



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MARINALDO MAGALHÃES DANTAS

JOGOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: UM ESTUDO PSICOMÉTRICO

CAMPINA GRANDE

2018

MARINALDO MAGALHÃES DANTAS

JOGOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: UM ESTUDO PSICOMÉTRICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karla Patrícia de Oliveira Luna

CAMPINA GRANDE

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192j Dantas, Marinaldo Magalhães.  
Jogos pedagógicos no ensino de Genética [manuscrito] :  
um estudo psicométrico / Marinaldo Magalhães Dantas. - 2018.  
170 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Karla Patrícia de Oliveira Luna, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Jogos pedagógicos. 2. Ensino de Biologia. 3.  
Ferramentas educacionais. 4. Didática. I. Título

21. ed. CDD 371.335

MARINALDO MAGALHÃES DANTAS

JOGOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: UM ESTUDO PSICOMÉTRICO


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação de Ciências e Matemática.

APROVADA EM: 30/05/2018



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karla P. de Oliveira Luna



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Adelino da Silva Dias



---

Prof. Dr. Edevaldo da Silva

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Educação Matemática Profissional, pela oportunidade.

À Professora Dr<sup>a</sup> Karla Patrícia de Oliveira Luna, pela orientação, paciência, confiança e por ter me proporcionado tantas oportunidades de crescimento profissional.

À Professora Dr<sup>a</sup> Márcia Adelino da Silva Dias, pela boa vontade de participar da banca de qualificação e pelo olhar didático que contribuiu muito para minha formação.

Ao Professor Dr. Paulo César Geglio, pelas ricas contribuições em minha banca de qualificação.

Ao corpo docente do PPGECEM, pela contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas da turma 2016 pelo carinho, cafés, conversas e contribuições que permitiram o refinamento do meu trabalho.

Aos colegas professores Flávio Nóbrega e Jéssica Santos, por consentirem a realização dessa pesquisa nos seus nichos profissionais.

À minha família, meu porto seguro e minha fortaleza. Esta conquista não teria sido possível sem a presença e colaboração de vocês.

À minha Rainha (esposa) Neidinha, que sempre acreditou em mim e me amparou nos momentos difíceis, por toda a sua compreensão, paciência, carinho e presença.

A Deus que permitiu o meu encontro com todas estas pessoas maravilhosas as quais tenho muito a agradecer.

*“Sempre há o que aprender, ouvindo, vivendo e, sobretudo trabalhando; mas só aprende quem se dispõe a rever as suas certezas”.*

Darcy Ribeiro

## RESUMO

DANTAS, Marinaldo Magalhães. **Jogos pedagógicos no ensino de genética: um estudo psicométrico**

Uma das maiores dificuldades de aprendizagem em genética está relacionada aos conteúdos de interação e ligação gênica, principalmente, devido ao elevado grau da abstração desses conteúdos. O uso de jogos pedagógicos pode ser uma ferramenta de recurso pedagógico que auxilia o professor na aprendizagem com conteúdos de genética. O jogo pedagógico, ao longo da história, é retratado como fator intrínseco da cultura humana. O objetivo desta pesquisa foi o uso de dois jogos pedagógicos visando o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de interação e ligação gênica na terceira série do ensino médio, em uma escola pública no Município de Patos-PB. Essa é uma pesquisa-ação, com uso de questionário semiestruturado, com escala psicométrica do tipo Likert e validada, quanto a sua fiabilidade, pelo teste alfa de Cronbach. Os resultados demonstraram maior significância e considerável melhoria do ensino e aprendizagem conceitual dos conteúdos interação e ligação gênica, pois o coeficiente alfa de Cronbach para o uso dos jogos pedagógicos foram de 0,786, em contraposição ao coeficiente de 0,690 para as aulas teóricas expositivas. Portanto, os jogos pedagógicos quando bem planejados constituem uma excelente ferramenta educacional complementar à didática do professor em sala de aula.

Palavras-chave: jogos pedagógicos, psicometria, escala Likert, genética.

## ABSTRACT

DANTAS, Marinaldo Magalhães. **Pedagogical games in the teaching of genetics: a psychometric study**

One of the greatest difficulties of learning in genetics is related to the interaction contents and gene connection, mainly due to the high degree of abstraction of these contents. The use of pedagogical games can be a tool of pedagogical resource that helps the teacher in learning with genetic contents. The pedagogical game, throughout history, is portrayed as an intrinsic factor of human culture. The objective of this research was the use of two pedagogical games aimed at teaching and learning the contents of interaction and gene link in the third grade of high school, in a public school in the Municipality of Patos-PB. This is an action research, using a semi-structured questionnaire, with psychometric scale of the Likert type and validated, as to its reliability, by the Cronbach's alpha test. The results showed greater significance and considerable improvement in teaching and conceptual learning of interaction and genetic link contents, since Cronbach's alpha coefficient for the use of pedagogical games was 0.786, as opposed to the coefficient of 0.690 for theoretical expository classes. Therefore, pedagogical games, when well planned, constitute an excellent educational tool complementary to the didactics of the teacher in the classroom.

Keywords: pedagogical games, psychometry, Likert scale, genetics.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dominó gênico e planilha de apoio genótipo-fenótipo. ....	48
Figura 2 – Jogo “Tá Ligado?” contendo o caso e as dicas. ....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de ensino cursado pelos estudantes no fundamental e médio em escolas públicas, particulares ou ambas. ....	52
Gráfico 2 – Nível de escolaridade dos pais. A = até o 5º ano do fundamental I; B = até o 9º ano do fundamental II; C = até a 3ª série do ensino médio; D = curso técnico/profissionalizante após o ensino médio; E = ensino superior completo; F = pós-graduação. ....	53
Gráfico 3 – Tempo de estudo biológico extra-classe dedicado pelos alunos. ....	54
Gráfico 4 – Menor e maior níveis de dificuldades com relação aos conteúdos de biologia. ...	55
Gráfico 5 – Características gerais dos Jogos Pedagógicos. ....	68
Gráfico 6 – Contribuição dos Jogos Pedagógicos à aprendizagem. ....	68
Gráfico 7 – Dificuldades encontradas para realizar os Jogos Pedagógicos. ....	71
Gráfico 8 – Facilidades encontradas para realizar os Jogos Pedagógicos. ....	71
Gráfico 9 – Demonstração dos Jogos Pedagógicos considerados mais interessantes. ....	73
Gráfico 10 – Demonstração dos Jogos Pedagógicos que foi menos interessante. ....	74
Gráfico 11 – Sugestões de como as atividades podem ser melhoradas. ....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala de confiabilidade para o alfa de Cronbach. ....	42
Tabela 2 – Opiniões referentes ao livro didático de biologia e as aulas ministradas pelos professores de biologia.....	57
Tabela 3 – Coeficiente de Cronbach para os conteúdos estudados de acordo com o recurso metodológico utilizado nos grupos A e B. ....	58
Tabela 4 – Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do questionário de perguntas, em escala Likert, sobre Interação Gênica no grupo A (3ª Séries A e D) e grupo B (3ª Séries B e C).....	60
Tabela 5 – Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do questionário psicométrico do grupo de perguntas, em escala Likert, sobre Ligação Gênica no Grupo A (3ª Séries A e D) e grupo B (3ª Séries B e C). ....	64

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E CONCEITUAIS SOBRE JOGOS PEDAGÓGICOS.....	17
2.2 CONCEITO E CONTRIBUIÇÃO DA LUDICIDADE PARA O ENSINO .....	23
2.3 PROPOSTAS DE JOGOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA .....	31
<b>2.3.1 WebQuest: um desafio para o professor</b> .....	<b>37</b>
2.4 PSICOMETRIA E COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH.....	40
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>44</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	44
3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA / LOCAL DO ESTUDO.....	44
3.3 COLETA DE DADOS.....	44
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	46
3.5 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DOS JOGOS PEDAGÓGICOS UTILIZADOS NA PESQUISA.....	47
<b>3.5.1 Dominó gênico</b> .....	<b>47</b>
<b>3.5.2 “Tá Ligado?”</b> .....	<b>49</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>51</b>
4.1 PERFIL DOS ESTUDANTES.....	51
4.2 ANÁLISE DO CONTEÚDO UTILIZADO NO QUESTIONÁRIO PSICOMÉTRICO.....	57
4.3 AVALIAÇÃO DOS JOGOS PEDAGÓGICOS DOMINÓ GÊNICO E TÁ LIGADO?.....	67
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>81</b>
<b>APÊNDICES</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

O conteúdo da genética é visto pelos estudantes como um assunto bastante abstrato e difícil de compreender; assim, os professores enfrentam dificuldades ao ensiná-lo (Kovaleski e Araujo, 2013). Carboni e Soares (2001) destacam que os educandos consideram a genética um dos conteúdos mais difíceis de Biologia, já que para compreendê-la devem ser capazes de relacionar conhecimentos de outras áreas, tais como citologia e biologia molecular. Moreira e Silva (2001) enfatizam que, para muitos professores, a genética é um assunto relativamente novo, pouco discutido em sua formação acadêmica, por isso seu ensino vem sendo feito de maneira superficial nas escolas. Isso pode gerar muitas dificuldades para os estudantes compreenderem até mesmo os conceitos genéticos básicos.

Segundo Moreira e Silva (2001), o problema maior é identificar, no ensino de Biologia, o modo de privilegiar o estudo de conceitos, de métodos científicos e de hipóteses. Essa prática é comumente considerada descontextualizada e desmotivadora pelo estudante, gerando a necessidade de novos encaminhamentos metodológicos pelo professor. Cid e Neto (2005, p.1) corroboram essa visão, afirmando que:

As dificuldades que os conteúdos científicos levantam decorrem, frequentemente, da própria natureza desses conceitos, como é, por exemplo, o caso dos conceitos de DNA, proteína ou gene, os quais escapam a um acesso sensorial direto dos alunos, ou seja, às suas experiências quotidianas. O mesmo se passa, aliás, com muitos dos processos estudados em biologia, como é o caso da síntese proteica ou da divisão celular. Para além disso, a informação que os alunos já possuem acerca destes conceitos ou processos pode interferir no processo de construção de significados, causando distorção ou compartimentação do novo conhecimento.

