



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA CELULAR, EMBRIOLOGIA E GENÉTICA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS NA MODALIDADE À DISTÂNCIA

Vanessa Marcelino Barbosa

**A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
GENÉTICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE NOS CONTEÚDOS
DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR PARA O NONO ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Florianópolis
2021

Vanessa Marcelino Barbosa

**A UTILIZAÇÃO DE JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
GENÉTICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE NOS CONTEÚDOS
DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR PARA O NONO ANO DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências
Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Santa Catarina como requisito
para obtenção do título de Licenciada em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniela Cristina De Toni

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Barbosa, Vanessa Marcelino

A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de genética: uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da Base Nacional Comum Curricular para o nono ano do Ensino Fundamental / Vanessa Marcelino Barbosa ; orientadora, Daniela Cristina De Toni, 2021.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ensino de Genética. 3. Jogos didáticos. 4. Ensino Fundamental. 5. Ciências. I. Toni, Daniela Cristina De. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Vanessa Marcelino Barbosa

A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de genética: uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da Base Nacional Comum Curricular para o nono ano do Ensino Fundamental

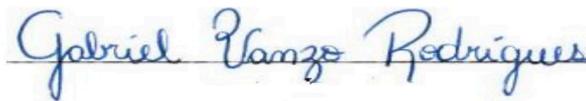
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Licenciada em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas

Florianópolis, 26 de Novembro de 2021.

Profa. Viviane Mara Whoel, Dra
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Orientadora
Profa. Daniela Cristina De Toni, Dra
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



Prof. Gabriel Vanzo Rodrigues, Me
Avaliador
Universidade de São Paulo - USP

Prof. Marcelo Daquino Rosa, Dr
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC/EAD

Este trabalho é dedicado à minha filha Ana Lara Barbosa da Silva, que mesmo tão pequena, sempre foi paciente e compreensiva e que muitas vezes abriu mão da minha atenção, tempo e cuidado, para que eu pudesse me dedicar ao curso. Ela foi a primeira pessoa que acreditou em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustenta de pé todos os dias.

Agradeço imensamente a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Daniela Cristina De Toni, que não exitou na disposição em me ajudar, me norteando e incentivando, toda sua disposição foi peça fundamental para a execussão deste trabalho. Dani, sem dúvida alguma, és o exemplo de profissional que quero me tornar.

Ao meu esposo, que sonhou esse sonho comigo, foi meu técnico de informática sempre que havia um problema com os meus trabalhos no word, abriu mão da minha companhia em muitos finais de semanas e madrugadas, pois sabia que eu precisava estudar. Comecei minha graduação sendo apenas sua namorada, e agora irei me formar sendo sua esposa e com a nossa bebezinha, Alice, a caminho! Francisco, fostes parceiro de verdade, sempre serei grata ao seu suporte.

À minha filha, Ana Lara, que nunca saiu do meu lado, quase sempre fomos só nós duas e sempre recebi seu apoio e compreensão, mesmo muitas vezes esperando até bem tarde da noite pra conseguir conversar comigo e contar como foi seu dia. Ela sempre me apoiou, acreditou em mim, mesmo tão pequena, se mostrava tão madura quando segurava as pontas com os afazeres da casa, para que eu pudesse assistir as aulas e fazer as atividades da faculdade. Filha, eu te amo com toda força que tenho em mim.

Às minhas colegas de curso, Érika Antunes, Gisele do Livramento, Jucélia Pacheco e Thayse Gonçalves, sem elas tudo teria sido muito mais difícil, me motivaram sempre que cheguei na aula cansada, muitas vezes depois de ter trabalhado mais de 24 horas sem dormir, nos três empregos que mantive por muito tempo durante o curso, rimos, choramos, brigamos, surtamos, mas nunca deixamos de nos apoiar. Cada uma com sua particularidade, deixou grandes marcas na minha vida. A Érika, caçulinha da turma, com seu jeito doce me ensinou a ser mais serena, delicada e a observar as coisas pequenas ao meu redor, brigamos igual duas irmãs, mas acho que foi porque no fundo era assim que a gente se sentia. A Gisele, nossa doutoranda, é o exemplo de vida acadêmica que almejo ter, que mulher disciplinada, focada, me sinto até “chic” em ser sua amiga. A Jucélia, sempre foi a mãezona do grupo, ela tem sempre uma palavra acertiva e reconfortante para cada momento, com ela aprendi que nem sempre vale a pena perder a nossa paz, em prol da razão. A Thayse, nos momentos em que mais tentei ser autossuficiente, me ajudou a ver que sem Deus não sou nada, serei sempre grata por ela ter feito parte do meu reencontro com a fé divina. Mais que colegas de curso, tornaram-se minhas amigas

pra vida.

À minha professora de ciências do ensino fundamental, Lenir Maier Francisco, que através da música, despertou em mim a curiosidade nas suas aulas. Nunca poderei esquecer o “Rock das plantinhas”, que cantávamos para memorizar a taxonomia vegetal. Sem dúvida alguma, a sua desenvoltura como professora me influenciou a querer ser como ela.

À minha professora de biologia, Aline Trichês Savi, que acreditou que eu era capaz antes mesmo que eu acreditasse. Sua postura firme, mostrava a certeza do que estava fazendo e, graças à ela, genética é minha disciplina preferida. Com certeza, ela é uma das pessoas em quem mais me inspiro, quando penso em ser professora.

À todos os meus professores da graduação, pela minha formação como bióloga.

À banca, por ter aceito participar da avaliação deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por ter me proporcionado uma educação gratuita e de qualidade.

À todas as pessoas que de forma direta ou indireta passaram pela minha vida no decorrer desses nove semestres de aprendizagem, e contribuíram para a formação da bióloga que agora sou.

É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrotas, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta, que não conhece vitória nem derrota. (ROOSEVELT, Theodore. 1924)

RESUMO

Muitas pesquisas feitas na área da Biologia, têm mostrado o quanto a maioria dos alunos possui dificuldades em aprender conceitos básicos de Ciências, principalmente quando tratam-se dos conteúdos de genética. Essa dificuldade é observada devido a forma como o conteúdo é abordado pelo docente, que muitas vezes adota uma metodologia ultrapassada de memorização por repetição de exercícios, o que pode tornar o aprendizado maçante e desinteressante. Com foco em tal realidade, o presente trabalho tem como objetivo produzir uma sequência didática (SD), que irá propiciar aos professores e alunos de Ciências, aulas de genética mais proveitosas, onde os alunos consigam fazer a ligação de um conteúdo a outro, através de jogos didáticos. Utilizando jogos de baixo custo para o professor e de linguagem acessível para o aluno, além de auxiliá-los no processo de aprendizagem do vocabulário científico, estes, colocarão em prática os conceitos aprendidos nas aulas teóricas, reforçando o seu aprendizado significativo.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências, Genética, jogos didáticos e vocabulário científico.

ABSTRACT

Many researches carried out in the field of Biology have shown the difficulty that most students have in learning basic Science concepts, especially when the content is about genetics. This difficulty is observed due to the way the content is approached by the teacher, who often adopts an outdated methodology of memorization through repetition of exercises, which can make learning boring and uninteresting. Focusing on this reality, this work aims to produce a didactic sequence (DS), which will provide science teachers and students a more efficient genetics classes, where students can connect from one content to another, through educational games. Low cost games for the teacher and accessible language for the student, which in addition to helping you in the process of learning scientific vocabulary, will put into practice the concepts learned in the theoretical class.

KEYWORDS: Science, Genetics, educational games and scientific vocabulary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação e significado dos botões	21
Figura 2 – Representação da segregação dos gametas (A) e cruzamentos com monohibridismo (B).....	22
Figura 3 – Representação dos cromossomos maternos e paternos, início do ciclo (G1)	24
Figura 4 – Representação da estrutura do cromossomo após a fase S	24
Figura 5 – Representação do <i>crossing-over</i>	25
Figura 6 – Representação dos cromossomos após o <i>crossing-over</i>	25
Figura 7 – Separação dos cromossomos homólogos após recombinação	26
Figura 8 – Separação dos cromossomos homólogos sem recombinação	26
Figura 9 – Separação das cromátides irmãs (par II)	27
Figura 10 – (A) Representação da tela com a pergunta e as opções de respostas. (B) Representação do retorno de erro ou acerto	29
Figura 11 – Modelo de ficha na cor azul (planta), com o caso e suas dicas.....	32
Figura 12 – Modelo de ficha na cor azul (planta), com o caso e suas dicas.....	33
Figura 13 – Modelo de ficha na cor verde (animal), com o caso e suas dicas	34
Figura 14 – Modelo de ficha na cor verde (animal), com o caso e suas dicas	35
Figura 15 – Modelo de ficha na cor vermelha (humanos), com o caso e suas dicas.....	36
Figura 16 – Modelo de ficha na cor vermelha (humanos), com o caso e suas dicas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de botões no aprendizado do Mendelismo.....	20
Tabela 2 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso do baralho como ferramenta no ensino de genética.....	22
Tabela 3 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de jogos de perguntas e respostas no ensino dos grupos sanguíneos.....	28
Tabela 4 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de jogos investigativos no ensino de ligação gênica.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SD Sequência Didática

