS, 2007, p. 12)

Alguns estudos nas áreas de metodologia de ensino e de didática das ciências citam a urgência em se repensar novas abordagens do conteúdo ministrado nas escolas, oferecendo ao aluno diversos meios de aprendizagem (BORUCHOVITCH, 2004). Zuanon, Diniz e Nascimento (2010) argumenta o tema da seguinte forma:

Nesse sentido, o redimensionamento das ações pedagógicas, pautado em novas perspectivas de ensino, primando pela diversificação de metodologias, tem papel significativo na conquista de uma pedagogia da autonomia. Portanto, este relato aborda a importância da utilização de jogos simples como recursos educativos, uma vez que esse dispositivo tem como finalidade estreitar relações entre os aspectos lúdicos e cognitivos. Entretanto, para atingir o objetivo da progressiva aprendizagem, é necessário o real conhecimento dos fundamentos dos jogos para sua

aplicabilidade como potencial recurso metodológico alternativo. (ZUANON, DINIZ e NASCIMENTO, 2010, p. 51).

Para Gomes e Friedrich. (2001), o jogo se torna um recurso válido para atingir algumas metas pedagógicas, sendo uma opção para aumentar a qualidade do desempenho dos alunos em conteúdos de difícil aprendizagem, no caso específico, no ensino de Genética. Para Kishimoto (1996) 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.

Sobre a forma de se aplicar o jogo, Zuanon, Diniz e Nascimento (2010) defendem a ideia de que:

O jogo deve ser apresentado e explorado com os alunos a partir da necessidade de solucionar alguma questão contextualizada, o que exige uma atitude de descentralização de opiniões que proporcione crescimento afetivo e cognitivo dos participantes. (ZUANON, DINIZ e NASCIMENTO, 2010, p. 51)

A partir disso, se estabeleça troca e a soma por meio da conversa entre os indivíduos participantes do processo, permitindo que o fluxo bidirecional dos saberes culmine em uma construção coletiva do conhecimento. A respeito disso, Paulo Freire (2004 *apud* ZUANON, DINIZ e NASCIMENTO, 2010, p. 51) diz que:

Assim, deve-se assumir que os estudantes são sujeitos ativos na construção do conhecimento e que o educador deve ter como pressuposto que ensinar não é transferir o conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção e sua construção. (FREIRE, 2004, p. 47)

Freire (2004 *apud* ZUANON, DINIZ e NASCIMENTO, 2010, p. 51) propõe que o material didático precisa ter ligação com os alunos e suas realidades, para que o mesmo seja incitado a apresentar pensamentos e aprendizagem de forma autônoma. Freire (2004), defende os pressupostos teóricos de que a problematização inicial em torno de determinado conteúdo seja iniciada a partir de saberes socialmente construídos no cotidiano dos alunos.

Recentemente, um novo documento foi construído de forma coletiva pela sociedade a fim de organizar os conteúdos escolares de maneira igualitária em todo território nacional brasileiro, sendo o mesmo uma referência comum e obrigatória para a elaboração dos currículos e propostas pedagógicas nas escolas públicas e particulares. Esse documento é nomeado de Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC contempla e incentiva o desenvolvimento criativo e tecnológico do ensino, abrindo possibilidades no processo de

aprendizagem, como por exemplo, a criação de oficinas para a construção de materiais e objetos que irão contribuir para a formação, colocando o aluno no papel de protagonista. Além disso, dentro da área de ciências da natureza e suas tecnologias conforme o mesmo, têm-se a perspectiva da continuação do trabalho realizado pelos professores no ensino fundamental com uma maior complexidade, como evidenciado no seguinte trecho do documento: “No ensino médio, espera-se uma diversificação de situações-problema, incluindo aquelas que permitam aos jovens a aplicação de modelos com maior nível de abstração e de propostas de intervenção em contextos mais amplos e complexos.” Sendo assim, o referido trecho enfatiza a posição dos jogos como uma alternativa para a efetivação desse desejo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver quatro jogos didáticos adaptados com base em jogos clássicos, que servirão como materiais de apoio aos alunos e professores para o aprendizado de conceitos relacionados a Genética no ensino médio, sendo um dos jogos idealizado pelos alunos a partir de uma abordagem de ensino investigativa.

2.2 Objetivos específicos

- a) Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “Pega-alelos”, utilizando como base os jogos clássicos pega-varetas e o jogo da memória de forma integrada, que abordará conteúdos de genética como cromossomos, cariótipo, genes alelos, conceitos de dominância e recessividade, genótipo e fenótipo;
- b) Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “Dominética”, utilizando como base o jogo clássico dominó, que abordará conteúdos de genética como pareamento de bases nucleotídicas, códons, enzima de restrição, mutação, transcrição e tradução;
- c) Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “Batalha dos cromossomos”, utilizando como base o jogo clássico batalha naval, que abordará conteúdos de genética como cromossomos, cariótipo humano e replicação do DNA;
- d) Elaborar roteiros para uso dos jogos pelos professores na sala de aula;
- e) Construir um jogo didático para o ensino de Genética utilizando a perspectiva de ensino por investigação para promover o protagonismo dos alunos;
- f) Validar a exequibilidade dos jogos desenvolvidos como instrumento didático a partir de sua aplicação em sala de aula e avaliação por meio de um questionário dirigido aos alunos e professores do ensino médio.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi fundamentada em uma discussão teórico-prática sobre o ensino de Biologia através do recurso jogo, evidenciando o conteúdo de Genética e a sua viabilidade para ser aplicada em sala de aula. Esta metodologia se apoia nos componentes curriculares e é respaldada pelas recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, no Currículo Mínimo (CM) proposto pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.1 Aspectos éticos da pesquisa

O presente trabalho foi submetido à Comissão de Ética em Pesquisa para avaliação e adequação, tendo sido aprovado em novembro de 2019 (Anexo A). As etapas metodológicas desta pesquisa abrangeram o uso de informações fornecidas pelos participantes, condecorando os fatores éticos como requisito, sobrepondo assim os valores de respeito e dignidade dos indivíduos e a proteção devida dos mesmos. Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndices B e C) e Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, Apêndice D), assim como a autorização da instituição (Apêndice A) envolvida na pesquisa encontram-se anexadas a este projeto como garantia do pleno exercício dos direitos dos participantes em sua ação livre e consciente.

3.2 Levantamento bibliográfico

A construção do referencial teórico ocorreu através de levantamento bibliográfico utilizando plataformas de busca e pesquisa como o *Google Acadêmico*, *Scielo* e periódicos da *Capes*. Foram utilizados artigos, teses, dissertações e livros de autores importantes e notáveis para a área de estudo utilizando as seguintes palavras-chave: ensino de biologia, ensino de genética, jogos didáticos e biologia molecular. Além disso, foram usados como referência bibliográfica livros de autores renomados na educação e os documentos legais norteadores da

educação brasileira, tais como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o Currículo Mínimo proposto pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.3 Seleção e adaptação dos jogos clássicos

Para a construção dos recursos didáticos-pedagógicos foram utilizados cinco jogos categorizados como clássicos, sendo eles o pega-varetas, jogo da memória, dominó, batalha naval e o jogo de cartas. É importante ressaltar a definição de clássico, que no contexto significa que são jogos que representam o período em que foram inventados e que atravessam gerações sem perder seu valor. Assim para se desenvolver conceitos importantes na aprendizagem de Genética, como cromossomos, pareamento de bases nucleotídicas, genes, alelos e outros, pretende-se criar uma estratégia de jogo em que as regras do jogo original serão parcialmente mantidas, e serão introduzidos novos significados e objetivos, intencionando obviamente a construção do conhecimento de Genética e as dificuldades detectadas precocemente dos alunos.

Estes jogos foram selecionados por possuírem um potencial educacional em prol do protagonismo discente, pois podem oportunizar o processo de construção do conhecimento autônomo, onde a partir da prática do jogo, do trabalho em equipe e da competição estimulando o raciocínio, o aluno seja capaz de realizar associações e perceber a organização do material genético e compactação do mesmo em cromossomos, a estruturação do DNA e a dinâmica de funcionamento dos genes, relacionando os mesmos com o seu cotidiano. Dessa forma, o professor pode, por intermédio do jogo, desenvolver atividades que possibilitem a curiosidade e a pesquisa, conferindo um caráter de flexibilidade aos jogos, abrindo ao professor uma diversidade de aplicações alternativas.

3.4 Local e critérios de desenvolvimento da pesquisa

Após a estruturação dos jogos, estes foram aplicados em duas turmas do 3º ano do ensino médio da rede estadual de ensino, totalizando 41 alunos participantes da pesquisa de diferentes gêneros e com idades entre 17 e 23 anos. A escola onde a pesquisa foi desenvolvida fica situada no município de São Gonçalo no estado do Rio de Janeiro. A escolha do 3º ano foi pelo fato de que os conteúdos de Genética abordados nos jogos são preconizados pelos documentos que regem as diretrizes do conteúdo de ensino, como o Parâmetro Curricular Nacional (PCN), Currículo Mínimo (CM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.5 Origem da idealização dos jogos

3.5.1 Pega-alelos

O primeiro jogo desenvolvido, denominado “Pega-alelos”, foi baseado em dois jogos clássicos, pega-varetas e jogo da memória. Tanto o pega-varetas quanto o jogo da memória são jogos bastante difundidos em todo o mundo, não havendo uma definição concreta de suas origens. O Pega-alelos é um jogo idealizado para ocorrer em duas etapas, integrando os dois jogos clássicos.

Na primeira etapa, o jogo Pega-vareta é o utilizado. No jogo original as varetas são lançadas em uma superfície plana, e os jogadores devem retirar o maior número de varetas uma de cada vez sem movimentar as outras. Cada vareta possui uma coloração que vale uma determinada pontuação. Vence o jogador que faz o maior número de pontos. Dessa forma, o jogo segue o mesmo princípio de jogabilidade do Pega-varetas tradicional, no entanto a ideia é que haja uma analogia com o universo da Genética entre as varetas e os cromossomos, onde cada vareta representa um cromossomo do cariótipo humano.

A segunda etapa do jogo envolve o aprendizado de conceitos relacionados a hereditariedade dos genes e a constituição genotípica dos indivíduos através das variações alélicas e relações de dominância entre os alelos, produzindo os diferentes fenótipos humanos. Nesta etapa, é utilizado o jogo da memória. Foram selecionados doze fenótipos e

representadas duas variantes alélicas de cada um, uma tratada como dominante e outra considerada recessiva, sendo as mesmas representadas pelas cartas adaptadas do jogo.

3.5.2 Dominética

O jogo de dominó, assim como os anteriores, é também de amplo conhecimento da humanidade. O jogo tradicional consiste em os participantes realizarem combinações numéricas entre as peças que estão dispostas na mesa, vencendo aquele que primeiro conseguir se desvencilhar de todas as peças que estiverem em suas mãos.

Ainda sob o mesmo raciocínio, o jogo adaptado “Dominética” tem a proposta de contribuir para a compreensão das regras de pareamento entre as bases nucleotídicas que compõem a dupla hélice de DNA, compreensão dos processos de transcrição e tradução. Partindo da norma de pareamento na qual adenina (A) e timina (T) pareiam-se por meio de duas pontes de hidrogênio e guanina (G) e citosina (C) por meio de três pontes de hidrogênio, cada lado de uma peça é a representação de uma base nucleotídica que compõem a molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA).

3.5.3 Batalha dos cromossomos

O jogo “Batalha dos cromossomos” foi inspirado no clássico jogo de tabuleiro Batalha naval. No jogo original, os participantes devem adivinhar o posicionamento dos navios do oponente através da combinação entre letras e números do tabuleiro, com o objetivo de naufragá-los. Vence o jogador que conseguir afundar primeiro todos os navios do oponente. Adaptando o jogo para o universo da Genética, ao invés de navios, os jogadores deverão localizar o posicionamento dos cromossomos do seu oponente no núcleo celular, no qual um tabuleiro referencia essa analogia.

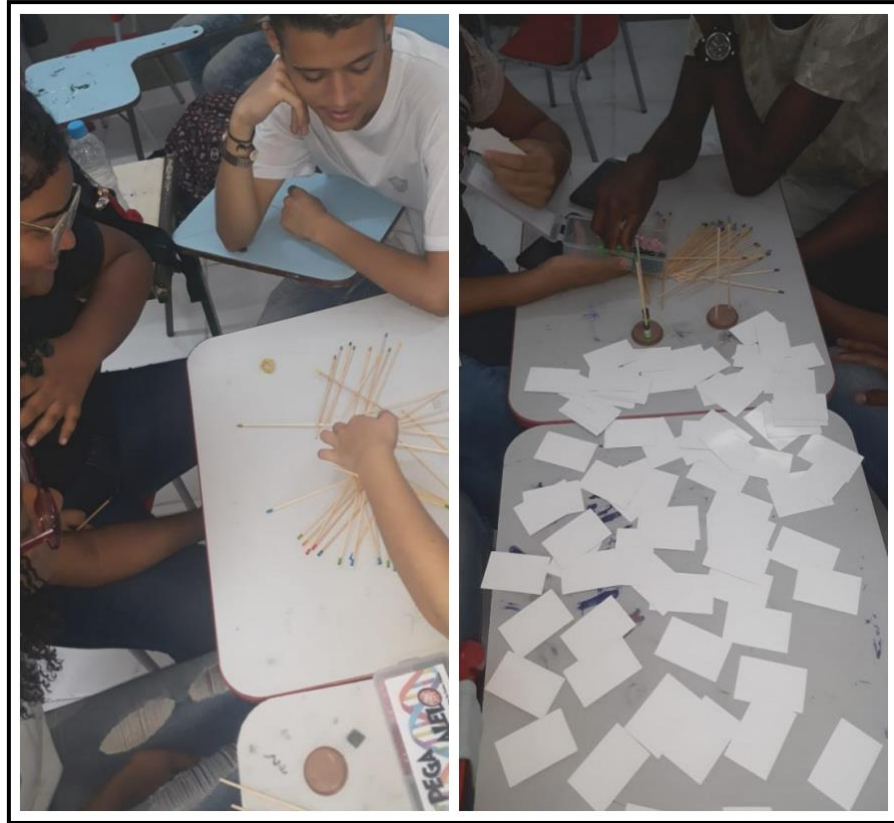
3.5.4 Trinca – jogo desenvolvido pelos alunos

O jogo denominado “Trinca” foi desenvolvido por um grupo de 8 alunos dos 41 participantes da pesquisa, inspirado nos jogos de cartas. Com base nisso, os alunos, através dos conteúdos de Genética ministrados nas aulas, criaram o jogo trinca, cuja finalidade é estabelecer uma analogia com os processos de replicação, transcrição e tradução do material genético, utilizando para isso a formação de um conjunto de três cartas, tais quais são a representação de bases nucleotídicas, que deverão ser associadas a cartas correspondentes, onde cada conjunto formado vale uma pontuação. O desenvolvimento do jogo pelos alunos ocorreu através de encontros para que fossem discutidos o formato e conteúdo, seguindo assim o viés do ensino por investigação.

3.6 Etapas didáticas dos jogos na escola

A aplicação dos jogos em sala com os alunos ocorreu no decorrer do ano letivo escolar de 2019, no período de setembro a dezembro. À medida que os temas relacionados a genética foram se desenvolvendo em consonância com o planejamento dos conteúdos das aulas, os jogos criados para esta pesquisa foram sendo aplicados nos momentos oportunos. Planos de aulas com base em sequências didáticas foram desenvolvidos para a aplicação dos jogos. Após a aplicação dos jogos Pega-alelos (Figura 1), Dominética (Figura 2) e Batalha dos cromossomos (Figura 3), foi proposto aos alunos que criassem um jogo voltado para o universo da Genética.

Figura 1- Aplicação do jogo Pega-alelos



Fonte: O autor, 2019.

Figura 2 - Aplicação do jogo Dominética



Fonte: O autor, 2019.

Figura 3 - Aplicação do jogo Batalha dos cromossomos



Fonte: O autor, 2019.

Um grupo de oito alunos que se interessaram pela proposta foi formado e os mesmos se reuniram ao longo de duas semanas para discutirem o formato do jogo, o conteúdo correlacionado e a sua elaboração, etapas essas que caracterizam o ensino por abordagem investigativa. Na pauta de discussão do grupo, as questões levantadas foram:

- a) Qual conteúdo didático o jogo abordaria?
- b) Como o jogo seria desenvolvido?
- c) Quais seriam as regras do jogo?
- d) Que materiais seriam utilizados para a construção do jogo?

Seguindo a mesma concepção dos jogos anteriormente aplicados, o grupo decidiu desenvolver o jogo Trinca, baseando-se no clássico jogo uno. A proposta didática do jogo, de acordo com os alunos, é facilitar a compreensão do conceito de códon e os eventos de replicação do DNA, transcrição e tradução de forma divertida. Após a criação do jogo, foi desenvolvido pelo professor um plano de aula, também baseado em uma sequência didática para a aplicação dos jogos.

Posteriormente, os alunos foram convidados a responderem um questionário com perguntas semi-estruturadas sobre as impressões em relação o uso de jogos como recursos de aprendizagem.(Apêndice E)

Os jogos desenvolvidos, incluindo o idealizado pelos alunos, também foram apresentados a um grupo de dezoito professores de Biologia da rede pública de ensino e privada de ensino (Figura 4), sendo os mesmos convidados a responderem um questionário com perguntas semi-estruturadas para avaliarem a exequibilidade dos jogos enquanto instrumentos de ensino.(Apêndice F)

Figura 4 – Apresentação dos jogos desenvolvidos aos professores



Fonte: O autor, 2019.

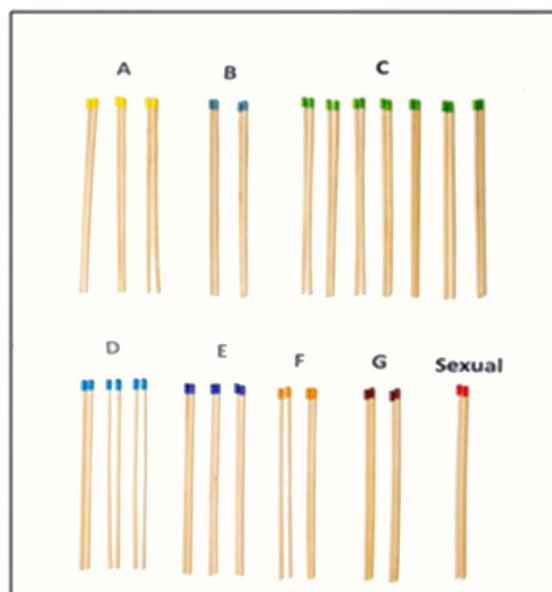
4. RESULTADOS

4.1 Desenvolvimento dos jogos: delineamento de regras, dinâmica e confecção

4.1.1 Pega-alelos

O jogo poderá acontecer com o mínimo de 2 participantes ou em grupos competidores. Cada vareta é a representação de um cromossomo, possuindo o total de 46 varetas divididas em oito cores, onde cada cor representa o tamanho dos cromossomos em suas divisões por grupos (A, B, C, D, E, F, G e o par sexual) (Figura 5). O número selecionado de varetas (46) corresponde ao conjunto diplóide de 23 pares de cromossomos, fazendo analogia ao cariótipo humano. É importante ressaltar que todas as varetas possuem o mesmo tamanho, e que nesse caso, o intuito não é demonstrar ao aluno as diferenças morfológicas dos cromossomos, mas sim as quantitativas. Os jogadores deverão pegar as varetas e formar o maior número de pares de cromossomos homólogos. Vence a primeira etapa do jogo aquele que conseguir reunir o maior número de pares possíveis. O vencedor ganha o direito de iniciar a segunda etapa do jogo.

Figura 5 – Representação lúdica do cariótipo humano através das varetas



Fonte: O autor, 2019.

A segunda etapa do jogo trata-se de um jogo da memória personalizado através de doze fenótipos humanos selecionados (Figura 6).

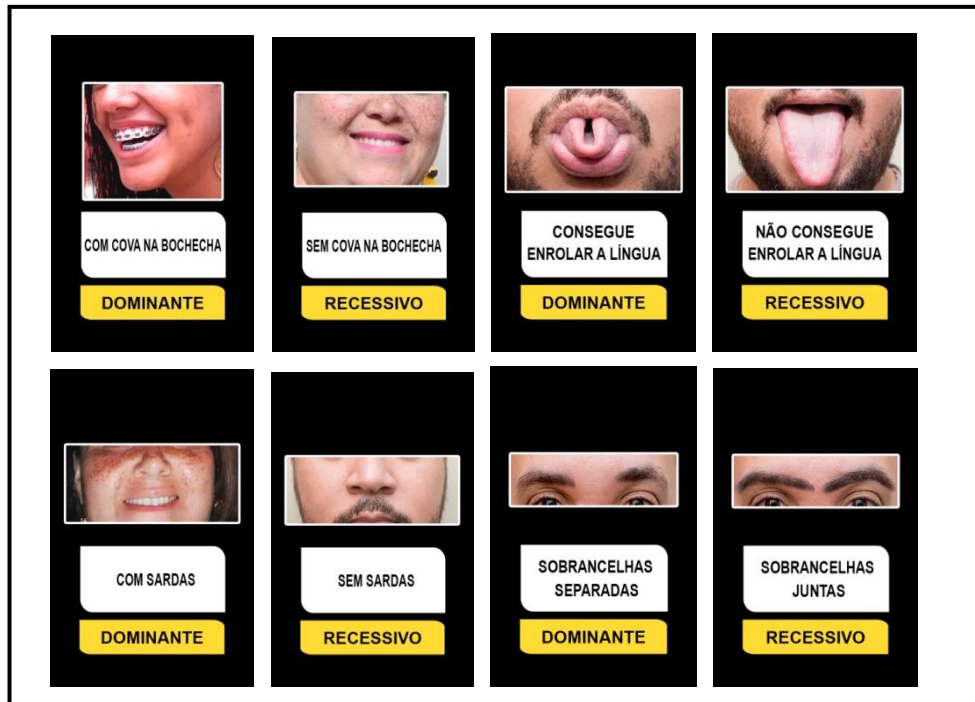
Figura 6 – Associação entre as variantes fenotípicas e suas relações de dominância e recessividade

Fenótipo	Alelo dominante	Alelo recessivo
Capacidade de enrolar a língua	Consegue enrolar a língua	Não consegue enrolar a língua
Hipermobilidade do polegar	Com hipermobilidade	Sem hipermobilidade
Forma do queixo	Prognato	Reto
Lábios	Grossos	Finos
Calvície (Homens)	Com calvície	Sem calvície
Lobo da orelha	Solto	Preso
Cova no queixo	Com cova	Sem cova
Forma do nariz	Aquilino	Reto
Sardas	Possui sardas	Não possui sardas
Bico de viúva	Possui bico de viúva	Não possui bico de viúva
Tipo de sobrancelhas	Sobrancelhas separadas	Sobrancelhas juntas
Cor do cabelo	Cabelo escuro	Cabelo claro

Fonte: adaptado do site Toda Matéria - Biologia, 2019 e Baiotto e Loreto, 2018.

Seguindo a mesma lógica do jogo tradicional, as cartas deverão ser embaralhadas e organizadas com as imagens viradas para baixo. Os jogadores deverão virar as cartas (Figura 7) posicionadas a fim de encontrar os pares de alelos do mesmo gene, sejam eles homocigotos ou heterocigotos, formando um genótipo.

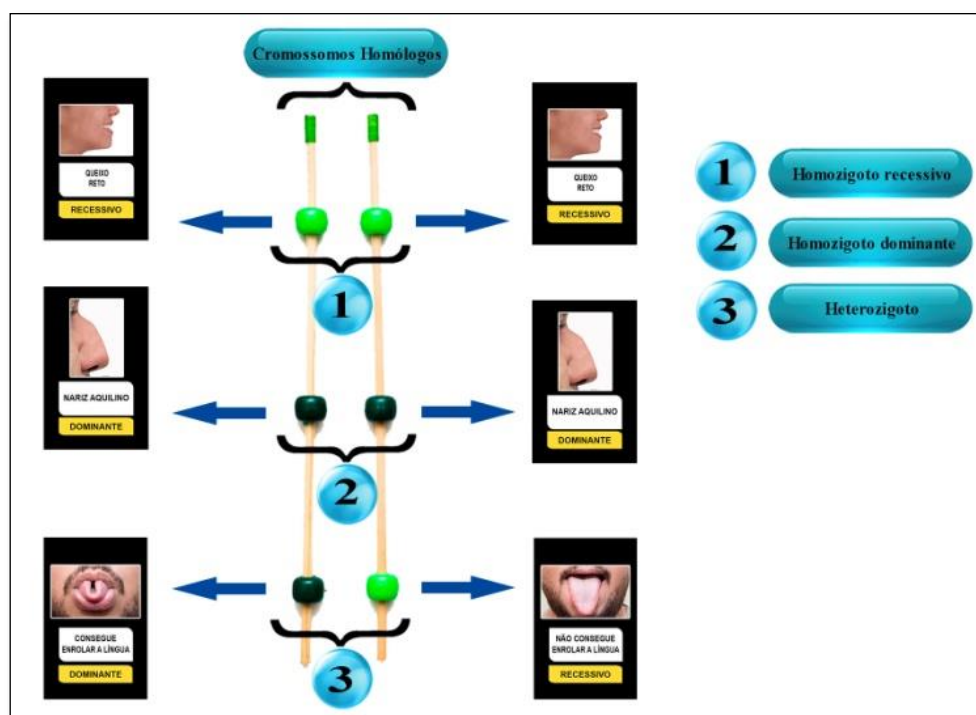
Figura 7 – Cartas do jogo Pega-alelos+



Fonte: O autor, 2020.

À medida que o jogador da vez encontrar os pares de cartas correspondentes, ele selecionará pares de miçangas coloridas separadas em quatro tonalidades de cores, sendo duas escuras e duas claras (Exemplo: vermelho e rosa; verde escuro e verde claro), sendo as tonalidades de cores escuras correspondentes aos alelos dominantes e as de cores claras aos alelos recessivos e os encaixará em duas varetas verticalmente encaixadas em um suporte plástico, que representam os cromossomos de um par de homólogos (Figura 8).

Figura 8 – Genes alelos (miçangas verdes) posicionados nos cromossomos homólogos (varetas) e suas respectivas variações fenotípicas (cartas)



Fonte: O autor, 2020.

Caso, por exemplo, o jogador ache um par de alelos compondo um genótipo heterozigoto, encaixará nas varetas (uma miçanga em cada) miçangas de tonalidades diferentes, clara e escura; se o par de alelos resultar em genótipo homozigoto dominante, terá que encaixar duas miçangas de tonalidade escura e se o par de alelos produzir um genótipo homozigoto recessivo terá que encaixar duas miçangas de tonalidade clara. As miçangas são a representação do genótipo dos pares de alelos encontrados. Caso o jogador encontre um par de alelos de um fenótipo de característica já selecionada anteriormente, ele retira os alelos da mesa e passa vez para o próximo jogador (Exemplo: alelos para tipo sanguíneo). Haverá também no jogo um par de alelos X. O jogador que os selecionar, terá o direito de “sequestrar” um par de alelo dos cromossomos do jogador oponente. A carta X faz analogia a um evento de deleção nos genes. Vence o jogo aquele que conseguir completar primeiro toda a vareta com os diferentes pares de alelos contíguos, que representam os genes constituintes de um par de cromossomos homólogos.

É importante esclarecer que a maioria dos fenótipos selecionados para o jogo não são caracterizados como um padrão de herança monogênica segundo a base OMIN (*Online Mendelian Inheritance in Man*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/omin>) da Biblioteca Nacional

dos EUA, no entanto a utilização de características humanas se demonstraram mais atrativas que outras no processo de ensino-aprendizagem.

Materiais necessários para a confecção do jogo Pega-alelos:

- a) 46 palitos de madeira de 20 cm;
- b) Fita adesiva branca;
- c) Caneta hidrocor colorida;
- d) Miçangas coloridas grandes (2 cores em 4 tonalidades – Exemplo: verde escuro e verde claro; azul escuro e azul claro);
- e) Folha de papel ofício, cartão ou adesiva;
- f) Tesoura;
- g) Impressora de tinta colorida.

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes (disponibilizados pelo autor através do link: https://drive.google.com/file/d/1_LwKQ4wfKJvc5_mJKCatOqfGaaEyWdCN/view?usp=sharing) e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte. Separar os 46 palitos de madeira e marcar as pontas com as respectivas cores dos adesivos pintados com caneta hidrocor com o número do grupo de cromossomos. A determinação das cores é livre, desde que haja uma legenda:

Grupo A: 6 palitos

Grupo B: 4 palitos

Grupo C: 14 palitos

Grupo D: 6 palitos

Grupo E: 6 palitos

Grupo F: 4 palitos

Grupo G: 4 palitos

Par sexual: 2 palitos

4.1.2 Dominética

Seguindo regras de pareamento das bases entre si, ou seja, a base A ligando-se com a T e a G ligando-se com C, os jogadores deverão fazer as ligações das peças no jogo. O jogo Dominética possui 30 peças, com diferentes proporções de combinações entre as bases representadas pelas letras. Além disso, em algumas das peças que compõem o jogo foram também adicionados elementos diferentes das bases, que são representações de enzimas de restrição e de polimorfismos de única base (SNP). As enzimas de restrição têm o papel de interromper a cadeia do jogo, sendo iniciada uma nova rodada; já os polimorfismos de base única funcionam como um coringa, podendo representar qualquer uma das bases. A figura 9 mostra o conjunto de peças do jogo.