Em muitos casos, o professor não apresenta os recursos necessários para explicar os fenômenos não visíveis a olho humano. Como resultado disso, há diminuição do entusiasmo dos estudantes, uma vez que não são incentivados a serem protagonistas de sua aprendizagem e ficam com uma visão simplista e parcial da própria Biologia (Borges e Lima, 2007).

Para Hoffmann (2001), quando o professor acompanha verdadeiramente os caminhos de aprendizagem trilhados pelos estudantes, percebe-se que não há parâmetros comparativos para experiências tão ricas e singulares. Quando se acompanha para ajudar no trajeto educacional, é necessário percorrê-lo junto, sentindo as dificuldades, apoiando, conversando, sugerindo rumos adequados para cada estudante.

Configurando um modelo simultaneamente de pensar e de fazer, de refletir e de agir e de ensinar e aprender a ensinar, a perspectiva de Perrenoud (2000) exige que os professores

sejam capazes de desenvolver, em primeiro lugar, uma sólida base de conhecimento sobre o conteúdo que ensinam, os objetivos que perseguem, os estudantes a quem ensinam e o contexto no qual o ensino vai ter lugar. Trata-se de transformar os seus próprios conhecimentos em representações que possam ser adaptadas à construção ativa do saber por parte dos estudantes, para, posteriormente, poderem avaliar e refletir sobre o seu ensino e sobre o que aprenderam.

Para Zuanon (2010), na construção do conhecimento em sala de aula, utilizam-se, de modo geral, a memória visual e auditiva e, em menor escala, ferramentas alternativas de trabalho, como o uso de experiências concretas. Neste contexto, o ensino por meio de jogos possibilita a criação de um ambiente motivador que é necessário para a maximização de potenciais, o que facilita a dinâmica do processamento cognitivo de informações. Isto implica ainda a criação de um espaço pedagógico que favoreça a construção contínua de processos internos simples de estruturação de realidades.

Isquierdo, Sanmartí (1999) são exemplos de pesquisadoras que defendem a importância das práticas pedagógicas nas escolas, constatando, porém, que tais práticas, em certos momentos, resultam pouco eficazes e os professores acabam por não usá-las a contento. Uma explicação plausível para essa situação é entender que os experimentos escolares são propostos, tendo como referência a atividade experimental dos cientistas, quando, em realidade, deveriam “[...] ser algo assim como um guia especialmente desenhado para aprender determinados aspectos das ciências, com um cenário próprio (aula, laboratório escolar, alunos, materiais), muito diferente do cenário de uma investigação científica” (Isquierdo, Sanmartin, 1999, p. 45).

Para ajudar o estudante a entender a abstração das formas celulares dos livros didáticos e os esquemas feitos na lousa, é necessário lançar mão de aparatos e artefatos, os quais se tornam indispensáveis ao aprendizado desse conteúdo, como por exemplo: uso de microscópio, montagem de lâminas histológicas. Isso se torna não apenas uma mera representação simbólica no contexto didático, mas também aproxima-se do contexto científico, o que contribui para a concretude dos processos de ensinar e aprender (Marandino, 2009).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (BRASIL, 2000), devem ser favorecidas as estratégias de ensino que proporcionem aos estudantes melhor compreensão dos objetivos de seus estudos, permitindo, ainda, que participem do processo de elaboração de recursos didáticos. Assim, o jogo pedagógico oportuniza alunos externarem suas ideias e experiências, testando modelos explicativos próprios, oferece-lhes a possibilidade de organização e aplicação dos conhecimentos adquiridos. Esse processo possibilita que a construção e a reconstrução de novos conhecimentos sejam realizadas em um patamar de

igualdade entre os estudantes e o professor, fazendo com que ambos alcancem aprendizagens eficientes. Dessa forma, os estudantes são motivados e valorizados como sujeitos participantes do processo de ensino-aprendizagem.

Krasilchik (2011) relata que, para o professor realizar um bom jogo pedagógico, deve planejar ações provocativas não apenas depois, mas também antes do desenvolvimento de uma unidade temática, a fim de levantar questões e orientar o aprendizado dos estudantes. É necessário entender que a riqueza de uma atividade prática reside mais na possibilidade de gerar questionamentos nos estudantes do que em desenvolver habilidades técnicas específicas. Assim, antes de propor qualquer atividade com jogo, é importante investir um tempo perguntando: em que medida esta atividade ajuda os estudantes a entender determinado tema e/ou conceito? Como instigar a criatividade deles com esta atividade? Em que medida a atividade proposta pode estimulá-los a formular questões? Essas e outras perguntas ajudam a entender o lugar do jogo pedagógico no ensino de Ciências e Biologia e, certamente, contribuem para problematizar essa condição de atividade acessória ao aprendizado.

Bugallo (1995) aponta como dificuldade para o ensino de genética o uso de uma terminologia superficial e ambígua encontrada nos livros textos usada de forma equivocada. Há falta de esclarecimento e relações específicas sobre os conceitos de gene, alelo, zigoto, gameta entre outros, que além de proporcionar uma fragmentação no aprendizado, gera uma série de concepções alternativas sobre o tema.

As dificuldades dos alunos com a linguagem da genética são, em particular, recorrentemente referidas e atribuídas ao fato de ser a genética uma área caracterizada por um vasto e complexo vocabulário, onde os alunos mostram muitas vezes dificuldades em compreender e diferenciar os conceitos envolvidos, com é o caso dos associados a termos como alelo, gene, ou homólogo. As próprias expressões matemáticas usadas neste contexto são, muitas vezes, alvo de confusões com os alunos, até por que os símbolos respectivos nem sempre são usados consistentemente por professores e autores de livros didáticos (CID e NETO, 2005, p. 2).

Quanto às atividades de resolução dos problemas de Genética, Bugallo (1995) afirma que, apesar de os alunos resolverem os problemas com êxito, não são capazes de desenvolver a relação do algoritmo de resolução com o contexto genético. Este problema pode ser atribuído a não compreensão dos conceitos de Genética. A análise de exercícios de Genética em livros didáticos feita por Ayuso *et al.* (1996) revela que eles trazem problemas com soluções únicas, referem-se a exemplos de seres vivos desconhecidos pelos estudantes, com características difíceis de serem imaginados, o que possivelmente desestimularia a aprendizagem. As pesquisas sobre o ensino de genética realizada nas décadas de 80 e 90, citadas por Leite (2004),

envolveram principalmente investigações sobre concepções alternativas e resolução de problemas, sendo mais recentes as voltadas para a aprendizagem significativa.

O ensino de genética, segundo Leite (2004), desenvolve-se a partir de uma postura fragmentada, a-histórica e linear, e os estudantes, que apesar de demonstrarem interesse por temas ligados à genética humana, têm pouca compreensão sobre os mesmos. A falta de compreensão dos conteúdos atribui-se à centralização do uso do livro didático. A análise de livros didáticos, feita pela referida autora, constata a existência de problemas como: ênfase em termos, conceitos e definições, fragmentação de conteúdos e pouca referência à história do desenvolvimento do conhecimento científico (Silveira, 2008).

A abordagem referenciada por Leite (2004) para o ensino de Genética leva-nos a refletir sobre a importância de uma educação problematizadora, ao desenvolvimento do pensamento crítico sobre os avanços da ciência e da tecnologia, uma vez que propõe uma ruptura com a vinculação tecnocrática e ufanista empregada na divulgação do desenvolvimento científico nos livros didáticos e pela mídia, é uma forma de promover o pensamento crítico e garantir prováveis problematizações é o uso do jogo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética.

Para os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio - PCNs (BRASIL, 2000) não é mais possível ensinar Biologia numa perspectiva acumulativa, a-histórica e dissociável da tecnologia apresentada em alguns livros didáticos, mas que o estudante compreenda de forma crítica o avanço da ciência e esteja capacitado a participar como agente da História. A análise dos conteúdos da Biologia Moderna e a Genética, nos livros didáticos de Biologia, feita por Xavier (2006), revela que os livros didáticos precisam de reformulação, atualização, ampliação de conteúdos, lançamento de textos mais contextualizados e reestruturação de capítulos, promovendo novas formas de inserir os temas modernos, para que os temas da nova Biologia possam ser inseridos e abordados de forma adequada ao aprendizado.

Brão e Pereira (2015) afirmam que, apesar dos avanços ocorridos no campo da educação, houve poucas mudanças metodológicas no interior das salas de aula no ensino de Biologia. As autoras relatam, ainda, em sua pesquisa, que muitas informações são dadas sem que o estudante consiga processá-las de forma adequada e este as aceita, muitas vezes, sem questioná-las. Além disso, a maneira como, frequentemente, esses conteúdos são abordados em sala de aula faz com que os estudantes percam o interesse, passando a decorá-los para garantir a aprovação. Brão e Pereira (2015) relatam pesquisas de diversos autores (Dias, 2008; Cantiello e Trivelato, 2003; Malachias, 2010; Çimer, 2012; Smith e Knigth, 2012) que apontam a genética



como o tópico em que se concentram as maiores dificuldades de aprendizagem no ensino de biologia.

Giacóia (2006), estudando o conhecimento conceitual básico de genética, aponta vários contratempos que prejudicam a aprendizagem de genética. Esses contratempos estendem-se desde a estrutura lógica dos conteúdos conceituais apresentados em livros didáticos (em que a ciência é exibida como produto de determinados gênios, o que interfere na construção de conhecimentos por parte dos estudantes) até a influência dos conhecimentos prévios e concepções desses.

Em sua pesquisa com estudantes concluintes do Ensino Médio (3ª Série) e graduandos em Ciência Biológica, Giacóia (2006) observou que os estudantes de Ensino Médio não conseguiam explicar o que é gene, desconheciam as Leis de Mendel, bem como mitose e meiose, teoria cromossômica e herança biológica, clonagem e transgênicos. Os graduandos, embora tivessem uma abordagem maior sobre o assunto, ficavam muito confusos, tendo fornecido respostas inadequadas e até ininteligíveis sobre os assuntos de interação e ligação gênica.

Atualmente é notória a necessidade de uma prática de ensino biológico condizente com a realidade com que vivemos. Temas relativos à área de conhecimento da Biologia vêm sendo cada vez mais discutidos pelos meios de comunicação, jornais, revistas ou pela rede mundial de computadores – internet, instando o professor com a incumbência de levar o estudante a estabelecer a correlação do desenvolvimento científico com os conceitos básicos do pensamento biológico.