DS Didatic Sequence

DNA Desoxyribonucleic Acid

BNCC Base Nacional Comum Curricular

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

EF Ensino Fundamental

ABO Anti-A Anti-B Universal

RH Rhesus

G1 Primeiro Gap

S Síntese de DNA

SBT Sistema Brasileiro de Televisão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	RESULTADOS	18
2.1	O USO DE BOTÕES NA APRENDIZAGEM DO MENDELISMO	19
2.1.1	Plano de Aula 1	19
2.1.2	Metodologia	21
2.2	O BARALHO COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE GENÉTICA	22
2.2.1	Plano de Aula 2	22
2.2.2	Metodologia	23
2.3	SHOW DA GENÉTICA: UM JOGO INTERATIVO PARA O ENSINO DE GENÉTICA	27
2.3.1	Plano de Aula 3	28
2.3.2	Metodologia	29
2.4	TÁ LIGADO? UMA FORMA LÚDICA DE APRENDER LIGAÇÃO GÊNICA.....	30
2.4.1	Plano de Aula 4	30
2.4.2	Metodologia	31
3	DISCUSSÃO	38
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
	REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O ensino da Genética lida com muitos conceitos abstratos. Quando o professor fala de gene, DNA, cromossomo, entre outros assuntos relacionados à genética, ele não está falando de algo que possa mostrar à olho nu, algo que o aluno possa pegar ou sentir e isso acaba gerando um certo desinteresse. Tudo que não é palpável, ou solucionável como um cálculo matemático, acaba sendo algo que precisa de muito mais empenho do professor na hora de ser ensinado ao aluno, este, precisa despertar o interesse de seus educandos.

De acordo com Clement et al. (2015),

são muitos os desafios que os professores enfrentam para atrair o interesse dos alunos em sala de aula, a fim de melhorar o processo ensino-aprendizagem. Pesquisas ressaltam que há um declínio da motivação para aprender ciências, tornando significativo o desinteresse e a falta de motivação e engajamento.

Essa dificuldade é observada devido a forma como o conteúdo é abordado pelo docente, que muitas vezes adota uma metodologia ultrapassada de memorização por repetição de exercícios, o que torna o aprendizado maçante e desinteressante.

Castro e Costa (2011), dizem que:

no modelo tradicional de ensino, é comum a ênfase na exposição do conteúdo por parte do professor, e, com frequência, os estudantes assumem um papel passivo de ouvinte, recebendo e “armazenando” as informações de maneira mecânica e memorística. Dessa forma, eles encontram dificuldade em usar as informações em situações diferentes daquelas em que foram apresentadas.

Assim, o conhecimento torna-se fragmentado e abstrato.

Com a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 22 de dezembro de 2017, observaram-se mudanças no ensino de ciências, principalmente nos conteúdos do 9º ano do Ensino Fundamental, que agora passa a abordar o ensino de genética, que outrora era abordado com maior ênfase apenas no Ensino Médio.

Segundo Solino, Ferraz e Sasseron (2015, p. 1),

O ensino de ciências tem passado por diversas modificações ao longo dos últimos anos, principalmente com relação aos seus objetivos. Nesse contexto, diferentes estratégias e metodologias tem sido propostas e implementadas buscando não apenas a abordagem de conceitos científicos, como produtos finalizados de um corpo de conhecimento, mas também tem se almejado que os estudantes criem uma visão mais apropriada da ciência, compreendendo o trabalho científico, suas práticas e outros fatores que as influenciam.

Após a implantação da BNCC em 2017 e a sua chegada às salas de aula em 2019, muitos professores de ciências, que antes não ensinavam genética nos anos finais do Ensino Fundamental, viram então a necessidade de reinventar-se, de lidar com as dificuldades de

ensinar um conteúdo que conta com uma linguagem tão técnica e específica, e muitas vezes, sem poder contar com o apoio de um laboratório, um data-show, e tantas outras ferramentas que por vezes faltam nas escolas e que auxiliariam no processo de ensino e aprendizagem, e principalmente no ato de gerar interesse nos alunos.

Sobre esse anseio por mudança e por reinventar-se por parte do professor, Solino, Ferraz e Sasseron (2015, p. 1) dizem que,

Tanto os documentos curriculares oficiais quanto os estudos teóricos da área de pesquisa em educação e ensino de ciências têm corroborado com estes anseios e apontado a necessidade de dedicar esforços para que o aprender ciências não se restrinja apenas à assimilação de conceitos pelos estudantes.

De acordo com Silva e Silva (2020, p. 25),

[...], o ensino da Genética na Educação Básica torna-se de fundamental para que os alunos possam perceber e compreender que os conceitos genéticos estão relacionados ao cotidiano, o que implica no entendimento do papel social da ciência e tecnologia na sociedade.

Para ajudar o docente a melhor facilitar o conhecimento dos conteúdos de Genética, com uma linguagem acessível e usando situações do cotidiano do aluno, gerando neste, um interesse genuíno em aprender, uma boa ferramenta de estudos é o jogo didático, pois de acordo com Martinez, Fujihara e Martins (2008, p. 24), “métodos inovadores de ensino que envolvam arte, modelos e jogos mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de Genética.”

Para melhor organizar os jogos didáticos juntamente com o conteúdo teórico, é preciso que o professor mantenha um planejamento organizado e estratégico, para tanto, o uso da sequência didática é uma excelente ferramenta, pois otimiza o trabalho do professor, mantendo a organização cronológica dos conteúdos e auxiliando na sequência do cronograma.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

À partir das considerações expostas, o presente trabalho teve como objetivo, elencar métodos diferenciados de ensino, já propostos na literatura, produzindo uma sequência didática (SD) a fim de auxiliar professores de Ciências a levarem para suas aulas, metodologias lúdicas e que despertem um maior interesse dos alunos pelo aprendizado de genética, normalmente um conteúdo considerado difícil por estes, com resultados significativos e com enfoque nos conteúdos da BNCC.

Em suma, espera-se que o presente trabalho agregue contribuições para o ensino de Genética no Ensino Fundamental e que consequentemente facilite a aprendizagem dos alunos.

1.1.2 Objetivos Específicos

Este trabalho visa produzir uma SD e colaborar com a construção de conhecimento científico por meio de jogos didáticos, afim de que os alunos aprendam acerca das distintas explicações sobre a hereditariedade auxiliando na compreensão de temas tão complexos quanto o surgimento e a evolução da vida na Terra;

Exemplificar os experimentos de Mendel sobre hereditariedade;

Adquirir conhecimento sobre o que é material genético: cromossomo e gene;

Compreender cromossomos homólogos;

Diferenciar células e números haplóides e diplóides.

Elencar uma lista de potenciais metodologias lúdicas no ensino de genética na educação fundamental, buscando materiais publicados na revista “Genética na Escola” e também em artigos como “Genética no Ensino Fundamental: representações didáticas na aprendizagem do Mendelismo”.

2. RESULTADOS

Para se começar a falar de um assunto tão importante quanto o ensino e aprendizado de Genética, primeiramente é preciso ter-se em mente o conceito de genética, que segundo Canhas (2011), é a parte da ciência que estuda a hereditariedade, a estrutura e função dos genes e a variação dos seres vivos. É através da genética que buscamos compreender os mecanismos e leis de transmissão das características através das gerações.

O exposto acima nos leva a refletir sobre as dificuldades de ensinar genética para alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais, afinal, mesmo não sendo palpável, a genética está enraizada em toda nossa história, nossas características e afins, o que de certa forma deveria ser instigante, mas, que mesmo assim não desperta tanto o interesse do aluno, como outras ciências.

Em muitas escolas no Brasil, o ensino de genética se mantém descontextualizado, levando sempre os alunos a decorar conteúdos sem compreender os conceitos e a aplicabilidade do que é estudado (ARAÚJO E GUSMÃO, 2017). Isso gera um distanciamento entre a genética e as experiências cotidianas dos educandos, fazendo com que poucos se interessem por esses conhecimentos e com que a maioria perca o entusiasmo acerca deles. Para Seniciato e Cavassan (2004) o ensino pautado somente nas ideias, no abstrato e, sobretudo, na fragmentação do conteúdo tem contribuído para um desânimo, uma indiferença e um desprezo em relação ao conhecimento.

Pode-se perceber, então, que muitas escolas não têm ambientes preparados para estimular a educação científica e tecnológica de seus estudantes (UNESCO, 2005).

Voltando o olhar para a BNCC, observa-se na disciplina de Ciências do 9º ano, que estão na unidade temática “Vida e Evolução”, um, dos três objetos de conhecimento propostos citados, trata-se de um assunto voltado para o ensino de Genética: a hereditariedade.