Figura 9 – Peças do jogo Dominética

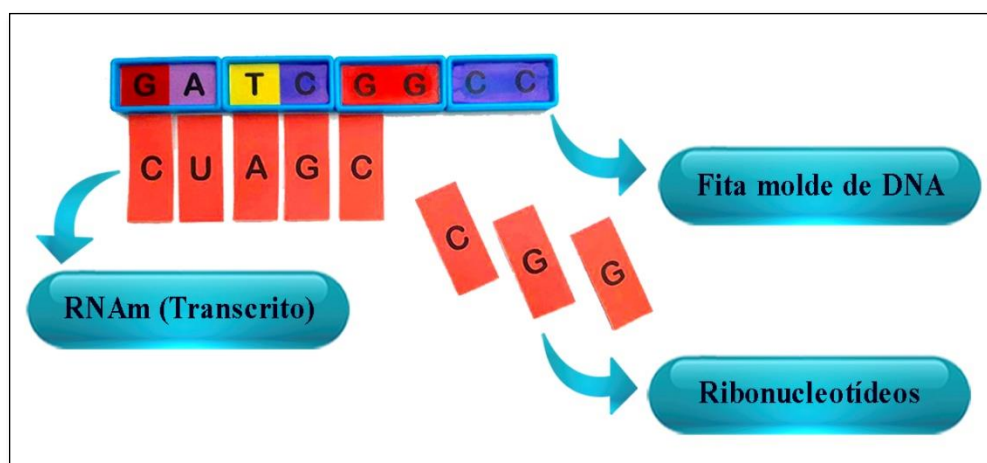


Fonte: O autor, 2019.

O jogo Dominética pode ser jogado com o mínimo de 2 e máximo de 5 pessoas ou em grupos. As peças deverão ser viradas com a imagem para baixo e embaralhadas sobre uma superfície plana, e cada jogador ou grupo poderá selecionar seis peças. Inicia o jogo aquele que estiver em poder da peça TAC. A peça TAC contida no jogo (códon correspondente AUG) é para o professor mediar sobre o início de leitura do RNAm. Caso a peça não esteja em poder de algum jogador inicia o que estiver com dupla de G e respectivamente com as duplas de C, A e T. Caso persita algum impasse, tira-se na sorte o jogador que irá iniciar. A peça representada como SNP possuirá caráter coringa, pois se tratando de um tipo de

mutação, qualquer base nucleotídica pode substituí-la. A peça com enzima de restrição também possuirá caráter coringa, no entanto, por se tratar de uma enzima que corta uma região do filamento do DNA, ocorre uma interrupção da fita. Dessa forma, o jogador não poderá adicionar mais peças ao lado da peça da enzima. Caso a enzima seja colocada nas duas pontas na combinação de toda a sequência de bases na mesa, uma nova sequência deverá ser iniciada, com qualquer peça com o jogador da vez. O jogador ou grupo que conseguir se desvencilhar de todas as peças primeiro, terá que montar um ácido ribonucleico mensageiro (RNAm) a partir da maior fita criada, simulando o processo de transcrição, com peças de bases ribonucleotídicas individuais representando essa molécula (Figura 10).

Figura 10 – Representação do processo de transcrição



Fonte: O autor, 2020.

Após isso feito, utilizando um cartão contendo o código genético universal (Figura 11), o jogador ou grupo terá que simular o processo de tradução da proteína correspondente aos códons do RNAm, utilizando para isso um fio de arame e as peças representativas dos aminoácidos (Figura 12). Vence o jogador ou grupo que finalizar essas etapas de forma correta. Após a montagem da sequência do aminoácido, o professor poderá trabalhar com os alunos a estruturação das proteínas em suas formas primária, secundária, terciária e quaternária.

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes (disponibilizados pelo autor através do link: <https://drive.google.com/file/d/1ICJFKfZ4OdRvrAKyWFDMcDX8Lhj3MSr/view?usp=sharing>) e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte.

4.1.3 Batalha dos cromossomos

Cada jogador recebe 23 cromossomos e deve organizá-los nos quadrados do tabuleiro (Figura 13), que é a representação lúdica do núcleo dos gametas humanos (espermatozoide e óvulo), da forma que desejar. Observe que o quantitativo de cromossomos que cada jogador recebe é referente ao número de cromossomos presentes nos gametas humanos. Inicia o jogo aquele que ganhar através da sorte nos dedos (ímpar ou par), dados ou outras formas se assim desejarem. O jogador que acertar o posicionamento da localização do cromossomo do oponente, irá tomar para ele o cromossomo e retirar o seu cromossomo homólogo do tabuleiro, formando assim o par. O jogador que acerta a posição do cromossomo do oponente, tem o direito de continuar a vez até que erre. Vence o jogador que conseguir formar o maior número de pares de cromossomos homólogos. O intuito do jogo é desenvolver a percepção sobre a organização cromossômica e tipos de divisão celular. O jogo também permite ao professor abordar outros temas como síndromes genéticas, morfologia dos cromossomos e posicionamento gênico.

Figura 13 – Jogo Batalha dos cromossomos



Fonte: O autor, 2019.

Materiais necessários para a confecção o jogo Batalha dos cromossomos:

- a) Folha de ofício, cartão ou adesiva;
- b) Miçangas achatadas;
- c) Tesoura;
- d) Cola;
- e) Papelão;
- f) Impressora colorida.

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes (disponibilizados pelo autor através de contato pelo e-mail: igor13teixeira@gmail.com) e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte.

4.1.4 Trinca

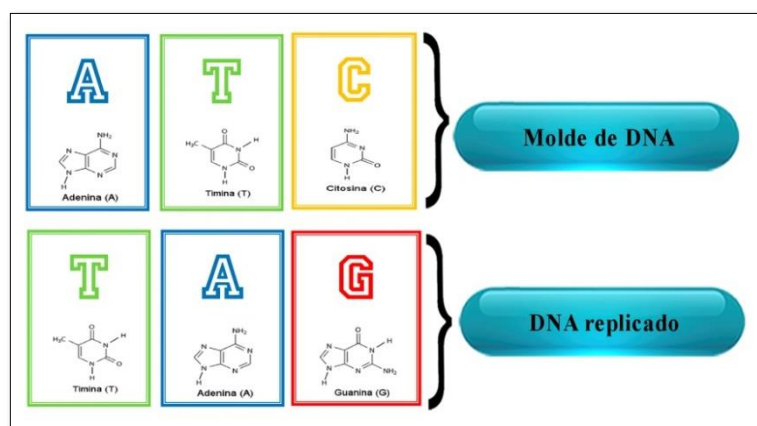
O jogo pode ocorrer com o número mínimo de 2 participantes e máximo de 6 participantes O número total de cartas do jogo é de 142, sendo as mesmas distribuídas da seguinte forma:

- a) 21 cartas de adenina (carta base);
- b) 21 cartas de timina (carta base);
- c) 21 cartas de citosina (carta base);
- d) 21 cartas de guanina (carta base)
- e) 21 cartas de uracila (carta base);
- f) 20 cartas de aminoácidos (um aminoácido de cada um dos 20 tipos);
- g) 1 carta de STOP (códon de parada);
- h) 4 cartas de SNP;
- i) 4 cartas de enzima de restrição;
- j) 4 cartas de DNA helicase;
- k) 4 cartas de vale trinca.

Para iniciar o jogo, as cartas precisam ser embaralhadas e viradas com os signos para baixo. Cada participante irá selecionar 6 cartas para si e o restante das cartas permanecerão viradas para serem adquiridas durante o jogo. Inicia o jogo o participante que estiver com a carta do aminoácido metionina, cujo o códon iniciador ou *start* é AUG, fazendo assim analogia ao início da leitura do RNAm. Caso nenhum dos jogadores esteja com a carta da metionina, inicia-se o jogo através da sorte.

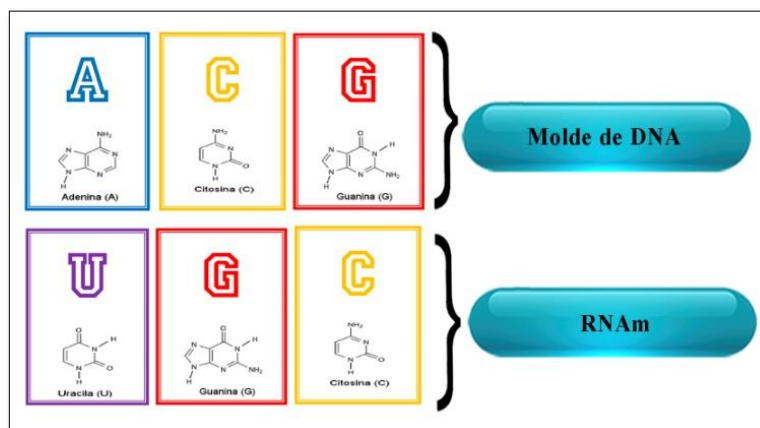
O jogador que inicia a rodada, deverá retirar uma carta da mesa e verificar nas cartas que possui em mãos, as possibilidades de combinações para formar trinças de códon de replicação (Figura 13), transcrição (Figura 14) e tradução (Figura 15). Caso tenha alguma trinca, o jogador poderá formar sobre a mesa as mesmas ou aguardar outras rodadas para fazê-lo. As cartas de bases representam as moléculas estruturantes do material genético (DNA e RNA) adenina (A), timina (T), citosina (C), guanina (G) e uracila (U). Representação dos tipos de trinças formadas no jogo (Figuras 14, 15 e 16).

Figura 14 - Trinca de replicação



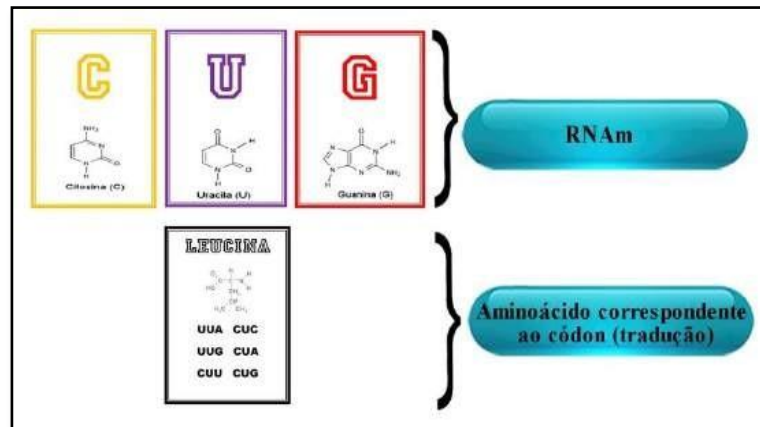
Fonte: O autor, 2019.

Figura 15 - Trinca de transcrição



Fonte: O autor, 2019.

Figura 16 - Trinca de tradução



Fonte: O autor, 2019.

Cada tipo de trinca vale uma pontuação:

- Trinca de replicação (códon de DNA + códon de DNA correspondente) – vale 5 pontos;
- Trinca de transcrição (códon de DNA + códon de RNA correspondente) – vale 10 pontos;
- Trinca de tradução (códon de RNA + aminoácido correspondente) -vale 15 pontos.

Além das cartas de bases, o jogo possui um conjunto de cartas especiais que fazem analogia a eventos relacionados a Genética, tais como os que ocorrem na molécula de DNA durante a replicação, transcrição e tradução. As referidas cartas são:

Carta de aminoácido – cada carta de aminoácido possui as possibilidades de códons que traduzem para um aminoácido específico em acordo com o código genético universal, podendo haver mais de uma forma para a montagem da trinca com as cartas de bases.

Carta de STOP – anula uma trinca do jogador adversário a escolha de quem a tenha em mãos durante a vez de jogar, não podendo ser contabilizada no somatório de trincas do adversário ao final da partida.

Carta de SNP – representa um polimorfismo de única base, servindo como um coringa em substituição a qualquer carta base na formação de uma trinca.

Carta de enzima de restrição – corta uma trinca do adversário a escolha de quem a tenha em mãos. Ao usar essa carta, o jogador deverá retirar uma carta da trinca cortada para si e o restante retorna para as mãos do jogador adversário.

Carta de DNA helicase – abre uma trinca de replicação formada do adversário, onde o jogador que a usou deverá selecionar para si uma das fitas abertas do adversário e a outra ficará com ele.

Carta de vale trinca – retira uma trinca formada na mesa do adversário a sua escolha para o seu jogo.

O jogo termina quando as cartas da mesa se esgotam, vencendo o jogador que fizer o maior número de pontos na formação de suas trinças.

Materiais necessários para a confecção do jogo Trinca:

- a) Folha de ofício, cartão ou adesiva;
- b) Tesoura;
- c) Cola;
- d) Papelão;
- e) Impressora colorida.

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes (disponibilizados pelo autor através de contato pelo e-mail: igor13teixeira@gmail.com) e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte.

4.2 Modelos dos jogos

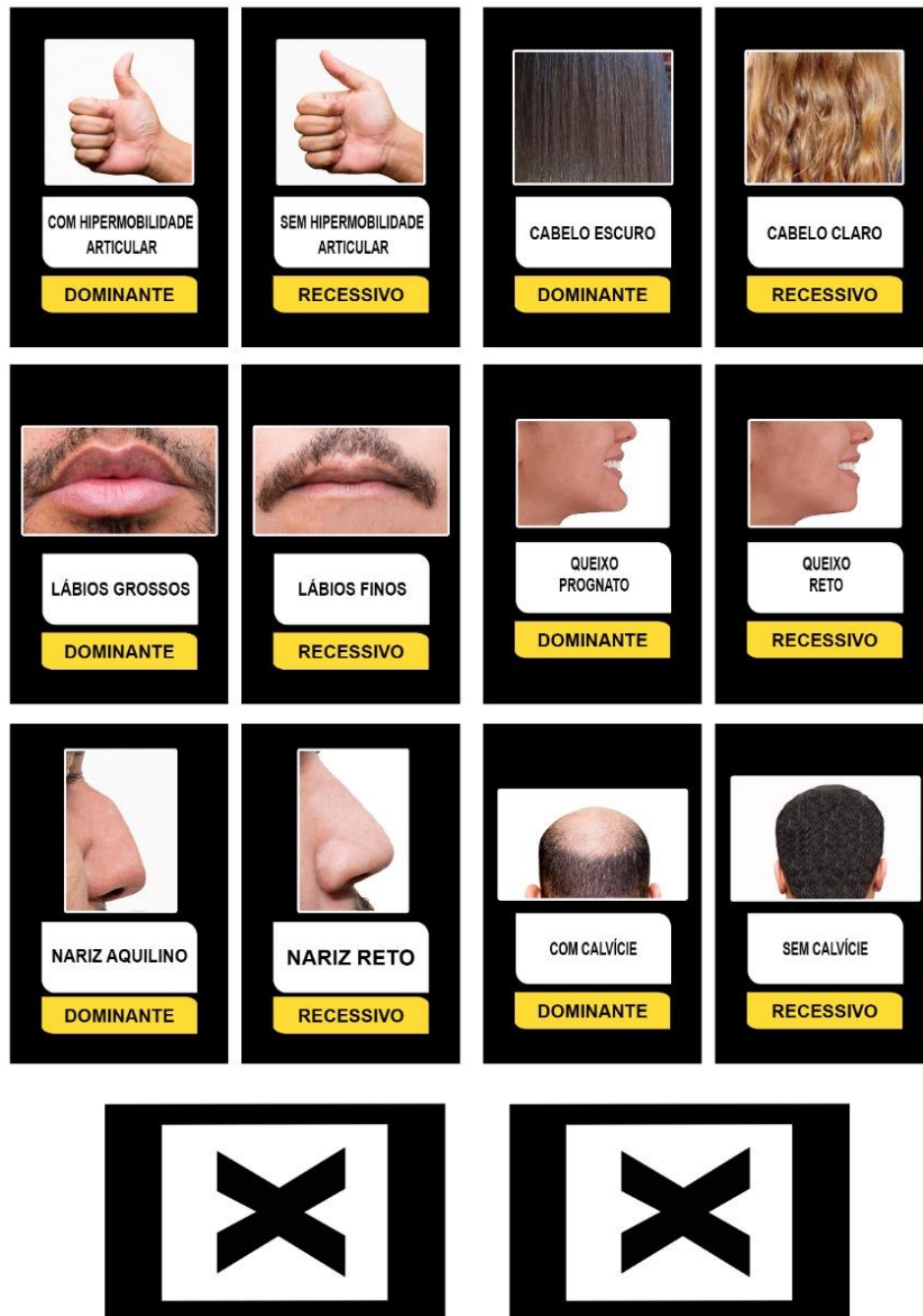
4.2.1 Pega-alelos

Figura 17 - Cartas com as variações fenotípicas



Fonte: O autor, 2020.

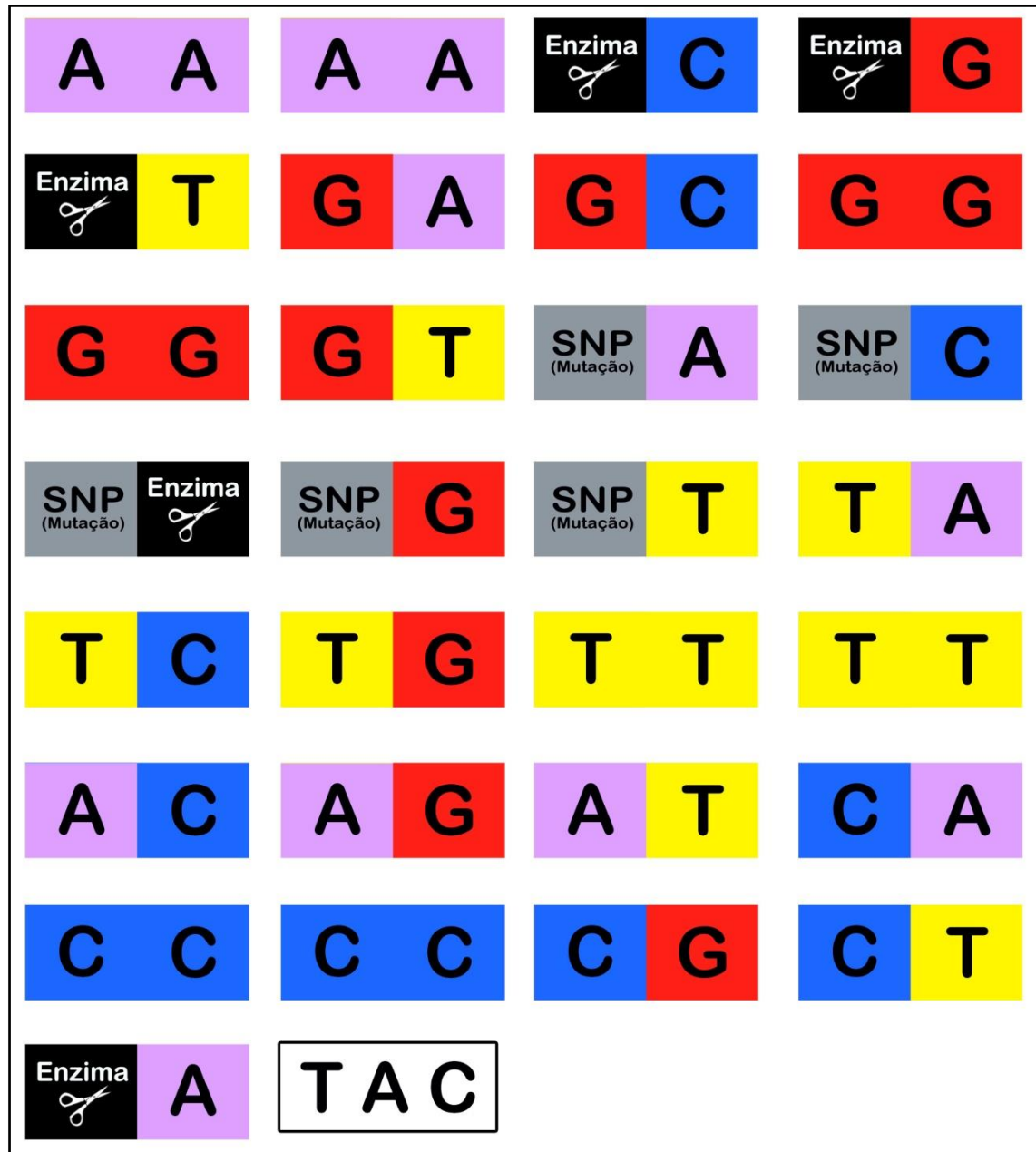
Figura 18 - Cartas com as variações fenotípicas



Fonte: O autor, 2020.

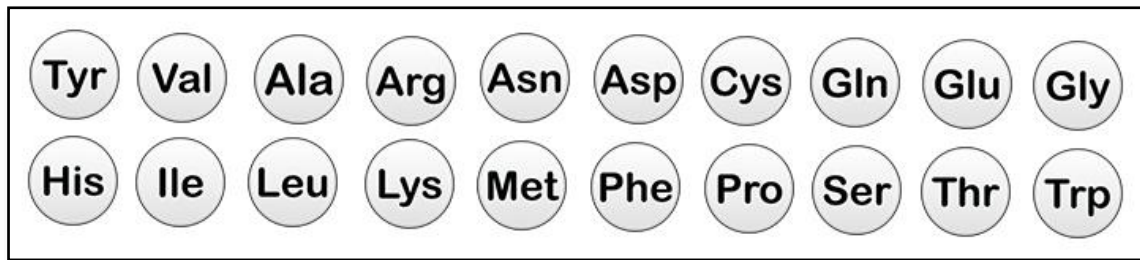
4.2.2 Dominética

Figura 19 - Peças do dominó



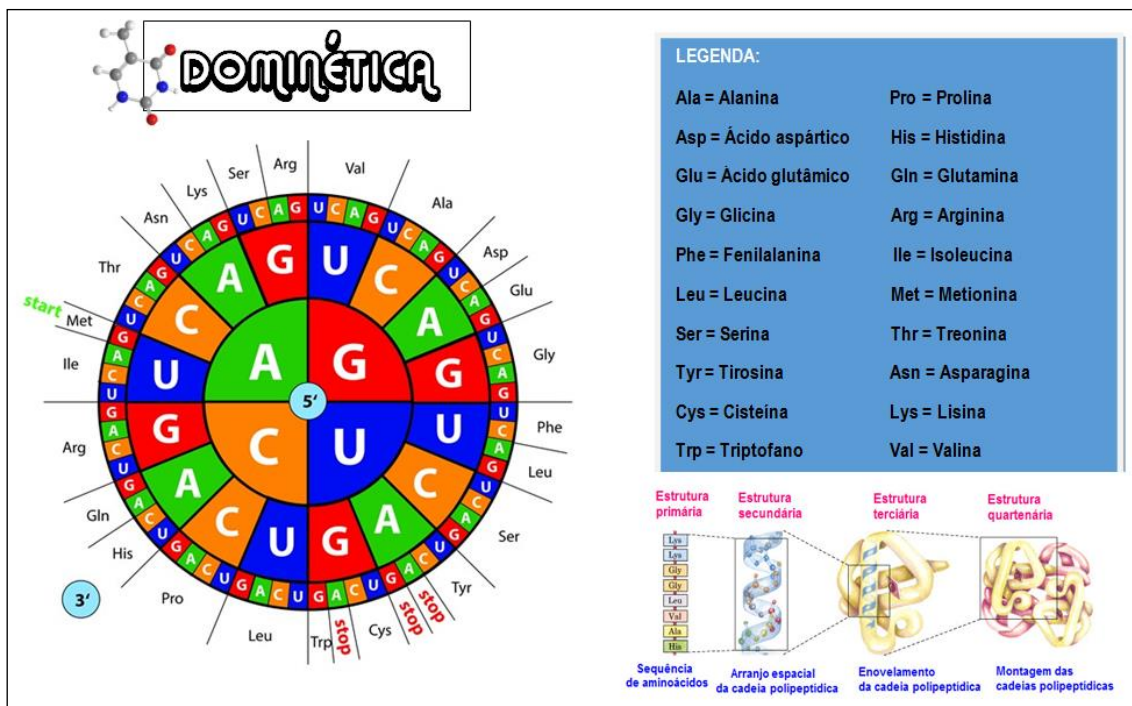
Fonte: O autor, 2019.

Figura 20 - Aminoácidos



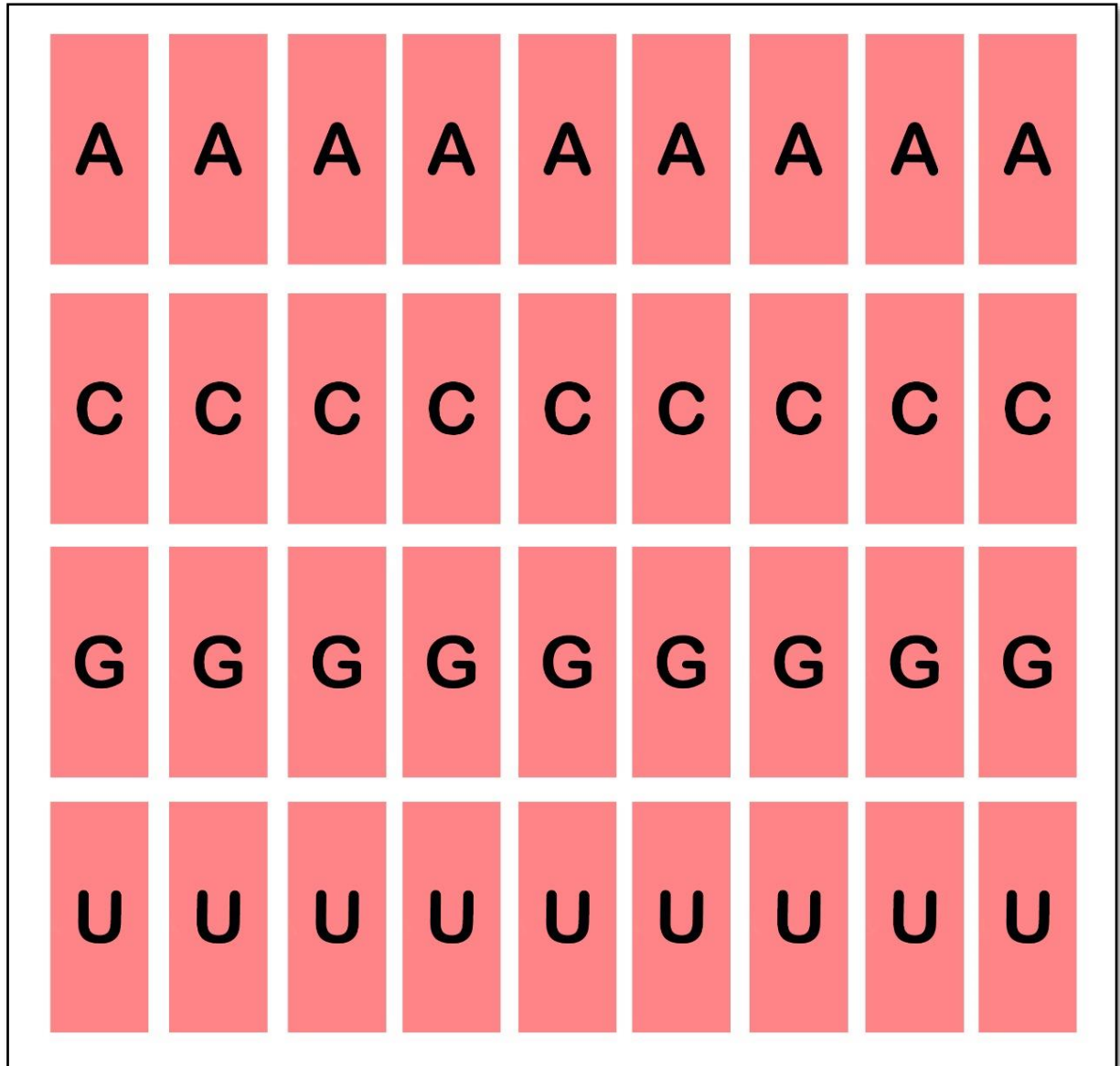
Fonte: O autor, 2019.

Figura 21 - Cartão com o código genético e estrutura das proteínas



Fonte: adaptado de *News Medical Life Science*, 2019.

Figura 22 - Modelos de bases nitrogenadas



Fonte: O autor, 2019.

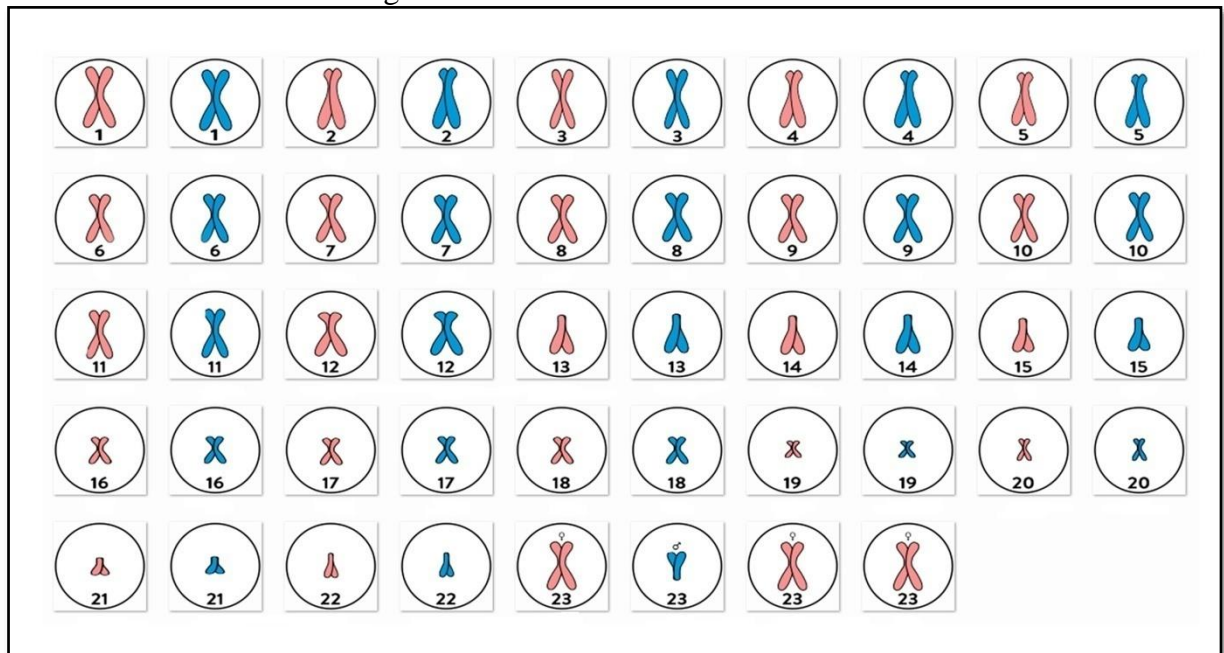
4.2.3 Batalha dos cromossomos

Figura 23 – Modelo de tabuleiro para o jogo Batalha dos cromossomos

BATALHA DOS CROMOSSOMOS										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

Fonte: O autor, 2019.