No cotidiano com os estudantes em sala de aula são frequentes os questionamentos dos professores com relação à falta de interesse dos estudantes em busca do aprendizado. Vários são os motivos: indisciplina, redução ou falta do embasamento científico da série anterior e, acima de tudo, um ensino pautado na memorização de denominações. Isso, provavelmente, contribui para a descaracterização dessa disciplina, enquanto ciência, que se preocupa com diversos aspectos da vida e com a formação de um homem conhecedor de si mesmo e de seu papel no mundo. Associado a esses motivos, há ainda a preocupação frequente de como inserir o estudante em um mercado de trabalho competitivo PCN (Brasil, 2006).

Para Casagrande (2006), um dos maiores e mais antigos problemas do ensino de Biologia é que ele não consegue dar conta ou não está sabendo trabalhar com a contemporaneidade dos fatos e das descobertas científicas, que se multiplicam numa velocidade grande, principalmente no que diz respeito ao estudo de genética no ensino médio, pois, segundo Casagrande (2006), a imensa quantidade de informações produzidas a cada ano em

pesquisas na área da genética gera insegurança não apenas por parte dos estudantes, mas também por parte dos professores de Biologia, pressionando-os a se atualizarem frequentemente em relação aos avanços dessa área.

Assim, a aplicação de jogos pedagógicos para efetivar a melhor compreensão do conteúdo de genética, tendo o envolvimento direto dos estudantes, pretende estabelecer-se como uma forma de avaliação do ensino de genética. Como fruto dessa ênfase, pretendo criar e aplicar a plataforma WebQuest (Apêndice G) associada ao conteúdo genético das interações, constituindo mais uma ferramenta de melhoria do processo de ensino em genética.

O desejo pela inserção de aulas práticas com jogos pedagógicos surge da minha observação *in loco*, na sala de aula. Quando administro conteúdos de genética, observo a dificuldade dos estudantes para assimilar conceitos teóricos. A passividade dos estudantes diante dos assuntos de genética presume surgir da falta de estímulos didáticos; embasamentos teóricos que se complementem com os subsunçores; dinamicidade dos conteúdos; práticas associadas ao assunto.

Diante do exposto, a presente pesquisa usou jogos pedagógicos referentes ao conteúdo de genética, para realizar uma análise das atividades voltadas para a compreensão dos conceitos gênicos de interação e ligação gênica aplicada ao ensino médio, na escola Auzanir Lacerda, no município de Patos-PB. A pesquisa tem como objetivo geral avaliar a influência dos jogos pedagógicos na promoção do ensino e aprendizagem de conteúdos de genética.

A presente pesquisa objetivou especificamente aplicar metodologias de aulas práticas com jogos pedagógicos referentes a dois conteúdos de genética em uma Escola Pública de Ensino Médio; analisar a aprendizagem dos estudantes em grupo com jogo pedagógico e grupo controle para discutir a eficácia e ineficácia dos procedimentos didáticos utilizados; investigar a qualidade dos jogos pedagógicos apresentado por esta pesquisa através de aplicação de questionário semiestruturado e investigar as opiniões dos estudantes sobre o uso de jogos pedagógicos nas aulas de Biologia do Ensino Médio. Pretende-se também contribuir com um produto final, uma WebQuest do estudo de Interação Gênica para o ensino médio, buscando o aprimoramento de ensino e aprendizagem de genética.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E CONCEITUAIS SOBRE JOGOS PEDAGÓGICOS

Atualmente, com a evolução dos estudos psicológicos e educacionais sobre o desenvolvimento infantil, constata-se que o jogo pedagógico é fundamental para a construção do pensamento da criança e para a aquisição da leitura, da escrita e do raciocínio lógico-matemático, isso é o que afirma Castro (2011). Sua utilização em sala de aula possui vasta fundamentação teórica. O conceito do ato de jogar varia conforme a visão de cada pesquisador, porém a essência do ato e sua importância no âmbito educacional continuam intrínsecas em cada conceito. Vários autores buscam definir jogo, dentre eles encontramos Huizinga (2015), Caillois (1990) que se apoiam nas características do jogo para formular suas definições. Estes autores trazem definições de jogo e características semelhantes. De acordo com Huizinga,

O jogo é uma atividade voluntária realizada dentro de alguns limites de tempo e espaço, através de regras livremente consentidas, porém, obrigatórias, dotadas de um fim em si mesmo, guiadas por sentimentos de tensão e alegria e de uma consciência, de ser diferente da vida cotidiana. (HUIZINGA, 2015, p. 16)

Já Caillois (1990) define jogo como

Uma atividade livre e voluntária, fonte de alegria e divertimento. Nele o jogador se entrega espontaneamente, de livre vontade e por exclusivo prazer, tendo a cada instante a possibilidade de optar pelo retiro, silêncio, recolhimento, solidão ociosa por uma atividade mais fecunda. O jogo é essencialmente uma ocupação separada do resto da existência e é realizado em geral dentro de limites precisos de tempo e lugar (CAILLOIS, 1990, p. 26)

Os autores acima apontam características semelhantes para o jogo em suas definições, tais como a voluntariedade, a existência de regras, a limitação do jogo no tempo e no espaço, o sentimento de alegria e a diferenciação dos fenômenos do cotidiano. Inserido no contexto educacional, o jogo recebe uma nova denominação, passando a ser chamado de jogo educativo. Kishimoto (2011) afirma que, no campo educacional, há uma busca por conciliar a liberdade dos jogos com a orientação própria dos processos educativos, embora pareça contraditória a junção de dois elementos distintos como o jogo e a educação. Vários autores, entre eles Brougère (2013) e Huizinga (2015), buscaram conciliar a ação de educar com a necessidade de que a criança tem de jogar. A partir dessa união, surgiu o jogo pedagógico como meio de

instrução, no qual, ao mesmo tempo em que tem um fim em si mesmo, também se torna um recurso para auxiliar o professor no processo de ensino.

O jogo pedagógico em sala de aula promove ricas situações de interação e aprendizagem e auxilia educadores e educandos no processo educacional, podendo ser utilizados em diversas áreas e diversos fins, sendo, portanto, de grande relevância por viabilizar situações de aprendizagem e socialização com os outros e com o meio (CASTRO, 2011).

Murcia (2005) acrescenta que o jogo é um fenômeno antropológico que se deve considerar no estudo do ser humano. É uma constante em todas as civilizações, esteve sempre unido à cultura dos povos, à sua história, ao mágico, ao sagrado, ao amor, à arte, à língua, à literatura, aos costumes, à guerra. O jogo serviu de vínculo entre povos, é facilitador da comunicação entre seres humanos. Não obstante, Brotto (2001) caracteriza os jogos como um fenômeno antropológico e social por refletirem, em cada sociedade, os costumes e a história das diferenças culturais, bem como as influências do contexto, no qual diferentes grupos de crianças brincam. Diante disso, percebe-se que a utilização dos jogos segue prioridades elaboradas em função do contexto social e sob o aspecto político e econômico, através de uma relação antiga entre desenvolvimento humano e a educação (CASTRO, 2011).

Volpato (2002) demonstra que, já na Grécia Antiga, tanto Aristóteles (385-322 a.C.) quanto Platão (427-347 a.C.), evidenciavam a importância da atividade lúdica no processo de formação da criança. Para Aristóteles (385-322 a.C.), além de preparar a criança para a vida adulta, o jogo funcionava como uma forma de “descanso do espírito”. Já Platão (427-347 a.C.) apregoava o valor e a importância de se aprender brincando, sendo necessário estimular tal prática que para ele repercutisse na formação da personalidade e, por isso, deveria ser supervisionada pelos adultos como garantia de conservação das leis e das virtudes. Observa-se, então, que tanto Aristóteles (385-322 a.C.) quanto Platão (427-347 a.C.) já percebiam o potencial presente no uso dos jogos, que instruem e também divertem, configurando-se numa atividade de crescimento pessoal e social.

Na Idade Média, com a influência do Cristianismo, a educação era disciplinadora, com a imposição de dogmas, caracterizando-se por uma visão tradicionalista da educação, em que na sala de aula exigia-se silêncio absoluto, o estudante era passivo e o professor autoritário, os pais temiam que seus filhos não aprendessem e a escola pouco sabia sobre como a criança aprende. Naquele ambiente, era impossível a presença dos jogos, que na época eram considerados uma infração da lei, semelhantes à embriaguez e à prostituição (KISHIMOTO, 2011).

Segundo Rizzi e Haydt (2007), durante muito tempo, o jogo foi visto para os educadores da pedagogia tradicional como algo nocivo ao desenvolvimento da criança, pois, para elas, desviava a criança de seus deveres e não tinha significação funcional. O jogo era considerado uma atividade não seria; portanto, deveria ser substituído por atividades consideradas sérias.

Com a chegada do século XVI, surgiram novos ideais, novas concepções pedagógicas. A época do Renascimento, as possibilidades educativas dos jogos foram notadas e passou-se a utilizá-los, vetando alguns jogos e aconselhando outros, classificados como “maus” e “bons” jogos, Wajskop (2016). De acordo com Ariés (1981), essa classificação, que adentrou o século XVII, aconteceu devido à duplicidade quanto às concepções dos adultos sobre a infância e uma atitude moral contraditória com relação aos jogos e às brincadeiras. Na época em que o ideal da educação renascentista era o de formar no homem um espírito livre, capaz de dominar todos os campos do conhecimento, desde a arte até a ciência (ideal que em pouco tempo constatou-se impossível), considerava as brincadeiras e jogos como uma forma de preservar a moralidade das crianças, tidas até então como adultos em miniaturas (CASTRO, 2011).

Kishimoto (2011) revela que, com a criação do Instituto dos Jesuítas no século XVI, surgiram os jogos pedagógicos divulgados por Ignácio de Loyola no sistema educacional dessa organização, tendo como objetivo enriquecer as ações didáticas por intermédio de exercícios de caráter lúdico, onde as crianças passaram a vivenciar uma metodologia educacional diferente. Surgiu, então, uma nova proposta de educação, na qual se estabeleceu uma relação entre o jogo e a educação. Relação marcada por três principais pontos de vista ao longo das transformações da sociedade, conforme destaca Brougère (2013) ao mencionar o ponto de vista aristotélico, sendo esta a primeira forma de olhar o jogo. Em segundo, o jogo como dispositivo pedagógico, no qual o interesse que a criança manifesta pelo jogo deve ser utilizada para ensinar. E o terceiro, que é o jogo como uma atividade que permite ao pedagogo observar e compreender a personalidade da criança e adaptá-lo ao ensino.