A habilidade (EF09CI08) da BNCC (2017, p. 351), traz que, o aluno, deve: “Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.”

Ainda, na habilidade (EF09CI09) da BNCC (2017, p. 351), diz que, o aluno deve:

Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

Se por um lado é fundamental avaliar os limites da ciência, por outro é igualmente importante conhecer seu imenso potencial. Ao realizar previsões como a herança genética ao

longo das gerações, a ideia de se conhecer um pouco do futuro próximo ou distante pode fornecer alguns elementos para pensar e repensar sobre o alcance dos conhecimentos científicos. Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da vida; evolução biológica; biodiversidade; origem e extinção de espécies; biomoléculas; organização celular; populações; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; entre outros.

Tendo em vista a dificuldade de gerar interesse à respeito de genética nos alunos, elaborei uma sequência didática com alguns jogos e formas diferentes de ensinar genética, já existentes, e separei-os em quatro planos de aula: o 1º trata-se da Primeira Lei de Mendel: segregação de gametas e monohibridismo; o 2º fala sobre divisão celular: mitose e meiose; o 3º aborda sistema ABO e fator RH; e o 4º aborda ligação gênica.

2.1 O USO DE BOTÕES NA APRENDIZAGEM DO MENDELISMO

Segundo Baiotto, Sepel e Loreto (2016, p.288), Mendel, com seus experimentos, apresentou evidências que as características genéticas são herdadas com fatores que se segregam de forma independente, que mais tarde recebem o nome de genes. A partir da análise dos cruzamentos realizados entre as ervilhas descobriu-se que a hereditariedade segue regras definidas, tornando possível Mendel postular suas explicações (SNUSTAD E SIMMONS, 2013).

Silva e Silva (2020, p. 25) também afirmam que,

o ensino da Genética na Educação Básica torna-se de fundamental para que os alunos possam perceber e compreender que os conceitos genéticos estão relacionados ao cotidiano, o que implica no entendimento do papel social da ciência e tecnologia na sociedade.

Para auxiliar na alfabetização científica dos alunos da Educação Básica, uma dupla de estudantes, ela, do Instituto Federal do Piauí, e ele, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, desenvolveram uma representação didática com o uso de botões de costura, uma excelente forma dos alunos entenderem de forma prática, como Mendel realizou seu experimento com as ervilhas. As cores e tamanhos diferenciados dos botões, auxiliam no processo de entendimento do aluno sobre a segregação dos gametas e monohibridismo.

2.1.1 Plano de aula 1

Tabela 1 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de botões no aprendizado do Mendelismo

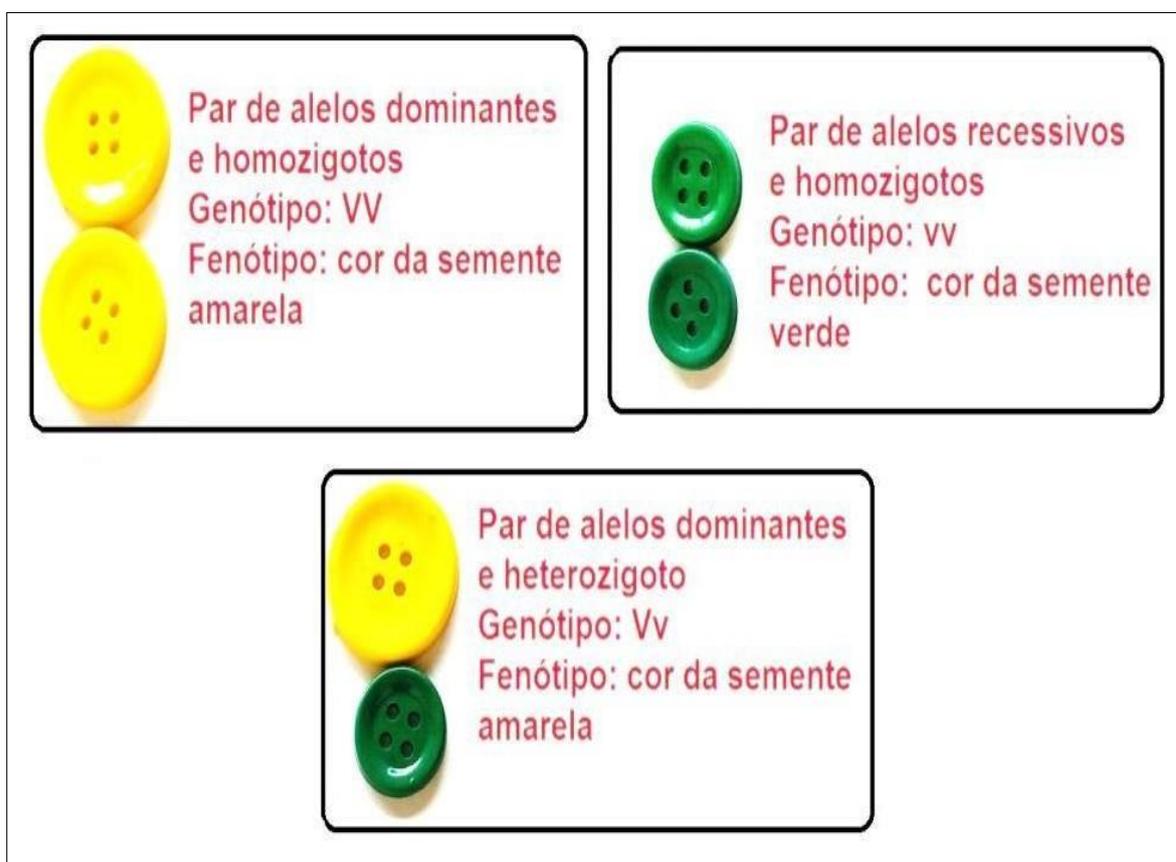
<p>IDENTIFICAÇÃO</p> <p>Curso: Ensino Fundamental Série: 9º Ano Componente Curricular: Ciências Área do Conhecimento: Ciências da Natureza Carga horária: 1 aula de 45 min</p>
<p>OBJETO DO CONHECIMENTO</p> <p>Vida e Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> • A transmissão das características hereditárias; • Como as informações genéticas passam de pais para filhos? • A herança das características.
<p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. • (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
<p>CONTEÚDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendel e as ervilhas: características hereditárias em ervilhas; • Alelo dominante e recessivo; • Genótipo e fenótipo; • Indivíduo homocigoto <i>versus</i> heterocigoto.
<p>ESTRATÉGIAS E RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática e dialogada; • Uso de botões nas cores verde e amarela; • Saco de papel; • Caderno, lápis e borracha.
<p>AVALIAÇÃO</p> <p>A avaliação acontecerá de forma qualitativa pela participação, interesse, assiduidade durante a aula, onde o aluno estará sendo avaliado de forma coletiva e individual, o que gerará assim, uma nota.</p>
<p>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 28 Set. 2021.</p> <p>CANTO, Eduardo Leite Do; CANTO, Laura Celloto. Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. 6. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2018.</p>

Fonte: a autora.

2.1.2 Metodologia

O desenvolvimento desse jogo dar-se-á da seguinte forma: os botões amarelos irão representar o alelo dominante **V** e os botões verdes o alelo recessivo **v**, para tal, estrategicamente os botões amarelos serão maiores que os verdes. Representaremos geneticamente esses alelos como **V** e **v**. A cor dos botões, ou seja, o fenótipo destes, foi escolhida para a fácil imaginação dos alunos com relação às ervilhas de Mendel (Figura 1).

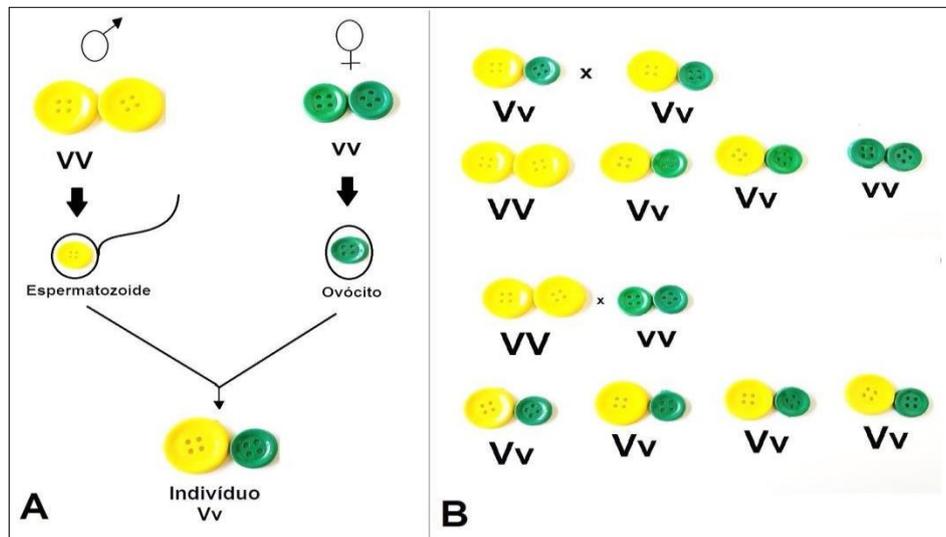
Figura 1 – Representação e significado dos botões



Fonte: SILVA; SILVA (2020, p. 28)

Os alunos serão divididos em duplas e cada dupla receberá um saco de papel com 30 botões dentro, divididos igualmente entre verdes e amarelos. O professor orientará os alunos a tirarem aleatoriamente do interior do saco, dois pares de botões, dessa forma já estarão realizando a segregação de gametas e percebendo que as combinações entre os genes alelos ocorrem de forma aleatória, apresentando somente um fato relativo a uma característica. Com essa exemplificação dos botões, os alunos terão uma melhor compreensão do monohibridismo, da primeira lei de Mendel (Figura 2).