Figura 24 – Modelo dos cromossomos



Fonte: adaptada de Gratispng, 2019.

4.2.4 Trinca

Figura 25 – Modelos de cartas

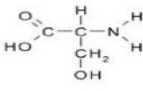
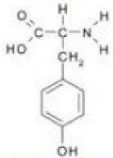
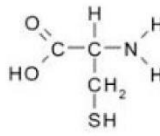
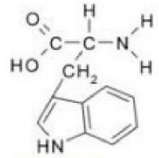
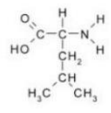
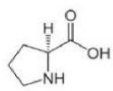
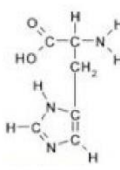
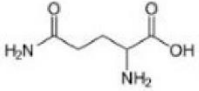
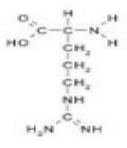
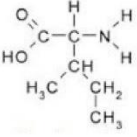
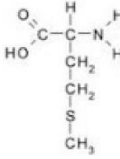
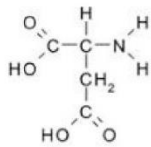
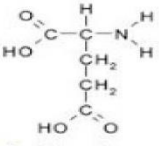
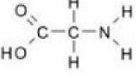
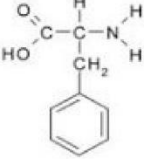
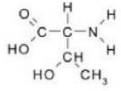
<p>SERINA</p>  <p>UCU AGU UCC AGC UCA UCG</p>	<p>TIROSINA</p>  <p>UAU UAC</p>	<p>CISTEÍNA</p>  <p>UGU UGC</p>	<p>TRIPTOFANO</p>  <p>UGG</p>
<p>LEUCINA</p>  <p>UUA CUC UUG CUA CUU CUG</p>	<p>PROLINA</p>  <p>CCU CCC CCA CCG</p>	<p>HISTIDINA</p>  <p>CAU CAC</p>	<p>GLUTAMINA</p>  <p>CAA CAG</p>
<p>ARGININA</p>  <p>CGU CGA CGC CGG AGG AGA</p>	<p>ISOLEUCINA</p>  <p>AUU AUC AUA</p>	<p>METIONINA</p>  <p>AUG START</p>	<p>ÁCIDO ASPÁRTICO</p>  <p>GAU GAC</p>
<p>ÁCIDO GLUTÂMICO</p>  <p>GAA GAG</p>	<p>GLICINA</p>  <p>GGU GGC GGA GGG</p>	<p>FENILALANINA</p>  <p>UUU UUC</p>	<p>TREONINA</p>  <p>ACU ACC ACA ACG</p>

Figura 26 – Modelos de cartas

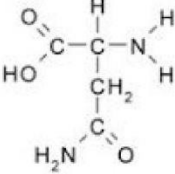
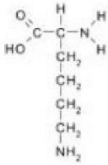
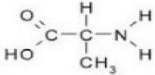
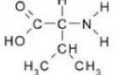
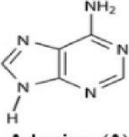
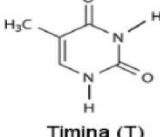
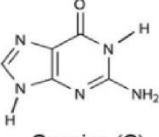
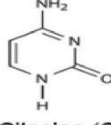
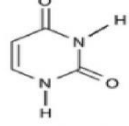
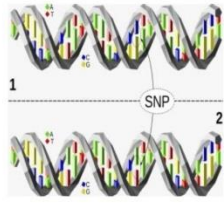

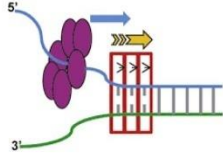
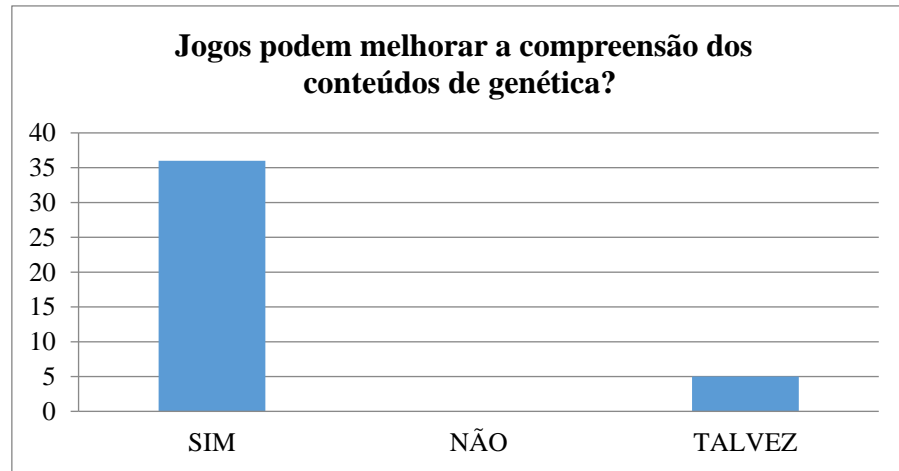
<p>ASPARAGINA</p>  <p>AAU AAC</p>	<p>LISINA</p>  <p>AAA AAG</p>	<p>ALANINA</p>  <p>GCU GCC GCA GCG</p>	<p>VALINA</p>  <p>GUU GUC GUA GUG</p>
<p>STOP</p> <p>UAA UAG UGA</p>	<p>A</p>  <p>Adenina (A)</p>	<p>T</p>  <p>Timina (T)</p>	<p>G</p>  <p>Guanina (G)</p>
<p>C</p>  <p>Citosina (C)</p>	<p>U</p>  <p>Uracila (U)</p>	<p>SNP</p> 	<p>ENZIMA DE RESTRIÇÃO</p> 
<p>DNA HELICASE</p> 	<p>VALE TRINCA</p>		

Gráfico 1 – Jogos podem melhorar a compreensão dos conteúdos de genética?



O questionário contemplou um conjunto de termos e conceitos associados a genética que são comumente encontrados na maioria dos livros didáticos de Biologia. Os participantes deveriam marcar as palavras que possuíam familiarização e que em algum momento de sua vida tivessem ouvido falar, mesmo que não soubessem o significado (Figura 28)

Figura 28 – Nuvens de palavras de conceitos e termos familiares (esquerda) e não familiares (direita) usados em genética



Fonte: O autor, 2020.

Em seguida, foi solicitado que os alunos elaborassem uma frase associando pelo menos três das palavras marcadas como familiar e que tivessem conhecimento dos seus significados. Essa solicitação teve o intuito de avaliar o conhecimento dos participantes sobre genética. Dos 41 participantes, somente 18 alunos elaboraram a atividade solicitada. As frases elaboradas foram categorizadas como corretas, semicorretas e incorretas, conforme o quadro abaixo (Figura 29). A análise e classificação dessas frases foi realizada de acordo com a

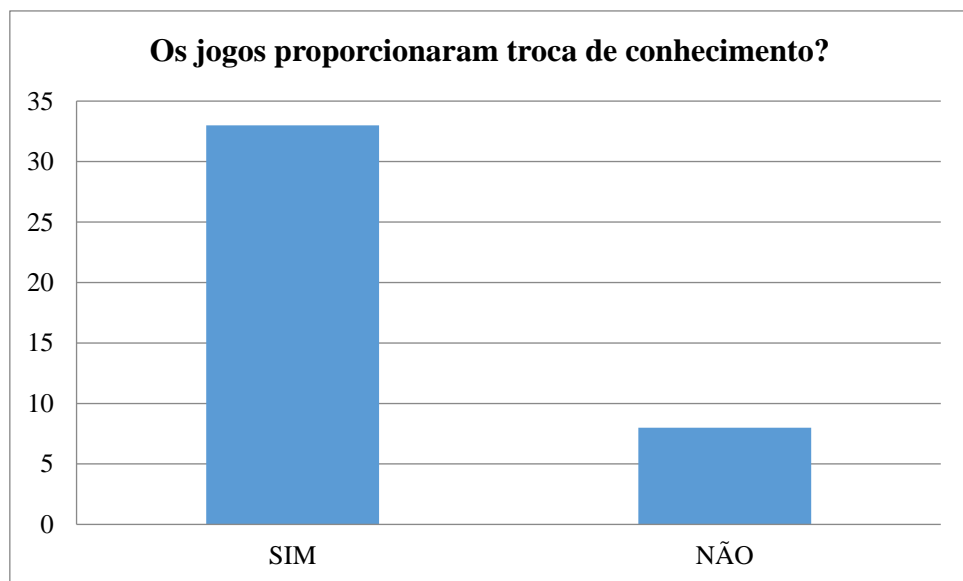
leitura do professor em relação ao entendimento das expressões dos alunos sobre os temas das aulas.

Figura 29 – Frases elaboradas pelos alunos associando termos e conceitos usados em Genética

Corretas	
1	“O alelo dominante prevalece sobre o recessivo”
2	“O DNA carrega partes do pai e da mãe como características físicas, doenças, etc.”
3	“O homozigoto possui genes alelos semelhantes e a mutação é uma mudança no material genético de um organismo.”
4	“O homozigoto possui genes alelos iguais e o heterozigoto possui genes diferentes.”
5	“Alelos e cromossomos são assuntos de genética.”
6	“DNA é o que define se é homem ou mulher, ou negro ou branco.”
7	“O DNA humano é formado por uma fita dupla.”
8	“DNA define se vai nascer menino ou menina e o RNA produz proteínas a partir de informações adquiridas do DNA.”
9	“O DNA define sexo, cor.”
10	“O correto é que o ser humano tenha 46 cromossomos.”
11	“O DNA serve para definir as características dos seres vivos e o correto é os seres humanos terem 46 pares cromossomos.”
Semicorretas	
12	“Mutação é quando a criança nasce com 3 pernas.”
13	“A proteína é fundamental para o corpo humano.”
14	“O DNA ele guarda as informações e passa adiante. O RNA tem a função de fazer essas informações e características do ser. Esse processo de DNA para RNA é tradução e DNA para proteína é transcrição.”
Incorretas	
15	“O DNA não faz uma família, o amor que faz.”
16	“Proteína é um tipo de carboidrato no corpo.”
17	“Mutação ocorre quando a pessoa nasce com alguma diferença.”
18	“A proteína gera o aminoácido para um bom funcionamento do RNA.”

Os alunos foram indagados se os jogos serviram como estímulo para o estudo e pesquisa sobre o conteúdo de genética, e 25 responderam que sim e 16 responderam que não. Os que responderam sim, justificaram que os jogos facilitaram o entendimento dos conceitos abordados no livro didático e pelo professor, fato este, conforme relato dos mesmos, fomenta a curiosidade uma vez que as ideias ficam mais claras. Os que responderam não, por sua vez, não colocaram uma justificativa. Também foi questionado se através do ensino de genética com jogos, os alunos foram capazes de realizar associações com o seu cotidiano, evidenciando assim a importância desse conteúdo na formação crítica. 12 alunos disseram que os jogos permitiram essa abordagem, enquanto que os outros 29 não conseguiram estabelecer associações. Apesar disso, ao serem questionados sobre a troca de conhecimentos sobre o tema genética entre os pares durante o jogo, a maioria respondeu que o jogo contribuiu positivamente para o aprendizado conforme o gráfico a seguir (Gráfico 2)

Gráfico 2 – Os jogos proporcionaram troca de conhecimento?



Embora tenha sido grande o quantitativo dos participantes que afirmaram sobre a melhora do aprendizado com os jogos, houve uma divisão equilibrada na opinião dos mesmos em relação a autonomia do aprendizado com jogos na ausência do professor, conforme o gráfico abaixo (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Os jogos possibilitaram o aprendizado independente da presença do professor?

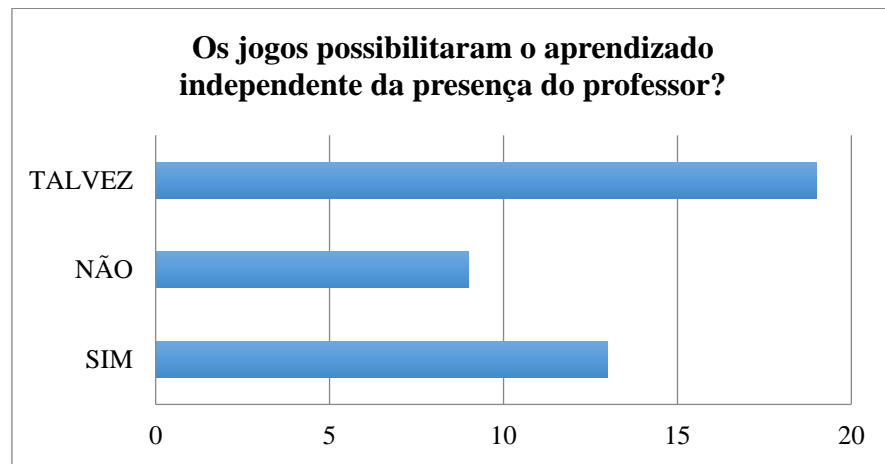


Figura 30 - Justificativas apresentadas em resposta ao Gráfico 3

Justificativa sobre o aprendizado com jogos independente da presença do professor		
SIM	NÃO	TALVEZ
“O jogo é fácil de entender.”	“Necessidade do conhecimento e experiências do professor.”	“Depende do jogo e da explicação.”
“O jogo é autoexplicativo.”	“O jogo perde o intuito sem o conhecimento prévio, se tornando um jogo qualquer.”	“Podem surgir dúvidas.”
“A diversão facilita a aprendizagem.”		“A presença do professor é mais interessante para os alunos interessados.”
“O jogo estimula o estudo fora do ambiente escolar.”		“O professor precisa explicar como jogar primeiro.”

Fonte: O autor, 2020.

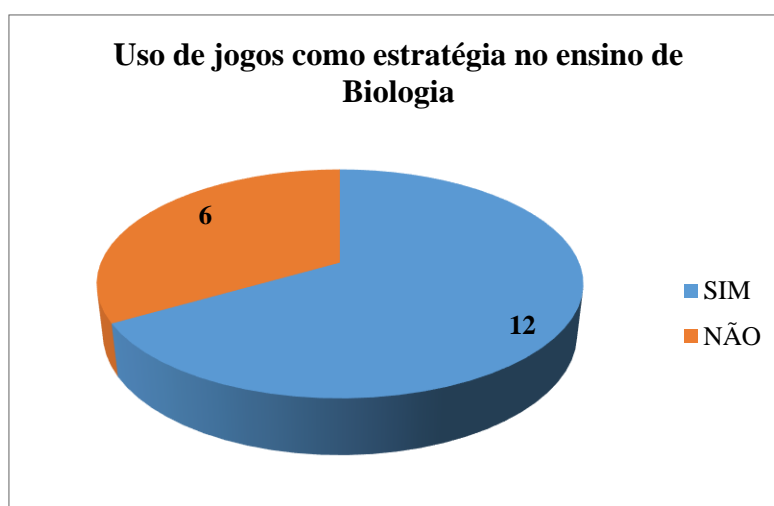
Em relação a estrutura dos jogos, 36 alunos relataram que não mudariam nada e 5 mudaria a estrutura do arame para formar a proteínas no jogo Dominética e as peças dos aminoácidos. Quanto a clareza das regras dos jogos houve um equilíbrio, onde 15 acharam que o jogo Dominética foi o mais claro, 14 acharam o Batalha dos cromossomos e 12 acharam o Pega-alelos. O mesmo ocorreu sobre a preferência dos jogos, onde 13 preferiram o Dominética, 12 preferiram o Pega-alelos e 16 preferiram o Batalha dos cromossomos. Apesar

do jogo Trinca ter sido produzido pelos alunos, nenhum deles elegeu-o nos questionamentos sobre clareza das regras e preferência.

4.4 Questionário avaliativo sobre a aplicação dos jogos – professores

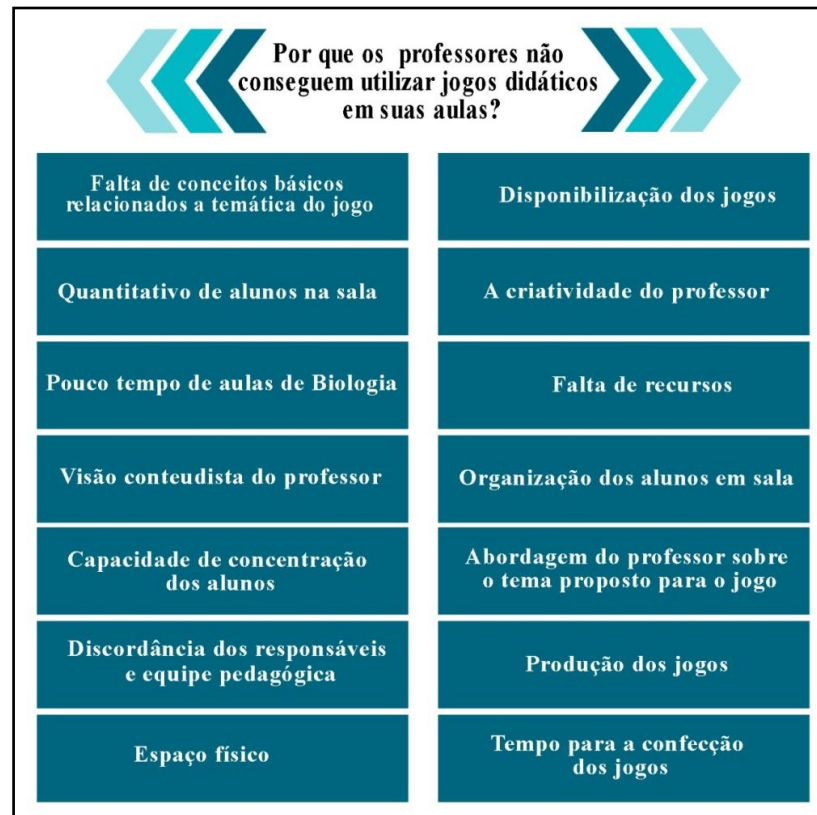
O quantitativo de 18 professores de Biologia, com experiência nas esferas públicas e particulares de ensino, com uma média 15,22 anos de atuação responderam o questionário para avaliar a exequibilidade dos jogos propostos como recursos de ensino-aprendizagem de genética. Foi verificado que a maioria dos professores já utilizaram ou utilizam jogos para finalidades pedagógicas conforme o Gráfico 4.

Gráfico 4 – Uso de jogos como estratégia no ensino de Biologia



Dentre os temas da Biologia utilizados em jogos pelos professores, foram mencionados: Sistema imunológico, genética, taxonomia, ecologia, evolução, citologia, zoologia e botânica. Quando questionados sobre o valor da contribuição dos jogos para o ensino, foi unânime entre os participantes a relevância dos mesmos como recurso de apoio, isso tanto os jogos no geral, como os jogos apresentados nesta pesquisa. Todos os participantes afirmaram que utilizariam os jogos Dominética, Pega-alelos, Batalha dos cromossomos e Trinca em suas aulas. No entanto, foram apontadas diversas dificuldades para a aplicação dos jogos didáticos na sala de aula, retratadas na Figura 31.

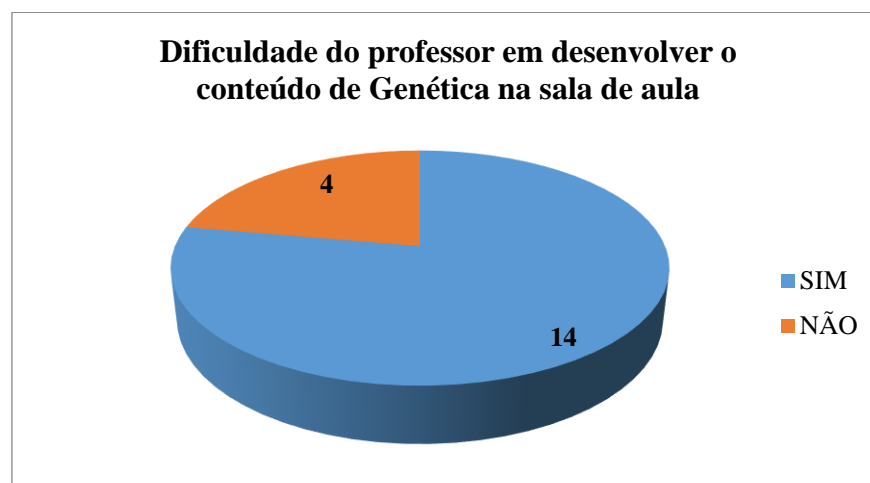
Figura 31 – Dificuldades apontadas pelos professores para a aplicação de jogos em sala de aula



Fonte: O autor, 2019.

Quando questionados se possuíam alguma dificuldade em desenvolver o conteúdo de Genética em sala de aula, mais da metade dos participantes responderam que sim, conforme é demonstrado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Dificuldade do professor em desenvolver o conteúdo de Genética na sala de aula



Dos que afirmaram possuir dificuldades, apresentaram os seguintes argumentos justificativos: Abstração do tema (Professor e aluno), complexidade do tema, falta de embasamento teórico do aluno, pouco tempo de aula, nomenclatura utilizada, uso da matemática e falta de conhecimentos sobre química.

Ao serem perguntados sobre a estrutura física e lógica dos jogos, 14 dos professores responderam que não modificariam nada e 4 professores responderam que mudariam os tipos de miçangas utilizadas como representantes de genes no jogo Pega-alelos, justificando que o uso de um mesmo formato de miçanga para diferentes genes poderia consolidar um conceito equivocado no ensino de genética.

Todos os participantes concordaram que um curso de aperfeiçoamento em genética para professores contribuiria para melhorar o ensino nas aulas. Além disso, algumas observações e sugestões foram colocadas pelos professores no questionário, tais como:

- a) Os jogos apresentados são dinâmicos e de fácil utilização, facilitando a interação entre professor e aluno;
- b) Os modelos de jogos apresentados facilitam o processo de aprendizagem;
- c) No caso do desenvolvimento de cursos de aperfeiçoamento, os mesmos devem orientar o professor a desenvolver o tema genética para a linguagem dos alunos;
- d) Incluir no curso oficinas de jogos didáticos.

5 DISCUSSÃO

Na última década o quantitativo de trabalhos desenvolvidos sobre formas alternativas de estimular e motivar os alunos em seu processo de aprendizagem tem crescido bastante. Nesse sentido, os jogos têm sido apontados como ferramentas que apresentam esse potencial. Garcez (2014) explica que o aumento da produção de trabalhos relacionados à utilização de jogos no ensino estaria associado à sua ligação como um dos principais modos de abordagem da atividade desenvolvida, em programas de iniciação à docência, como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). De acordo com Brasil (2011), a Portaria Normativa nº 16 de 23 de dezembro de 2009, dispõe sobre o PIBID, com a finalidade de colaborar com a iniciação à docência de estudantes de licenciatura nas universidades brasileiras com o fortalecimento da sua formação para o trabalho nas escolas públicas. A CAPES (2008) sobre este programa afirma que:

Este Programa tem como um dos objetivos introduzir os licenciados no cotidiano escolar da rede pública de educação, oferecendo-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem as lacunas identificadas no processo de ensino-aprendizagem. (CAPES, 2008)

Essa informação corrobora a influência dos programas de iniciação científica no aumento dos trabalhos desenvolvidos com os jogos didáticos no ensino de Biologia. Muitos desses trabalhos têm se baseado nas dificuldades e interesse dos alunos sobre Genética, correlacionando-os com a perspectiva educacional do jogo na tentativa de facilitar a compreensão do tema e seus conceitos.

Um ponto em comum entre os trabalhos pesquisados e o presente trabalho é o fato de que todos relatam a Genética como disciplina de difícil aprendizagem por parte dos alunos e a falta de recursos para que o professor possa elucidar melhor os seus conceitos, justificando assim a sua relevância. Griffiths (2008) em palestra proferida no XX Congresso Internacional de Genética na Alemanha citou as principais razões para a dificuldade de aprendizagem de genética, sendo elas: a inabilidade para realizar análises quantitativas simples; os hábitos de estudo tradicionais não são efetivos para esta área; a resolução de problemas, frequentemente utilizada na genética requer um entendimento profundo de conceitos e vocabulário, a capacidade de sintetizar e fazer conexões com outras áreas, além de alto nível de “numerácia” (habilidade de aplicar conceitos matemáticos a problemas do mundo real); o ensino

geralmente não oferece contextualização para os estudantes apreciarem a pesquisa em Biologia, a qual costuma ser ensinada como uma enciclopédia de conhecimentos.

A utilização de jogos como estratégia de ensino-aprendizagem não é nenhuma novidade na educação. No entanto a sua aplicação é limitada e/ou impedida por uma série de fatores e condições, sendo estes inerentes ou não ao papel do professor, que fazem com que esse recurso não seja efetivado na sala de aula. Em análise dos questionários respondidos pelos professores, inúmeras situações foram apontadas que evidenciam esse problema, porém os trabalhos pesquisados durante o levantamento bibliográfico sobre a relação jogo-aprendizagem não mencionaram as dificuldades dos professores no uso de jogos, focando os mesmos somente nos benefícios desses recursos. Sendo assim, o desenvolvimento de jogos com finalidade pedagógica, em especial sobre os conteúdos de Genética que já possuem um estigma negativo no que tange as dificuldades de sua aprendizagem, torna-se um grande desafio.

Enquanto professor da educação básica, afirmo que o ensino de Genética possui muitas deficiências no que se refere a sua abordagem. Uma delas, é que a maioria dos livros didáticos expõem para os alunos assuntos muito complexos de forma simplificada. A intenção é válida em sua proposta, no entanto, é necessário que o professor estimule discussões sobre os temas correlacionados a Genética que impactem a sociedade ou mesmo que gerem alguma curiosidade para que assim seja possível realizar uma avaliação sobre o desenvolvimento, assertividade da fala e avanço do aluno no conhecimento. Muitos professores, por não se atualizarem ou não conseguirem acompanhar o progresso científico, se apoiam também no livro didático, o que pode ser uma cilada, pois as edições de modo geral são atrasadas frente as novas descobertas e reformulações conceituais.

Comparando as aulas ministradas sobre Genética antes do uso da estratégia jogo com o depois, percebo que o movimento de interação gerado pelos jogos, direcionados com o propósito de troca e busca de saberes, fez com que os alunos se expressassem mais, promovendo assim uma maior participação e atenção nas aulas. Antes, predominava um ensino com caráter passivo, onde as aulas de Genética eram resumidas em quadro, caderno e livro. Os jogos abriram espaço para novas abordagens de ensino, legitimando a eficácia do método adotado. Para exemplificar esse fato, durante a aplicação do jogo Batalha dos cromossomos, muitos questionamentos foram realizados pelos alunos sobre a estrutura cromossômica, como são formados no núcleo da célula, o quantitativo numérico entre as espécies e doenças associadas. Isso fez com que na aula seguinte, alguns alunos trouxessem informações sobre síndromes genéticas, como as síndromes de Down, Turner e Klinefelter.

Iniciaram a aula com o seguinte discurso: “Professor, eu pesquisei na internet sobre a doença tal...”. O mesmo sucedeu no pós aplicação dos outros jogos. Isso abriu precedente para a aplicação de uma outra metodologia ativa de ensino nomeada de sala de aula invertida, que consiste em inverter o fluxo comum das aulas que é o professor passar as informações sobre o conteúdo. Nela, ao contrário, o aluno estuda em casa e traz o conhecimento para a sala de aula, que se torna o palco para a discussão da matéria estudada, sanar dúvidas, aplicar conceitos, fazer a lição e outros projetos em grupo, cabendo ao professor a orientação dessas atividades. Essa experiência com os jogos confirma o seu efeito motivador nos alunos.

Apesar do incentivo do uso dos jogos pelos documentos oficiais que norteiam a educação básica no Brasil, somente um aluno dos 41 participantes desta pesquisa havia vivenciado essa experiência com a disciplina de Biologia. Isso indica que mesmo com tantos trabalhos publicados sobre o assunto, os professores não estão fazendo o devido uso desse valioso recurso em suas aulas ou o fazem muito pouco, reafirmando assim as dificuldades que os professores relataram para a aplicação dos jogos. O estudo de Araújo *et al.* (2018) confirma esse fato através de questionário respondido por alunos de uma escola pública na cidade de Floriano-PI, sobre as abordagens metodológicas de ensino de Genética utilizadas. Os discentes afirmam que quase metade dos professores (48%) ainda insistem em utilizar métodos tradicionais como quadro branco, pincel, apagador, exercícios e provas. A maioria dos professores pesquisados neste trabalho utilizaram ou utilizam jogos em suas práticas de aula em variados temas da Biologia. Porém, tratando-se do tema Genética, a maior parte deles também relatou que enfrenta dificuldades em desenvolver o assunto com os alunos. Essa dificuldade para desenvolver o assunto também se relaciona com a formação do professor. Krasilchik (2005) apontou esse problema sobre a inadequada formação dos docentes de Ciências e Biologia nas áreas de Genética e Biologia molecular, permitindo que haja uma distância entre a educação escolar e a assimilação de conceitos veiculados pela mídia.