No Século XVII, nascem novas tendências e movimentos culturais. Para Brougère (2013), Rousseau (1727-1778) preconiza a valorização das características própria das crianças. Expandindo a concepção sobre a criança como um ser distinto do adulto, o jogo pedagógico ganha espaço e valorização no âmbito educacional na medida em que a educação começa a se ajustar à natureza infantil. Na visão de Brougère (2013), a perspectiva de Rousseau (1727-1778) favoreceu o uso dos jogos como suporte pedagógico. Essa constatação é também fornecida por Santo (2014, p. 30):

Até o século XVI, a aprendizagem do aluno se fundamentava na memorização de fórmulas, regras e teorias. O uso de quaisquer objetos em sala de aula era considerado desnecessário, perda de tempo e até prejudicial para o professor que tinha a função de transmitir e expor conteúdos prontos e acabados. No século XVII essa forma de ensino começa a ser questionada por Cômênio, considerado o pai da Didática, e no século XVIII começa a surgir, com as ideias de Rosseau, uma nova visão de escola, na qual é valorizado o jogo, o trabalho manual e a experiência direta das coisas. Essa nova escola passa a valorizar os fatores psicológicos e biológicos do aluno, como o sentimento, o interesse, a criatividade, a espontaneidade e o processo de aprendizagem.

Segundo Wajskop (2016), além de Rousseau (1727-1778), educadores como Pestalozzi (1746-1827), Comenius (1592-1671) e Froebel (1782-1852), com base em uma concepção idealista e protetora da criança, contribuíram para a valorização da infância. E lançaram a proposta de uma educação através de brinquedos, tendo como ponto central a recreação. De acordo com Kishimoto (2011), essa proposta lançada, inicialmente no Século XIX, término da Revolução Francesa, fez surgir novas práticas pedagógicas. Naquele contexto, Montessori (1870-1952) e Décroly (1871-1932) contribuíram significativamente para o ensino da matemática, sendo considerados por Wajskop (2016) como os primeiros pedagogos da educação pré-escolar a romper com a educação tradicionalista de sua época, propondo uma educação sensorial, com utilização de jogos e materiais didáticos, traduzindo por si a crença em uma educação natural dos instintos infantis. A partir daquela época, observou-se uma crescente valorização do uso dos jogos pedagógicos como recursos didáticos, sobretudo com a evolução dos estudos psicológicos e educacionais, bem como do desenvolvimento infantil.

Kishimoto (2011) afirma que o jogo pedagógico assume a imagem e o sentido que cada sociedade lhe atribui. Conforme Vigostsky (2007), o lúdico influencia bastante o desenvolvimento da criança. Para o autor, é através de jogo pedagógico que a criança adquire iniciativa, autoconfiança, aprende a agir, além de estimular sua curiosidade, proporcionando o desenvolvimento da linguagem do pensamento e da concentração. De acordo com Kishimoto (2011), o jogo pedagógico possui duas funções: a lúdica, por proporcionar diversão, e a educativa, porque através dele pode-se ensinar qualquer coisa que complete o indivíduo. Objetivo do jogo pedagógico é equilibrar essas duas funções, para que uma não se sobressaia à outra e torne-se apenas jogo, ou apenas ensino.

A partir do século XIX, surgiu o movimento da educação progressiva, tendo maiores repercussões no século XX. O movimento assentava-se na necessidade de priorizar as experiências concretas do aprendiz, centralizando-o como figura principal do processo educativo, afirma Libâneo (1994). Para Dewey (2010), a educação deveria proporcionar

solução de problemas, trabalhos de laboratório e a aplicação do método científico. Assim, os conteúdos das aulas seriam organizados de acordo com a estrutura da disciplina e as necessidades pessoais do estudante. Surgiu, então, o método da descoberta, que consiste em tornar o ensino mais eficiente e mais próximo dos interesses do estudante, desenvolvendo-lhe as habilidades mentais.

A escolarização tem, portanto, uma finalidade muito prática. Ao adquirirem um entendimento crítico da realidade através do estudo das matérias escolares e do domínio de métodos pelos quais desenvolvem suas capacidades cognoscitivas e formam habilidades para elaborar independentemente os conhecimentos, os alunos podem expressar de forma elaborada os conhecimentos que correspondem aos interesses majoritários da sociedade e inserir-se ativamente nas lutas sociais. (LIBÁNEO, 1994, p. 35).

Santos (2014) retrata que, atualmente, o jogo pedagógico é considerado um bom aliado da educação, um importante recurso para auxiliar a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento do indivíduo. No ensino de Biologia, o jogo pedagógico, com seu aspecto lúdico, pode permitir ao estudante explorar de maneira mais prazerosa conteúdos de difícil assimilação. Muitas vezes, esses conteúdos se constituem em desafios não só para aquele que aprende, mas também para aquele que ensina, pois conduzir os estudantes na construção do conhecimento científico é uma tarefa que exige grande empenho, Santo (2014). A referida autora chama a atenção para a necessidade de despertar o interesse dos estudantes, atraí-los ao aprendizado, incentivar a participação ativa nas aulas e lhes oferecer uma estratégia pedagógica que possibilite a obtenção de conhecimentos. Um instrumento como o jogo pedagógico, se utilizado dentro de uma metodologia adequada, pode auxiliar o professor a enfrentar esse desafio e o estudante a aprender.

Santo (2014), na sua dissertação de análise do uso de jogos pedagógicos de Biologia no ensino médio, relata que os trabalhos de Canto e Zacarias (2009), Santos e Guimarães (2010), Jann e Leite (2010), na área de biologia e os trabalhos de Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008), Santos e Michel (2009), Castro e Costa (2011) na área de Química mostraram os benefícios desse instrumento didático. Os resultados expressam que houve aprendizagem dos conteúdos abordados no jogo pedagógico; houve maior interesse dos estudantes e motivação em participar das aulas; o jogo causou curiosidade nos estudantes que, por isso, sentiram-se mais entusiasmados em participar efetivamente da aula e houve aprendizagem dos conteúdos.

De acordo com Zanon (2008) o jogo pedagógico pode ser conhecido como educativo quando desenvolve habilidades cognitivas relacionadas com o processo de aprendizagem, como a resolução de problemas, percepção, raciocínio, criatividade, entre outras. Se, desde seu

planejamento, o jogo for confeccionado para ser utilizado em escolas, ele poderá então ser denominado jogo pedagógico, mas se não possuir objetivos pedagógicos explícitos será apenas um jogo de entretenimento. Nesse sentido, os jogos utilizados nesta pesquisa são caracterizados como jogos pedagógicos, já que foram confeccionados para a aquisição de conteúdos específicos, e sua utilização se dá, usualmente, no ambiente escolar.

O jogo pedagógico apresenta duas funções essenciais que devem estar em equilíbrio, a fim de que o objetivo para o qual o jogo foi proposto seja alcançado: a função lúdica, referente à diversão, ao prazer e até ao desprazer que o jogo oferece, e a função educativa referente ao complemento que o jogo pode fazer em relação ao saber, ao conhecimento e à apreensão de mundo do jogador. O desequilíbrio entre essas duas funções pode gerar duas situações: o predomínio da função lúdica e, assim, não há mais ensino, apenas jogo e o predomínio da função educativa que elimina todo o prazer restando apenas o ensino, Kishimoto (2011).

Para Cabrera (2007), a ludicidade é importante na escola devido ao fato de possibilitar maior interação entre o estudante e o aprendizado, tornando os conteúdos mais agradáveis aos estudantes que correspondem com mais envolvimento e participação. As atividades lúdicas, como os jogos, brincadeiras, brinquedos são reconhecidos pela sociedade como uma forma de oferecer ao indivíduo um ambiente agradável, prazeroso, motivador, que permite a aprendizagem de diversas habilidades, Santo (2014). Além disso, atividades como o jogo pedagógico podem motivar a participação espontânea do estudante nas aulas e auxiliar no desenvolvimento de sua socialização, cooperação, relações afetivas e, sobretudo, na construção do conhecimento (PEDROSO, 2009).

Santo (2014) relata que são muitas as vantagens na utilização do jogo pedagógico e, mesmo assim, a sua utilização nas escolas de educação básica ainda não é muito frequente, pois por motivos diversos, em muitos casos, as aulas se resumem ao modelo tradicional, baseado na transmissão-recepção dos conteúdos a serem estudados. A carga horária dos professores pode impossibilitá-los de preparar aulas mais diversificadas, o que prejudica o ensino.

As pesquisas que se preocupam com a divulgação de novas estratégias de ensino contribuem para a atividade do professor e, sobretudo, para a aprendizagem e desempenho dos estudantes que, envolvidos no contexto da nova experiência, motivam-se para o aprendizado que ocorre de forma prazerosa (SANTO, 2014). São momentos de dinamização como este que retiram o fardo que, muitas vezes, o ambiente de sala de aula impõe. Diante de todos esses benefícios oferecidos pelo jogo pedagógico, é necessário que seu uso nas escolas de educação básica seja mais frequente, de modo que se possa comprovar se estes benefícios são reais e,



assim, verificar se o jogo pode se configurar como mais um material de auxílio ao processo de ensino de genética.

## 2.2 CONCEITO E CONTRIBUIÇÃO DA LUDICIDADE PARA O ENSINO

São muitas as conceituações do lúdico. Os conceitos etimológicos, por exemplo, relacionam sua origem a partir da palavra latim “*ludus*”, que, desse ponto de vista, quer dizer “jogo”. Para os conceitos dos dicionários, ao cruzarem-se os verbetes (AURÉLIO, 2017 e MICHAELIS, 2017), o lúdico passa a ser relacionado com o brincar, com o jogo e com as brincadeiras. Santana (2011) insinua que ludicidade seja uma aglutinação das palavras “lúdico” e “idade”, no intuito de denominar a idade da brincadeira, do jogo. Tal concepção, segundo Morel (2004), é fundamental para a saúde física, emocional e intelectual do indivíduo, e para que ele possa desenvolver a linguagem, o pensamento, a socialização, a criatividade, autoestima e enfrentar os desafios.