Figura 2 – Representação da segregação dos gametas (A) e cruzamentos com monohibridismo (B)



Fonte: SILVA; SILVA (2020, p. 29)

2.2 O BARALHO COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE GENÉTICA

Criada por um grupo de professores da Universidade de Brasília, Salim, et al. (2007) esta metodologia envolve um jogo com o baralho. O jogo de cartas, é de baixo custo e fácil acesso, onde dois jogos de baralho são os únicos materiais utilizados. Os autores acima citados propuseram nesta metodologia um facilitador do aprendizado de conteúdos e conceitos importantes na genética como: permuta genética, cromossomos homólogos, *locus* gênico, alelo, mitose, meiose, centrômeros, cromátides, quiasma, homocigotos, heterocigotos entre outros.

2.2.1 Plano de aula 2

Tabela 2 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso do baralho como ferramenta no ensino de genética

IDENTIFICAÇÃO

Curso: Ensino Fundamental

Série: 9º Ano

Componente Curricular: Ciências

Área do Conhecimento: Ciências da Natureza

Carga horária: 1 aula de 45 min

OBJETO DO CONHECIMENTO

Vida e Evolução

- As células se multiplicam;

<ul style="list-style-type: none"> • As informações genéticas.
<p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. • (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
<p>CONTEÚDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • O zigoto é diploide; • O zigoto se desenvolve por divisões celulares; • Os passos da divisão celular.
<p>ESTRATÉGIAS E RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática e dialogada; • Dois jogos de baralho; • Caderno, lápis e borracha.
<p>AVALIAÇÃO</p> <p>A avaliação acontecerá de forma qualitativa pela participação, interesse, assiduidade durante a aula, onde o aluno estará sendo avaliado de forma coletiva e individual, o que gerará assim, uma nota.</p>
<p>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 28 Set. 2021.</p>

Fonte: a autora.

2.2.2 Metodologia

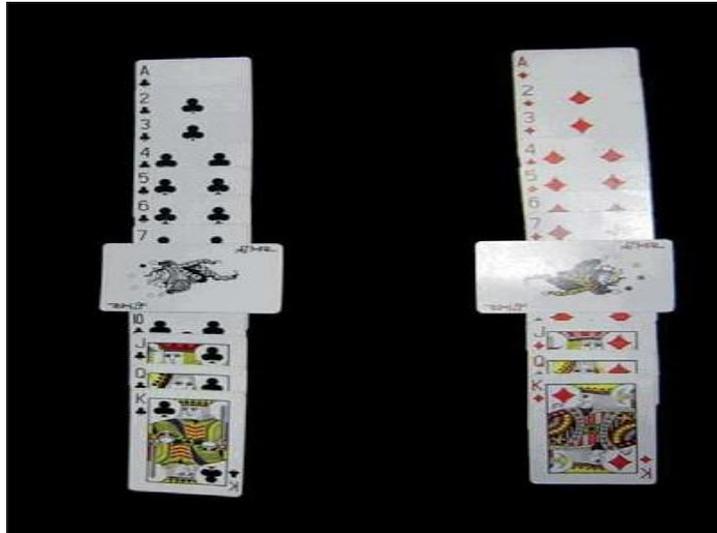
Para esta aula serão utilizados baralhos de jogos de cartas. Separa-se os baralhos de modo a compor um jogo com duas sequências de naipes vermelhos (ouro-ouro e copas-copas) e dois pretos (paus-paus e espada-espada). Sugere-se que as cartas de naipes vermelhos representem a linhagem materna e os pretos, a linhagem paterna. Cada naipe representa um cromossomo com uma sequência de loci de A a K (ás até rei). O coringa é utilizado como centrômero. Para representar uma célula $2n=2$ (ou $2n=4$) deve-se considerar que a sequência de cartas com naipe vermelho representa um cromossomo homólogo à sequência de cartas com naipe preto. A sugestão é que se formem grupos de alunos da seguinte maneira:

Grupo 1: o naipe ouro (materno) é homólogo ao naipe paus (paterno);

Grupo 2: o naipe copas (materno) é homólogo ao naipe espadas (paterno).

Cada grupo deverá trabalhar com o comportamento dos cromossomos durante o ciclo celular, iniciando pela fase G1.

Figura 3 - Representação dos cromossomos maternos e paternos, início do ciclo (G1)



Fonte: SALIM, et al. (2007)

Quando o processo de divisão for a Mitose, o grupo deverá representar a estrutura dos cromossomos, representá-los após a fase S, trabalhar a migração para o pólo- equatorial, a separação das cromátides irmãs e a formação das novas células.

Figura 4 - Representação da estrutura do cromossomo após a fase S



Fonte: SALIM, et al. (2007)

Durante a prática devem ser discutidos três aspectos principais: a variação da estrutura do cromossomo (unifilamentar e bifilamentar), a modificação do material genético (com ou sem alteração) e a quantidade do material genético da célula ao longo do processo.

Figura 5 - Representação do *crossing-over*



Fonte: Fonte: SALIM, et al. (2007)

Quando o processo de divisão for a Meiose sugere-se representar uma Meiose sem e uma com *crossing over* e recombinação.

Figura 6 - Representação dos cromossomos após o *crossing-over*



Fonte: Fonte: SALIM, et al. (2007)

Neste exemplo (figura 6), observa-se a separação dos cromossomos após recombinação. Processo este que deverá ser representado pelos alunos quando a divisão for meiose.

Figura 7 - Separação dos cromossomos homólogos após recombinação



Fonte: SALIM, et al. (2007)

Observa-se a separação dos cromossomos homólogos após recombinação. A montagem desse esquema será importante para os alunos entenderem que durante a meiose, a troca de material genético é feita de forma aleatória.

Figura 8 - Separação dos cromossomos homólogos sem recombinação



Fonte: SALIM, et al. (2007)

Ainda durante o processo de meiose, espera-se que ao montar a representação da separação dos cromossomos homólogos sem recombinação, os alunos consigam distinguir os processos com e sem recombinação.

Figura 9 - Separação das cromátides irmãs (par II)



Fonte: SALIM, et al. (2007)

O resultado após a meiose I, a separação das cromátides irmãs e o resultado após a meiose II, também deverão ser discutidos. Na figura acima observa-se a ligação dos centrômeros dos cromossomos com o fuso e a migração para os pólos da célula em forma de L, V ou I, se forem submeteta, meta ou acrocêntricos.

2.3 SHOW DA GENÉTICA: UM JOGO INTERATIVO PARA O ENSINO DE GENÉTICA

Os conceitos abordados no ensino de genética, geralmente são de difícil assimilação. Por este motivo torna-se necessária a criação de práticas que auxiliem no aprendizado do aluno. Nos dias de hoje, aliar o ensino com as tecnologias é uma grande aposta, principalmente tratando-se de alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, público este que já nasceu na era digital. O jogo proposto, trata-se de uma adaptação do programa “Show do Milhão”, produzido e apresentado pelo canal SBT.

Para Miranda (2001),

o fato de o jogo ser lúdico, divertido e prazeroso, o torna uma das formas mais eficazes de ensino, sendo uma estratégia para melhorar o desempenho dos alunos em conteúdos de difícil aprendizagem. Portanto, o jogo é uma importante ferramenta educacional, com possibilidade de auxiliar os processos de ensino-aprendizagem em sala de aula, nos diferentes níveis de ensino e nas diversas áreas do conhecimento.

Show da Genética é um jogo de perguntas e respostas, feito para ser jogado no computador, mas que pode ser adaptado para o celular, papel cartão ou até mesmo quadro-negro.