Os alunos foram questionados em relação aos sentimentos durante o processo de uso dos jogos, e dos sentimentos categorizados como negativos, a ansiedade e a vergonha foram os únicos evidenciados. Possivelmente esses sentimentos estejam relacionados a falta de hábito de uso desse recurso nas aulas de Biologia, sentimentos esses que comumente acometem as pessoas diante de algo que é novo (BURATO *et al.*, 2009). Fonseca (2016) em seu trabalho sobre a importância das emoções na aprendizagem afirma que as mesmas atuam no sentido de preparar os indivíduos para uma determinada situação. Um outro contexto em relação a geração de emoções nos alunos é o aspecto avaliativo. Da Apresentação e Teixeira (2014) em seu estudo abordando a utilização de jogos para o ensino de matemática diz que na

situação de jogo, o educando não se percebe avaliado – como ocorre em um teste ou em uma prova – permitindo-se acessível ao educador e, muitas vezes, possibilitando a verbalização e a possível superação dos obstáculos epistemológicos com que ele se depara no processo de aprendizagem.

Sobre a melhora da compreensão dos conteúdos de Genética através dos jogos, a maioria dos alunos foram favoráveis a sua utilização, não havendo nenhum aluno contra. Dos alunos que ficaram na dúvida, respondendo talvez, não justificaram. Do mesmo modo ocorreu um resultado muito parecido, quando questionados se os jogos poderiam melhorar o aprendizado de forma geral, pois os alunos que responderam talvez também não justificaram. Essa falta de justificativa dificulta uma análise mais assertiva a respeito dos questionamentos mencionados e das ideias que possam gerar dúvidas sobre a funcionalidade do jogo em termos de construção do conhecimento pelos alunos no grupo em questão. Entretanto, a maioria dos participantes afirmaram que os jogos promoveram troca de conhecimento, indo a concepção de acordo com o que é descrito na literatura (DOMINGOS e RECENA, 2010; NASCIMENTO *et al.* 2015; SILVA *et al.* 2017 e LOVATO *et al.* 2018).

Para avaliar a exequibilidade dos jogos no que se refere ao aprendizado, confrontando assim as respostas dos alunos no questionário, foi apresentada uma série de termos e conceitos ligados a Genética e solicitado que marcassem aqueles que os mesmos possuíssem familiarização. Em seguida foi solicitado que elaborassem frases associando pelo menos três dos termos. Menos da metade dos alunos participantes (18) realizaram essa etapa do questionário. Dos que realizaram, a maioria conseguiu construir frases corretas associando os termos. O restante dos participantes, ou conseguiu atingir a ideia, mas com relações equivocadas nas frases, ou não atingiram o objetivo. Essa atividade foi muito importante pois através dela foi possível detectar os erros conceituais dos alunos sobre genética e perceber a necessidade de interferências que ajudem a sanar esse problema. É importante ressaltar que o grupo trabalhado passou o ano letivo referente ao segundo ano do ensino médio sem professor de Biologia, realizando as atividades por meio de apostilas autorreguladas, o que talvez possa justificar essa dificuldade e/ou mesma desinteresse e falta de comprometimento.

Em relação ao desenvolvimento dos jogos, os mesmos foram pensados se baseando em jogos já amplamente conhecidos, pois desenvolver jogos a partir de um modelo prévio facilita o processo de criação. A mesma estratégia para o desenvolvimento de jogos didáticos foi evidenciada no trabalho de Legey (2012), com alunos do curso de licenciatura em Biologia e também por Domingos e Recena (2010) que desenvolveram jogos para o ensino de Química.

O primeiro jogo desenvolvido foi o Dominética. O intuito do mesmo é fazer com que os alunos se apropriem dos conhecimentos sobre o pareamento entre as bases nucleotídicas, os processos de transcrição e tradução de proteínas e a organização espacial das proteínas. A primeira etapa do jogo consiste em os jogadores associarem as bases que fazem ligação (A-T e G-C). Seguindo o mesmo princípio de jogabilidade do dominó, se formará uma sequência retilínea sobre a mesa, o que pode dar a impressão de que a síntese de uma fita de DNA analogamente ocorre dessa forma. Nesse momento a mediação do professor se faz necessária para que esse erro não se fixe na mente do educando. É importante deixar claro que o que está sendo trabalhado é somente o pareamento entre as bases. Um outro ponto importante do jogo, é sobre as peças TAC, SNP e enzima de restrição. Sobre a peça TAC, posteriormente a aplicação do jogo com os grupos, foi percebido que a mesma enquanto peça de partida poderia sugerir que a síntese de uma molécula de DNA só acontece mediante a essa combinação. Na verdade, esse códon indica o início de leitura para o RNAm. Assim, para resolver esse problema, é preferível que a mesma seja utilizada somente na segunda etapa do jogo. Quanto à peça SNP, relatada como uma mutação, é necessário explicar aos alunos sobre as corretas definições. Alguns cientistas consideram a troca de poucos nucleotídeos, assim como pequenas inserções ou deleções como SNPs. Nessas situações, o termo polimorfismo de nucleotídeo simples é mais apropriado. Estas variações devem ocorrer em no mínimo 1% de uma determinada população para ser considerada como um SNP. Se, por outro lado, a frequência de uma variação for inferior a 1%, a mesma será considerada simplesmente uma mutação (KWORK e CHEN, 2003; SANTORO, 2010 e LEACHÉ e OAKS, 2017). Mesmo que o assunto SNP não seja preconizado nos documentos escolares referentes ao ensino de Biologia, é questionável o fato de não se ir além quando há a oportunidade e o avanço dos alunos dentro do tema. Já em relação a peça enzima de restrição, também é preciso esclarecer que se trata de uma endonuclease produzida por bactérias abordando o seu uso na engenharia genética, dessa forma a ênfase no jogo é o seu conceito, simulando um corte na sequência e a sua descontinuação. Na segunda etapa do jogo, que visa desenvolver o entendimento sobre a transcrição, o professor também deverá esclarecer que a sequência do jogo selecionada em questão fosse uma fita de DNA molde em um dado trecho da molécula aberta para que o processo de transcrição ocorra.

O jogo Pega-alelos, assim como o Dominética, também foi idealizado para ser jogado em etapas. O intuito do jogo é desenvolver a aprendizagem sobre cariótipo humano e conceitos relacionados a hereditariedade. Na primeira etapa, simulando o quantitativo numérico dos cromossomos humanos, o jogo segue o mesmo princípio do clássico Pega-

varetas. As varetas possuem o mesmo tamanho e também não possuem a marcação do posicionamento do centrômero, o que não está em acordo com a realidade, podendo induzir o aluno a um erro conceitual. No entanto, através de uma legenda de cores, as pontas são marcadas para diferenciá-los por seus grupos (A-G e o par sexual). Mais uma vez o papel mediador do professor deverá entrar em ação abordando de forma correta essa limitação do jogo. Na segunda etapa, os jogadores devem encontrar os pares com as respectivas variações fenotípicas e associá-los aos genes representados pelas miçangas nas varetas simbolizando os cromossomos homólogos. Um problema encontrado nessa etapa é devido ao fato de que a maioria das características humanas são de origem poligênica. McDonald (2011) condena em seu trabalho intitulado “Mitos da genética humana” o uso de características humanas associando-as a uma forma de herança monogênica nas escolas, alertando que os livros didáticos continuam realizando essa abordagem de ensino de forma equivocada. O mesmo ainda sugere o uso de outras características que sabidamente são de herança monogênica, dando como exemplo a pelagem e coloração dos gatos. Ao contrário do estudo anterior, Trivelato (1988) e Baiotto, Sepel e Loreto. (2016) demonstraram através de seus dados que exemplos relacionados a seres humanos motivam mais os alunos no ensino de Genética, pois os discentes acabam se envolvendo em discussões, provavelmente interessados pelo conhecimento de suas próprias características. Uma possível solução para resolver essa questão é o professor, em um outro momento da aula, apresentar os padrões de herança poligênicos, construindo assim o conhecimento por etapas.

O jogo foi aplicado considerando a forma de herança simples, no entanto, em preocupação com esse equívoco, é necessário que haja uma adaptação do jogo tornando a analogia mais fidedigna possível. Uma proposta seria através de uma tabela corresponder os pares variantes fenotípicos das cartas a não somente um par de miçangas, mas a um conjunto de miçangas, destacando assim a herança poligênica.

O jogo Batalha dos cromossomos é uma tentativa de trazer aos alunos o entendimento da organização cromossômica no núcleo celular durante a duplicação e divisão das células. De forma bem simplificada, o professor poderá instrumentalizar o poder imaginativo do educando por meio do jogo, conduzindo-os ao esclarecimento de conceitos como cromossomo duplicado e não duplicado, que é um erro bem comum nas aulas de Biologia. O jogo possui um objetivo bem simples que é formar o maior número de pares homólogos possíveis. Porém, diferente da primeira etapa do jogo Pega-alelos, neste jogo é possível vislumbrar as diferenças morfológicas e posicionamento do centrômero, o que também

subsídia a vinculação dos dois jogos dentro de uma sequência planejada. O jogo também oportuniza ao professor abordar doenças genéticas de origem cromossômica.

Implementando uma proposta de ensino por investigação, 8 dos 41 alunos se disponibilizaram para a ideia de desenvolver um jogo voltado para o ensino de genética. Esse desinteresse da maioria dos alunos é algo que precisa ser analisado de forma minuciosa e com muita cautela. Em reflexão, uma pergunta surge sobre esse fato: Ocorreu desinteresse dos alunos ou os mecanismos metodológicos para o ensino em sala de aula fazem com que eles permaneçam em uma zona de aprendizagem receptiva? É urgente que os professores tenham o entendimento de que o ensino tradicional não é mais suficiente para atender os anseios da nova geração. A aprendizagem não depende somente do aluno, mas de uma série de fatores associados que se inter-relacionam, tais como: relação professor-aluno, estratégias, metodologias, organização do currículo escolar, entre tantos outros. É necessária a compreensão de que a aprendizagem é um processo de construção contínua no dia a dia, tendo o professor a responsabilidade de ofertar condições adequadas para o seu pleno desenvolvimento, e somente assim a prática pedagógica irá interferir de forma crucial na vida do discente.

Com isso, as chamadas metodologias ativas vêm ganhando força e espaço na educação nos últimos anos. Sobre isso, Morán (2015) diz que existem dois caminhos para as escolas efetivarem essa mudança de concepção do ensino, uma mais suave, chamada de mudanças progressivas, que mantêm o modelo de currículo disciplinar, priorizando o envolvimento do aluno através de projetos interdisciplinares, ensino híbrido ou *blended* e a sala de aula invertida. A segunda opção, de forma mais radical, chamada de mudanças profundas, propondo um ensino mais inovador e disruptivo. Essa opção integra o realce de projetos e espaços escolares, desafios, problemas, jogos, abrindo um leque de possibilidades para que cada aluno aprenda no seu próprio ritmo, com a supervisão do professor. Esse contexto das metodologias ativas, traz luz ao entendimento da baixa adesão por parte dos alunos na proposta de criação de um jogo, indicando que há muito o que percorrer ainda na realidade das escolas brasileiras para a naturalização dessa nova forma de ensinar, que exigirá uma mudança de olhar dos educadores e políticas públicas que fomentem e normatizem essa ação de forma mais veemente.

O jogo Trinca, desenvolvido pelos alunos, propiciou aos mesmos que desenvolvessem a autonomia e o protagonismo, requisitos esses preconizados para a aplicação do ensino com viés investigativo (LEITE, RODRIGUES e JÚNIOR., 2015; ROLDI, SILVA e TRAZZI, 2018). Através dos encontros promovidos por eles para a tomada de decisões sobre o jogo,

como a formatação, o conteúdo a ser trabalhado, as fontes de pesquisa e a divisão das tarefas, foi percebido empenho e envolvimento emocional. Houve conflitos para a divisão das tarefas. Nesse momento, enquanto professor, foi necessária uma intervenção, orientando-os a dividir as tarefas de acordo com as habilidades que cada um possuía, até que por fim chegaram a um acordo. Esses fatos condizem com as etapas metodológicas da estratégia investigativa.

Todos os jogos foram aplicados, sendo apresentados para os alunos a partir de uma sequência didática. Na avaliação dos questionários respondidos pelos alunos, houve um equilíbrio em relação a afinidade com o jogo, e fugindo daquilo do que era esperado, o jogo desenvolvido pelos alunos foi o menos indicado, o que mais uma vez retoma o questionamento da aprendizagem receptiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que há um consenso entre alunos e professores de que os jogos contribuem para o ensino-aprendizagem de genética. Os quatro jogos desenvolvidos para o ensino de genética possuem potencial em relação ao seu objetivo de facilitar a apreensão de diferentes aspectos desse universo da Biologia, mesmo que com algumas limitações. Assim os jogos irão servir como instrumentos auxiliares, tanto do professor quanto do aluno. Além disso, o uso dos jogos indicou uma redução da resistência dos alunos em relação a aprendizagem de genética.

Os jogos fornecem subsídios para que outros diferentes métodos não tradicionais de ensino sejam aplicados em sala de aula, ofertando possibilidades de aprendizagem que contemple a heterogeneidade nas turmas.

A familiarização com os termos e conceitos da genética pelos alunos, não significa o domínio sobre o conhecimento dos mesmos e a sua correta aplicação. Dessa forma, é crucial desenvolver um ensino contextualizado e significativo, estimulando o senso crítico no processo de formação do discente.

Há a necessidade de intervenções no que diz respeito a formação dos professores para o ensino de genética. A falta de domínio e recursos pode incentivar o desinteresse pelo tema por parte dos alunos. Muitos professores permanecem distantes das inovações para o ensino em sala de aula, perpetuando conceitos estagnados e errados dos livros didáticos. Ainda sim, a maioria é sensível sobre a urgência de mudanças na forma de se conduzir o ensino de genética.

Perante essa situação, trabalhos de atualização, oficinas e cursos de extensão podem ser uma alternativa de caminho a ser seguido. Isso faz com que perspectivas acerca de novas abordagens sejam fomentadas no âmbito da pesquisa sobre processos formativos. Ao mesmo tempo, o estudo conseguiu demonstrar que com materiais acessíveis e de baixo custo é possível desenvolver recursos, visto a realidade sócio-política de uma grande parte das escolas públicas, como é o caso dos jogos para melhorar a qualidade das aulas e incentivar a apropriação de metodologias ativas de ensino.

Em suma, espera-se, portanto, que os produtos desenvolvidos na presente pesquisa tragam contribuições para um amadurecimento das discussões sobre o ensino de genética, trazendo um novo olhar diante das metodologias adotadas pelos professores e a propagação de informações corretas na sociedade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. O. *Raízes da Genética no Brasil*. Pesquisa FAPESP, ed. 247, set. 2016. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/raizes-da-genetica-no-brasil/>>. Acesso em: 5 ago. 2020.
- ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. *As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira*. Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, v. 10, n. 1, 2017.
- ARAÚJO, M. C. P.; KOVALESKI, A. B. *A história da ciência e a bioética no ensino de genética*. Genética na Escola, v. 8, n.2, 2013.
- ARAÚJO, M. D. S. *et al. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de floriano-PI*. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.
- AYUSO, G. E.; BANET, E. *Alternativas a la enseñanza de la genética em educación secundaria*. Enseñanza de las ciencias. v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002.
- BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. *Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelhas*. Genética na Escola, v. 11, p. 286-293, 2016.
- BAIOTTO, C. R.; LORETO, E. L. S. *Ensinar padrões de herança mendelianos utilizando caracteres humanos—percepção dos professores*. Revista Contexto & Educação, v. 33, n. 105, p. 6-26, 2018.
- BENEDETTI, J.; DINIZ, R. e NISHIDA, S. *O jogo de representação (RPG) como ferramenta de ensino*. Em: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (org.), Anais, I Encontro Nacional de Ensino de Biologia e III Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES (p. 385-388). Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.
- BERNI, R. I. G. *Mediação: O Conceito Vygotskyano e suas Implicações na Prática Pedagógica*. Simpósio Nacional de Letras e Linguística e I Simpósio Internacional de Letras e Linguística XI, Uberlândia, 2006.
- BENSON, K. R. T. H. *Morgan's resistance to the chromosome theory*. Nature Reviews Genetics, London, v. 2, p. 469-474, 2001.
- BIZZO, N. *O Paradoxo social-eugênico e os professores: ontem e hoje*. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, J. R. (org.). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: UNISINOS, p. 165-189, 1998.
- BOHM, O. *Jogo, brinquedo e brincadeira na educação*. 2017. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/OttopauloB%C3%B6hm.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2019.

BORGES, R.M.R.; LIMA, V.M.R. *Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil*. Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 1, 2007.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, A. J. *Aprendizagem: processos psicológicos e o contexto social na escola*. Petrópolis: Vozes, 2004.

BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. *O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade*. Filosofia e História da Biologia, São Paulo, v. 4, p. 43-63, 2009. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-02-Gilberto-Brandao-Louise-Ferreira.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. *Biocnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 14, n. 1, p. 55–76, 2015.

BRASIL, Ministério da educação, Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro. *Currículo Mínimo*, 2012. Disponível em: http://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/docs_curriculares/RJ/Rio_de_Jneiro_Curriculo_Minimo_2012_Ciencias_e_Biologia_Livro.pdf. Acesso em: 08 dez. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF: MEC. Disponível em:< <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 28 nov. 2019.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional 9.394/96. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 27 set. 2019.

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

BRASIL, Ministério da Educação, 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. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 135 p., 2006.

BRASIL. Edital do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID 2011 . Disponível e m : <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/bolsas/Edital_001_PIBID_2011.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2018.

BROWN, T. A. *Genética um enfoque molecular* . Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1998.

BUENO, E. *Jogos e Brincadeiras na educação infantil: ensinando de forma lúdica*. Londrina – PR, 2010.

BURATO, K. R. S. *et al.* *Transtorno de ansiedade social e comportamentos de evitação e de segurança: uma revisão sistemática*. Estudos de psicologia (Natal), v. 14, n. 2, p. 167-174, 2009.

CACHAPUZ, A. *et al.* *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. *A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas*. Genética na Escola, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.

CAMPOS, L.M.L. BARTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. *A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem*. Cadernos dos Núcleos de Ensino, São Paulo, Brasil. p. 47-60, 2003. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.

CAPES, 2008. Disponível em: < <https://capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid> >. Acesso em: 15 set. 2018.

CASAGRANDE, G. L. *A genética humana no livro didático de biologia*. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CASTILHO, M.A.; TONUS, L. H. *O lúdico e sua importância na formação de jovens e adultos*. Synergismus Scyentyfica. Revista da UTFPR. v. 3. n. 23. Pato Branco: UTFPR, 2008.

CHEN, M. M, SCOTT, S. M.; STEVENS, J. D. *Technology as a tool in teaching quantitative biology at the secondary and under graduate levels: a review*. Letters in Biomathematics. v. 5, n. 1, p. 30-48, 2017.

CICILLINI, G. A. *Ensino de biologia: o livro didático e a prática pedagógica dos professores no ensino médio*. Ensino em Re-vista, Uberlândia, v. 6, n. 1, p. 29-37, 1998. Disponível em:< <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/7834/4941> > . Acesso em: 17 jan. 2019

CID, M.; NETO, A. J. *Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da Genética*. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, p. 1-5, 2005. Número extra. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

CUNHA, N. *Brinquedo, desafio e descoberta*. Rio de Janeiro: FAE, 1988.

DA APRESENTAÇÃO, K. R. S.; TEIXEIRA, R. R. P. *Jogos em sala de aula e seus benefícios para a aprendizagem da matemática*. Revista Linhas, v. 15, n. 28, p. 302-323, 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DOMINGOS, D. C. A.; RECENA, M. C. P. *Jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de química: a construção do conhecimento*. Ciências & cognição, v. 15, n. 1, p. 272-281, 2010.

DOUGHERTY, M.J. *Closing the gap: Inverting the genetics curriculum to ensure an informed public*. The American Journal of Human Genetics, v. 85, n. 1, p. 6-12, 2009.

DURBANO, J. P. M. *et al. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa sobre temas emergentes em biotecnologia*. In: Congresso Brasileiro de Genética, 54., 2008, Salvador. Anais... Salvador: SBG, 2008.

FAVARETTO, J. A.; MERCADANTE, C. *Biologia: volume único*. São Paulo: Moderna, 2005.

FONSECA, V. *Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica*. Rev. psicopedag. São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016.

FREIRE, A. S; MORAES, M. O. *O lúdico na aprendizagem significativa como instrumento para a introdução dos conceitos da “Nova Biologia”*. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, Bauru. Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. p.1-7. Disponível em: <<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/casestudy2.html>>. Acesso em: 14 mai. 2019.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

GARCEZ, E. S. C. *O Lúdico em Ensino de Química: um estudo do estado da arte*. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, 2014.

GOLDBACH, T. *et al. Problemas e desafios para o ensino de genética e temas afins no ensino médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/listaresumos.htm>>. Acesso em: 02 out. 2018.

GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. *A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia*. In: EREBIO, v.1, Rio de Janeiro, 2001.

GRATISPNG. Disponível em: <https://www.gratispng.com/baixar/cari%C3%B3tipo.html>. Acesso em: 14 nov. 2018.

GRIFFITHS *et al.* *Genética Moderna*. São Paulo: Guanabara Koogan, 2001.

GRIFFITHS, A. *Why do students find genetics so difficult to learn?* XX International Congress of Genetics, Berlin, Germany. 2008. Disponível em: <http://www.sciencebridge.net/uploads/akt-verattachments/Griffiths_icg_08.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

HUIZINGA, J. *Homo ludens*. 4ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.

JANN, P. N.; LEITE, M. F. *Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia*. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010.

JÓFILI, Z. *Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola*. Educação: teorias e práticas, v. 2, n. 2, p. 191-208, 2002.

JUSTINA, L. A. D., ROSA, V. L. *Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica*. In: Coletânea do VII Encontro "Perspectivas do ensino de Biologia" São Paulo: FEUSP, p.794-795, 2000.

KISHIMOTO, T. M. *O Brincar e suas teorias*. São Paulo: Cengage Learning, 1994.

KISHIMOTO, T. M. (org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 1996.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. *et al. Diferentes células de um mesmo indivíduo apresentam a mesma informação genética? A compreensão de estudantes do ensino médio e universitário*. Revista da SBEnBio, v. 3, p. 621-630, 2010.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. *et al. Entendendo a variação genética*. Genética na Escola, Ribeirão Preto, v. 6, n. 1, p. 56-66, 2011.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. ed. 4. Editora Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

KWOK, Pui-Yan; CHEN, X. *Detection of single nucleotide polymorphisms*. Current issues in molecular biology, v. 5, p. 43-60, 2003.

LEACHÉ, A. D.; OAKS, J. R. *The utility of single nucleotide polymorphism (SNP) data in phylogenetics*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 48, p. 69-84, 2017.

LEGEY, A. P. *et al. Desenvolvimento de Jogos Educativos Como Ferramenta Didática: um olhar voltado à formação de futuros docentes de ciências*. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 3, p. 49-82, 2012.

LEITE, J. C.; RODRIGUES, M. A.; JÚNIOR, C. A. O. M. *O Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada*, v.8, Ed. Sinect, 2015

LEITE, R. C. M. *A Produção Coletiva do Conhecimento Científico: um exemplo no ensino de Genética*. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. *What's a cell?: Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual*. Journal of Biological Education, Philadelphia, v. 34, n. 3, p. 129-132, 2000.

LOPES, S.; ROSSO, S. *Biologia: volume único*. São Paulo: Saraiva, 2005.

LOVATO, F. L. *et al.* *Na trilha dos genes: uma proposta de jogo didático para o ensino de Genética*. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 16, n. 2, p. 5-30, 2018.

MCDONALD, J. H. *Myths of human genetics*. Baltimore: Sparky House, 2011.

MACEDO, L. (org.). *Jogos, Psicologia e Educação*. Casa do Psicólogo, 2009.

MACEDO, L. de. PETTY, A. L. S; PASSOS, N. C. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. *Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de Genética*. Genética na Escola, v. 3, n. 2, p. 24-27, 2008.

Disponível em:

<<http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Morfologia/Laboratorios/LaboratoriodeGeneticaIntegrativa/11-2008GenEsclolaShowGenetica.pdf>> . Acesso em: 01 out. 2018.

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 (Bauru), v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009.

MIRRA, N. *From Connected Learning to Connected Teaching: Editor's Introduction*. Citejournal. v. 18, n. 2, p. 1-5, 2018.

MORÁN, J. *Mudando a educação com metodologias ativas*. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, M. A. *Linguagem e aprendizagem significativa*. In: Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. 2003

MOREIRA, M. A. *Teorias da Aprendizagem*. São Paulo: EDU, 2011.

MURCIA, J. A (org.). *Aprendizagem através do jogo*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MOURA, J. *et al.* *Biologia/Genética: O ensino de Biologia com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil- breve relato e reflexão*. Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

MOURA, M.O. *A séria busca no jogo: do lúdico na matemática*. Educação Matemática em Revista, v. 2, n. 3, p. 17-24, 2000.

MOURA, M. O. *Matemática na infância*, In: MIGUÉIS, M. R.; AZEVEDO, M. G. (org.). *Educação Matemática na infância: abordagens e desafios*. Vila Nova de Gaia: Gailivro, 2007.

MOURA, M. M. M.; FALCÃO, R. A. *O ensino de Genética e suas contribuições para compreensão da temática organismos transgênicos*. In: V Encontro de Pesquisa Educacional em Pernambuco – V ENPEPE, 2014

MOYLES, J. R. *O papel do brinquedo na educação infantil*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MURCIA, J. A. M. *et al.* *Aprendizagem através do jogo*. Artmed Editora, 2005.

NALLIN, C. G. F. *Memorial de Formação: o papel dos jogos e brincadeiras na Educação Infantil*. Campinas, SP, 2005.

NASCIMENTO, M. P. *et al.* *Jogos Lúdicos como ferramenta didática para o Ensino de Genética e Biologia Molecular*. RENEFARA, v. 7, n. 7, p. 250-271, 2015.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação*, São Paulo: Livraria Editora Pioneira, 1981.

NEWS MEDICAL LIFE SCIENCE. *Códons de começo e de parada*. Disponível em: <[https://www.news-medical.net/life-sciences/START-and-STOP-Codons-\(Portuguese\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/START-and-STOP-Codons-(Portuguese).aspx)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

NOVAK, J. D. *Uma teoria de educação: aprendizagem significativa subjacente à integração construtiva de pensamentos, sentimentos e ações levando ao empoderamento para compromisso e responsabilidade*. Aprendizagem Significativa em Revista, 2011 *apud* BAIOTTO; LORETO. *Ensinar padrões de herança mendelianos utilizando caracteres humanos – percepção dos professores* Revista Contexto & Educação, v. 33, n. 105, p. 6-26, 2018. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/451d/dbde046dc3e292040d40beaa5a95f03857a7.pdf>> . Acesso em: 12 ago. 2020.

OCA, I. C. M. *Que aportes ofrece la investigación reciente sobre aprendizaje para fundamentar nuevas estrategias didácticas?* Revista Educación, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.

OMIN – NCBI. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/omim>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

OSSAK, A. L. *Professor, aluno e livro didático em aulas de ciências: análise retórica dos argumentos didáticos*. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

PEREIRA, C. A. S. *et al.* “*Jogo da tradução*”: *uma ferramenta pedagógica no ensino de genética*. Revista Práxis, v. 10, n. 20, p. 9-22, 2018.

PROCHAZKA, L. S.; FRANZOLIN, F. *A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético*. Ciência & Educação, Bauru, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2018.

ROCHA, M. L. *et al.* *A utilização de jogos no ensino de Genética: uma forma de favorecer os processos de ensino e aprendizagem*. Revista Tecer, Belo Horizonte, v.9, n.17, 2016.

RODRIGUES, C.; MELLO, M. *A prática no ensino de genética e biologia molecular: desenvolvimento de recursos didáticos para o ensino médio*, 2005 *apud* MELO; CARMO. *Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas*. Ciência & Educação (Bauru), v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009.

- ROLDI, M. C.; SILVA, M. A. J.; TRAZZI, P. S. S. *Ação mediada e ensino por investigação: um estudo junto a alunos do ensino médio em um museu de ciências*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 967-991, 2018.
- SAFITRI, M. *et al.* *Integration of Various Technologies in Biology Learning*. Journal of Physics: Conf., Series 895, p. 1-4, 2017.
- SANTANNA, A.; NASCIMENTO, P. *A história do lúdico na educação*. Revista Eletrônica de Educação Matemática, [S.l.], v.6, n.2, p.19–36, 2011.
- SANTORO, A. *Identificação de Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) no gene Nove-cis-epoxicaroteníde dioxigenase (NCED) em Eucalyptus*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, 2010.
- SANTOS, M. P. (org). *O lúdico na formação do educador*. 7ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- SCHEID, N. M. J. FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. *A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA*. Ciência & Educação. v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.
- SCHNEIDER, E.M. *et al.* *Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior*. Investigações em Ensino de Ciências. v. 16, n. 2, p. 201-222, 2011.
- SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências*. Ciência & Educação, Bauru, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.
- SILVA, C.; FERREIRA, C.; CARVALHO, G. S. *Doenças genéticas e determinismo genético em manuais escolares: comparação entre Portugal e França*. In: Congresso Internacional de Saúde, Cultura e Sociedade, v. 6., p. 294-309, 2010. Disponível em:< <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/12657>> . Acesso em: 21 jan. 2019.
- SILVA, K. J. F. *et al.* *A utilização de jogos didáticos no ensino de Biologia: uma revisão de literatura*. Educere et Educare, v. 13, n. 27. 2017.
- SILVA, M.; ANTUNES, A. M. *Jogos como tecnologias educacionais para o ensino de genética: a aprendizagem por meio do lúdico*. Revista Eletrônica Ludus Scientiae, v. 1, n. 1, 2017.
- SOSSELA, G. S ; CROCETTI, S. *Jogos como facilitadores do ensino de Biologia. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. v. 1, n.1, 2013.
- TAROUCO, L. M.R. *et al.* *Jogos educacionais*. CINTED-UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. v. 2 , n. 1, mar., 2004.
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. *Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de Biologia no Brasil*. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

TEMP, D. S. *et al.* *Cromossomos, genes e DNA: utilização de modelo didático*. *Genética na Escola*. v. 6, n. 1, p. 9-11, 2011.