Cabrera (2007) relata que a evolução semântica do termo “lúdico” não para apenas na sua origem, acompanha as pesquisas de psicomotricidade, de desenvolvimento humano e das pedagogias de participação e construção. Com isso, a referida autora afirma que o lúdico passou a ser reconhecido como traço essencial de psicofisiologia do comportamento humano, de modo que a definição deixou de ser o simples sinônimo de jogo e passou a ter implicações na necessidade lúdica de extrapolar as demarcações do brincar espontâneo. Passou a ser uma necessidade básica da personalidade, do corpo e da mente, fazendo parte das atividades essenciais da dinâmica humana e caracterizando-se por ser espontâneo, funcional e satisfatório.

No campo do conhecimento sobre o lúdico, Cabrera (2007) diz que uma diversidade de informações surge quando abordamos os profissionais das diversas áreas de atuação (sociológica, filosófica, psicológica, naturalista e pedagógica). Algumas características gerais merecem ser destacadas conforme a necessidade de investigação dessas perspectivas:

Para a área sociológica, o lúdico é abordado como um processo social, em que o brincar não é uma atividade interna do indivíduo pura e simplesmente, mas uma atividade dotada de uma significação social precisa que facilite o processo de aprendizagem entre os participantes inseridos em um ambiente interativo.

Na visão filosófica, relaciona-se com o brincar, com a recreação e o jogo em um ambiente espontâneo, livre e de favorecimento de diagnóstico da personalidade infantil; abrange atividades regradas tanto individuais como coletivas de formato prazeroso e alegre.

No pressuposto naturalista, a ideia de se trabalhar com o lúdico em ambientes naturais como água, ar e solo trazem expectativas de liberdade sem imposição alheia, de prazer

espontâneo e de entretenimento manifestados nos mais diversos espaços, principalmente quando o contato com a natureza é experimentado.

Na perspectiva psicológica, o lúdico faz parte da infância, pois o brincar é muito importante nessa fase e a brincadeira é uma atividade mental típica da vida humana que promove a paz com o mundo, um descanso externo e interno. A criança que brinca sempre pode tornar-se uma pessoa determinada, capaz de promover seu bem estar e de outros, como também desenvolver a competência em recriar situações, pois brincadeiras interativas contribuem para o desenvolvimento cognitivo e o brincar não é trivial e sim uma atividade séria de profunda significação para quem o faz.

Em relação às visões pedagógicas, o lúdico, torna-se uma necessidade básica da personalidade, do corpo e da mente, fazendo parte das atividades essenciais da dinâmica humana caracterizada por ser espontânea, funcional e satisfatória, impulsionando naturalmente o gosto e o prazer pelo estudo (CABRERA, 2007, p. 32-33).

Percebe-se uma definição complexa, podendo o termo ludicidade referir-se tanto a sentimentos de satisfação e prazer, divertimento e seriedade, quanto a comportamento de trabalho e liberdade, Luckesi (2000). Cabrera (2007) nota um consenso em relação à perspectiva lúdica no que se refere às expressões de liberdade e prazer, brincadeiras e interatividade, motivação e desafio para uma nova aprendizagem. Antunes (2014) afirma que é nesse contexto onde o jogo ganha um espaço como a ferramenta ideal da aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do estudante, ajudando-o a construir suas novas descobertas, desenvolvendo e enriquecendo sua personalidade e simbolizando um instrumento pedagógico que leva o professor a condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem.

A promoção de um ambiente agradável, descontraído e afetivo favorece a autoestima dos estudantes, a interação, a participação, o incentivo e o dinamismo auxiliando-os a aprender; para tanto, é necessário focalizar as finalidades lúdicas, suas teorias de aprendizagem e de aplicação marcados pelas diferenças e semelhanças no intuito de contemplar a aprendizagem e o ensino, que, para Teixeira (1995, p. 4), existem várias razões para a utilização do lúdico no processo pedagógico de aprendizagem significativa, dentre as quais pode-se citar:

1. Os recursos lúdicos correspondem naturalmente a uma satisfação interior, pois o ser humano apresenta uma tendência lúdica;
2. O prazer e o esforço espontâneo são elementos fundamentais na constituição das atividades lúdicas;
3. As atividades lúdicas mobilizam esquemas mentais, estimulando o pensamento e o senso crítico;
4. As atividades lúdicas integram e acionam as esferas motoras, cognitivas e afetivas dos seres humanos.

Dois aspectos cruciais, segundo Antunes (2014), ao emprego dos jogos pedagógicos como instrumentos de um ensino eficiente devem existir: em primeiro lugar, o jogo ocasional,

distante de uma cuidadosa e planejada programação, é ineficaz; em segundo lugar, uma grande quantidade de jogos reunidos em um manual somente tem validade efetiva quando, rigorosamente, selecionados e subordinados à aprendizagem que se tem em mente como meta. E o citado autor afirma que jamais pense em usar os jogos pedagógicos sem um rigoroso e cuidadoso planejamento, marcado por etapas muito nítidas e que efetivamente acompanhem o progresso dos estudantes. É mediante a essas observações feitas por Antunes, que esta pesquisa selecionou os jogos pedagógicos de acordo com os conteúdos ministrados na respectiva série de ensino (3º Ano). E, para garantir uma boa eficácia na aplicação, foram planejadas sequências didáticas (Apêndice D) tanto para aos jogos pedagógicos quanto para os conteúdos teóricos de Interação e Ligação Gênica.

Reforçando os aspectos cruciais anteriormente citados, Cabrera (2007) retrata que, ao se optar pelo uso da ludicidade na educação, o importante, no planejamento das atividades de ensino, é observar que ela pode ser abordada em três eixos distintos, porém interligados: pode apresentar-se com características lúdicas, com elementos lúdicos ou como atividades lúdicas, dependendo do que se pretende trabalhar e alcançar.

Para Luckesi (2000), quando a ludicidade é abordada apresentando características lúdicas, como a alegria e o prazer relacionados aos trabalhos de conteúdos culturais, biológicos, afetivos e metafísicos, promove o interesse, a imaginação, a interpretação e o aprendizado, pois tais características lúdicas estimulam as relações cognitivas, sociais e intelectuais por meio de habilidades e atitudes de crítica e reflexão dos estudantes. E Cabrera (2007) relata que o professor deverá organizar o conhecimento de maneira a incentivar os estudantes na construção de sua aprendizagem, possibilitando o interesse, a imaginação e a interpretação. O adolescente deverá ser capaz de compreender, recordar, reunir e aprender conceitos ou proposições, por meio de técnicas de ensino visual e espacial. Assim, utilizar-se-á para essa finalidade o recurso como o *projektor* e o *computador* para instruir o novo conteúdo de forma animada e colorida (CABRERA, 2007).

Quando a ludicidade é abordada apresentando elementos lúdicos ou as formas de expressões do pictórico, do ideográfico, da fala e dos gestos, sensibiliza e mobiliza hábitos e atitudes expressos pela interpretação dos objetos na criação de significados, Luckesi (2000). Para proporcionar essas situações de aprendizagem, devem-se selecionar atividades de dinâmica de grupo e dramatização de maneira a desenvolver a capacidade de reconhecer as diferenças individuais de inteligências e fluência verbal dos alunos, permitindo familiarizar-se com as novas informações e interagi-las com os subsunçores (CABRERA, 2007). Essa diversidade humana e a conseqüente importância de se externar diferentes representações são

importantes para o aprendizado, pois a criatividade e o raciocínio promovem o exercício da cognição e, nesse sentido, o lúdico não se restringe ao valor estereotipado de um simples brincar, Piaget (2015).

A ludicidade também pode ser abordada como metáfora de jogo ou do lúdico, representadas pelos jogos e brincadeiras, como os jogos pedagógicos, a dinâmica de grupo, as dramatizações e a atividade com o auxílio do computador tendo como objetivo promover o envolvimento, as ações e habilidades dos estudantes em executar as tarefas, Luckesi (2000). O relacionar, o compreender e o realizar essas atividades resultam na concentração da atenção, na execução produtiva e eficiente da tarefa na busca pelo objetivo. Com essas atividades, contemplam-se o desenvolvimento e a construção da aprendizagem como exercícios e ações que se fortalecem e dão subsídios para novas estruturas e atos operatórios e não como brincadeira de “faz-de-conta”, uma característica da idade infantil (CABRERA, 2007). Antunes (2014) chama-nos a atenção de que nem todo jogo é pedagógico, e o elemento que separa um jogo pedagógico de outro com caráter apenas lúdico, é que os jogos pedagógicos são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar uma aprendizagem e ensino, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória.

O aprendiz, ao transportar para a atividade de aprendizagem as características e as expressões lúdicas na realização das atividades lúdicas, por meio da alegria, do interesse e da imaginação, compreenderá melhor as situações de ensino, pois o lúdico e a situação de ensino são diferentes (CABRERA, 2007). No lúdico, comanda-se o ser que brinca; na situação de ensino, comanda a lógica do conhecimento e a lógica psicológica em que a aprendizagem só se processará com o envolvimento e a interação dessas duas situações (PIAGET, 1996). Ao valorizar a ludicidade como um meio alternativo do processo de desenvolvimento da aprendizagem, faz-se necessário pensar na preparação daqueles que querem atuar como mediador e mediado, pois o lúdico se tornou uma necessidade humana que deve ser estimulada e promovida em todas as idades e diversidades.

A ludicidade, segundo os seus objetivos, varia em conformidade com o público alvo: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Médio e Educação de Jovens e Adultos. Cabrera (2007) cita que o rigor conceitual, o respeito pelos objetivos da série em questão e o que se pretende alcançar com tais estratégias, além de um planejamento prévio, deve ser utilizado em diferentes situações na promoção da aprendizagem. Para o Ensino Médio, Bruner (1976) cita que o objetivo visa desenvolver operações formais em que a atividade intelectual baseia-se numa capacidade para operar com proposições hipotéticas. Visam à análise crítica, à reflexão,

à motivação e ao prazer de aprender a aprender, ao uso consciente da lógica e do raciocínio autoconsciente no desenvolvimento intelectual e cognitivo.