2.3.1 Plano de aula 3

Tabela 3 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de jogos de perguntas e respostas no ensino dos grupos sanguíneos

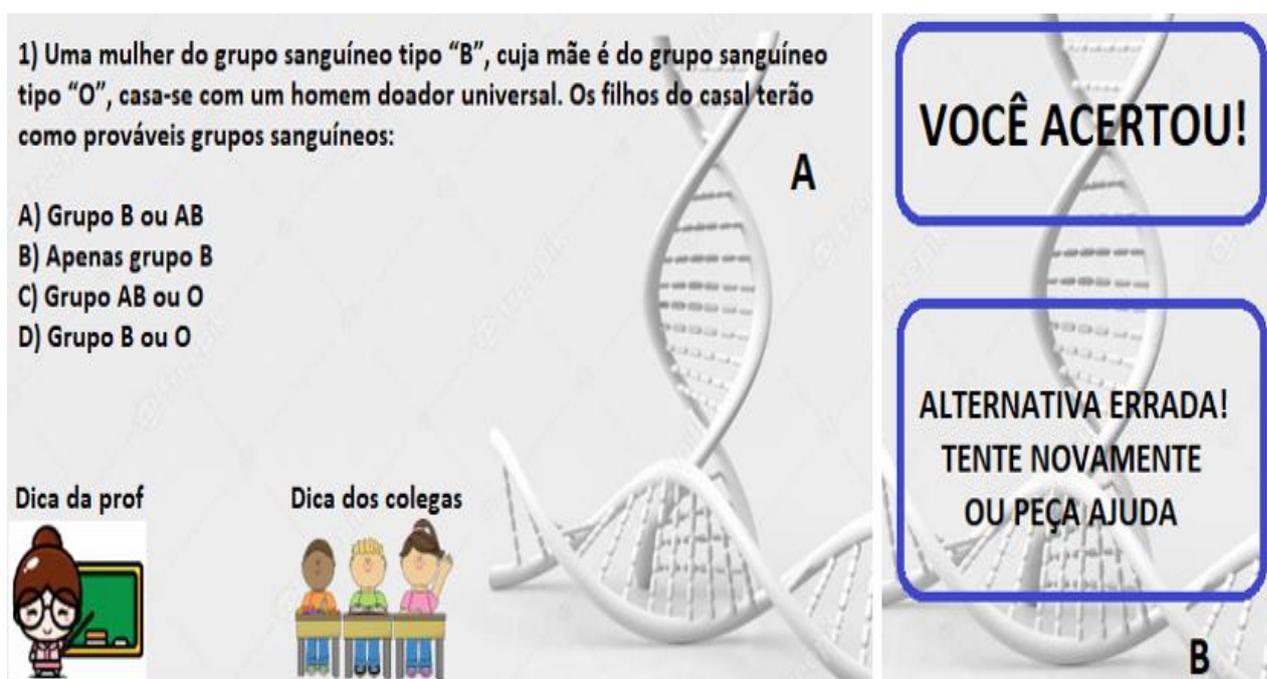
<p>IDENTIFICAÇÃO</p> <p>Curso: Ensino Fundamental Série: 9º Ano Componente Curricular: Ciências Área do Conhecimento: Ciências da Natureza Carga horária: 1 aula de 45 min</p>
<p>OBJETO DO CONHECIMENTO</p> <p>Vida e Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupos sanguíneos; • Sistema ABO; • Fator RH.
<p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. • (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
<p>CONTEÚDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você sabe qual é o seu tipo? • Sistema de classificação do sangue em grupo; • Eritroblastose fetal.
<p>ESTRATÉGIAS E RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática e dialogada; • Papel cartão com perguntas e opções de respostas previamente confeccionados pelo professor; • Caderno, lápis e borracha.
<p>AVALIAÇÃO</p> <p>A avaliação acontecerá de forma qualitativa pela participação, interesse, assiduidade durante a aula, onde o aluno estará sendo avaliado de forma coletiva e individual, o que gerará assim, uma nota.</p>
<p>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 28 Set. 2021.</p>

Fonte: a autora.

2.3.2 Metodologia

O aluno seleciona o nível de dificuldade em que deseja jogar (fácil ou difícil), o nível fácil abrange genética clássica e estrutural e o nível difícil abrange conceitos de genética molecular. Cada nível é dividido em 16 questões de múltipla escolha, com quatro sugestões de repostas para cada pergunta. Durante a rodada, o aluno tem direito a um pedido de ajuda do professor e três pedidos de ajuda dos colegas de classe. Ainda, o professor deve estipular um tempo para que o aluno dê sua resposta. O intuito do jogo é reforçar a aula teórica, fazendo com que os conceitos aprendidos tenham vínculo com os fatos diários vivenciados pelos alunos, desta forma significando o aprendizado. Neste caso conceitos envolverão os grupos sanguíneos do tipo ABO, fazendo com que o aluno fixe o conhecimento de forma leve e divertida.

Figura 10 – (A) Representação da tela com a pergunta e as opções de respostas. (B) Representação do retorno de erro ou acerto



Fonte: a autora.

No exemplo da imagem acima, observa-se uma pergunta sobre grupo sanguíneo, que corresponde ao nível fácil do jogo, caso o aluno responda a alternativa correta, que é a alternativa D – Grupo B ou O, ele passará para a próxima pergunta e o professor lhe dará a pontuação definida previamente. Caso ele erre a resposta, passará para a próxima questão, sem pontuar, acumulando três erros, este passará a chance de jogar para o próximo colega.

2.4 TÁ LIGADO? UMA FORMA LÚDICA DE APRENDER LIGAÇÃO GÊNICA

A teoria cromossômica da herança diz que os genes estão localizados em cromossomos. A quantidade de cromossomos, na maioria dos organismos, é limitada e existem mais genes do que cromossomos. Devido à essa proporção, alguns genes estarão presentes em um mesmo cromossomo e não segregarão de forma independente. Esses genes geralmente não se separam, pois estão ligados fisicamente e são chamados de Genes Ligados ou apresentam Ligação Gênica.

Conceitos aprendidos de modo expositivo podem ser mobilizados e realmente compreendidos quando os estudantes são expostos aos estudos de casos que envolvem plantas, animais e seres humanos. Nos casos apresentados na atividade “Tá Ligado?”, o desafio é descobrir, por meio da análise das proporções obtidas nos cruzamentos-teste, se os genes para duas características investigadas estão ou não ligados (CERQUEIRA *et al*, 2013).

2.4.1 Plano de aula 4

Tabela 4 – Plano de aula de Ciências, para o 9º Ano do Ensino Fundamental, contemplando o uso de jogos investigativos no ensino de ligação gênica

<p>IDENTIFICAÇÃO</p> <p>Curso: Ensino Fundamental Série: 9º Ano Componente Curricular: Ciências Área do Conhecimento: Ciências da Natureza Carga horária: 1 aula de 45 min</p>
<p>OBJETO DO CONHECIMENTO</p> <p>Vida e Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ligação gênica; • Tipos de arranjo.
<p>HABILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. • (EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
<p>CONTEÚDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que é <i>linkage</i>? • A diferença entre arranjo cis e trans.
<p>ESTRATÉGIAS E RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática e dialogada;

- Papel cartão de cores diferentes, com os casos e as pistas confeccionados previamente pelo professor;
- Caderno, lápis e borracha.

AVALIAÇÃO

A avaliação acontecerá de forma qualitativa pela participação, interesse, assiduidade durante a aula, onde o aluno estará sendo avaliado de forma coletiva e individual, o que gerará assim, uma nota.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base.** Brasília, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 28 Set. 2021.

Fonte: a autora.

2.4.2 Metodologia

O jogo é composto por dez questões que podem envolver ou não, situações de ligação gênica, ou seja, quando dois locos estão situados proximamente em um mesmo cromossomo, impedindo a segregação independente dos alelos, neste caso a separação destes dependerá da taxa de recombinação entre os locos gênicos; a distância entre os locos é diretamente proporcional à taxa de recombinação entre estes. Para cada caso estudado haverá dez pistas, que serão lidas conforme o desenvolvimento dos mesmos. Os cartões com os casos estarão divididos por cores. Cartão azul refere-se a casos envolvendo plantas, cartão verde refere-se a animais e cartão vermelho, humanos. O professor é quem divide os grupos e também é o juiz, feito isso, as regras são lidas e cada grupo elege um porta-voz. A cada rodada um envelope é sorteado e lido pelo professor, que em seguida lê a primeira pista. Caso nenhum grupo resolva o problema o professor lerá a próxima pista, o grupo que souber a resposta deve gritar: “Tá ligado!”, caso os genes em questão estejam ligados, ou do contrário, “Não tá ligado!”. Cada caso começa valendo nove pontos, as três primeiras pistas são lidas sem que se desconte pontos, a partir da quarta pista é tirado um ponto por pista, descontados da pontuação inicial de nove pontos. Vence o grupo que terminar as dez rodadas com mais pontos.

Nos seis modelos de fichas que serão expostos abaixo (dois casos contemplando plantas, dois casos contemplando animais e dois casos contemplando humanos), além de relembrar a diferença entre dominante e recessivo, os alunos observarão também a proposta de arranjos *cis* e *trans*, reconhecerão os casos de *linkage* analisando os tipos de gametas formados por indivíduos heterozigotos e suas proporções, e ainda, aprenderão a diferenciar os casos de *linkage* com ocorrência de permutação.

Figura 11 – Modelo de ficha na cor azul (plantas), com o caso e suas dicas

Caso 1.