TEZANI, T. C. R. *O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos*. *Educação em Revista*, Marília, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.

TODA MATÉRIA. *Genes dominantes e recessivos*. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/genes-dominantes-e-recessivos/>. Acesso em: 11 jun. 2019.

TRIVELATO, S. L. F. *Ensino de genética: um novo ponto de vista*. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 1988.

VASCONCELLOS, C. S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Lebertad, 2002.

VENÂNCIO, S. Magg, 2019. *Afinal, como é que se joga mesmo ao uno?* Disponível em: <https://magg.sapo.pt/cultura/artigos/afinal-como-e-que-se-joga-mesmo-ao-uno#:~:text=O%20UNO%20foi%20criado%20em%201971%20por%20Merlin%20Robbins%2C%20um,fiar%20sem%20cartas%20na%20m%C3%A3o>. Acesso em: 12 mai. 2020.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2001.

ZUANON, A.C.A.; DINIZ, R. H. S.; NASCIMENTO, L. H. *Construção de Jogos didáticos para o ensino de biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente*. *Revista Brasileira de Educação, Ciência e Tecnologia – UFTPAR*, 2010

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Utilizando jogos clássicos como recurso docente no ensino de genética

Pesquisador: IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 18049419.9.0000.5282

Instituição Proponente: PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.677.080

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto de Dissertação de MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO.

Estudos demonstram que há uma grande dificuldade no processo de ensino-aprendizagem no conteúdo de genética, e isso tanto na elucidação dos conceitos pelo professor, quanto para a compreensão dos alunos. Sendo a genética um dos temas mais importantes no ensino de Biologia, este trabalho busca desenvolver novas estratégias didáticas com base em jogos clássicos adaptados para que o processo de assimilação seja facilitado e prazeroso para o aluno. O início da pesquisa ocorrerá com base em contextos das aulas de genéticas na disciplina de Biologia em turmas do 3º ano do ensino médio da rede pública estadual do Rio de Janeiro, no município de São Gonçalo. O professor ao longo de suas aulas com as temáticas propostas pelos jogos desenvolvidos irá aplicá-los de acordo com o seu planejamento. Durante essa etapa, decorrente ou ao final, os alunos serão conduzidos a responderem questionários sem identificação, de natureza mista, com questões objetivas e discursivas sobre cada jogo que os mesmos tiveram contato. O objetivo dos questionários avaliar e validar a

exequibilidade dos jogos desenvolvidos como instrumento didático a partir de sua aplicação em sala de aula. Será solicitado junto à escola autorização para realizar a pesquisa e aos alunos maiores de idade que preencham o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido). Para participação na pesquisa, os estudantes menores de idade deverão preencher o TALE (Termo de

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 3.677.080

Assentimento Livre e Esclarecido), após autorização dos seus respectivos responsáveis por meio do preenchimento do TCLE. Os estudantes que não desejarem ou não forem autorizados a contribuir com a pesquisa, irão apenas participar normalmente das atividades dialógicas e lúdicas desenvolvidas durante as aulas de Biologia, uma vez que a temática genética faz parte do conteúdo programático da disciplina. Todas as informações prestadas serão mantidas em sigilo. Este projeto de pesquisa terá como produto final o desenvolvimento de três jogos baseados em jogos clássicos adaptados, como recurso docente para o ensino genética no ensino médio, através de uma parceria entre os alunos, o professor e demais componentes da equipe pedagógica da unidade escolar. Todas as etapas do projeto serão registradas e os modelos de jogos didáticos produzidos serão disponibilizados em domínio público através da internet. Método: Para a construção do recurso didáticopedagógico serão utilizados quatro jogos categorizados como clássicos, sendo eles o pega-varetas, jogo da memória, dominó e o batalha naval. Os jogos propostos serão adaptados e servirão como base para o desenvolvimento de três jogos intitulados como: Pega-alelos, dominética e batalha dos cromossomos. Cenário de estudo e participantes: Após a estruturação do jogo, o mesmo será aplicado para os alunos do

3º ano do ensino médio em escola da rede estadual do Rio de Janeiro. O público de alunos eleitos para essa pesquisa é devido ao fato de que os documentos que regem os conteúdos ministrados pelos professores do Estado, que é o Parâmetro Curricular Nacional (PCN) e o Currículo Mínimo, contemplem o ensino de genética de forma mais efetiva nesse ano escolar. A aplicação prática do jogo em sala de aula e compreensão dos seus objetivos pelos alunos será avaliada por meio de uma folha a ser respondida, compreendendo questões sobre os resultados do jogos, a partir da qual será analisada a exequibilidade do jogo em relação aos seus objetivos, e compreensão dos conceitos e processos pelos alunos após o jogo. Análise de Dados: A análise de dados empregada neste estudo consistirá em uma metodologia, na qual a análise integrada dos dados qualitativos e quantitativos irá contribuir para uma melhor interpretação dos resultados. Será feita uma análise quantitativa, a partir da tabulação dos dados referentes às questões fechadas, além de uma análise qualitativa, a partir dos discursos dos estudantes e professores presentes nas questões abertas dos questionários.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver três jogos didáticos, baseados em jogos clássicos adaptados, como recurso docente para o ensino genética no ensino médio.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 3.677.080

Objetivo Secundário:

1. Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “pega alelos”, utilizando como base os jogos clássicos pega-varetas e o jogo da memória de forma integrada, que abordará conteúdos de genética como cromossomos, cariótipo, genes alelos, conceitos de dominância e recessividade, genótipo e fenótipo;
2. Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “dominética”, utilizando como base o jogo clássico dominó, que abordará conteúdos de genética como pareamento de bases nucleotídicas, códons, enzima de restrição, mutação, transcrição e tradução;
3. Desenvolver um jogo didático adaptado, denominado “batalha dos cromossomos”, utilizando como base o jogo clássico batalha naval, que abordará conteúdos de genética como cromossomos, cariótipo humano e replicação do DNA;
4. Validar a exequibilidade dos jogos desenvolvidos como instrumento didático a partir de sua aplicação em sala de aula e avaliação por meio de um questionário dirigido aos alunos do ensino médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como risco inerente a questionários, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identifica-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e sua orientadora. Ainda assim, caso o desconforto e/ou constrangimento ocorra, o participante possuirá a liberdade de não mais querer participar da pesquisa.

Benefícios:

Produzir jogos didáticos sobre o conteúdo de genética para auxiliar nas aulas de Biologia;
Baixo custo e reprodutibilidade dos jogos com materiais de fácil acesso;
Avaliar as possibilidades de uso dos jogos didáticos como recursos que possibilitam o protagonismo dos alunos na construção do conhecimento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa encontra-se estruturado de maneira satisfatória.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Orçamento: o pesquisador informa que trata-se de financiamento próprio e que os gastos serão com material de papelaria.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 3.677.080

- Folha de rosto: preenchida, assinada, datada e carimbada pelo coordenador adjunto do PROFBIO.
- TCLE – redigido aos participantes do estudo maiores de idade e aos responsáveis legais pelos estudantes menores, de acordo com os critérios éticos expressos na Resolução 510-2016.
- Termo de Assentimento – redigido em 2 folhas e em linguagem acessível ao entendimento dos participantes, de acordo com os critérios éticos expressos na Resolução 510-2016.
- Instrumento de Coleta de Dados – detalha os procedimentos que serão adotados para a Coleta de Dados.
- Carta de anuência da instituição – apresenta a Carta de Autorização devidamente, datada, assinada e carimbada.
- Cronograma – apresenta as etapas do estudo adequadas ao tempo de desenvolvimento da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não há implicações éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para novembro de 2020. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1387563.pdf	07/10/2019 16:40:59		Aceito
Outros	Solicitacoesatendidasdoparecer.pdf	07/10/2019 16:38:02	IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermosTCLEeTALE.pdf	07/10/2019 16:23:52	IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodemestradolgorr.pdf	07/10/2019 16:23:11	IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA	Aceito
Outros	Autorizacaoescola.pdf	16/08/2019 11:19:20	IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	16/08/2019 11:17:43	IGOR DOS SANTOS TEIXEIRA	Aceito

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 3.677.080

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 01 de Novembro de 2019

Assinado por:

**Patricia Fernandes Campos de Moraes
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

ANEXO B – Comprovante de submissão do artigo

24/09/2020 Gmail - RES: Submissão de manuscrito - SUBMISSÃO OFICIAL

 Igor dos Santos Teixeira <igor13teixeira@gmail.com>

RES: Submissão de manuscrito - SUBMISSÃO OFICIAL
1 mensagem

Genética na Escola <geneticaaescola@sbg.org.br> 4 de agosto de 2020 10:15
Para: Igor dos Santos Teixeira <igor13teixeira@gmail.com>

Ref.: GE-MS2020-041 Jogos clássicos adaptados como recurso docente para o ensino de genética no ensino médio

Igor dos Santos Teixeira, Anderson Vilasboa de Vasconcellos, Carolina Tavares, Karina Alessandra Morelli e Jaqueline Gusmão.

Prezado Igor,

Acusamos o recebimento do seu manuscrito **Jogos clássicos adaptados como recurso docente para o ensino de genética no ensino médio**, submetido para publicação na revista *Genética na Escola*. Sua submissão recebeu o número **GE-MS2020-041**.



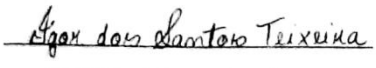
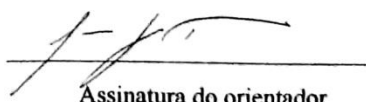
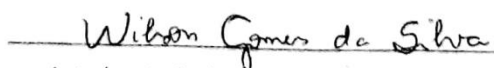
Toda correspondência referente a este manuscrito será enviada somente ao autor correspondente. Solicitamos identificar suas correspondências com esse número, quando entrar em contato conosco, enviando sua mensagem para o endereço de email: geneticaaescola@sbg.org.br

Agradecemos sua submissão à revista *Genética na Escola*.



Eliana Maria Beluzzo Dessen
Editora
Revista Genética na Escola
geneticaaescola@sbg.org.br

APÊNDICE A – Autorização da escola para a realização da pesquisa

	<p>Universidade do Estado do Rio de Janeiro Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia</p>	 <p>PROFBIO Mestrado Profissional em Ensino de Biologia</p>
<p>PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA VISANDO ELABORAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado</p>		
<p>Prezado Prof. Wilson Gomes da Silva</p> <p>Diretor do Colégio Estadual Ismael Branco</p> <p>Endereço: Rua Raul Lengruher, s/nº - Mutuá – São Gonçalo / RJ – CEP: 24460-410</p>		
<p>Venho por meio desta, solicitar autorização para realização de pesquisa a ser realizada na unidade escolar sob sua direção, sob a orientação da profa. Dra. Jaqueline Gusmão, pesquisadora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) visando a elaboração de dissertação de mestrado, um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia pela mesma universidade.</p>		
<p>O objetivo dessa dissertação é o desenvolvimento de três jogos educacionais adaptados a partir dos jogos clássicos pega-vareta, jogo da memória, dominó e batalha naval, intencionando a facilitação da aprendizagem dos conceitos associados ao conteúdo de genética ministrado por professores de Biologia no ensino médio. Declaramos que a participação na pesquisa é livre, e os participantes da pesquisa serão devidamente informados da natureza do trabalho, assim como garantimos o anonimato dos participantes.</p>		
<p>Em anexo segue a proposta da pesquisa.</p> <p>Atenciosamente,</p>		
<p> Assinatura do mestrando Igor dos Santos Teixeira</p>	<p> Assinatura do orientador Jaqueline Gusmão</p>	
<p> Autorização da direção da escola. (assinatura, data, carimbo)</p>		<p><i>Wilson Gomes da Silva</i> Diretor Designado: DOERJ de 10/01/2018, Pág. 15 - Anexo I Id. 43234771/Mat. 0938368-8</p>
<p>Rio de Janeiro, <u>29</u> de <u>julho</u> de 2019.</p>		

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos maiores de idade e professores



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente para o ensino de genética”, desenvolvida por Igor dos Santos Teixeira, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Jaqueline Gusmão, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver quatro jogos didáticos, baseados em jogos clássicos adaptados, como recurso docente para o ensino de genética no ensino médio.

Para esta pesquisa adotaremos a seguinte metodologia: análise das concepções dos estudantes sobre o conteúdo de genética; realização de atividades pedagógicas como aulas expositivas dialógicas e debates; assistir animações em vídeos representando eventos sobre estrutura, funcionamento e dinâmica da molécula de DNA; realização de pesquisa fomentando o caráter investigativo no aluno sobre temas associados a genética e as correlações com as características dos indivíduos, doenças e outros; aplicação dos jogos desenvolvidos “Pega-alelo”, “Dominética”, “Batalha dos cromossomos” e “Trinca”; desenvolver o protagonismo do aluno em relação ao seu aprendizado utilizando os jogos como uma estratégia. A sua participação é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a importância dos jogos na compreensão dos conteúdos abordados durante a aula, desenvolvimento dos jogos e suas aplicações.

Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será informado(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. A sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Como risco inerente a questionários na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e sua orientadora. Ainda assim, caso o desconforto e/ou constrangimento ocorra, o (a) participante possuirá a liberdade de não mais querer participar da pesquisa.

Rubrica do participante:

Rubrica do pesquisador:

Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Os benefícios (diretos) relacionados à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos jogos didáticos produzidos. Sua participação é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação contidos neste termo. Este termo será impresso em duas vias, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue a você. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é um órgão que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e acompanhar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não perversidade, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Igor dos Santos Teixeira (igor13teixeira@gmail.com) - Cel. (21) 99256-4953

Orientadora: Jaqueline Gusmão (gusmao.jaque@gmail.com)

Departamento de Genética – IBRAG - UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, Sala 201, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ – Brasil/ CEP 20550-900

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Cep: 20550-900

Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade nº _____, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e/ou meu responsável poderá modificar a decisão sobre a minha participação, se assim o desejar. Dessa forma, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os alunos menores de idade



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado a participar da pesquisa “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética”, desenvolvida por Igor dos Santos Teixeira, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Jaqueline Gusmão, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver quatro jogos didáticos, baseados em jogos clássicos adaptados, como recurso docente para o ensino genética no ensino médio.

Para esta pesquisa adotaremos a seguinte metodologia: análise das concepções dos estudantes sobre o conteúdo de genética; realização de atividades pedagógicas como aulas expositivas dialógicas e debates; assistir animações em vídeos representando eventos sobre a estrutura, funcionamento e dinâmica da molécula de DNA; realização de pesquisas fomentando o caráter investigativo no aluno sobre temas associados a genética e as correlações com as características dos indivíduos, doenças e outros; aplicação dos jogos desenvolvidos “Pega-alelo”, “Dominética” e “Batalha dos cromossomos”; desenvolver o protagonismo do aluno em relação ao seu aprendizado utilizando os jogos como uma estratégia. A participação dele(a) é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a importância dos jogos na compreensão do conteúdo abordado durante a aula.

Para participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele(a) será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O(A) Sr.(a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele(a) é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a). O pesquisador irá tratar a identidade dele(a) com padrões profissionais de sigilo. O(A) menor não será identificado em nenhuma publicação.

Como risco inerente a questionários na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e sua orientadora.

Rubrica do responsável:

Rubrica do pesquisador:

Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Os benefícios (diretos) relacionados à participação do(a) menor nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos jogos didáticos produzidos. A participação do(a) menor é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, o(a) Sr.(a), como responsável pelo menor, poderá solicitar do pesquisador informações sobre participação do(a) menor e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação contidos neste termo. Este termo será impresso em duas vias, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue a você. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é um órgão que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e acompanhar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não perversidade, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Igor dos Santos Teixeira (igor13teixeira@gmail.com) - Cel. (21) 99256-4953

Orientadora: Jaqueline Gusmão (gusmao.jaque@gmail.com)

Departamento de Genética – IBRAG - UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, Sala 201, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ – Brasil/ CEP 20550-900

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Cep: 20550-900

Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade nº _____, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e/ou meu responsável poderá modificar a decisão sobre a minha participação, se assim o desejar. Dessa forma, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para os alunos menores de idade



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente para o ensino de genética”, desenvolvida por Igor dos Santos Teixeira, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pela profa. Dra. Jaqueline Gusmão, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver três jogos didáticos, baseados em jogos clássicos adaptados, como recurso docente para o ensino de genética no ensino médio.

Para esta pesquisa adotaremos a seguinte metodologia: análise das concepções dos estudantes sobre o conteúdo de genética; realização de atividades pedagógicas como aulas expositivas dialógicas e debates; assistir animações em vídeos representando eventos sobre a estrutura, funcionamento e dinâmica da molécula de DNA; realização de pesquisa fomentando o caráter investigativo no aluno sobre temas associados a genética e as correlações com as características dos indivíduos, doenças e outros; aplicação dos jogos desenvolvidos “Pega-alelo”, “Dominética” e “Batalha dos cromossomos”; desenvolver o protagonismo do aluno em relação ao seu aprendizado utilizando os jogos como uma estratégia. A sua participação é muito importante e consistirá em responder um questionário contendo perguntas sobre a importância dos jogos na compreensão dos conteúdos abordados durante a aula, desenvolvimento dos jogos e suas aplicações.

Para participar desta pesquisa, caso você seja menor de idade, o seu responsável deverá autorizar e assinar o termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será informado(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. A sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Como risco inerente a questionários na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa.

Rubrica do responsável:	Rubrica do pesquisador:
-------------------------	-------------------------

Os dados obtidos a partir dos questionários serão analisados e armazenados, mas somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e sua orientadora. Ainda assim, caso o desconforto e/ou constrangimento ocorra, o (a) participante possuirá a liberdade de não mais querer participar da pesquisa.

Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Os benefícios (diretos) relacionados à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pelos jogos didáticos produzidos. Sua participação é muito importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, você e/ou seu responsável poderão solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de comunicação contidos neste Termo. Este Termo será impresso em duas vias, sendo uma de posse do pesquisador e outra a ser entregue a você. Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ. A Comissão de Ética é um órgão que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, além de contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Dessa forma, a Comissão tem o papel de avaliar e acompanhar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não perversidade, da confidencialidade e da privacidade.

CONTATO DO PESQUISADOR

Igor dos Santos Teixeira (igor13teixeira@gmail.com) - Cel. (21) 99256-4953

Orientadora: Jaqueline Gusmão (gusmao.jaque@gmail.com)

Departamento de Genética – IBRAG - UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, Sala 201, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ – Brasil/ CEP 20550-900

CONTATO DA COMISSÃO DE ÉTICA

Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ

Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Cep: 20550-900

Tel: (21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade nº _____ (se já tiver documento), fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e/ou meu responsável poderá modificar a decisão sobre a minha participação, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o Termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE E – Questionário de avaliação sobre o uso de jogos nas aulas – alunos



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Este questionário tem o objetivo de identificar se a utilização de jogos (Dominética, Pega-lelo, Batalha dos cromossomos e Trinca) como instrumento didático contribuiu para a compreensão do conteúdo de genética abordado durante as aulas.

O questionário é anônimo, ou seja, você não deve colocar o seu nome ou qualquer outra marcação que o identifique. Desde já, agradeço por sua ajuda!

1) Sexo: feminino () masculino () outras classificações de gênero ()

2) Qual a sua idade? _____

3) Você já havia participado de uma aula com jogos na disciplina de Biologia?

() sim () não

4) E em outras disciplinas, o professor já realizou alguma proposta de aula com jogo?

() sim () não

5) Como você se sentiu durante as atividades? (você pode marcar mais de uma opção se desejar)

() bem () desmotivado (a)

() desconfortável () tranquilo (a)

() envergonhado (a) () ansioso (a)

() motivado (a) () indiferente

() interessado (a) () entediado (a)

() empolgado (a) () outros

6) Você acredita que este tipo de atividade possa melhorar a compreensão dos conteúdos de genética?

- sim, muito
 sim, um pouco
 talvez
 não

7) Você já havia ouvido falar fora do ambiente escolar de algum desses termos abaixo (você pode marcar mais de uma opção)

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> DNA | <input type="checkbox"/> Cariótipo | <input type="checkbox"/> Loco / <i>Locus</i> |
| <input type="checkbox"/> RNA | <input type="checkbox"/> Cromossomo | <input type="checkbox"/> Códon |
| <input type="checkbox"/> Genótipo | <input type="checkbox"/> Genoma | <input type="checkbox"/> Tradução |
| <input type="checkbox"/> Fenótipo | <input type="checkbox"/> Homozigoto | <input type="checkbox"/> Transcrição |
| <input type="checkbox"/> Alelo | <input type="checkbox"/> Heterozigoto | <input type="checkbox"/> Replicação |
| <input type="checkbox"/> Dominante | <input type="checkbox"/> Aminoácido | <input type="checkbox"/> Mutação |
| <input type="checkbox"/> Recessivo | <input type="checkbox"/> Proteína | |

8) Você conseguiria elaborar uma frase associando pelo menos três dos termos acima?

- sim não

Se marcou sim, escreva a frase nas linhas abaixo:

9) Você acha que o jogo o estimula a estudar e/ou pesquisar sobre temas associados ao conteúdo de genética?

- sim não

Se vc marcou sim, dê pelo menos um exemplo.

10) Os jogos te possibilitaram a associar eventos ou situações do seu cotidiano com a importância do ensino da genética na escola? Justifique a sua resposta.

- sim não

11) Você acha que durante o jogo houve alguma troca de conhecimento sobre o assunto com os colegas?

sim não

12) Você considera que o jogo didático te possibilita a aprender independente da presença do professor como mediador? Justifique a sua resposta

sim

não

talvez

13) Você acha que a utilização de jogos pode melhorar o seu aprendizado?

sim, muito

sim, um pouco

talvez

não

14) Você melhoraria algum dos jogos apresentados de alguma forma?

sim não

Se você respondeu sim, justifique.

Observações: _____

APÊNDICE F – Questionário de avaliação sobre o uso de jogos nas aulas – professores



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Este questionário tem o objetivo de identificar se a utilização de jogos como instrumento didático contribui para a compreensão do conteúdo de genética abordado durante as aulas.

O questionário é anônimo, ou seja, você não deve colocar o seu nome ou qualquer outra marcação que o identifique. Desde já, agradeço por sua ajuda!

1) Sexo: feminino () masculino () outras classificações de gênero ()

2) Qual a sua idade? _____

3) Qual a sua formação?

() Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado () Pós-doutorado

Observação: _____

4) Há quanto tempo você atua como professor? _____

() Rede Pública () Rede Privada

5) Você já usou jogos como estratégia de ensino na Biologia?

() sim () não

Se sim, em qual conteúdo?

6) Você acha que os jogos podem contribuir para o ensino/aprendizagem dos alunos?

sim não

7) Na sua opinião, quais as possíveis dificuldades implicariam na aplicação de jogos didáticos na sala de aula?

8) Você possui dificuldade em desenvolver o conteúdo de genética com os alunos?

sim não

Se sim, justifique a sua resposta.

9) Você acha que os alunos têm dificuldade em compreender os conceitos relacionados ao ensino de genética?

sim não

Se sim, justifique a sua resposta

10) Você acha que a proposta dos jogos apresentados (pega-alelo, dominética, batalha dos cromossomos e trinca) pode contribuir para o ensino-aprendizagem do conteúdo de genética?

sim não

Justifique a sua resposta independente da marcação que fizer.

11) Você utilizaria a proposta dos jogos apresentados como recurso de ensino-aprendizagem (Pega-alelo, Dominética, Batalha dos cromossomos e Trinca) em suas aulas?

sim não

Se não, justifique a sua resposta.

12) Você modificaria alguma coisa nos jogos propostos?

sim não


Se sim, apresente a sua opinião.

13) Você acha que cursos de aperfeiçoamento em genética voltados para professores do ensino médio contribuiriam para melhorar a qualidade do ensino na sala de aula?

sim não

Observações gerais:

APÊNDICE G – Roteiro de uso do jogo Pega-alelos para professores



Roteiro de uso do jogo Pega-alelos para professores

Igor dos Santos Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Gusmão

Rio de Janeiro

2020



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
Objetivos	3
Competências e habilidades	4
Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem.....	5
Roteiro para uso do jogo Pega-alelos	7
Como jogar o Pega-alelos?.....	7
Como confeccionar o jogo Pega-alelos?.....	11
Dica de sequência didática para o uso do jogo Pega-alelos.....	12
REFERÊNCIAS	14

INTRODUÇÃO

Este roteiro para o uso do jogo clássico adaptado Pega-alelos em sala de aula pelos professores de Biologia no Ensino Médio é um dos produtos gerados a partir do Trabalho de Conclusão de Mestrado intitulado “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética” desenvolvido durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), realizado no pólo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), entre os anos de 2018 e 2020 e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Os materiais didáticos são recursos essenciais para os processos de ensino e aprendizagem, e os jogos didáticos têm sido apontados pela literatura como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento no aluno.

É fato que a maioria das escolas públicas não dispõem de laboratórios para que o professor efetive aulas práticas, em especial dos conteúdos de Genética, que são considerados de difícil aprendizagem pelos alunos (SOARES e BAIOTTO, 2015 e INTERAMINENSE, 2019). Isso faz com que o professor repense sobre diferentes formas e estratégias para possibilitar aos alunos essa vivência. A experimentação no ensino é algo necessário para que os alunos se apropriem dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas significando o aprendizado, porém, as atividades práticas são pouco utilizadas pelos professores por diferentes motivos, tais como: falta de tempo, falta de espaço físico, falta de materiais, excesso do número de alunos nas turmas e outros. Além disso, o fato dos professores utilizarem apenas aulas expositivas baseadas nos livros e apostilas, que trazem exemplos distantes do cotidiano, potencializam o problema.

É importante ressaltar que a experimentação por si só não é garantia de um excelente aprendizado (BIZZO, 1998). Sobre isso, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, dizem que o simples fazer não significa necessariamente construir conhecimento e aprender Ciência (BRASIL, 1998). Porém, sendo a Biologia uma área científica de âmbito



prático, onde a consolidação dos conhecimentos ocorre de forma metodológica e experimental e, portanto, as mesmas são pertinentes e devem ser aplicadas num ensino que tenha como objetivo mais do que a transmissão e a memorização de conceitos.

As atividades diferenciadas, como as aulas práticas, promovem a motivação e a participação dos discentes, que assim passam a considerar mais fácil a compreensão dos conteúdos associados (CARVALHO et al., 2010; ARAÚJO et al. 2012 e PAULA et al, 2013). Com isso, a ideia em se utilizar jogos como uma possibilidade de adequação as aulas clássicas de laboratório à sala de aula torna-se um caminho.

Objetivos:

O principal intuito deste roteiro é oferecer possibilidades de uso do jogo Pega-alelos em sala de aula, orientando os professores sobre os pontos importantes a serem elucidados com os alunos no contexto da temática Genética, fomentando assim a discussão, reflexão e o pensamento crítico.

Para o uso dos jogos em sala de aula, é recomendável que o professor tenha o conhecimento dos seguintes conteúdos:

- ✓ Noções básicas de bioquímica
- ✓ Membrana celular e citoplasma
- ✓ Núcleo e divisão celular
- ✓ Características gerais dos cromossomos
- ✓ Citogenética humana
- ✓ Ciclo celular e mitose
- ✓ Meiose
- ✓ Fundamentos da genética
- ✓ Reprodução humana
- ✓ Conceitos básicos de genética
- ✓ Segregação independente, ligação gênica e herança relacionada ao sexo
- ✓ Biotecnologia

Competências e habilidades:

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o desenvolvimentos das seguintes competências e habilidades são aplicáveis ao uso dos jogos propostos (tabela 1).

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
<p>Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>

Tabela 1 - Competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)



Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

H14 – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.



H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.



ATENÇÃO: O professor (a) deverá esclarecer aos alunos sobre as limitações dos jogos, deixando claro que os mesmos são um recurso pedagógico com a intenção de facilitar a apreensão de eventos que ocorrem em nível microscópico e que exigem um elevado grau de abstração como é o caso da Genética.

ROTEIRO PARA O USO DO JOGO PEGA-ALELOS

O jogo Pega-alelos foi baseado em dois jogos clássicos, o pega-varetas e o jogo da memória. Tanto o pega-varetas quanto o jogo da memória são jogos bastante difundidos em todo o mundo, não havendo uma definição concreta de suas origens. O Pega-alelos é um jogo idealizado para ocorrer em duas etapas, integrando os dois jogos clássicos. O objetivo do jogo é desenvolver com os alunos os conceitos de cromossomos homólogos, loco gênico, ligação gênica, deleção gênica, cariótipo humano, fenótipo, genótipo e alelo.

COMO JOGAR O PEGA-ALELOS?

Componentes do jogo: 46 varetas, 48 cartas com variações fenotípicas mais um par de carta X, 2 suportes de plástico para as varetas e 80 miçangas.