Assim sendo, as finalidades da ludicidade para o ensino médio proporcionam a capacidade dos estudantes em relacionar-se consigo mesmo e com o próximo, promovendo a interação entre os acontecimentos na sala de aula e a vontade de aprender. Em Piaget (2015), os jogos pedagógicos são compreendidos como recursos fundamentais, dos quais o ser humano lança mão em seu processo de desenvolvimento, possibilitando a organização de sua cognição e seu afeto, organizando seu mundo interior na sua relação com o mundo exterior.

Piaget (1996) afirma ser por meio das suas ações que o ser humano aprende a construir o processo de conhecimento. Age e compreende, por meio de um diálogo de assimilação e acomodação em suas relações como o mundo exterior. De acordo com Piaget (1996), assimilar e acomodar são processos profundamente complexos, pelos quais cada criança, adolescente ou adulto estabelece o seu modo de relações e constrói o seu modo de agir e reagir, estando situado seja no contexto de sua intimidade, seja em determinada realidade natural ou sócio-histórica. A assimilação é o meio pelo qual tornamos o mundo exterior semelhante ao nosso mundo interior, aos nossos sentimentos, aos nossos fantasmas, aos nossos conhecimentos. A acomodação é o processo que nos permite desvendar o que não sabemos e que não dominamos do mundo externo a nós mesmos e nos possibilita apreendê-lo, cognitiva, mas ao mesmo tempo emocionalmente. A dialética entre esses dois processos permite a construção de nós mesmos e nosso modo de ser na vida e no mundo, relacionando a nós mesmos, aos outros e ao mundo material e cultural que nos envolve.

Piaget (2017) trabalha os jogos pedagógicos como os recursos ativos dos quais o ser humano se serve em sua vida para construir-se, aprendendo a relacionar-se com o que está fora e em torno de si. É nesse contexto que Piaget (2017) estabelece o entendimento de que as atividades desenvolvidas pelo ser humano, em seu processo de desenvolvimento, podem ser compreendidas como jogos e classifica-os em três tipos: jogos de exercício, jogos simbólicos e jogos de regras. Os jogos de exercício são atividades funcionais que têm sua origem na capacidade reflexa com a qual o ser humano nasce. Piaget (2017) situa esse tipo de jogo na fase sensorio motor, período de nossas vidas onde predomina a acomodação, em função do fato de que a criança predominantemente imita o que os outros fazem, especialmente os adultos. Nessa fase, as crianças realizam atividades para tomarem posse de si mesmas na sua relação com o mundo: puxar, empurrar, rolar, emitir sons, mexer braços e pernas.

Em seguida, entre os dois e os seis anos de idade, a criança dedicar-se-á aos jogos simbólicos; é a fase que Piaget (1996) denomina de pré-operatória. Nesse período, ocorrem os

jogos simbólicos, onde predomina a assimilação. São jogos de fantasia, período em que as crianças gostam muito de brincar de “faz de conta”. O mundo exterior é permanentemente “assemelhado” ao mundo interior. Nessa fase, não importa a realidade como ela é, o que importa é o que ela pode parecer que é: um lápis grafite pode se transformar em um avião, cavalo, numa baqueta, barco... As crianças criam e recriam personagens e estórias, esse é o período em que Piaget (1996) diz que predomina os jogos simbólicos.

Do período operatório concreto (sete aos doze anos) e subsequentemente o período operatório formal (a partir aproximadamente dos doze anos), predomina os jogos de regras. Em torno dos cinco, seis e sete anos, a criança, segundo Piaget (1996), vai se aproximando mais da realidade, onde se defronta não mais com as fantasias, mas com os próprios dados do mundo real, o que implica em regras reais que dão forma ao mundo. É por essa idade que meninos e meninas começam a brincar com elementos que exigem regras definidas: brincar de casinha, pai-mãe, médico, etc. A partir daqui, as crianças, adolescentes e adultos jogarão jogos de regras. Esses, com os jogos anteriormente citados, auxiliarão a criança, adolescente e o adulto a aprender a operar como os entendimentos dos raciocínios abstratos e formais tão exigidos nessa pesquisa.

Para Piaget (2015), os jogos, como atividades lúdicas, servem de recursos de autodesenvolvimento, atividades que vão propiciar o caminho interno da construção da inteligência e dos afetos. Corroborando com essa conclusão, Luckesi (2000) afirma que ao se praticar os jogos de exercício, os simbólicos ou os de regra só poderá ser pleno para quem os pratica, mas parece que todos os que os praticam com inteireza, integridade e presença, chegam a esse cume de sensação de plenitude, o que nos permite admitir que as atividades lúdicas podem e devem ser utilizadas como recursos para a busca de um crescimento o mais saudável possível.

Em Vygotsky (2017), à medida que o homem toma consciência da consciência que possui, ele abstrai ainda mais sobre seus atos e sobre o meio. Com isso, seus atos deixam de ser espontâneos para se tornarem atos sociais e históricos, envolvendo a psique do indivíduo, existindo nesse campo a consciência, como base metodológica e objeto de estudo, denominado de Tomada de Consciência. Com o estudo do desenvolvimento da aprendizagem das crianças, Vigotsky (2008) observou duas áreas que denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). Existe uma distância entre o que a criança consegue fazer sozinha (ZDR) e aquilo que ela consegue fazer com a mediação de alguém (ZDP), isto é, a relação entre as potencialidades da criança favorecendo uma análise coerente do desenvolvimento mental real e potencial dos pequenos. Para Vygotsky (2017), o bom

aprendizado é o que vem antes do desenvolvimento e o educador deve empenhar-se na completude deste, oportunizando o que está faltando. Assim sendo, deve partir do nível de desenvolvimento real da criança, perpassando a relação a um conteúdo específico para chegar aos seus objetivos.

Com isso, Vigotsky (2017) afirma que a aprendizagem dos estudantes se efetiva mediante processo de relação do indivíduo com seu ambiente sócio-cultural e com o suporte de outros indivíduos mais experientes, atuando como agentes transformadores, na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), região de potencialidade para o aprendizado, em que o indivíduo consegue resolver determinada tarefa psicointelectual com auxílio de alguém mais experiente.

Se em Piaget (2015) tem que haver o desenvolvimento como um limite para adequar o tipo de conteúdo de ensino a um nível evolutivo do estudante, em Vygotsky (2008), o que tem que estabelecer é a sequência que permite o progresso de forma adequada, impulsionando ao longo de novas aquisições, sem delinear um desequilíbrio adequado.

As potencialidades do indivíduo, segundo Vigotsky (2017), devem ser levadas em conta durante o processo de ensino-aprendizagem. Isso acontece porque, a partir do contato como pessoa mais experiente e como o quadro histórico-cultural mais amplo, as potencialidades do aprendiz são transformadas em situações que ativam nele esquemas processuais cognitivos ou comportamentais. Para o autor, a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento e, dessa forma a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional. A escola deve dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas.

O professor, seja de que nível for, é a figura mais importante no processo de mediação do saber, pois ele é o elo que há entre a criança e o adulto, e o adulto é o intermediário entre o conhecimento disponibilizado no ambiente e o aprendiz (VIGOTSKY, 2017). A mediação é importante para o desenvolvimento dos processos mentais superiores como planejamento, imaginação, representação e tomada de decisões. De acordo com Vigotsky (2007), há situações bem simples que a criança aprende com a mediação do adulto, como por exemplo: não colocar o dedo na tomada, não brincar com fósforo. Depois de alguns alertas, a criança internalizará o conhecimento do perigo e não necessitará de mais alertas.

Na relação sociointeracionista, Vigotsky (2007) destaca o papel do contexto histórico e cultural nos processos de desenvolvimento e aprendizagem, dando ênfase às contribuições da cultura, da interação social e à dimensão histórica do desenvolvimento mental. O

sociointeracionismo pressupõe um ensino construtivista, no qual os significados provêm da cultura e do meio social externo. Nessa visão, tais significados devem ser assimilados ou interiorizados por cada criança de forma particular, exigindo dessas crianças uma série de transformações. Na aprendizagem mediada, o que acontece é uma interação entre a criança e os estímulos, peneirando-os e ampliando-os para que tenham significações e não somente o atendimento das necessidades imediatas.

Em consonância com a ideia construtivista do conhecimento, Antunes (2014) afirma que essa ideia de ensino pautado no interesse do estudante acabou transformando o sentido do que se entende por material pedagógico. Para o autor, o interesse do estudante passou a ser a força que comanda o processo de aprendizagem e suas experiências e descobertas, o motor de seu progresso, ficando o professor como um gerador de situações estimuladoras e eficazes. Essas são ideias em consonância com os PCNEM (BRASIL, 2000).

Coll (1996) vê na concepção construtivista da aprendizagem o fato óbvio de que a escola torna acessíveis aos seus estudantes aspectos da cultura que são fundamentais para seu desenvolvimento pessoal e inserção social, e na interpretação do autor, na ação construtivista. Aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender. Essa elaboração implica aproximar-se de tal objeto ou conteúdo com a finalidade de apreendê-lo não com uma aproximação vazia, a partir do nada, mas a partir das experiências, interesses e conhecimentos prévios que, presumivelmente, possam dar conta da novidade.

O adolescente, por ser um ser complexo em fase de transformação corporal e de desenvolvimento cognitivo, precisa ser levado em consideração durante o processo da aprendizagem. Cabrera (2007) reforça que é preciso, entretanto, estar atento aos objetivos propostos pela ludicidade, aos objetivos propostos pelo currículo de ensino, como também à faixa etária correspondente, ao grau de complexidade e de dificuldade de cada atividade selecionada e de cada área de ensino, para que, em conformidade com tais requisitos, possamos buscar uma boa aprendizagem dos estudantes.

A aprendizagem, em seu sentido mais amplo, conforme Luckesi (2000), compreende o pensamento, o sentimento, a ação e a linguagem, ou como os psicólogos e os pesquisadores em didática ressaltam: o cognitivo, o afetivo, o motor, o social e o cultural. Quando esses quatro aspectos são modificados, diz-se que ocorreu uma aprendizagem global, embora, na maioria das vezes, exista predominância de um dos aspectos ou sentidos.