Um agricultor e produtor de tomates decidiu convidar um biólogo para entender melhor a genética dos seus tomateiros com a finalidade de maximizar a sua produção, gerando plantas que atendam a sua expectativa de altura e cor de fruto. Ele lhe deu informações de como funcionava o cruzamento dos tomates e o biólogo explicou-lhe como eram os mecanismos de herança nessas plantas. A sua função é descobrir, a partir da conversa dos dois sobre um cruzamento realizado, se o gene para **altura da planta** “**Tá ligado**” ao gene para **cor do fruto**.



Dica 1: Em tomates o gene para coloração do fruto possui dois alelos. O alelo dominante “**A**” condiciona a característica **fruto vermelho** e o alelo recessivo “**a**”, quando encontrado em duplicidade, resulta em **fruto amarelo**.

Dica 2: Em tomates o alelo dominante “**B**” condiciona a característica **planta alta** e o alelo recessivo “**b**”, quando em duplicidade, resulta na característica **planta baixa**.

Dica 3: O cruzamento realizado pelo agricultor foi: **planta alta com frutos vermelhos** (duplamente heterozigótica) com **planta baixa de frutos amarelos**.

Dica 4: A partir do cruzamento entre os parentais, o agricultor obteve dois tipos diferentes de plantas.

Dica 5: Um tipo de planta obtido foi **alta com frutos vermelhos**.

Dica 6: Outro tipo de planta obtido foi **baixa com frutos amarelos**.

Dica 7: Um dos genótipos obtido pelo agricultor a partir do cruzamento entre os parentais foi o **Aa/Bb**.

Dica 8: Um dos genótipos obtido pelo agricultor a partir do cruzamento entre os parentais foi o **ab/ab**.

Dica 9: A partir do cruzamento entre os parentais o agricultor encontrou 2 tipos de plantas em iguais porcentagens.

Dica 10: O biólogo explicou ao agricultor que durante o cruzamento entre os parentais provavelmente **não** ocorreram permutações (*crossing over*).

Figura 12 – Modelo de ficha na cor azul (plantas), com o caso e suas dicas

Caso 2.

Em sua plantação de crisântemos, Seu Bento sempre conseguia sementes que produziam plantas com diferentes combinações entre flores brancas ou vermelhas em arbustos baixos ou altos. Certa vez ele notou que as flores mais populares de sua loja eram crisântemos vermelhos que nasciam em pequenos arbustos. Assim ele precisa da sua ajuda para saber se ele conseguiria cultivar apenas plantas baixas com flores vermelhas. A partir dos diferentes cruzamentos realizados você precisa descobrir se o gene que determina **altura da planta "Tá Ligado"** ao gene que determina **cor em crisântemos**.



Dica 1: A **cor vermelha** das flores é determinada por um alelo dominante "**V**".

Dica 2: A **altura baixa** das plantas é determinada por um alelo recessivo "**a**".

Dica 3: As plantas **baixas com flores brancas** são **homozigotas** para os alelos responsáveis pela cor da flor e pela altura da planta.

Dica 4: No experimento 1 ele realizou um cruzamento-teste entre **plantas altas de flores vermelhas** com **plantas baixas de flores brancas**, o floricultor obteve sementes das quais só nasciam plantas heterozigotas com flores vermelhas e altas.

Dica 5: No experimento 2, em um retrocruzamento entre plantas **altas com flores vermelhas** heterozigotas e com plantas **baixas de flores brancas**, ele observou quatro tipos diferentes de combinações entre flores brancas ou vermelhas e plantas altas ou baixas.

Dica 6: No Experimento 2, a partir de um retrocruzamento foram obtidas 300 sementes, das quais nasceram 74 plantas **altas de flores vermelhas**.

Dica 7: Das 300 plantas obtidas no Experimento 2, a partir de um retrocruzamento, 76 eram plantas **altas com flores brancas**.

Dica 8: Seu Bento colheu como resultado do retrocruzamento, 300 plantas, das quais 75 eram **baixas com flores vermelhas**.

Dica 9: No Experimento 2 das 300 plantas obtidas, 75 plantas **baixas com flores brancas**.

Dica 10: **Podem** ocorrer eventos de permutação (*crossing over*) entre os genes que condicionam a coloração e a altura do crisântemo.

Figura 13 – Modelo de ficha na cor verde (animais), com o caso e suas dicas

Caso 4.

A indústria de tecidos utiliza pelos de carneiros/ovelhas para obter a lã para o feitiço de roupas. Os animais de pelos longos são os mais desejados. Um criador do Sul do Brasil tem interesse em comercializar animais de pelos pretos, mas que sejam longos. Ele somente encontra animais com coloração marrom e pelos longos e animais de coloração preta e pelos curtos. Ele procura ajuda de pesquisadores para, por meio de cruzamentos, encontrar animais de seu interesse, com pelos pretos e longos. Será que o gene relacionado à **coloração dos pelos** “Tã Ligado” ao gene relacionado ao **comprimento dos pelos**?



Dica 1: O alelo que condiciona **pelagem preta** é **dominante** sobre o alelo que condiciona pelagem de **coloração marrom**.

Dica 2: O alelo que condiciona **pelo curto** é **dominante** sobre o alelo que condiciona **pelo longo**.

Dica 3: O pesquisador realizou cruzamentos entre animais de **pelagem preta** e **pelos curtos** com indivíduos com **pelos longos** e **coloração marrom**. Nesse cruzamento, de 1000 animais, obtivemos quatro classes fenotípicas referentes à coloração e comprimento de pelos.

Dica 4: Os parentais com **pelagem longa** e **coloração marrom** são **duplo recessivos**.

Dica 5: Os parentais com **pelagem curta** e **coloração preta** são **duplo heterozigotos**.

Dica 6: A **pelagem longa de coloração preta** estava presente em 68 animais resultantes dos cruzamentos realizados pelo pesquisador.

Dica 7: A **pelagem longa e coloração marrom** estava presente em 431 animais resultantes dos cruzamentos realizados pelo pesquisador.

Dica 8: A **pelagem curta e coloração preta** estava presente em 432 animais resultantes dos cruzamentos realizados pelo pesquisador.

Dica 9: Dos 1000 animais nascidos, 69 apresentavam **pelagem curta e marrom** resultantes dos cruzamentos realizados pelo pesquisador.

Dica 10: Apesar dos genes relacionados com coloração e comprimento dos pelos estarem no mesmo cromossomo, **podem** ocorrer eventos de *crossing over* entre eles.

Figura 14 – Modelo de ficha na cor verde (animais), com o caso e suas dicas

Caso 5.

Em uma cidade do interior do Brasil ocorreu uma grande infestação de ratos. O prefeito decidiu resolver a situação e para isso aplicou raticida na cidade. Com o passar do tempo verificou que a maioria dos animais sobreviventes era de pelagem preta. Intrigado com a situação decidiu contratar um cientista para investigar o caso. O pesquisador realizou alguns cruzamentos para verificar se o gene para **coloração da pelagem "Tá Ligado"** ao gene de **resistência ao veneno**.



Dica 1: O alelo "**M**" que condiciona **pelagem preta** é **dominante** sobre o alelo "**m**" que condiciona **pelagem malhada**.

Dica 2: O alelo "**R**" que condiciona **resistência ao raticida** é **dominante**.

Dica 3: O cientista realizou cruzamentos entre indivíduos **heterozigotos de pelagem preta e resistentes** com **malhados e não-resistentes** obtendo quatro classes fenotípicas de filhotes.

Dica 4: O genótipo dos parentais **malhados e não resistentes** era **mm/rr**.

Dica 5: O genótipo dos parentais **pretos e resistentes** era **Mm/Rr**.

Dica 6: Dos 77 filhotes obtidos pelo cientista, 25 filhotes apresentaram **pelagem preta e resistência ao raticida**.

Dica 7: Dos 77 filhotes obtidos a partir dos cruzamentos, 24 filhotes apresentaram **pelagem malhada e não possuíam resistência ao raticida**.

Dica 8: Como resultado dos cruzamentos o cientista observou 13 filhotes **resistentes e de pelagem malhada** dentre os 77 nascidos.

Dica 9: O cientista obteve 15 filhotes de **pelagem preta e não resistentes** a partir dos cruzamentos realizados.

Dica 10: O cientista detectou que **podem** ocorrer eventos de permutação (*crossing over*).

Figura 15 – Modelo de ficha na cor vermelha (humanos), com o caso e suas dicas

Caso 7.

Pedro que possui anemia devido às suas hemácias em formato oval e é Rh⁺, casa-se com Júlia que apresenta hemácias normais e é Rh⁻. Júlio Pedro, fruto desta união, possui hemácias de formato oval e é Rh⁺. O filho seguinte apresenta eritroblastose fetal (doença hemolítica causada por incompatibilidade do Rh). Júlio Pedro vai se casar e gostaria de saber se seus filhos podem ter problemas de incompatibilidade do Rh, já que sua esposa também é Rh⁻, como sua mãe, e se eles podem ter a chance de ter os dois problemas de saúde ao mesmo tempo. Ele procura um laboratório específico e faz o genótipo de seus espermatozoides. Que tal você ajudar o médico a verificar, a partir das informações obtidas, se o gene que condiciona o **formato das hemácias “Tã Ligado”** ao gene que condiciona o **fator Rh**?