PRIMEIRA ETAPA DO JOGO:

- 1-Primeiro o professor(a) deverá separar a turma em duplas ou em grupos competidores;
- 2-Nessa primeira etapa, após retirada a sorte do jogador ou grupoque iniciará a rodada, as varetas (representando os cromossomos humanos) deverão ser lançadas sobre a mesa, onde o jogador da vez deverá retirar uma de cada vez com o objetivo de formar o maior número de pares homólogos possíveis, diferenciados através de cores e seus grupos por aspecto morfológico;
- 3-Caso o jogador ou grupo da vez movimente alguma vareta em torno da que ele está retirando, deverá passar a sua vez para o oponente. Vence o jogador que formar o maior número de pares de varetas homólogas.



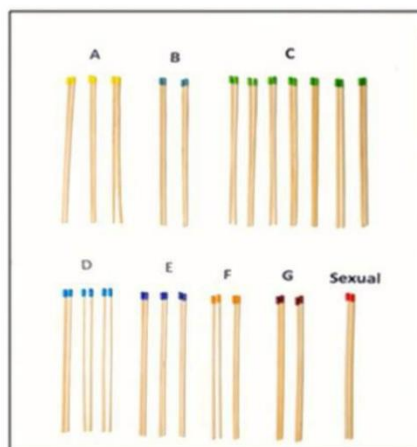


Figura 1- Representação do cariótipo humano através das varetas.



Nota ao professor(a): As varetas do jogo são representações do conjunto de cromossomos humanos, totalizando assim 46 varetas, que correspondem ao número de cromossomos de uma célula somática ($n=46$). Todas as varetas possuem o mesmo tamanho, o que de fato não está de acordo com a realidade, uma vez que os cromossomos possuem tamanhos e aspectos morfológicos diferentes. A intenção nessa etapa é trabalhar a perspectiva numérica dos cromossomos com os alunos. As varetas são marcadas com cores em suas pontas justamente para separá-las por grupos (A até G e o par sexual) que consistem nas diferenças comentadas. Assim, uma estratégia para resolver esse problema seria o professor(a) apresentar aos alunos uma imagem de fotomicrografia dos cromossomos humanos e solicitar que os mesmos façam recortes associando as varetas correspondentes, criando assim uma legenda associativa. É importante frisar que a formação dos pares homólogos ocorrerá somente pelas cores iguais. Por exemplo, se o grupo A corresponde a 6 varetas marcadas na cor amarela, então haverá três pares de cromossomos homólogos formados. Da mesma forma ocorrerá com as outras varetas marcadas. O par sexual terá somente duas varetas, ou seja, um único par que na analogia representa o par XX ou XY.

SEGUNDA ETAPA DO JOGO:

1-O jogador ou grupo vencedor da primeira etapa inicia a segunda etapa. Essa etapa consiste em os jogadores ou grupos encontrarem doze fenótipos e seus pares variantes correspondentes nas cartas previamente viradas e embaralhadas e alocar as miçangas correspondentes aos genes desses pares (alelos) nas varetas representando cromossomos homólogos. A separação dos alelos em dominantes e recessivos se dará através da tonalidade das miçangas, onde as tonalidades escuras (exemplo: verde escuro e vermelho) representam alelos dominantes e as tonalidades claras (exemplo: verde claro e rosa) os alelos recessivos;

3-Vence a partida o jogador que conseguir formar o maior número de pares fenotípicos.

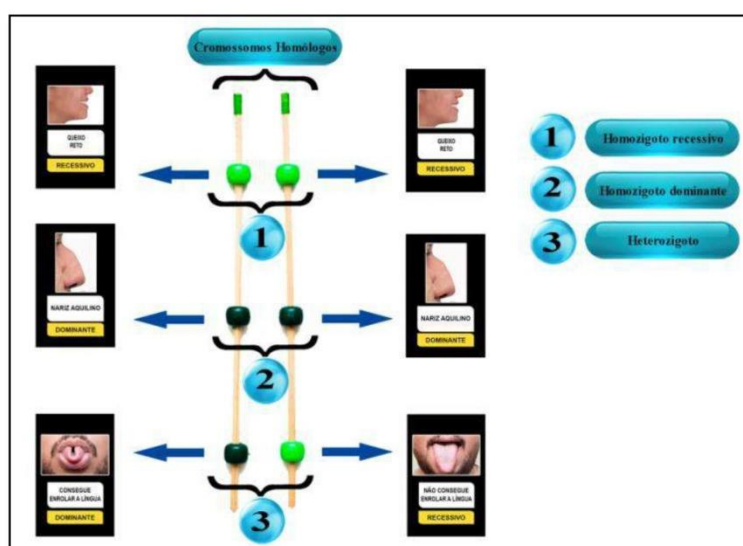


Figura 2- Associação das variações fenotípicas (cartas) com os genes (miçangas) posicionados nos cromossomos homólogos (varetas).

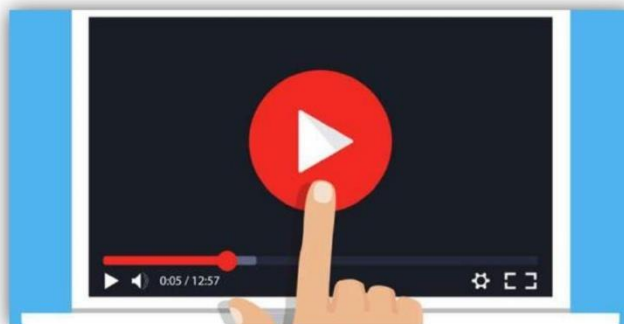


Nota ao professor(a): Na segunda etapa do jogo foi escolhida as características humanas para trabalhar o desenvolvimento de conceitos relacionados a herança genética como alelos, dominância, recessividade, loco gênico, genótipo e fenótipo. Apesar de muitos autores não recomendarem o uso de características humanas para o ensino de herança, pois a maioria delas trata-se de um padrão de herança poligênica, a mesma tem se demonstrado de acordo com alguns trabalhos mais atrativa para os alunos. Com isso, é necessário que o professor aborde esse problema com os alunos deixando esse fato bem esclarecido. Uma alternativa para resolver essa questão seria o professor abordar em um novo momento o padrão de herança mendeliano utilizando as características das ervilhas dos estudos de Gregor Mendel, uma vez que todas elas de fato são monogênicas. Uma outra questão dessa etapa do jogo é que o mesmo abre precedentes para o professor(a) iniciar uma discussão sobre ligação gênica ou linkage, detalhando a proximidade e distanciamento na probabilidade de separação desses genes durante a meiose, trazendo também para a aula o aprendizado sobre crossing-over e posição cis e trans dos genes nos cromossomos. Além disso, o posicionamento das miçangas representativas dos genes nos cromossomos homólogos (varetas), permite que o professor(a) aborde sobre loco gênico, ou seja, a localização dos genes nos cromossomos.



ATENÇÃO: O par de cartas X no jogo permite ao professor(a) desenvolver com os alunos o conceito de deleção, que são alterações cromossômicas em que parte do cromossomo é perdida e, em consequência disso, ocorre perda de material genético. **Essas alterações estruturais causam modificações na morfologia dos cromossomos** e podem ser prejudiciais ao indivíduo, influenciando a formação do fenótipo. Normalmente, as alterações cromossômicas estruturais acontecem por erros no processo de meiose ou por alguns agentes que causam danos ao material genético, como é o caso da radiação.

 *Clique abaixo para assistir o vídeo explicativo do jogo*



COMO CONFECCIONAR O JOGO PEGA-ALELOS?

Para o professor(a) confeccionar o jogo Pega-alelos, será necessário o seguinte material:

- 46 palitos de madeira de 20 cm
- Fita adesiva branca
- Caneta hidrocor colorida
- Miçangas coloridas grandes (2 cores em 4 tonalidades – Exemplo: verde escuro e verde claro; azul escuro e azul claro)
- Folha de papel officio, cartão ou adesiva
- Tesoura
- Impressora de tinta colorida

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes disponíveis no link abaixo e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte. Separar os 46 palitos de madeira e marcar as pontas com as respectivas cores dos adesivos pintados com caneta hidrocor com o número do grupo de cromossomos. A determinação das cores é livre, desde que haja uma legenda.



 *Clique na impressora abaixo para imprimir os moldes*



DICA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO JOGO PEGA-ALELOS:

Tema: Hereditariedade

Tempo sugerido: 6 tempos de aula de 50 minutos

Objetivos: Reconhecer os genes como as estruturas responsáveis pelas características hereditárias; diferenciar fenótipo e genótipo; compreender as relações de dominância e recessividade entre genes alelos.

Material necessário: Celular, internet, folha de ofício, caneta, computador, data show e jogo Pega-alelos.

Desenvolvimento:

Aula 1 – Solicitar que os alunos busquem fotografias de parentes nas redes sociais através dos seus celulares e analisem comparativamente as semelhanças e diferenças, sem fazer juízo de valor. Abra espaço para que os estudantes comentem sobre os dados levantados previamente com suas famílias e compartilhem as suas ideias prévias sobre hereditariedade com base

na interpretação desses dados, comparando-os também com os dados compartilhados pelos seus colegas.

Aula 2 – Aula expositiva através de *slides* no programa de computador *Power point* sobre os conceitos associados a hereditariedade como gene, cromossomos, alelos e outros.

Aula 3 – Fazer com que a turma se organize em grupos de 3 a 4 alunos e que eles realizem um censo na comunidade escolar para que seja feito um levantamento sobre o conhecimento das pessoas sobre DNA e hereditariedade com as seguintes perguntas:

1. Você sabe o que é DNA?
2. Onde o DNA fica localizado no corpo humano?
3. Por que os indivíduos aparentados possuem mais características em comuns do que os não aparentados?

Aula 4 – Solicitar que os alunos organizem e avaliem as respostas dos entrevistados, levantando hipóteses sobre as mesmas.

Aulas 5 e 6 – Aplicação do jogo Pega-alelos.



Avaliação: Por meio de observação da participação dos alunos nas atividades propostas. O envolvimento e interação nas etapas, a troca de ideias, a motivação e o trabalho em equipe devem ser levados em consideração ao longo de todo processo ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, J. N.; Gil, A. X.; Khalil, J.B. Tendências investigativas no ensino de botânica. Anais do 2º. Simpósio em educação em ciências na Amazônia - SECAM, Manaus, 2012.

BIZZO, N. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 1998.

BRASIL. Matriz de referência ENEM - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAETANO, A. R. Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. SPE, p. 64-71, 2009.

CARVALHO, U.L.R. et al.. A importância das aulas práticas no ensino médio. X Jornada de ensino, pesquisa e extensão. UFRPE, 2010.

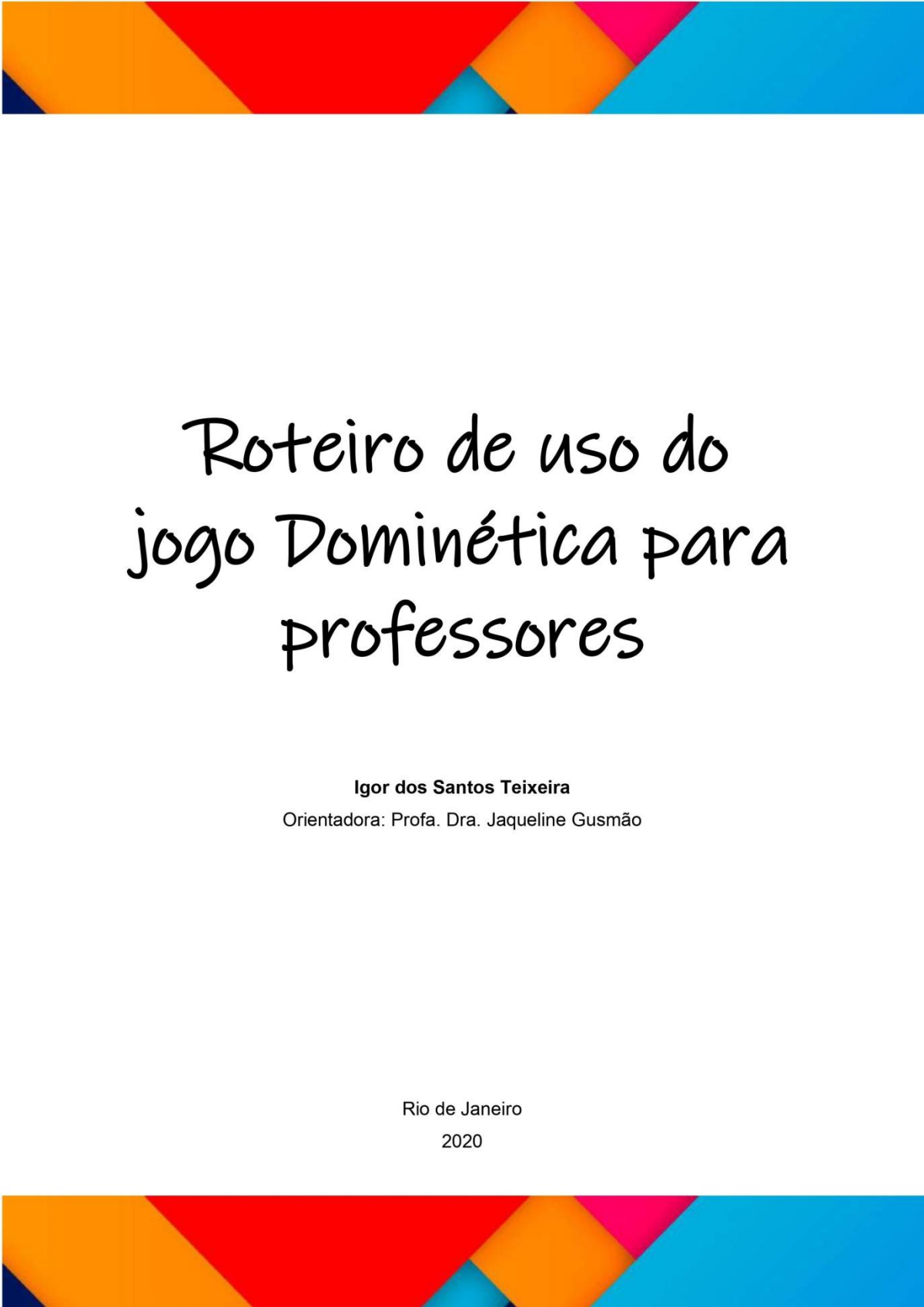
INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino de Biologia. Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2019.

PAULA, E. O.; NOGUEIRA, M. K. F. S.; MORO, R. S. Valorização dos organismos criptógamos na região dos campos gerais. 11º. Encontro conversando sobre extensão (CONEX), Ponta Grossa, 2013.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. Di@logus, v. 4, n. 2, p. 53-68, 2015.



APÊNDICE H – Roteiro de uso do jogo Dominética para professores



Roteiro de uso do jogo Dominética para professores

Igor dos Santos Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Gusmão

Rio de Janeiro

2020

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
Objetivos	3
Competências e habilidades	4
Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem.....	5
Roteiro para uso do jogo Dominética	6
Como jogar o Dominética?	7
Como confeccionar o jogo Dominética?	10
Dica de sequência didática para o uso do jogo Dominética.....	13
REFERÊNCIAS	15

INTRODUÇÃO

Este roteiro para o uso do jogo clássico adaptado Dominética em sala de aula pelos professores de Biologia no Ensino Médio é um dos produtos gerados a partir do Trabalho de Conclusão de Mestrado intitulado “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética” desenvolvido durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), realizado no pólo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), entre os anos de 2018 e 2020 e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Os materiais didáticos são recursos essenciais para os processos de ensino e aprendizagem, e os jogos didáticos têm sido apontados pela literatura como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento no aluno.

É fato que a maioria das escolas públicas não dispõem de laboratórios para que o professor efetive aulas práticas, em especial dos conteúdos de Genética, que são considerados de difícil aprendizagem pelos alunos (SOARES e BAIOTTO, 2015 e INTERAMINENSE, 2019). Isso faz com que o professor repense sobre diferentes formas e estratégias para possibilitar aos alunos essa vivência. A experimentação no ensino é algo necessário para que os alunos se apropriem dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas significando o aprendizado, porém, as atividades práticas são pouco utilizadas pelos professores por diferentes motivos, tais como: falta de tempo, falta de espaço físico, falta de materiais, excesso do número de alunos nas turmas e outros. Além disso, o fato dos professores utilizarem apenas aulas expositivas baseadas nos livros e apostilas, que trazem exemplos distantes do cotidiano, potencializam o problema.

É importante ressaltar que a experimentação por si só não é garantia de um excelente aprendizado (BIZZO, 1998). Sobre isso, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, dizem que o simples fazer não significa necessariamente construir conhecimento e aprender Ciência (BRASIL, 1998). Porém, sendo a Biologia uma área científica de âmbito



prático, onde a consolidação dos conhecimentos ocorre de forma metodológica e experimental e, portanto, as mesmas são pertinentes e devem ser aplicadas num ensino que tenha como objetivo mais do que a transmissão e a memorização de conceitos.

As atividades diferenciadas, como as aulas práticas, promovem a motivação e a participação dos discentes, que assim passam a considerar mais fácil a compreensão dos conteúdos associados (CARVALHO et al., 2010; ARAÚJO et al. 2012 e PAULA et al, 2013). Com isso, a ideia em se utilizar jogos como uma possibilidade de adequação as aulas clássicas de laboratório à sala de aula torna-se um caminho.

Objetivos:

O principal intuito deste roteiro é oferecer possibilidades de uso do jogo Dominética em sala de aula, orientando os professores sobre os pontos importantes a serem elucidados com os alunos no contexto da temática Genética, fomentando assim a discussão, reflexão e o pensamento crítico.

Para o uso dos jogos em sala de aula, é recomendável que o professor tenha o conhecimento dos seguintes conteúdos:

- ✓ Noções básicas de bioquímica
- ✓ Membrana celular e citoplasma
- ✓ Núcleo e divisão celular
- ✓ Características gerais dos cromossomos
- ✓ Citogenética humana
- ✓ Ciclo celular e mitose
- ✓ Meiose
- ✓ Fundamentos da genética
- ✓ Reprodução humana
- ✓ Conceitos básicos de genética
- ✓ Segregação independente, ligação gênica e herança relacionada ao sexo
- ✓ Biotecnologia



Competências e habilidades:

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o desenvolvimentos das seguintes competências e habilidades são aplicáveis ao uso dos jogos propostos (tabela 1).

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
<p>Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>

Tabela 1 - Competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)



Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

H14 – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.



H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.



ATENÇÃO: O professor (a) deverá esclarecer aos alunos sobre as limitações dos jogos, deixando claro que os mesmos são um recurso pedagógico com a intenção de facilitar a apreensão de eventos que ocorrem em nível microscópico e que exigem um elevado grau de abstração como é o caso da Genética.

ROTEIRO PARA O USO DO JOGO DOMINÉTICA

O jogo Dominética, baseado no clássico dominó, objetiva desenvolver com os alunos conceitos como replicação do DNA, transcrição e tradução, mutação, enzima de restrição e polimorfismo de única base (SNP).

O professor(a) deverá organizar a sala de aula em grupos de até cinco pessoas ou em grupos competidores, de acordo com a quantidade de jogos disponíveis. O jogo ocorrerá em três etapas.

COMO JOGAR O DOMINÉTICA?

Componentes do jogo: 30 peças de dominó (bases nucleotídicas, SNP e enzima de restrição), 1 cartão com o código genético universal, 36 peças representando ribonucleotídios, 100 peças aminoácidos e arame fino.

PRIMEIRA ETAPA DO JOGO:

- 1-Primeiro o professor (a) deverá separar a turma em grupos de até 6 participantes ou em grupos competidores;
- 2-Os participantes deverão colocar as peças com as imagens viradas para baixo sobre uma superfície plana, embaralhá-las e selecionar cada participante aleatoriamente 6 peças para si (Se for o caso do jogo ocorrer com o número de participantes menor do que 6 ou em grupos competidores, sobrarão peças que serão adquiridas ao longo do jogo a medida que os jogadores não tiverem as peças para completar as sequências na sua vez de jogada);
- 3-O jogador ou grupo que primeiro se desvencilhar de todas as peças em seu poder, vence a primeira etapa do jogo.

SEGUNDA ETAPA DO JOGO:

- 1- A partir da maior sequência de peças formada, o jogador ou grupo vencedor da etapa anterior, deverá reproduzir o processo de transcrição com as peças representando os ribonucleotídeos para formar uma fita de RNA mensageiro;



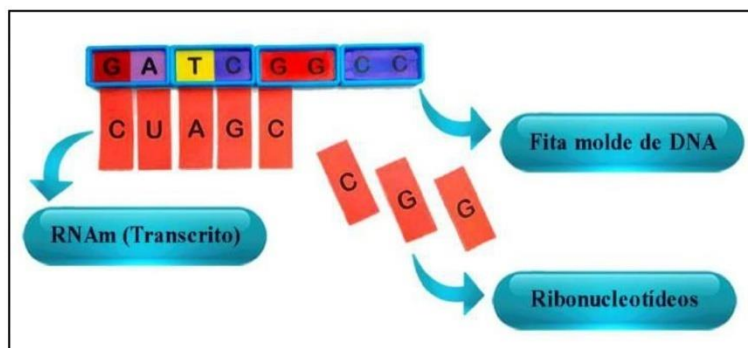


Figura 1- Simulação do processo de transcrição no jogo.

- 2- Após isso, o professor(a) ou oponentes irão verificar para ver se a sequência foi montada de forma correta, seguindo as regras de pareamento nucleotídico nesse processo;
- 3- Estando tudo certo, o jogador deverá cumprir a próxima etapa do jogo.

TERCEIRA ETAPA DO JOGO:

- 1- Nessa etapa, o jogador deverá reproduzir o processo de tradução a partir da fita de RNA mensageiro produzida, utilizando para isso um cartão que contém o código genético universal para realizar a leitura dos códons;

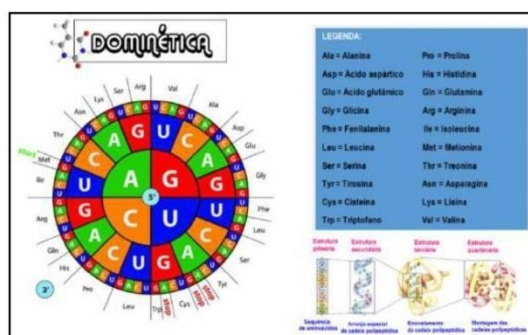


Figura 2- Cartão com o código genético universal.

COMO CONFECCIONAR O JOGO DOMINÉTICA?

Para o professor(a) confeccionar o jogo Dominética, será necessário o seguinte material:

- Folha de papel officio, cartão ou adesiva
- Tesoura
- Papelão
- Cola
- Fio de arame fino
- Miçangas achatadas
- Impressora de tinta colorida

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes disponibilizados no link abaixo e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte e os símbolos dos aminoácidos em miçangas achatadas.

Observação: O arame e as miçangas podem ser adquiridos em lojas especializadas em artesanato e papelaria.

 [Clique na impressora abaixo para imprimir os moldes](#)



Na primeira etapa do jogo, cada aluno deverá retirar 6 peças (que representam bases nucleotídicas), após a mesmas viradas e embaralhadas, cujo objetivo é os alunos formarem pares em acordo com as regras de pareamento entre as bases nucleotídicas que compõem a dupla hélice de DNA. Partindo da norma de pareamento na qual adenina (A) se pareia com a timina (T) e guanina (G) pareia-se com citosina (C). Vence o jogador que primeiro se desvencilhar de todas as peças.



Nota ao professor(a): Nesse momento, há a necessidade da mediação do professor(a), explicando que as bases nucleotídicas A e T se conectam através de ligações químicas denominadas ligações de hidrogênio, e que no caso, duas ligações de hidrogênio são estabelecidas e no pareamento entre G e C, três ligações de hidrogênio são estabelecidas. Além disso, também é muito importante o professor(a) explicar sobre a forma como ocorre a correspondência entre as bases nucleotídicas, relacionando com a estrutura química das bases (púricas e pirimídicas), pois a intenção do jogo é desenvolver o conceito de pareamento e não de correspondência física. No jogo, a forma linear de crescimento da fita de DNA é equivocada, quando na verdade a formação e crescimento da fita de DNA se dá através de uma fita molde e a base nucleotídica correspondente que vai sendo adicionada a fita molde.* A peça TAC, servirá para o professor mediar sobre o início de leitura de um RNA mensageiro.

*É pertinente a abordagem do processo de replicação da molécula de DNA em seu processo de síntese da fita contínua e descontínua, explicando ao aluno sobre o direcionamento 5' - 3' na forquilha de replicação.



ATENÇÃO: Apesar do conceito de mutação ser abordado no Ensino Médio, o termo polimorfismo de única base (SNP) não é usual. É importante que o professor(a) esclareça sobre esse tipo de mutação (deleção, substituição e adição) para os alunos, demonstrando que o mesmo é um fenômeno muito comum e que não necessariamente essa

modificação de bases na sequência (que comumente ocorre por transição, ou seja, a substituição de uma purina por outra purina – A-G – ou de uma pirimidina por outra pirimidina – C-T) acarretará em uma mudança funcional da proteína. Os SNPs podem ocorrer em regiões codificadoras ou com função regulatória, porém, na maior parte das vezes são encontrados em espaços intergênicos, sem função determinada. Ainda sobre as mutações, é importante que o professor(a) enfatize as seguintes características:

As mutações são fontes primárias da variabilidade genética;
Não alteram o código genético, alteram a mensagem genética;
Podem ser naturais ou induzidas por agentes mutagênicos;
Ocorrem sempre ao acaso na natureza, e nunca são intencionais;
Não são hereditárias nas linhagens de células somáticas;
São hereditárias na linhagem de células germinativas.



ATENÇÃO: Professor (a), sobre a peça enzima de restrição presente no jogo, é importante esclarecer para os alunos o seu histórico de descoberta e a função dessa enzima como mecanismo de defesa comumente encontrado em bactérias. É essencial explicar que é uma endonuclease muito utilizada na engenharia genética, especialmente no desenvolvimento de novas moléculas *in vitro*. É necessário enfatizar que essa enzima não é produzida nas células humanas, que o jogo a coloca como uma possibilidade de uso em termos de manipulação do DNA por cientistas.

Na segunda etapa do jogo, o vencedor da primeira etapa, terá o objetivo de formar um RNA mensageiro a partir da maior fita formada durante o jogo.



Nota ao professor(a): Nesta segunda etapa do jogo, o professor(a) poderá reforçar a associação correta entre as bases nucleotídicas na questão do pareamento conforme comentado na primeira etapa. É necessário que o professor(a)

esclareça sobre as diferenças entre o DNA e o RNA, especialmente indicando as diferenças entre as bases T e uracila (U). É uma oportunidade para a abordagem dos diferentes tipos de RNA e suas funções.

Na terceira etapa do jogo, utilizando o cartão com o código genético universal, o aluno deverá traduzir o RNA mensageiro formado, montando a estrutura de uma proteína com as peças representando os aminoácidos.



Nota ao professor(a): O professor(a) poderá explicar sobre a importância dos aminoácidos para os seres vivos e como eles são obtidos. Poderá também abordar sobre como ocorre a estruturação dos aminoácidos para a formação das proteínas, discutindo as suas estruturas primária, secundária, terciária e quaternária, e como esse processo interfere nas reações químicas e os fatores limitantes para a sua função.

DICA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO JOGO DOMINÉTICA:

Dominética

Tema: Estrutura do DNA

Tempo sugerido: 6 tempos de aula de 50 minutos

Objetivos: Compreender como a molécula de DNA é organizada; associar os processos de transcrição e tradução às características dos seres vivos; estabelecer relação entre as informações genéticas contidas nos genes e as proteínas; compreender a estruturação das proteínas.

Material necessário: Computador, *data show*, caixa de som e jogo Dominética.



Desenvolvimento:

Aula 1 – O professor inicia a aula com um questionamento aos alunos: Qual a importância da molécula de DNA para os seres vivos? A partir disso então se estabelece um diálogo com a turma, onde as opiniões serão ouvidas e mediadas pelo professor.

Aula 2 – Num segundo momento da aula será apresentado o vídeo “O que é o DNA?” que aborda a importância e constituição dessa molécula através da técnica visual “*Draw My Life*” disponível na plataforma *YouTube* no link: <<https://www.youtube.com/watch?v=yUPy5yh-2jl>>. Acesso em 27 de jun. 2020.

Aula 3 e 4 – Aula expositiva sobre os processos de replicação, transcrição e tradução.