### 2.3 PROPOSTAS DE JOGOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Ao se fazer uma análise dos documentos curriculares brasileiros que vigoram atualmente, é possível extrair deles os objetivos do ensino de Biologia e também as sugestões e indicações de propostas pedagógicas que visam garantir a qualidade desse ensino. Os documentos curriculares foram examinados para que fosse possível compreender os objetivos do Ensino de Biologia e as propostas que se referem ao uso de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 2012) foram estabelecidas pela Resolução CEB (Câmara de Educação Básica) nº 2, de 30 de janeiro de 2012. São documentos revestidos de obrigatoriedade por força da lei, como apresentado em seus artigos 1º e 2º:

Art. 1º A presente Resolução define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a serem observadas na organização curricular pelos sistemas de ensino e suas unidades escolares. Parágrafo único Estas Diretrizes aplicam-se a todas as formas e modalidades de Ensino Médio, complementadas, quando necessário, por Diretrizes próprias. Art. 2º As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio articulam-se com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica e reúnem princípios, fundamentos e procedimentos, definidos pelo Conselho Nacional de Educação, para orientar as políticas públicas educacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios na elaboração, planejamento, implementação e avaliação das propostas curriculares das unidades escolares públicas e particulares que oferecem o Ensino Médio. (BRASIL, 2012)

As DCNEM (BRASIL, 2012) se constituem em doutrinas a serem seguidas pelas unidades escolares em todo país. Embora não sejam específicas para o ensino de Biologia, elas trazem em seu escopo recomendações para o ensino médio que devem ser observadas por todas as áreas de ensino. Em seu artigo 8º, ela explana sobre a base nacional comum dos currículos do ensino médio. Esta base curricular comum é dividida por esta legislação em quatro áreas do conhecimento: 1 – Linguagens. Códigos e suas Tecnologias; 2 – Matemática e suas Tecnologias; 3 – Ciências da Natureza e suas Tecnologias; 4 – Ciências Humanas e suas Tecnologias.

A Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2016) descreve a disciplina Biologia como uma ciência autônoma, que tem como objeto de estudo o fenômeno vida e, juntamente com a Física, a Química, a Astronomia e a Geociências, agrega um conjunto de conhecimento que se propõe a compreender e a explicar fenômenos naturais e processos de natureza científica e tecnológica. Como componente curricular, para a Biologia, entender a vida como fenômeno é reconhecer que os sistemas orgânicos estão em constante transformação, têm

elevada complexidade, são abertos e estabelecem interações com o ambiente, trocando energia, participando da ciclagem de matéria e respondendo a estímulos do meio.

Para compreender a Biologia satisfatoriamente, a BNCC (BRASIL, 2016) afirma ser preciso ter em conta tanto as distintas escalas temporais em que os processos biológicos agem, como os diversos níveis de organização em que se realizam. Isso deve ser feito abrangendo, desde os processos que ocorrem no tempo de vida de um organismo e nos níveis de organização abaixo dele, aqueles que compreendem um intervalo de tempo muito maior, de caráter filogenético, que atravessam diversas gerações de populações de organismos, além dos que ocorrem em sistemas mais amplos, como comunidades e ecossistemas. Essa diversidade de escalas e níveis em que a vida pode/deve ser investigada está na origem dos diversos campos das Ciências Biológicas, como a Biologia celular e molecular, a Anatomia, a Fisiologia, a Genética, a Ecologia e a Biologia evolutiva. A noção de evolução e o pressuposto de que todas as formas vivas descendem de um ancestral comum permite que o fenômeno vida tenha uma unicidade e que a Biologia seja uma disciplina integrada.

Para alcançar essas metas de grade curricular da BNCC (BRASIL, 2016) na disciplina Biologia, é necessária uma grande estrutura das escolas para que proporcionem espaços, tempos e recursos necessários para que os alunos desenvolvam todas as habilidades necessárias a compreensão da Biologia como ciência da vida. Os estudantes apresentam necessidades diferentes e, portanto, quanto mais diversificadas forem às metodologias utilizadas, mais oportunidades serão dadas para atender a essas diferentes necessidades e proporcionar o desenvolvimento das competências e habilidades exigidas pelos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio Mais – PCNEM (BRASIL, 2006).

As DCNEM (BRASIL, 2012) afirmam que a escola, face às exigências da educação básica, precisa ser reinventada, ou seja, priorizar processos capazes de gerar sujeitos inventivos, participativos, cooperativos, preparados para diversificadas inserções sociais, políticas, culturais, laborais e, ao mesmo tempo, capazes de intervir e problematizar as formas de produção e de vida. A escola tem, diante de si, o desafio de sua própria recriação, pois tudo que a ela se refere constitui-se como invenção: os rituais escolares são invenções de um determinado contexto sociocultural em movimento. Isso reforça a necessidade de adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências superiores.

Com o exposto acima, verifica-se que utilizar metodologias diferenciadas não significa apenas atender sugestões de pesquisadores ou educadores que acreditam nessa perspectiva, significa, sobretudo, atender exigências expressas na legislação curricular brasileira, sendo,

portanto, obrigação das escolas se adequarem as recomendações da lei. De acordo com os PCNEM (BRASIL, 2000), o ensino de Biologia deverá permitir ao indivíduo apropriar-se de conhecimentos científicos para poder participar de forma consciente dos debates acerca dos avanços científicos e tecnológicos, afirmando que a importância dessa disciplina está fundamentada na compreensão do mundo vivo e do papel do ser humano ante os demais seres vivos, sua capacidade de intervir, se relacionar e transformar o meio.

Ao analisar os PCNEM (BRASIL, 2000), é possível notar que a preocupação com formação científica e tecnológica do estudante é uma das questões principais. Essa preocupação é expressa também na Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, porém aqui o foco é o ensino médio e não apenas o ensino de Biologia e, além disso, a importância é atribuída à formação científica e tecnológica do estudante para se inserir no mercado produtivo. Com isso, o ensino de genética na Biologia, assim como seu desenvolvimento, deve ser pensado e executado tendo por base as finalidades do ensino médio expressas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996).

A legislação educacional aponta os dois vieses da educação para a Ciência e Tecnologia: é preciso dotar o estudante de conhecimentos suficientes para que este possa introduzir-se no mercado de produção e é necessário também forma-lo para refletir acerca da Ciência e Tecnologia e seus impactos na vida humana e no mundo (SANTO, 2014, p. 28)

A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental talvez sejam, entre os objetivos do ensino médio, os que mais amplamente têm se cumprido (BRASIL, 2006), o que não significa que isso ocorra da maneira mais apropriada. Isso se deve, em grande parte, à compreensão equivocada de que o ensino médio configura-se exclusivamente como preparatório e como possibilidade de acesso ao ensino superior, conforme relatam as Orientações Curriculares Nacional - OCN (BRASIL, 2006). Houve, assim, uma ênfase cada vez maior no acúmulo de informações e pouca atenção para a sistematização e a significação desse conhecimento, visando ao desenvolvimento, que desperta no estudante a consciência crítica e o torna socialmente responsável, OCN (BRASIL, 2006).

As ações no ensino médio devem propiciar que as informações acumuladas se transformem em conhecimento efetivo, contribuindo para a compreensão dos fenômenos e acontecimentos que ocorrem no mundo e, particularmente, no espaço de vivência do estudante OCN (BRASIL, 2006). Isso exige que o professor tenha consciência de que sua missão não se limita à mera transmissão de informações, principalmente levando-se em conta que atualmente as informações são transmitidas pelos meios de comunicação e pela rede mundial de

computadores quase imediatamente após os fatos terem ocorrido, para um número cada vez maior de pessoas, OCN (BRASIL, 2006).

Segundo Libâneo (1994), a verdadeira competência pedagógica consiste, de um lado, em relacionar os conteúdos a objetivos e, de outro, a situações de aprendizagem. Corroborando com a afirmação de Libâneo, Perrenoud (2000) afirma:

A competência requerida hoje em dia é o domínio dos conteúdos com suficiente fluência e distância para construí-los em situações abertas e tarefas complexas, aproveitando ocasiões, partindo dos interesses dos alunos, explorando os acontecimentos, em suma, favorecendo a apropriação ativa e a transferência dos saberes, sem passar necessariamente por sua exposição metódica, na ordem prescrita por um sumário... Essa facilidade na administração das situações e dos conteúdos exige um domínio pessoal não apenas dos saberes, mas também os conceitos, as questões e os paradigmas que estruturam os saberes no seio de uma disciplina. (PERRENOUD, 2000, p. 27)

É importante também estar em consonância com os saberes que o estudante traz consigo, e trabalhar a partir das representações deles não consiste em fazê-los expressarem-se para desvalorizá-los imediatamente (HOFFMANN, 2001). O professor deve interessar-se pelas representações que os estudantes trazem consigo, e não de imediato taxar de analogias falaciosas e ultrapassadas. Assim, o professor coloca-se no papel de estudante, é o que diz Perrenoud (2000):

O professor que trabalha a partir das representações dos alunos tenta reencontrar a memória do tempo em que ainda não sabia, colocar-se no lugar dos aprendizes, lembrar-se de que, se não compreendem, não é por falta de vontade, mas porque o que é evidente para o especialista parece opaco e arbitrário para os aprendizes. (PERRENOUD, 2000, p. 29)

Numa tentativa construtivista, que pode ser utilizado como guia para o estudo da genética, o volume dois das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) destaca algumas estratégias que propiciam uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem. Entre essas estratégias, destaca-se o jogo pedagógico:

**Jogos:**

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma

nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. Utilizar jogo como instrumento pedagógico não se restringe a trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e os procedimentos já estão determinados; mas principalmente, estimular a criação, pelos alunos, de jogos relacionados com os temas discutidos no contexto da sala de aula. (BRASIL, 2006)

Os jogos pedagógicos são recursos sugeridos por documentos oficiais que trazem orientações para a prática pedagógica. Eles são indicados pelas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000) e reforçado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - OCN (BRASIL, 2006). As vantagens na utilização de jogos pedagógicos e brincadeiras, tanto para o estudante quanto para os professores, e concordando com alguns autores já mencionados, é proporcionar de forma lúdica e prazerosa maior aprendizagem dos conteúdos.