Dica 1: As hemácias de **forma oval** são condicionados pelo alelo **dominante “E”** e hemácias **normais** alelo **recessivo “e”**.

Dica 2: Pessoas portadoras de pelo menos um alelo **“R”** apresentam o fator Rh em suas hemácias e são **Rh⁺**, enquanto pessoas homocigóticas recessivas **rr** são **Rh⁻**.

Dica 3: Júlio Pedro é **heterocigoto** tanto para o gene que confere a **forma das hemácias** quanto para aquele que condiciona o **fator Rh**.

Dica 4: O genótipo de Júlio Pedro é **Rr/Ee**.

Dica 5: A esposa de Júlio Pedro tem o genótipo **rr/ee**.

Dica 6: O médico verificou que para esses dois genes foram encontrados **4 tipos** de espermatozoides.

Dica 7: O alelo para **hemácias ovais** e **fator Rh (Rh⁺)** estava presente em 40% dos espermatozoides.

Dica 8: O alelo para **hemácias normais** e **sem o fator Rh (Rh⁻)** estava presente em 40% dos espermatozoides.

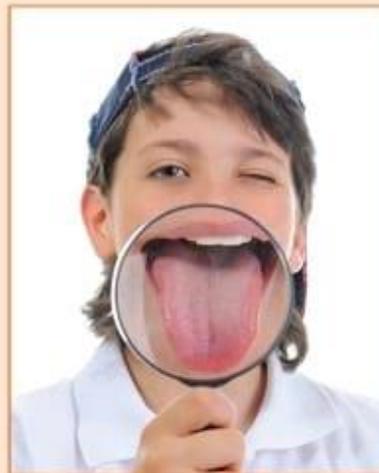
Dica 9: O alelo para **hemácias normais** e **fator Rh (Rh⁺)** estava presente em 10% dos espermatozoides.

Dica 10: O alelo para **hemácias ovais** e **sem o fator Rh (Rh⁻)** estava presente em 10% dos espermatozoides.

Figura 16 – Modelo de ficha na cor vermelha (humanos), com o caso e suas dicas

Caso 8.

Júnior e Ana são casados há 4 anos e possuem dificuldades em engravidar, assim, procuraram os serviços de uma Clínica de Reprodução assistida e iniciam o tratamento. O resultado foi um sucesso e a mulher de Júnior hoje está no 3o mês de gravidez. Ao voltar ao consultório, Júnior falou ao médico que tinha ouvido informações sobre genes ligados e pediu que o médico lhe explicasse melhor. Pacientemente, o Doutor Ricardo lhe demonstrou como funcionavam esses genes. Após as explicações para verificar se Pedro realmente havia entendido, o médico lhe deu as informações abaixo sobre dois genes, um que resulta na capacidade de **enrolar a língua** e outro que permite o **uso da mão direita**. Usando os próprios dados dos espermatozoides do paciente coletados durante o tratamento, que tal você ajudar o Júnior, dizendo se o gene para capacidade de **enrolar a língua** “**Tã Ligado**” ao gene que permite o **uso da mão direita**.



Dica 1: Em humanos, a capacidade de **enrolar a língua** é devida ao alelo **dominante “E”** e, a **incapacidade**, ao **recessivo “e”** quando encontrado em homozigose.

Dica 2: Em humanos, o **uso da mão direita** é devido ao alelo **dominante “B”** e o **uso da mão esquerda** é condicionada pelo alelo **recessivo “b”** quando em homozigose.

Dica 3: Júnior era **heterozigoto** tanto para o gene que resulta na **capacidade de enrolar a língua** quanto para aquele que permite o **uso da mão direita**.

Dica 4: Ana era **recessiva** tanto para o gene que determina a **capacidade de enrolar a língua** quanto para aquele que permite a **uso da mão**.

Dica 5: O médico informou que para esse dois genes foram encontrados 4 tipos de espermatozoides.

Dica 6: O médico detectou que 27% dos espermatozoides possuíam tanto o alelo dominante do gene para **capacidade de enrolar a língua** quanto para aquele que permite o **uso da mão direita**.

Dica 7: O médico detectou que 24% dos espermatozoides possuíam o alelo dominante do gene para **capacidade de enrolar a língua** e o alelo recessivo para aquele que permite o **uso da mão esquerda**.

Dica 8: O médico detectou que 25% dos espermatozoides possuíam o alelo recessivo do gene para **não capacidade de enrolar a língua** e o alelo dominante para aquele que permite o **uso da mão direita**.

Dica 9: O médico detectou que 24% dos espermatozoides possuíam o alelo **recessivo** do gene para a **não capacidade de enrolar a língua** quanto para aquele que permite o **uso da mão esquerda**.

Dica 10: O médico informou que provavelmente **não** houve permutação (*crossing over*).

3. DISCUSSÃO

A sequência didática proposta, será uma importante ferramenta educativa e auxiliadora no ensino e aprendizagem de genética, tanto para os professores de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental, quanto para seus alunos.

O método de ensino por meio de jogos didáticos, vem se mostrando uma estratégia eficaz na mediação e construção de conhecimento, além de despertar não somente conhecimentos relacionados ao conteúdo, mas também, habilidades de comunicação, senso de liderança, trabalho em equipe, resolução de conflitos, entre outros. Barros, Miranda e Costa (2019, n.p), dizem que:

Os jogos didáticos têm grande importância no desenvolvimento cognitivo dos alunos, pois atuam no processo de apropriação do conhecimento, permitindo o desenvolvimento de competências, o desenvolvimento espontâneo e criativo, além de estimular capacidades de comunicação e expressão, no âmbito das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe.

Geralmente o método de ensino é focado na fixação de conteúdos, estes quase sempre são passados aos alunos através de aulas expositivas, colocando o professor como centro do processo. Contudo, a essência de todo o processo educacional consiste na prática do saber e, não apenas na simples transferência de conteúdo (COSTA, 2017).

Para Costa, Gonzaga e Miranda (2016),

Nesse sentido, a utilização de jogos didáticos pode ser um caminho viável, já que pode auxiliar no preenchimento de diversas lacunas deixadas pelo processo de transmissão-recepção do conteúdo, facilitando a construção e apropriação do conhecimento e despertando o interesse dos alunos, que terão participação mais ativa no processo ensino-aprendizagem.

A didática em questão, tirará o aluno do papel apenas de ouvinte e o colocará no protagonismo do seu próprio aprendizado, pois este irá praticar a teoria referida na aula, elaborando estratégias, dialogando entre equipes, e vivenciando na prática a experiência que os erros e os acertos lhe trarão. Com isso, o professor terá mais motivação em ensinar o conteúdo, pois verá o empenho do aluno em jogar os jogos didáticos, e o aluno terá mais motivação, pois terá uma aula diferenciada, não focada somente na memorização. Para Campos, Bortoloto e Felício (2003, p. 35), os jogos didáticos tornam-se aliados no desenvolvimento psicossocial, já que estabelecem conexões importantes entre professor e alunos, possibilitando uma abordagem dos conhecimentos mais motivadora e dinâmica.

Miranda (2002), ainda diz que:

Por meio do jogo didático, vários objetivos podem ser alcançados:
1. o desenvolvimento da inteligência e da personalidade;

2. o desenvolvimento da sensibilidade, da estima e da amizade;
3. a ampliação dos contatos sociais;
4. o aumento da motivação; e
5. o estímulo à criatividade.

Investir em atividades que façam o aluno refletir, criar estratégias e investigar, através dos jogos didáticos, é uma excelente forma de diversificar o ensino docente. Zômpero e Laburu (2011, pg. 67), afirmam que:

Atividades que envolvem investigação por parte dos alunos representam ótimas oportunidades não só para aprendizagem de conceitos e procedimentos, mas também para o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas e da compreensão da natureza da Ciências.

Ainda, a proposta de SD que contempla jogos didáticos no ensino de genética, fará da sala de aula um ambiente mais participativo, dinâmico, que dará ao aluno mais autonomia na construção do seu conhecimento, lhe colocando no protagonismo do seu aprendizado, onde o professor terá um papel norteador e fará a função de mediador desse conhecimento, tornando assim, o ensino-aprendizado mais significativo. E também, será importante no processo de entendimento por parte dos alunos que possuem um pouco mais de dificuldade em aprender um conteúdo tão complexo quanto a genética, pois se antes, eles fariam as atividades no caderno, de forma individual, agora eles contarão com o apoio e incentivo de uma equipe, o que lhes dará motivação. A motivação é a chave que proporciona ao aluno o aprendizado, Libâneo (1994, apud FILHO E MESSIAS, 2018).