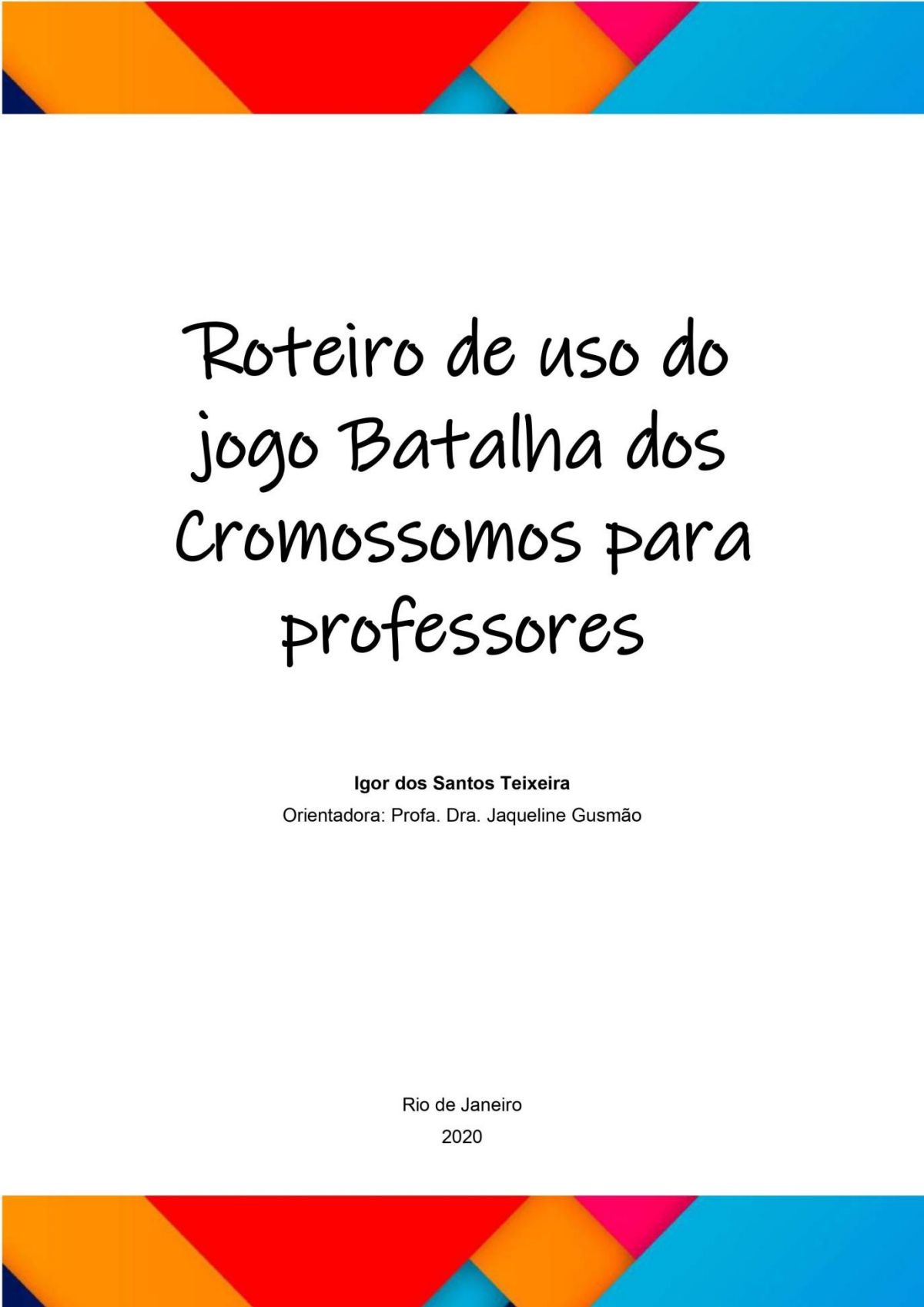
Aula 5 e 6 – Consolidando o conhecimento adquirido na aula 1, o professor apresentará o jogo Dominética aos alunos, onde terão a oportunidade de colocar em prática através do lúdico as regras de pareamento das bases nucleotídicas e os processos de transcrição e tradução do DNA e estruturação de proteínas.



AVALIAÇÃO: A avaliação deverá ser um processo contínuo, através da análise do envolvimento dos alunos e sua participação em todas as etapas das atividades. Alguns critérios que devem ser considerados são: o interesse demonstrado pelos assuntos abordados; a participação oral nas discussões; a interação com o grupo; a participação ativa na troca de ideias e o trabalho colaborativo.

REFERÊNCIAS:

- ARAÚJO, J. N.; Gil, A. X.; Khalil, J.B. Tendências investigativas no ensino de botânica. Anais do 2º. Simpósio em educação em ciências na Amazônia - SECAM, Manaus, 2012.
- BIZZO, N. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 1998.
- BRASIL. Matriz de referência ENEM - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CAETANO, A. R. Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. SPE, p. 64-71, 2009.
- CARVALHO, U.L.R. et al.. A importância das aulas práticas no ensino médio. X Jornada de ensino, pesquisa e extensão. UFRPE, 2010.
- INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino de Biologia. Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2019.
- PAULA, E. O.; NOGUEIRA, M. K. F. S.; MORO, R. S. Valorização dos organismos criptógamos na região dos campos gerais. 11º. Encontro conversando sobre extensão (CONEX), Ponta Grossa, 2013.
- SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. Di@ logus, v. 4, n. 2, p. 53-68, 2015.



Roteiro de uso do jogo Batalha dos Cromossomos para professores

Igor dos Santos Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Gusmão

Rio de Janeiro

2020

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
Objetivos	3
Competências e habilidades	4
Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem	5
Roteiro para uso do jogo Batalha dos cromossomos	5
Como jogar Batalha dos cromossomos?	6
Como confeccionar o Batalha dos cromossomos?	8
Dica de sequência didática para o uso do jogo Batalha dos cromossomos	9
REFERÊNCIAS	10

INTRODUÇÃO

Este roteiro para o uso do jogo clássico adaptado Batalha dos cromossomos em sala de aula pelos professores de Biologia no Ensino Médio é um dos produtos gerados a partir do Trabalho de Conclusão de Mestrado intitulado “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética” desenvolvido durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), realizado no pólo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), entre os anos de 2018 e 2020 e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Os materiais didáticos são recursos essenciais para os processos de ensino e aprendizagem, e os jogos didáticos têm sido apontados pela literatura como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento no aluno.

É fato que a maioria das escolas públicas não dispõem de laboratórios para que o professor efetive aulas práticas, em especial dos conteúdos de Genética, que são considerados de difícil aprendizagem pelos alunos (SOARES e BAIOTTO, 2015 e INTERAMINENSE, 2019). Isso faz com que o professor repense sobre diferentes formas e estratégias para possibilitar aos alunos essa vivência. A experimentação no ensino é algo necessário para que os alunos se apropriem dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas significando o aprendizado, porém, as atividades práticas são pouco utilizadas pelos professores por diferentes motivos, tais como: falta de tempo, falta de espaço físico, falta de materiais, excesso do número de alunos nas turmas e outros. Além disso, o fato dos professores utilizarem apenas aulas expositivas baseadas nos livros e apostilas, que trazem exemplos distantes do cotidiano, potencializam o problema.

É importante ressaltar que a experimentação por si só não é garantia de um excelente aprendizado (BIZZO, 1998). Sobre isso, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, dizem que o simples fazer não significa necessariamente construir conhecimento e aprender Ciência (BRASIL, 1998). Porém, sendo a Biologia uma área científica de âmbito



prático, onde a consolidação dos conhecimentos ocorre de forma metodológica e experimental e, portanto, as mesmas são pertinentes e devem ser aplicadas num ensino que tenha como objetivo mais do que a transmissão e a memorização de conceitos.

As atividades diferenciadas, como as aulas práticas, promovem a motivação e a participação dos discentes, que assim passam a considerar mais fácil a compreensão dos conteúdos associados (CARVALHO et al., 2010; ARAÚJO et al. 2012 e PAULA et al, 2013). Com isso, a ideia em se utilizar jogos como uma possibilidade de adequação as aulas clássicas de laboratório à sala de aula torna-se um caminho.

Objetivos:

O principal intuito deste roteiro é oferecer possibilidades de uso do jogo Batalha dos cromossomos em sala de aula, orientando os professores sobre os pontos importantes a serem elucidados com os alunos no contexto da temática Genética, fomentando assim a discussão, reflexão e o pensamento crítico.

Para o uso dos jogos em sala de aula, é recomendável que o professor tenha o conhecimento dos seguintes conteúdos:

- ✓ Noções básicas de bioquímica
- ✓ Membrana celular e citoplasma
- ✓ Núcleo e divisão celular
- ✓ Características gerais dos cromossomos
- ✓ Citogenética humana
- ✓ Ciclo celular e mitose
- ✓ Meiose
- ✓ Fundamentos da genética
- ✓ Reprodução humana
- ✓ Conceitos básicos de genética
- ✓ Segregação independente, ligação gênica e herança relacionada ao sexo
- ✓ Biotecnologia



Competências e habilidades:

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o desenvolvimento das seguintes competências e habilidades são aplicáveis ao uso dos jogos propostos (tabela 1).

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
<p>Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>

Tabela 1 - Competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)



Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.



ATENÇÃO: O professor (a) deverá esclarecer aos alunos sobre as limitações dos jogos, deixando claro que os mesmos são um recurso pedagógico com a intenção de facilitar a apreensão de eventos que ocorrem em nível microscópico e que exigem um elevado grau de abstração como é o caso da Genética.

ROTEIRO PARA O USO DO JOGO BATALHA DOS CROMOSSOMOS

O jogo Batalha dos cromossomos é inspirado no clássico jogo de tabuleiro Batalha naval. No jogo original, os participantes devem adivinhar o posicionamento dos navios do oponente através da combinação entre letras e números do tabuleiro, com o objetivo de naufragá-los. Vence o jogador que conseguir afundar primeiro todos os navios do oponente. Adaptando o jogo para o universo da genética, ao invés de navios, os jogadores deverão localizar

o posicionamento dos cromossomos do seu oponente no núcleo celular, representado em analogia por um tabuleiro com 80 posições onde os cromossomos serão distribuídos pelos jogadores aleatoriamente, a fim de formar pares homólogos. Vence o jogador que conseguir formar o maior número de pares.

COMO JOGAR O BATALHA DOS CROMOSSOMOS?

Componentes do jogo: 46 peças representando o conjunto cromossômico humano e 2 tabelas.

- 1-Primeiro o professor(a) deverá separar a turma em duplas ou em grupos competidores;
- 2-Cada jogador ou grupo deverá ficar em poder de um tabuleiro e 23 peças representando o quantitativo numérico cromossômico ($n=23$) das células germinativas (ovócito e espermatozoide);
- 3-Cada jogador ou grupo, sem que o seu oponente tenha acesso, deverá organizar as peças representando os cromossomos de forma aleatória nas 80 posições coordenadas do tabuleiro;
- 4-Através da sorte, o jogador que ganha inicia a jogada tentando adivinhar a posição dos cromossomos mencionando as coordenadas do tabuleiro através dos eixos verticais (numerados de 1 a 8) e horizontais (marcados com letras de A a J). Por exemplo, o jogador da vez menciona a coordenada B6. Caso tenha algum cromossomo nessa posição no tabuleiro do adversário, o mesmo deverá entregá-lo e o que acertou retirar do seu tabuleiro o cromossomo homólogo, restituindo assim um padrão numérico cromossômico de célula somática, dando o direito do jogador que acertou de continuar a jogada. Caso erre, a vez é do adversário;
- 5-Vence o jogo aquele que conseguir formar o maior número de pares cromossômicos.



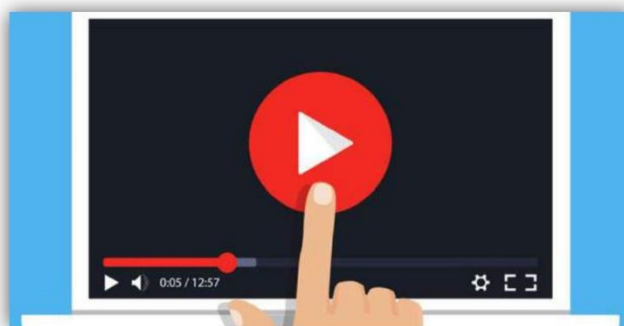


Figura 1- Componentes do jogo Batalha dos cromossomos



Nota ao professor (a): O jogo permite ao professor(a) através da mediação desenvolver conceitos associados a meiose e as suas fases, quantitativo numérico cromossômico das células germinativas (ovócito e espermatozóide), nomenclaturas que geram dúvidas como cromátides irmãs, cromossomo não duplicado e cromossomo duplicado. O jogo também abre espaço para a discussão de temas correlacionados como doenças genéticas relacionadas a erros de divisão dos cromossomos, infertilidade masculina e feminina e questões de sexo biológico e gênero.

[Clique abaixo para assistir o vídeo explicativo do jogo](#)



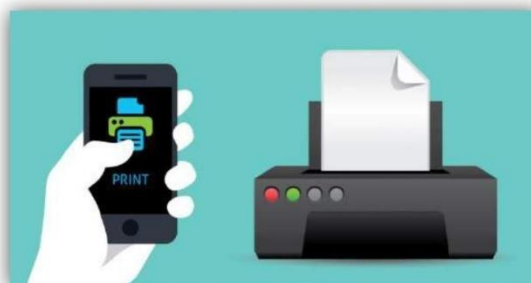
Como confeccionar o jogo Batalha dos cromossomos?

Para o professor(a) confeccionar o jogo Batalha dos cromossomos, será necessário o seguinte material:

- Folha de ofício, cartão ou adesiva
- Miçangas achatadas
- Tesoura
- Cola
- Papelão
- Impressora colorida

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes disponíveis no link abaixo e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte.

 [Clique na impressora abaixo para imprimir os moldes](#)



DICA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO JOGO BATALHA DOS CROMOSSOMOS:

Tema: Cromossomos

Tempo sugerido: 6 tempos de aula de 50 minutos

Objetivos: Compreender como o DNA se organiza no momento da divisão celular; relacionar o quantitativo cromossômico com a determinação de espécies; diferenciar mitose e meiose; associar algumas doenças genéticas a erros que ocorrem na divisão cromossômica.

Material necessário: Computador, *data show*, caixa de som e jogo Batalha dos cromossomos.

Desenvolvimento:

Aula 1 e 2 – Apresentar aos os tipos de divisão celular que ocorrem e a importância de cada uma delas, utilizando para isso *slides* no programa de computador *Power point*. Após, solicitar aos alunos que pesquisem sobre o tema infertilidade feminina e masculina.

Aula 3 e 4 – Organizar a turma em forma circular, numa espécie de mesa-redonda, fazendo com que eles exponham o que pesquisaram sobre infertilidade: O que é? Como acontece? Se possui tratamento? Quais implicações sociais ou tabus estão ligados ao tema?

Aula 5 e 6 – Aplicar o jogo Batalha dos cromossomos.



AValiação: O professor solicitará que os alunos elaborem um relatório sobre os conteúdos trabalhados durante a sequência didática que será devolvido aos alunos com os devidos apontamentos.

REFERÊNCIAS:

- ARAÚJO, J. N.; Gil, A. X.; Khalil, J.B. Tendências investigativas no ensino de botânica. Anais do 2º. Simpósio em educação em ciências na Amazônia - SECAM, Manaus, 2012.
- BIZZO, N. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 1998.
- BRASIL. Matriz de referência ENEM - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CAETANO, A. R. Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. SPE, p. 64-71, 2009.
- CARVALHO, U.L.R. et al.. A importância das aulas práticas no ensino médio. X Jornada de ensino, pesquisa e extensão. UFRPE, 2010.
- INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino de Biologia. Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2019.
- PAULA, E. O.; NOGUEIRA, M. K. F. S.; MORO, R. S. Valorização dos organismos criptógamos na região dos campos gerais. 11º. Encontro conversando sobre extensão (CONEX), Ponta Grossa, 2013.
- SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. Di@logus, v. 4, n. 2, p. 53-68, 2015.



APÊNDICE J – Roteiro de uso do jogo Trinca para professores

Roteiro de uso do jogo Trinca para professores

Igor dos Santos Teixeira

Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Gusmão

Rio de Janeiro

2020

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
Objetivos	3
Competências e habilidades	4
Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem.....	5
Roteiro para uso do jogo Trinca	7
Como jogar o Trinca?.....	7
Como confeccionar o jogo Trinca?.....	13
Dica de sequência didática para o uso do jogo Trinca	14
REFERÊNCIAS	15

Introdução

Este roteiro para o uso do jogo clássico adaptado Trinca em sala de aula pelos professores de Biologia no Ensino Médio é um dos produtos gerados a partir do Trabalho de Conclusão de Mestrado intitulado “Utilizando jogos clássicos adaptados como recurso docente no ensino de genética” desenvolvido durante o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), realizado no pólo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), entre os anos de 2018 e 2020 e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Os materiais didáticos são recursos essenciais para os processos de ensino e aprendizagem, e os jogos didáticos têm sido apontados pela literatura como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento no aluno.

É fato que a maioria das escolas públicas não dispõem de laboratórios para que o professor efetive aulas práticas, em especial dos conteúdos de Genética, que são considerados de difícil aprendizagem pelos alunos (SOARES e BAIOTTO, 2015 e INTERAMINENSE, 2019). Isso faz com que o professor repense sobre diferentes formas e estratégias para possibilitar aos alunos essa vivência. A experimentação no ensino é algo necessário para que os alunos se apropriem dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas significando o aprendizado, porém, as atividades práticas são pouco utilizadas pelos professores por diferentes motivos, tais como: falta de tempo, falta de espaço físico, falta de materiais, excesso do número de alunos nas turmas e outros. Além disso, o fato dos professores utilizarem apenas aulas expositivas baseadas nos livros e apostilas, que trazem exemplos distantes do cotidiano, potencializam o problema.

É importante ressaltar que a experimentação por si só não é garantia de um excelente aprendizado (BIZZO, 1998). Sobre isso, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, dizem que o simples fazer não significa necessariamente construir conhecimento e aprender Ciência (BRASIL, 1998). Porém, sendo a Biologia uma área científica de âmbito



prático, onde a consolidação dos conhecimentos ocorre de forma metodológica e experimental e, portanto, as mesmas são pertinentes e devem ser aplicadas num ensino que tenha como objetivo mais do que a transmissão e a memorização de conceitos.

As atividades diferenciadas, como as aulas práticas, promovem a motivação e a participação dos discentes, que assim passam a considerar mais fácil a compreensão dos conteúdos associados (CARVALHO et al., 2010; ARAÚJO et al. 2012 e PAULA et al, 2013). Com isso, a ideia em se utilizar jogos como uma possibilidade de adequação as aulas clássicas de laboratório à sala de aula torna-se um caminho.

Objetivos:

O principal intuito deste roteiro é oferecer possibilidades de uso do jogo Trinca em sala de aula, orientando os professores sobre os pontos importantes a serem elucidados com os alunos no contexto da temática Genética, fomentando assim a discussão, reflexão e o pensamento crítico.

Para o uso dos jogos em sala de aula, é recomendável que o professor tenha o conhecimento dos seguintes conteúdos:

- ✓ Noções básicas de bioquímica
- ✓ Membrana celular e citoplasma
- ✓ Núcleo e divisão celular
- ✓ Características gerais dos cromossomos
- ✓ Citogenética humana
- ✓ Ciclo celular e mitose
- ✓ Meiose
- ✓ Fundamentos da genética
- ✓ Reprodução humana
- ✓ Conceitos básicos de genética
- ✓ Segregação independente, ligação gênica e herança relacionada ao sexo
- ✓ Biotecnologia



Competências e habilidades:

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o desenvolvimento das seguintes competências e habilidades são aplicáveis ao uso dos jogos propostos (tabela 1).

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
<p>Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p> <p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>

Tabela 1 - Competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)



Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicáveis ao uso dos jogos como estratégia de ensino-aprendizagem

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

H14 – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

H15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

H16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.



H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.



ATENÇÃO: O professor (a) deverá esclarecer aos alunos sobre as limitações dos jogos, deixando claro que os mesmos são um recurso pedagógico com a intenção de facilitar a apreensão de eventos que ocorrem em nível microscópico e que exigem um elevado grau de abstração como é o caso da Genética.

ROTEIRO PARA O USO DO JOGO TRINCA

O jogo Trinca foi desenvolvido inspirado nos jogos de cartas. A finalidade do jogo é estabelecer uma analogia com os processos de replicação, transcrição e tradução do material genético, utilizando para isso a formação de um conjunto de três cartas, tais quais são as representações das bases nucleotídicas, que deverão ser associadas a cartas correspondentes, onde cada conjunto formado vale uma pontuação. O jogo contém algumas cartas especiais que fazem analogia a eventos e componentes estruturais associados aos processos de replicação, transcrição e tradução e ao universo da biologia molecular tais como SNP, enzimas e códigos de leitura do DNA.

COMO JOGAR O TRINCA?

Componentes do jogo: 142 cartas.

- 1- Primeiro o professor (a) deverá separar a turma em grupos de 2 a 6 alunos ou em grupos competidores;
- 2- O jogo é composto por 142 cartas, que deverão ser embaralhadas e distribuídas 6 cartas para cada jogador ou grupo. As cartas que sobrarem deverão ficar organizadas em um monte viradas para baixo sobre a mesa para serem adquiridas pelo jogador da vez em cada rodada;
- 3- Inicia a partida o jogador que estiver em poder do cartão aminoácido metionina. O códon AUG, que codifica para o aminoácido metionina, indica o início de leitura, ou seja, é um códon que indica aos ribossomos que é por esse trio de bases que deve ser iniciada a leitura do RNAm. Caso nenhum jogador esteja em poder dessa carta, tira-se na sorte quem iniciará;
- 4- Cada jogador na sua vez terá o objetivo de formar um conjunto de seis cartas fazendo analogia aos processos de replicação, transcrição e tradução. Por exemplo, para formar um conjunto de cartas do processo de replicação, o jogador deverá organizar na mesa três cartas com as bases nucleotídicas

representando o DNA e mais três bases correspondentes obedecendo as regras de pareamento entre elas. Se na sequência formada tiver as bases nucleotídicas ATC a sequência correspondente deverá ser TAG. Essa formação vale 5 pontos:

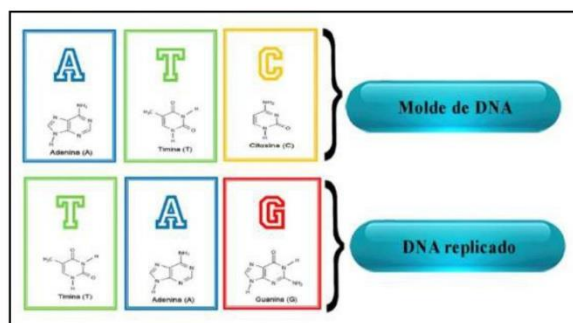


Figura 1- Simulação do processo replicação do DNA

No caso da formação de um conjunto correspondendo ao processo de transcrição, se as bases nucleotídicas formadas forem ACG, o seu correspondente, fazendo analogia ao RNA mensageiro, deverá ser UGC. Essa formação vale 10 pontos:

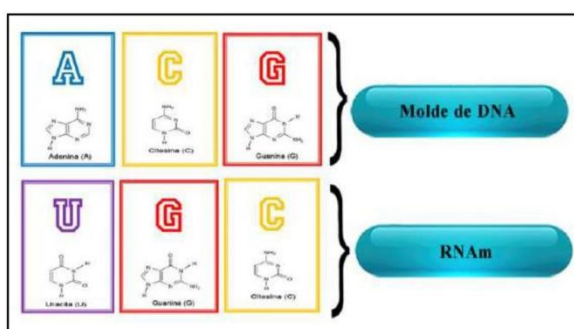


Figura 2- Simulação do processo de transcrição do DNA

Agora, se o conjunto formado for correspondente ao processo de tradução, a formação do RNA mensageiro deverá ser correspondente ao código genético referente ao aminoácido traduzido;

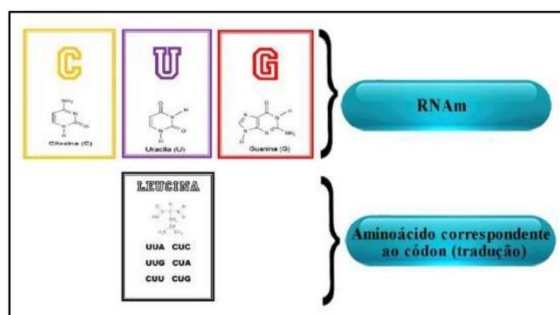


Figura 3- Simulação do processo de tradução do DNA



ATENÇÃO: As cartas aminoácidos contêm as possibilidades de códons para a tradução. O professor deve ter explicado aos alunos que o código genético é degenerado, pois um aminoácido poderá ser especificado por mais de uma trinca.

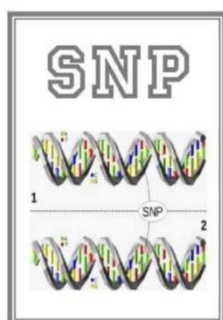
5- Além das cartas representando as bases e os aminoácidos, o jogo possui algumas **CARTAS ESPECIAIS**, sendo elas:



- **CARTA DE STOP** – anula uma trinca do jogador adversário a escolha de quem a tenha em mãos durante a vez de jogar, não podendo ser contabilizada no somatório de trincas do adversário ao final da partida.



ATENÇÃO: Professor (a), deixe claro para os alunos que **três códons não especificam nenhum aminoácido**. São os códons UAA, UAG e UGA, chamados de **códons e parada durante a “leitura”** (ou stop códons) do RNA pelos ribossomos, na síntese protéica.



- **CARTA DE SNP** – representa um polimorfismo de única base, servindo como um coringa em substituição a qualquer carta base na formação de uma trinca.



ATENÇÃO: Apesar do conceito de mutação ser abordado no Ensino Médio, o termo polimorfismo de única base (SNP) não é usual. É importante que o professor (a) esclareça sobre esse tipo de mutação (deleção, substituição e adição) para os alunos, demonstrando que o mesmo é um fenômeno muito comum e que não necessariamente essa modificação de bases na sequência (que comumente ocorre por transição, ou seja, a substituição de uma purina por outra purina – A-G – ou de uma pirimidina por outra pirimidina – C-T) acarretará em uma mudança funcional da proteína. Os SNPs podem ocorrer em regiões codificadoras ou com função regulatória, porém, na maior parte das vezes são encontrados em espaços intergênicos, sem função determinada. Ainda sobre as mutações, é importante que o professor(a) enfatize as seguintes características:

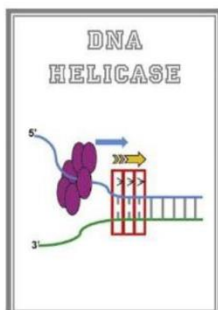
- As mutações são fontes primárias da variabilidade genética;
- Não alteram o código genético, alteram a mensagem genética;
- Podem ser naturais ou induzidas por agentes mutagênicos;
- Ocorrem sempre ao acaso na natureza, e nunca são intencionais;
- Não são hereditárias nas linhagens de células somáticas;
- São hereditárias na linhagem de células germinativas.



- **CARTA DE ENZIMA DE RESTRIÇÃO** – corta uma trinca do adversário a escolha de quem a tenha em mãos. Ao usar essa carta, o jogador deverá retirar uma carta da trinca cortada para si e o restante retorna para as mãos do jogador adversário.



ATENÇÃO: Professor (a), sobre a peça enzima de restrição presente no jogo, é importante esclarecer para os alunos o seu histórico de descoberta e a função dessa enzima como mecanismo de defesa comumente encontrado em bactérias. É essencial explicar que é uma endonuclease muito utilizada na engenharia genética, especialmente no desenvolvimento de novas moléculas *in vitro*. Alguns organismos multicelulares produzem endonucleases que estão envolvidas em processos de recombinação e reparo de DNA. É necessário enfatizar que essa enzima não é produzida nas células humanas, que o jogo a coloca como uma possibilidade de uso em termos de manipulação do DNA por cientistas.



- **CARTA DE DNA HELICASE** – abre uma trinca de replicação formada do adversário, onde o jogador que a usou deverá selecionar para si uma das fitas abertas do adversário e a outra ficará com ele.



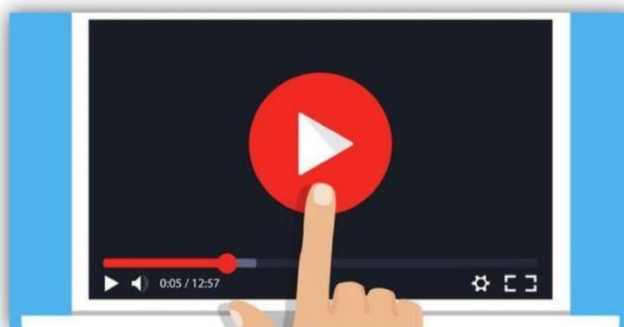
- **CARTA DE VALE TRINCA** – retira uma trinca formada na mesa do adversário a sua escolha para o seu jogo.

6- O jogo termina quando as cartas da mesa se esgotam, vencendo o jogador que fizer o maior número de pontos na formação de suas trincas (conjuntos de cartas).



Nota ao professor (a): O jogo permite que o aluno coloque em prática o entendimento de forma simultânea de três processos importantes na célula e para a perpetuação e manutenção das espécies: replicação, transcrição e tradução do material genético. Isso faz com que o professor(a) consiga ter a percepção de problemas e erros conceituais da aprendizagem desses temas pelos alunos. Há a necessidade da mediação do professor(a), explicando que as bases nucleotídicas A e T se conectam através de ligações químicas denominadas ligações de hidrogênio, e que no caso, duas ligações de hidrogênio são estabelecidas e no pareamento entre G e C, três ligações de hidrogênio são estabelecidas. Além disso, também é muito importante o professor(a) explicar sobre a forma como ocorre a correspondência entre as bases nucleotídicas, relacionando com a estrutura química das bases (púricas e pirimídicas). As cartas bases não possuem especificação sobre as diferenças estruturais químicas entre os tipos de açúcares do DNA e RNA, sendo a necessária a intervenção do professor(a) avaliando assim a compreensão dos alunos dessa diferença.

 [Clique abaixo para assistir o vídeo explicativo do jogo](#)



COMO CONFECCIONAR O JOGO TRINCA?

Para o professor (a) confeccionar o jogo Trinca, será necessário o seguinte material:

- Folha de ofício, cartão ou adesiva
- Tesoura
- Cola
- Papelão
- Impressora colorida

Procedimentos: Imprimir e recortar os moldes disponíveis no link abaixo e depois colar as bases utilizando o papelão ou folha cartão como suporte.

 [Clique na impressora abaixo para imprimir os moldes](#)



DICA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DO JOGO TRINCA:

Tema: Replicação, transcrição e tradução

Tempo sugerido: 8 tempos de aula de 50 minutos

Objetivo: Conhecer os mecanismos moleculares envolvidos na replicação do DNA, transcrição do RNA e tradução de proteínas.

Material necessário: Computador, *data show*, caixa de som, celular, aplicativo para gravação em *Stop Motion*, massinha de modelar e jogo Trinca.

Desenvolvimento:

Aula 1 e 2 – Aula expositiva sobre os temas replicação, transcrição e tradução;

Aula 3 – Apresentar aos alunos vídeos animados sobre os processos de replicação, transcrição e tradução, explicando a importância desses eventos na célula para a manutenção das espécies;

Aula 4 – Propor a criação de vídeos pelos alunos em *Stop Motion* representando os processos de replicação, transcrição e tradução com massinha de modelar;

Aula 5 e 6 – Apresentação dos vídeos em *Stop Motion* desenvolvido pelos alunos;

Aula 7 e 8 – Aplicar o jogo Trinca.



AVALIAÇÃO: O professor solicitará que os alunos desenvolvam mapas conceituais com os conteúdos aprendidos durante a sequência didática a fim de diagnosticar a aprendizagem.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, J. N.; Gil, A. X.; Khalil, J.B. Tendências investigativas no ensino de botânica. Anais do 2º. Simpósio em educação em ciências na Amazônia - SECAM, Manaus, 2012.

BIZZO, N. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 1998.

BRASIL. Matriz de referência ENEM - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAETANO, A. R. Marcadores SNP: conceitos básicos, aplicações no manejo e no melhoramento animal e perspectivas para o futuro. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. SPE, p. 64-71, 2009.

CARVALHO, U.L.R. et al.. A importância das aulas práticas no ensino médio. X Jornada de ensino, pesquisa e extensão. UFRPE, 2010.

INTERAMINENSE, B. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino de Biologia. Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2019.

PAULA, E. O.; NOGUEIRA, M. K. F. S.; MORO, R. S. Valorização dos organismos criptógamos na região dos campos gerais. 11º. Encontro conversando sobre extensão (CONEX), Ponta Grossa, 2013.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. Di@ logus, v. 4, n. 2, p. 53-68, 2015.



APÊNDICE K – Artigo submetido

Indicação de seção: Materiais didáticos

Jogos clássicos adaptados como recurso docente para o ensino de genética no ensino médio

Escolha, adaptação e pedagogia dos jogos clássicos

Este trabalho propõem a utilização de jogos clássicos na elaboração de recursos didáticos-pedagógicos aplicados ao ensino dos conteúdos de Genética. Neste contexto, foram considerados como “clássicos” aqueles jogos que foram inventados em um período remoto e que atravessaram gerações sem perderem os seus valores. Assim, para desenvolver conteúdos e conceitos importantes na aprendizagem de Genética, foi criada uma estratégia em que as regras originais amplamente conhecidas foram parcialmente mantidas e introduzidos novos significados e objetivos para cada jogo, intencionando a aprendizagem do conteúdo de genética para alunos do ensino médio. Os conceitos abordados nos jogos envolvem a estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), a teoria cromossômica de herança, as regras de pareamento de bases nucleotídicas, os genes, os alelos, as relações de dominância entre alelos, entre outros.

Quatro jogos clássicos foram selecionados com esta finalidade: pega-varetas, jogo da memória, dominó e o batalha naval. Os jogos pega-varetas e jogo da memória foram adaptados de forma integrada originando o jogo Pega-alelos. O dominó foi adaptado para o jogo Dominética e o batalha naval para o jogo Batalha dos cromossomos. Estes quatro jogos foram selecionados por possuírem um potencial educacional motivacional para os alunos, pois oportunizam o processo de construção do conhecimento autônomo, onde a partir da prática do jogo, do trabalho em equipe e da competição sob o aspecto positivo estimulam o raciocínio. Ao jogar, os alunos são capazes de realizarem associações e perceberem a estruturação do DNA e a dinâmica de funcionamento dos genes, relacionando esses fatos com situações do cotidiano que envolvam esse assunto, como as diferenças fenotípicas entre as pessoas,

doenças geneticamente determinadas, alimentos transgênicos, biotecnologia, polimorfismos genéticos e variantes fenotípicas.

Desenvolvimento dos jogos: confecção, delineamento de regras e dinâmica

Jogo Pega-alelos

- ***Conceitos da genética associados ao jogo:*** Cromossomos homólogos, loco gênico, ligação gênica, deleção gênica, cariótipo humano, fenótipo, genótipo, alelo, dominância e recessividade.
- ***Objetivos da etapa 1 do jogo:*** Formar o maior número de pares de cromossomos homólogos.
- ***Objetivos da etapa 2 do jogo:*** Formar pares variantes de uma mesma característica, seja homozigoto ou heterozigoto.
- ***Objetivos da etapa 3 do jogo:*** Completar o par de cromossomos homólogos com os seus respectivos genes/alelos.

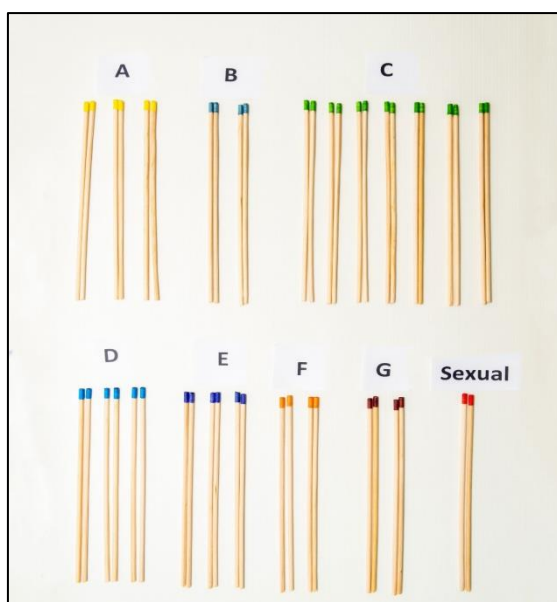
O primeiro jogo desenvolvido, denominado “Pega-alelos”, foi baseado em dois jogos clássicos, o pega-varetas e o jogo da memória. Tanto o pega-varetas quanto o jogo da memória são jogos bastante difundidos em todo o mundo, não havendo uma definição concreta de suas origens. O Pega-alelos é um jogo idealizado para ocorrer em duas etapas, integrando os dois jogos clássicos.

Etapa 1 do jogo: Na primeira etapa, o jogo pega-vareta é o utilizado. O jogo original consiste em trabalhar a habilidade da coordenação motora das mãos, onde as varetas são lançadas em uma superfície plana, e os jogadores devem retirar o maior número de varetas uma de cada vez sem movimentar as outras. Cada vareta possui uma coloração para a qual é atribuída uma pontuação. (Exemplo: vareta amarela vale 1 ponto; vareta azul 2 pontos; vareta verde 3 pontos). Vence o jogador que fizer a maior pontuação.

O jogo proposto segue o mesmo princípio de jogabilidade do pega-vareta tradicional, no entanto a ideia é de que haja uma analogia com o universo da Genética entre as varetas e os cromossomos. O jogo poderá acontecer com o mínimo de 2 participantes ou em grupos competidores. Cada vareta é a representação de um cromossomo, possuindo o total de 46

varetas divididas em oito cores, onde cada cor representa o tamanho dos cromossomos em suas divisões por grupos em humanos (A, B, C, D, E, F, G e o par sexual) (Figura 1). O número selecionado de varetas (46) corresponde ao conjunto diplóide de 23 pares de cromossomos, fazendo analogia ao cariótipo humano. É importante ressaltar que todas as varetas possuem o mesmo tamanho, e que nesse caso, o intuito não é demonstrar ao aluno as diferenças morfológicas dos cromossomos, mas sim as quantitativas. Os jogadores deverão pegar as varetas e formar o maior número de pares de cromossomos homólogos. Vence a primeira etapa do jogo aquele que conseguir reunir o maior número de pares possíveis. O vencedor ganha o direito de iniciar a segunda etapa do jogo.

Figura 1 – Representação lúdica do cariótipo humano através das varetas.



Fonte: o autor, 2019.

Etapa 2 do jogo: A segunda etapa do jogo envolve o aprendizado de conceitos relacionados a hereditariedade dos genes e a constituição genotípica dos indivíduos através das variações alélicas e relações de dominância entre os alelos, produzindo os diferentes fenótipos humanos. Nesta etapa, é utilizado o jogo da memória. Foram selecionados doze fenótipos (Quadro 1) cada um com dois estados que representam duas variantes alélicas de cada fenótipo, uma dominante e outra recessiva, sendo as mesmas representadas pelas cartas adaptadas do jogo. As cartas possuem a indicação se o alelo é dominante ou recessivo.

Quadro 1 – Fenótipos e suas variantes alélicas utilizadas nas cartas do jogo

Fenótipo	Alelo dominante	Alelo recessivo
Capacidade de enrolar a língua	Consegue enrolar a língua	Não consegue enrolar a língua
Hipermobilidade do polegar	Com hipermobilidade	Sem hipermobilidade
Forma do queixo	Prognato	Reto
Lábios	Grossos	Finos
Calvície (Homens)	Com calvície	Sem calvície
Lobo da orelha	Solto	Preso
Cova na bochecha	Com cova	Sem cova
Forma do nariz	Aquilino	Reto
Sardas	Com sardas	Sem sardas
Bico de viúva	Sem bico de viúva	Com bico de viúva
Tipo de sobrancelhas	Sobrancelhas separadas	Sobrancelhas juntas
Cor do cabelo	Cabelo escuro	Cabelo claro

Fonte: adaptado do site Toda Matéria - Biologia, 2019.

Seguindo a mesma lógica do jogo tradicional, as cartas com as doze variantes fenotípicas deverão ser embaralhadas e organizadas com as imagens viradas para baixo, ressaltando que serão quatro cartas para cada fenótipo, duas representando o alelo dominante e duas representando o alelo recessivo, além de duas cartas X, que será explicada a sua função mais adiante, totalizando cinquenta cartas na mesa. Os jogadores deverão virar as cartas posicionadas a fim de encontrar as variantes fenotípicas, sejam elas homozigotas ou heterozigotas, formando assim um par (Figura 2).

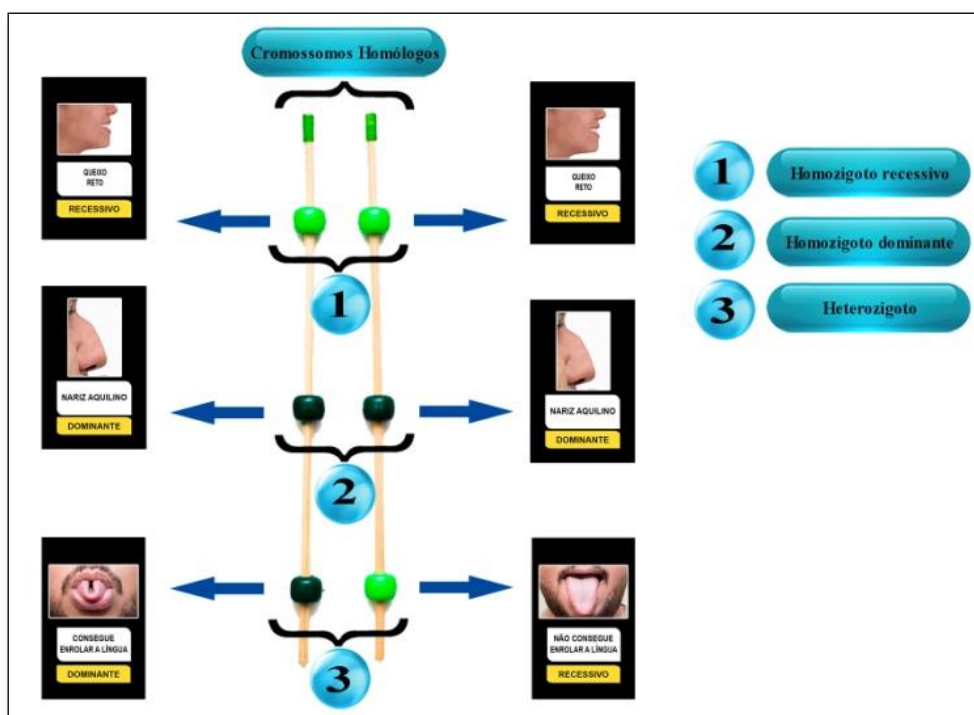
Figura 2 – Algumas cartas do jogo Pega-alelos.



Fonte: o autor, 2019.

Etapa 3 do jogo: À medida que o jogador da vez encontrar os pares de cartas correspondentes, ele selecionará pares de miçangas coloridas separadas em quatro tonalidades de cores, sendo duas escuras e duas claras (Exemplo: vermelho e rosa; verde escuro e verde claro), sendo as tonalidades de cores escuras correspondentes aos alelos dominantes e as de cores claras aos alelos recessivos e os encaixará em duas varetas verticalmente encaixadas em um suporte plástico (tampa de garrafa PET), que representam os cromossomos de um par de homólogos (Figura 3). Essa organização poderá auxiliar na compreensão do conceito de loco gênico e ligação gênica.

Figura 3 – Exemplificação do posicionamento dos genes (miçangas) nos cromossomos (varetas) homólogos e as possibilidades na formação dos pares alélicos e suas respectivas variantes fenotípicas.



Fonte: o autor, 2019.

Caso, por exemplo, o jogador ache um par de alelos compondo um par heterozigoto, encaixará nas varetas (uma miçanga em cada) miçangas de tonalidades diferentes, clara e escura; se o par de alelos resultar em um par homozigoto dominante, terá que encaixar duas miçangas de tonalidade escura e se o par de alelos produzir um homozigoto recessivo terá que encaixar duas miçangas de tonalidade clara. As miçangas são a representação do genótipo dos pares de alelos encontrados. Caso o jogador encontre um par de alelos de um fenótipo de característica já selecionada anteriormente, ele retira os alelos da mesa e passa vez para o próximo jogador. Haverá também no jogo um par de alelos X. O jogador que os selecionar,

terá o direito de “sequestrar” um par de alelo dos cromossomos do jogador oponente. A carta X faz analogia a um evento de deleção nos genes. Vence o jogo aquele que conseguir completar primeiro toda a vareta com os diferentes pares de alelos contíguos, que representam os genes de um par de cromossomos homólogos.

É importante esclarecer que a maioria dos fenótipos selecionados para o jogo não apresentam um padrão de herança monogênica segundo a base OMIN (*Online Mendelian Inheritance in Man*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/omin>) da Biblioteca Nacional dos EUA, no entanto a utilização de características humanas se demonstraram mais atrativas que outras no processo de ensino-aprendizagem. Uma possível solução para resolver essa questão é o professor, em um outro momento da aula, apresentar os padrões de herança poligênicos, construindo assim o conhecimento por etapas.

O que precisa para confeccionar o jogo Pega-alelos?

- h) 46 palitos de madeira (varetas) de 20 cm
- i) 4 tampas de garrafa PET
- j) Fita adesiva branca
- k) Caneta hidrocor colorida
- l) 48 miçangas coloridas grandes (2 cores em 4 tonalidades – Exemplo: 12 verde escuro e 12 verde claro; 12 rosa escuro e 12 rosa claro)
- m) Folha de papel ofício, folha adesiva, cartolina ou papel cartão
- n) Tesoura
- o) Impressora de tinta colorida

Procedimentos para montar o jogo:

1-Separar os 46 palitos de madeira e marcar as pontas com as respectivas cores dos adesivos pintados com caneta hidrocor com o número do grupo de cromossomos. A determinação das cores é livre, desde que haja uma legenda. A separação dos palitos em grupos de cromossomos são: Grupo A: 6 palitos; Grupo B: 4 palitos; Grupo C: 14 palitos; Grupo D: 6 palitos; Grupo E: 6 palitos; Grupo F: 4 palitos; Grupo G: 4 palitos e Par sexual: 2 palitos;

2-Utilizando a ponta de uma tesoura, fazer um furo no meio de cada uma das tampas da garrafa PET de modo que os palitos se encaixem, servindo os mesmos como suporte para os quatro palitos (duas para cada jogador);

3-Em seguida, imprimir os cartões em folha de ofício ou adesiva e colar sobre um papel mais duro como cartolina ou papelão, para deixá-los mais firmes. Ou então, imprimir direto em papel cartão e recortá-los. O buraco das miçangas deve ter o tamanho suficiente para encaixar nos palitos.

Observação: A folha com o molde das cartas representando as variantes fenotípicas deverão ser impressas duas vezes, uma vez que o jogo necessita de duas variantes para cada fenótipo e assim formar os pares homozigotos ou heterozigotos.

Jogo Dominética

- **Conceitos da genética associados ao jogo:** Replicação do DNA, transcrição e tradução, mutação, enzima de restrição e polimorfismo de única base (SNP).
- **Objetivo da etapa 1 do jogo:** Montar a estrutura de uma fita de DNA obedecendo as regras de pareamento entre as bases nucleotídicas.
- **Objetivo da etapa 2 do jogo:** Criar uma fita de transcrição a partir de uma fita molde de DNA.
- **Objetivos da etapa 3 do jogo:** Traduzir uma proteína e entender as suas estruturas primária, secundária, terciária e quaternária.

Etapa 1 do jogo: O jogo de dominó, assim como os anteriores, é também de amplo conhecimento da humanidade. O jogo tradicional consiste em os participantes realizarem combinações numéricas entre as peças que estão dispostas na mesa, vencendo aquele que primeiro conseguir se desvencilhar de todas as peças que estiverem em suas mãos.

Ainda sob o mesmo raciocínio, o jogo adaptado “Dominética” tem a proposta de contribuir para a compreensão das regras de pareamento entre as bases nucleotídicas que compõem a dupla hélice de DNA. Partindo da norma de pareamento na qual adenina (A) e timina (T) pareiam-se por meio de duas ligações de hidrogênio e guanina (G) e citosina (C) por meio de três ligações de hidrogênio, cada lado de uma peça é a representação de uma base nucleotídica que compõem a molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) (Figura 4). Seguindo regras de pareamento das bases entre si, ou seja, A ligando-se a T e G ligando-se a

C, os jogadores deverão fazer as ligações das peças no jogo. Diferente do dominó tradicional que possui seis elementos de combinação em suas peças (1, 2, 3, 4, 5 e 6), o jogo Dominética possui sete elementos (A, T, G, C, polimorfismo de única base (SNP), enzima de restrição e a peça TAC). Devido a essa diferença de proporção dos elementos, o Dominética tem 30 peças ao invés de 28 como ocorre no jogo tradicional, havendo assim um ajuste numérico e proporcional das mesmas. As enzimas de restrição têm o papel de interromper a cadeia do jogo; já os polimorfismos de base única funcionam como um coringa, podendo representar qualquer uma das bases. A figura 4 mostra o conjunto de peças do jogo.

Figura 4 – Peças do jogo Dominética.



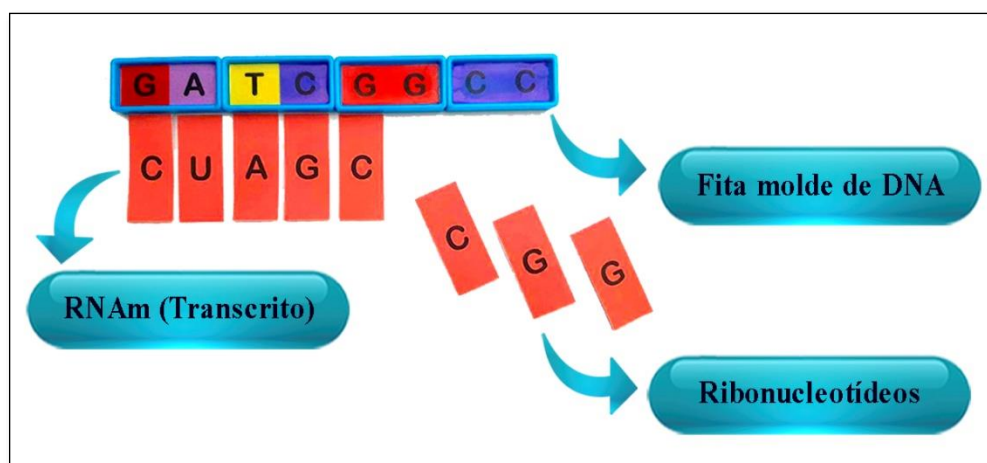
Fonte: o autor, 2019.

O jogo Dominética pode ser jogado por até 5 pessoas ou em grupos. As peças deverão ser viradas com a imagem para baixo e embaralhadas sobre uma superfície plana, e cada jogador ou grupo poderá selecionar seis peças. Inicia o jogo aquele que estiver em poder da peça TAC, que representa um códon correspondente (AUG) para a leitura de um RNA mensageiro (RNAm), e, a partir dessa analogia, seria o ponto de início da partida. Caso a peça não esteja em poder de algum jogador, tira-se na sorte com as mãos quem irá iniciar, com qualquer peça. A peça representada como SNP possuirá caráter coringa, pois se tratando de um tipo de mutação, qualquer base nucleotídica pode substituí-la. A peça com enzima de restrição também possuirá caráter coringa, no entanto, por se tratar de uma enzima que corta uma região do filamento do DNA, ocorre uma interrupção da fita. Dessa forma, o jogador não poderá adicionar mais peças ao lado da peça da enzima de restrição caso ela esteja na ponta de um filamento formado. Caso a enzima de restrição seja colocada nas duas pontas na

combinação de toda a sequência de bases na mesa, uma nova sequência deverá ser iniciada, com qualquer peça com o jogador da vez.

Etapa 2 do jogo: O jogador ou grupo que conseguir se desvencilhar de todas as peças primeiro, terá que montar um ácido ribonucleico mensageiro (RNAm) (Figura 5) a partir da maior fita criada com as peças de bases ribonucleotídicas individualizadas (A, U (uracila), C e G), lembrando que no RNAm a base timina é substituída pela base uracila, simulando o processo de transcrição. Havendo uma SNP na sequência, o jogador deverá adicionar a base ribonucleotídica que desejar.

Figura 5 – Simulação da transcrição do DNA.



Fonte: o autor, 2019.

Etapa 3 do jogo: Após a formação do transcrito, utilizando um cartão contendo o código genético universal (Figura 6), o jogador ou grupo terá que simular o processo de tradução da proteína correspondente aos códons do RNAm, utilizando para isso um fio de arame e as peças representativas dos aminoácidos (Figura 7). Vence o jogador ou grupo que finalizar essas etapas de forma correta. Após a montagem da sequência do aminoácido, o professor poderá trabalhar com os alunos a estruturação das proteínas em suas formas primária, secundária, terciária e quaternária.

O que precisa para confeccionar o jogo Dominética?

- h) Folha de papel ofício, cartão ou adesiva
- i) Tesoura

- j) Papelão
- k) Cola
- l) Fio de arame fino
- m) Miçangas achatadas
- n) Impressora de tinta colorida

Procedimentos para montar o jogo:

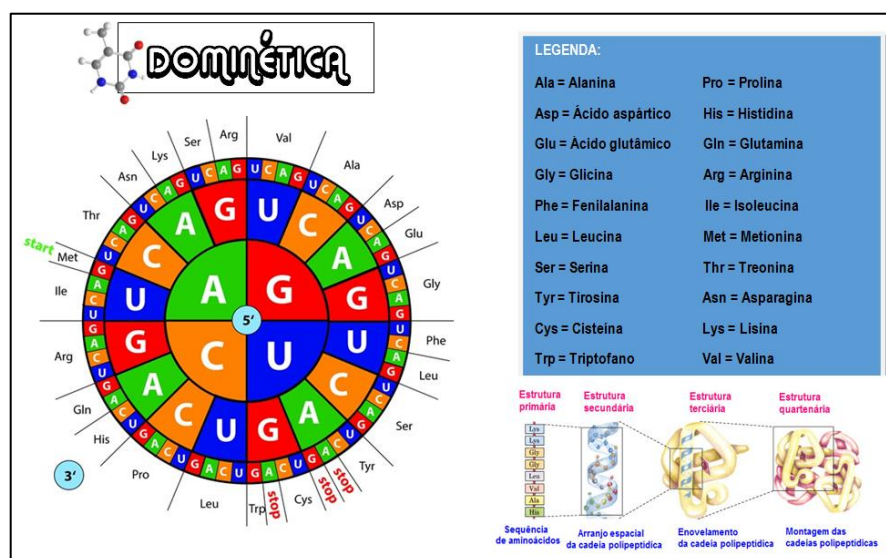
1-Imprimir o molde das peças do dominó em folha de ofício ou folha adesiva e colar em cartolina ou papelão para deixá-los mais firmes. Ou então, imprimir o molde direto em folha de papel cartão e depois recortá-los.

2-Imprimir os moldes das letras representando as bases ribonucleotídicas para a etapa 2 do jogo (Transcrição) e adotar o mesmo procedimento do passo 1.

3-Imprimir os moldes das peças representando os aminoácidos em folha de ofício ou adesiva e colar nas miçangas achatadas.

Observação: A folha com o molde dos aminoácidos deverá ser impressa de acordo com a necessidade dos mesmos na montagem das proteínas, uma vez que contém somente um aminoácido de cada tipo.

Figura 6 – Código genético universal.



Fonte: adaptado de *News Medical Life Science*, 2019.

Cada jogador recebe 23 cromossomos e deve organizá-los nos quadrados do tabuleiro, que é a representação lúdica do núcleo dos gametas humanos (espermatozoide e óvulo), da forma que desejar. Observe que o quantitativo de cromossomos que cada jogador recebe é referente ao número de cromossomos presentes nos gametas humanos. Inicia o jogo aquele que vencer o sorteio (ímpar ou par), dados, entre outros. O jogador que acertar o posicionamento da localização do cromossomo do oponente, irá tomar para ele o cromossomo e retirar o seu cromossomo homólogo do tabuleiro, formando assim o par. O jogador que acerta a posição do cromossomo do oponente, tem o direito de continuar a vez até que erre. Vence o jogador que conseguir formar o maior número de pares de cromossomos homólogos. O intuito do jogo é desenvolver a percepção sobre a organização cromossômica durante a divisão celular, cariótipo e a quantidade de cromossomos presentes nas células germinativas e somáticas. O jogo também permite ao professor abordar outros temas como síndromes genéticas, morfologia dos cromossomos, posicionamento gênico, assim como nomenclaturas que geram dúvidas nos alunos, como é o caso de cromátides irmãs, cromossomo não duplicado e cromossomo duplicado.

O que precisa para confeccionar o jogo Batalha dos cromossomos?

- f) Folha de ofício, cartão ou adesiva
- g) Miçangas achatadas
- h) Tesoura
- i) Cola
- j) Papelão
- k) Impressora colorida

Procedimentos para montar o jogo:

1-Imprimir dois moldes do tabuleiro do jogo em folha de ofício ou folha adesiva e colar em cartolina ou papelão para deixá-los mais firmes. Ou então, imprimir os moldes direto em folha de papel cartão.

2-Imprimir o molde dos cromossomos em folha de ofício ou adesiva e colar nas miçangas achatadas. Caso não tenha a miçanga, pode colar o molde em cartolina ou papelão para deixá-los mais firmes. Ou então, imprimir os moldes direto em folha de papel cartão e depois recortá-los.

Observação: A folha com o molde do tabuleiro deverá ser impressa duas vezes, sendo um para cada jogador.

A atuação do professor na aplicação dos jogos

Antes, durante e após a execução dos jogos o professor possui um papel muito importante para que os objetivos pedagógicos sejam alcançados. Os jogos podem ser incluídos no planejamento das aulas sobre Genética, e por intermédio deles estimular a participação dos alunos nas atividades, possibilitando dessa forma a curiosidade e a aprendizagem. Além disso, os jogos possuem flexibilidade em relação as suas dinâmicas, abrindo ao professor e aos alunos uma diversidade de usos alternativos, como por exemplo, a criação de novas regras e/ou novas formas de se jogar, a inclusão de novos elementos à medida que a aprendizagem sobre os temas vai acontecendo, permitindo assim o desenvolvimento de diferentes conceitos no universo da Biologia ou até mesmo a invenção de jogos inéditos que contextualizem o ensino da Genética nas escolas com a realidade social dos discentes. O envolvimento do aluno no jogo ressignifica o seu processo de aprendizagem. Com isso, cabe ao professor conduzir a aula tirando dúvidas, trazendo desafios, levantando discussões e possíveis soluções para os problemas no decorrer das suas aplicações.

Considerações finais

A literatura tem apontado nos últimos anos a necessidade da utilização de novas estratégias para o ensino da genética nas escolas, com isso os jogos tornam-se uma importante ferramenta com esse potencial. O avanço tecnológico de forma rápida, conforme tem ocorrido, nem sempre está condizente com a realidade vivenciada nas escolas, em especial as públicas, onde diversos fatores influenciam para que as mesmas não acompanhem esse desenvolvimento, entre eles, a falta de estrutura física, financeira, formação continuada dos profissionais e a falta de políticas públicas efetivas no que tange a educação tecnológica. Neste sentido, há a necessidade de ofertar inúmeros recursos, o que inclui os jogos, que coadjuvem para o processo de aprendizagem significativa e que sejam de baixo custo, permanentes, ocupem pouco espaço e que tenham uma funcionalidade positiva em sua proposta, como é o caso dos jogos apresentados neste trabalho.

Referências

BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. *Genética Humana 3ed.* Artmed Editora, 2013.

DE MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar.* Artmed Editora, 2009.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al. Introdução à genética.* 7ª edição. Guanabara Koogan, 2002.

KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.* Cortez editora, 2017.

MASCARENHAS, M. J. O. *et al. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública.* Pesquisa em foco, v. 21, n. 2, 2016.

NEWS MEDICAL LIFE SCIENCE. *Códons de começo e de parada.* Disponível em: <[https://www.news-medical.net/life-sciences/START-and-STOP-Codons-\(Portuguese\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/START-and-STOP-Codons-(Portuguese).aspx)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

TODA MATÉRIA. *Genes dominantes e recessivos.* Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/genes-dominantes-e-recessivos/>. Acesso em: 11 jun. 2019.