Fabício et al. (2007), conclue que:

As aulas de Genética que estão centralizadas exclusivamente na verbalização do professor, na qual a maior preocupação é mostrar as possíveis combinações de genes (representados pelas letras) e cálculos de probabilidade não produzem tantos efeitos para uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto acima, torna-se essencial um olhar preocupado e diferenciado para que os alunos entendam as correlações dos conceitos básicos genéticos aos quais estão sendo expostos. Sendo assim, os professores devem valorizar as metodologias didáticas diferenciadas e buscá-las como alternativas para o ensino de Genética.

Esta SD aqui proposta, tem o potencial de interessar os alunos, inicialmente em jogar com os colegas, mas em um momento seguinte, este perceberá que ao realizar as atividades, os conceitos e exemplos vistos em aula teórica são vivenciados nos jogos, podendo proporcionar interação entre os colegas e o professor e incitar discussões em pequenos grupos, que, sem estas atividades, não correriam. Estas interações formam vínculos importantes entre professor/ aluno, proporcionando a este último, confiança e liberdade para participar das aulas, sem medo de

errar, significando seu aprendizado. Para tal, o professor deve estar preparado para sanar as dúvidas dos alunos, questionar estas, com outras arguições ou hipóteses, propondo que eles tentem solucionar questões através de pesquisas e discussões, sempre fomentadas pela atuação do professor, guiando o aprendizado em sala de aula, ou em atividades extra-classe.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Colocar o aluno como protagonista no processo de seu ensino e aprendizagem é um objetivo que se encontra diretamente com as ideias defendidas neste trabalho e ainda, com a proposta do ensino através de jogos didáticos. Para tanto, o professor precisa ter um interesse contínuo nesse processo, deixando o seu papel que até então era apenas de passar o conteúdo de forma técnica, tradicional e quase sem atrativos, para então ocupar o lugar de mediador de todo o processo didático-pedagógico. A autoridade do professor em sala de aula, permanecerá inalterada, este apenas irá usar uma abordagem diferenciada para despertar um interesse genuíno no aluno.

A SD que contempla jogos didáticos no ensino e aprendizagem de Genética sugere aulas mais interessantes e produtivas para os alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental, pois traz uma sequência de conteúdos importantes e que se complementam, mas que devido a forma com que são passados acabam caindo no esquecimento do aluno, por exemplo, quando o professor começa a explicar os passos da divisão celular, o aluno já esqueceu o conceito de homocigoto e heterocigoto. A intervenção de jogos didáticos faz com que o aluno se coloque no centro da problematização, vivenciando e praticando algo que antes seria apenas memorizado, o que torna a assimilação dos conteúdos que se complementam, muito mais fácil e prazerosa.

Tendo em vista o exposto neste trabalho, sugere-se que o professor reavalie as possíveis formas de ensinar Genética, principalmente com a novidade deste ensino não mais somente na disciplina de Biologia, no Ensino Médio, mas agora também na disciplina de Ciências, no 9º Ano dos Anos finais.

A nova BNCC trouxe este desafio aos professores do Ensino Fundamental II, abordar assuntos de forma bem precoce, tendo que alicerçar os conceitos de forma muito mais simples e objetiva.

Talvez esta proposta possa auxiliar os professores nesta tarefa de iniciar o ensino de Genética, já no Fundamental, para depois retomá-lo, de forma mais elaborada, em algum momento do Ensino médio, como é citado na própria BNCC, quando diz que as etapas do Ensino Médio são resultados da articulação das unidades temáticas do Ensino Fundamental.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.; GUSMÃO, F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira.** 2017. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/download/4710/1566&ved=2ahUKEwio_Z3zoYvmAhUjF7kGHZxYC14QFjAAegQIBB_AB&usg=AOvVaw0CrN6npaNfgWNhKgU1Rwib. Acesso em: 18 Ago. 2021.
- BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. **Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha.** *Genética na Escola*, 11(2), 286-293, 2016.
- BARROS, M. G. F. B.; MIRANDA, J. C.; COSTA, R. C. **Uso de jogos didáticos no processo ensino-aprendizagem.** *Revista Educação Pública*. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/23/uso-de-jogos-didaticos-no-processo-ensino-aprendizagem>>. Acesso em: 10 Out. 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base.** Ministério da Educação. Brasília, 2017. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 30 Set. 2021.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96.** Senado Federal. Brasília, 1996.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, 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*, p. 35-48, 2003.
- CANHAS, I. **Genética.** Info Escola: Navegando e Aprendendo. Minas Gerais, 2011.
- CASTRO, B. J; COSTA, P. C. F. **Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa.** *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, Buenos Aires, v.6, n.2, p. 25-37. jul./dez. 2011.
- CERQUEIRA, B; SOBRINHO, I; PERIPATO, A. **Tá ligado? Uma forma lúdica de aprender Ligação Gênica.** *Genética na escola*, v. 8, nº 2. São Paulo: Santos, 2013. Disponível em: <http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=136>. Acesso em: 30 Set. 2021.
- CLEMENT, L; CUSTODIO, J. F; ALVES, F; PINHO, J. **Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica.** *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.8, p. 101-109, maio. 2015.
- COSTA, R. C; GONZAGA, G. R; MIRANDA, J. C. **Desenvolvimento e validação do jogo didático Desafio Ciências – Animais para utilização em aulas de Ciências no Ensino Fundamental Regular.** *Revista da SBEnBIO*, nº 9, p. 9-20, 2016.
- COSTA, R. C. **O jogo didático Desafio Ciências – sistemas do corpo humano como**

ferramenta para o ensino de Ciências. 42 f. Trabalho de conclusão de curso. UFF. Niterói, 2017.

DOLINSKY, L. C. B. **As diversas aplicabilidades da genética molecular no século XXI: Uma nova era nas ciências biológicas.** Saúde e Ambiente em Revista. 2 (1): 21-25, 2007. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/www.infoescola.com/ciencias/genetica/amp/>. Acesso em: 18 Ago. 2021.

FABRÍCIO, M. F. L.; JÓFILI, Z. M. S.; SEMEN, L. S. M.; LEÃO, A. M. A. C. **A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura.** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, 8(1), 12-55 2007.

FILHO, I. J. da C; MESSIAS, J. B. **A utilização do jogo didático corrida genética no ensino de genética para alunos do ensino médio: um relato de experiência.** Anais do Congresso Nacional de Biólogos, v. 8: Congrebio 2018, p.82. Pernambuco, 2018.

GRIFFITHS, A. J. F; WESSLER, S. R; LEWONTIN, R. C; CARROLL, S. B. Introdução à genética. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/www.infoescola.com/ciencias/genetica/amp/>. Acesso em: 18 Ago. 2021.

LEÃO, J. L. B. M; MACEDO, M. V. de. **Aprender biologia com insetos no campo: uma proposta de sequência didática com abordagem investigativa para o ensino médio.** Revista de Ensino de Biologia da SBEnBIO, v. 14, n. 1, p. 493. Rio de Janeiro, 2021.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994.

MARTINEZ, E; FUJIHARA, R; MARTINS, C. **Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética.** Genética na escola, v. 3, n. 2, p.24. São Paulo: Botucatu, 2008. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/showgene.pdf&ved=2ahUKEwjNoIym5YvmAhUjIbkGHUlwA4oQFjAFegQIBBAB&usg=AOvVaw25AyFoCBWScSH61oqlpBgP. Acesso em: 30 Set. 2021.

MIRANDA, S. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender.** Ciência Hoje, v. 28, n. 168, p.64-66, 2001.

MIRANDA, S. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender.** Linhas Críticas, v. 8, nº 14, p. 21-34, 2002.

RODRIGUES, G. V. **O enfoque evolutivo como eixo integrador no ensino da diversidade dos seres vivos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Florianópolis, 2018.

ROOSEVELT, T. **The strenuous life: essays and addresses.** Adegri Graphics LLC, p. 4, 1924. SALIM, D. C *et al.* **O baralho como ferramenta no ensino de genética.** Genética na escola, v. 2. Brasília, DF, 2007. Disponível em: https://7ced070d-0e5f-43ae-9b1c-aeef006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_ccc973b6449e489099ef84977151d4bc.pdf. Acesso em: 30 Set. 2021.

SENICIATO, T; CAVASSAN, O. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental.** Ciência e Educação, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

SILVA, B. R. da; SILVA, T. R. da. **Genética no Ensino Fundamental: Representações didáticas na aprendizagem do Mendelismo.** Experiências em ensino de Ciências, v. 15, nº 1. Instituto Federal do Piauí e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, p. 25, 2020.

SOLINO, A. P; FERRAZ, A.T; SASSERON, L. **Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares.** XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, 2015.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos da Genética.** Cláudia Lúcia Caetano de Araújo [tradução]. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Ensino de Ciências: O Futuro em Risco.** Série Debates, v. 6, p. 1-5 2005.

ZÔMPERO, A. F; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.