Os documentos PCNEM (BRASIL, 2000) e OCN (BRASIL, 2006) comentam que os professores não precisam se restringir ao uso de jogos prontos, podem também estimular a criação pelos estudantes. Neste caso, esta pesquisa observa que é necessário um período maior de tempo para o desenvolvimento da atividade. Esses documentos – PCNEM (BRASIL, 2000) e OCN (BRASIL, 2006) – auxiliam o professor a estabelecer práticas pedagógicas com metodologias diversificadas. São orientações que se seguidas, podem trazer impactos positivos na educação. De acordo com Pereira (1998), várias estratégias poderiam também ser citadas, porém o mais importante é saber se a seleção da estratégia está correta para o assunto estabelecido, permitindo, assim, o pleno desenvolvimento das habilidades e competências do discente na resolução dos problemas genéticos de uma população.

As pesquisas relacionadas sobre as vantagens da utilização de jogos pedagógicos como recursos didáticos aplicados à compreensão da genética não-clássica – interações gênicas e ligação gênica – são escassas. Pereira (2012) elaboraram levantamento específico em eventos acadêmicos da área no Brasil, como o Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia (EPEB), o Encontro de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ENPEC) bem como o Encontro Regional e Nacional de Ensino de Biologia (EREPIO e ENEPIO), no período de 2002 a 2011. Esses autores encontraram 45 trabalhos versando sobre jogos didáticos, sendo esses bastante diversificados e de diferentes tipos e formas de ensino-aprendizagem, abordando melhor uma ou outra habilidade específica. Contudo, verificaram que boa parte deste material não está disponibilizada de forma direta ou com o detalhamento necessário, tanto do ponto de vista de como é o jogo em questão, quanto se ele foi validado em experiências reais de ensino (Pereira, 2012).

Com relação específica aos estudos de interações gênicas e ligação gênica, indica-se a pesquisa do já citado Giacóia (2006). Nessa pesquisa, foi aplicado questionário contendo perguntas pontuais referentes à interação e ligação gênica para alunos graduandos de Biologia nos períodos iniciais, nos anos de 2004 e 2005. Quando se indagava o que são genes? 70% dos participantes não souberam responder, 27% responderam de maneira inadequada e apenas 3% responderam corretamente. Quando questionados ao que seriam genes ligados? 70% não souberam responder, 16% responderam erroneamente e apenas 1,4% responderam corretamente.

Giacóia (2006) concluiu que, mesmo os graduandos de Biologia não terem cursado a disciplina de genética (mas cursaram disciplinas de Biologia celular e Embriologia, que garante embasamentos genéticos básicos), a aprendizagem desse conteúdo encontra-se longe de ser satisfatória, visto que os mesmos já passaram pelo vestibular, o qual é considerado como processo de seleção conteudista.

Na pesquisa de Brão e Pereira (2015), as pesquisadoras trabalharam mapas conceituais de genética a partir do uso do jogo Biotecnétika. Inicialmente foi feito um mapa conceitual coletivo com cada turma pesquisada. Em seguida, após o uso do jogo, foi solicitado, individualmente, que cada estudante fizesse o seu mapa conceitual. Brão e Pereira (2015) relataram que, para a turma B2, os resultados foram inconclusivos. No entanto, é possível inferir que, apesar da lei de Morgan ter sido considerada no mapa coletivo, os estudantes não possuíam um conhecimento mais profundo desse tópico, uma vez que tal dado não apareceu nos mapas individuais, o mesmo ocorrendo com os conceitos de homozigótico e heterozigótico.

Percebe-se, assim, a importância da presente pesquisa na busca por metodologias que efetivem a aprendizagem de genética não clássica (interação e ligação gênica), haja vista serem escassas as pesquisas envolvendo esses conteúdos, bem como a indisponibilidade das estratégias trabalhadas nas referidas pesquisas. E, como docente de sala de aula, percebo no cotidiano, a grande dificuldade de aprendizagem dos conteúdos de interação e ligação gênica. Por meio do uso de jogos pedagógicos (Tá Ligado? e Dominó Gênico), busca-se definir a importância desses jogos para acionar os conhecimentos subsunçores e permitir que os novos conhecimentos transmitidos sejam associados, desenvolvendo definitivamente um ensino de genética eficaz.

Nesse contexto, selecionar o programa com base no nível de conhecimento dos estudantes, aumenta as possibilidades de êxito e evitam-se as possibilidades de fracasso. Todo o processo de ensino começa com o diagnóstico do nível intelectual dos estudantes, delineando novos conhecimentos e novas atitudes em função do que será aprendido, como afirma Libâneo

(1994). É essa dinâmica que o projeto de pesquisa busca, demonstrando a importância das várias estratégias didáticas – entre elas, o jogo pedagógico (na pesquisa dissertativa) e o modelo Webquest (como produto dissertativo).

### **2.3.1 WebQuest: um desafio para o professor**

Diante dos constantes avanços tecnológicos e a globalização das informações, faz-se necessário ao professor repensar seu planejamento e gestão de sala de aula no sentido de direcionar sua prática pedagógica em vista de novas estratégias e recursos pertinentes ao âmbito educacional provindos de recursos multimídias envolventes e integrados com o interesse do estudante. A internet tem-se apresentado como um elemento pedagógico profícuo nos últimos anos. Ao se considerar viável o uso de Webquest como parte integrante do material de apoio para o professor e para o educando desenvolverem ações cumulativas, então é necessário pensar de que maneira essa nova metodologia de ensino deve ser incluída com o material didático adaptado em sala de aula.

Assim, Abar e Barbosa (2008) retratam que, nesses novos tempos educacionais, os professores precisam simplesmente serem professores. As autoras sugerem que os professores utilizem o saber para aproveitar, de modo inteligente, a riqueza de informações disponíveis na Web. O que se espera desse tipo de proposta não é nenhum virtuosismo computacional, e sim sabedoria capaz de inventar modos de usar os atrativos da Web para que os estudantes elaborem conhecimentos consistentes, robustos, significativos (ABAR e BARBOSA, 2008). Essas estratégias didáticas demonstram o quanto Libâneo (1994) é assertivo sobre o conteúdo das aulas serem selecionada com base nas situações biológicas, buscando integrar os programas de ensino com os interesses e capacidade de aprender do estudante. O princípio básico de educação é favorecer a utilização dos conhecimentos adquiridos. Nesse modelo, professores e estudantes funcionam como agentes de transformação em si mesmo e na comunidade em que atuam, trabalhando a própria realidade (LIBÂNEO, 1994).

A tecnologia educacional WebQuest é uma técnica para aprendizagem que usa a internet, permitindo a criação de ambientes de aprendizagem. Foi proposta em 1995, por Bernie Dodge, professor da *San Diego State University*, e destina-se à educação presencial, com participação ativa dos estudantes sob orientação do professor, cumprindo uma pesquisa guiada na Internet. De acordo com Abar e Barbosa (2008), trata-se de uma metodologia de ensino, na qual o estudante se envolve em uma investigação, utilizando, preferencialmente, recursos da internet, para resolver um problema significativo. Baseia-se em princípios de aprendizagem

colaborativa e procura ativar competências intelectuais mais complexas e exigentes que a tradicional armazenagem de conteúdos.

Para Abar e Barbosa (2008), o grande desafio da WebQuest é criar um ambiente em que o estudante possa descobrir potencialidades, adquirir autonomia, responsabilidade, disciplina, respeito aos outros e autoconfiança. Barato (2007) *apud* Abar e Barbosa (2008) retrata que há dois princípios na elaboração de uma atividade WebQuest:

O primeiro é o da aprendizagem cooperativa. [...] O outro princípio é o da transformação das informações. A pessoa só aprende de fato quando as transforma, e não quando simplesmente as reproduz. Esses princípios são críticos em relação ao modo predominante de ensino. O que fazemos no ensino, de modo geral, é dar aulas, recomendar livros para os alunos e, nas provas, cobrar a reprodução dessas informações. O esquema de Bernie Dodge coloca o aluno para trabalhar. (BARATO *apud* ABAR E BARBOSA, 2008, p. 13)

A WebQuest é concebida e construída, segundo Bernie Dodge, em uma estrutura lógica que contém os seguintes elementos estruturantes: introdução, tarefa, processo, recursos, orientações, avaliação e conclusão.

[...], em primeiro lugar, surge a ideia, o sonho, que, na WebQuest, é representada pela INTRODUÇÃO; em seguida, definem-se os objetivos do projeto, parte que a TAREFA deve apresentar claramente. Em uma segunda etapa, fazemos o plano das ações que devem ser executadas, os recursos e fontes necessárias à execução dessas ações – é essa finalidade das componentes PROCESSO e RECURSOS. Na terceira etapa, é delineada a avaliação do projeto, representada na WebQuest pela componente de AVALIAÇÃO. Finalmente, o registro dos resultados obtidos é representado na CONCLUSÃO. (ABAR E BARBOSA, 2008, p. 13)

Conforme Dodge (2004), em uma WebQuest, a INTRODUÇÃO deve provocar o interesse e despertar a curiosidade do estudante, muito mais do que do professor. O que dizer de uma WebQuest sobre interações gênicas? Por outro lado, se determinado assunto faz parte do plano de ensino e geralmente não desperta muito interesse, podem-se fazer atividades de sensibilização antes de realizar a atividade WebQuest. A TAREFA da WebQuest é a sua alma: nesta parte, o estudante deve ser completamente seduzido e sentir necessidade de prosseguir. A WebQuest deve continuar com visual atraente e não pode ganhar aspecto de uma tarefa escolar, como uma lista de exercícios. A WebQuest deve assemelhar-se ao desenvolvimento de um projeto e deve ter um resultado bem definido, real, construído.

O passo seguinte dentro de uma WebQuest, para Abar e Barbosa (2008), é verificar se a navegação da escola é confortável e se o tempo necessário para a WebQuest ser desenvolvida é adequado para o contexto da classe. É preciso simular a atividade proposta examinando cada



passo apresentado no PROCESSO, conferindo cada link indicado nos RECURSOS. Algumas WebQuest têm a lista dos RECURSOS associada aos passos do PROCESSO. Se tiverem em tópicos separados, devem trazer indicações que mostram a associação. Um ponto importante para Dodge (2004) é o fato de que o professor deve estar presente durante a realização da WebQuest, com a finalidade de dirimir eventuais dúvidas dos estudantes. Corroborando com essa preocupação Abar e Barbosa (2008, p. 68) relata:

Deixar os alunos perdidos na Web é um convite ao turismo de aventuras e ao naufrágio; lembre-se que o desafio, nesse aspecto, é evitar que o aluno se encante pela navegação em si, deixando aos poucos que o rumo fique sob o estímulo do espetáculo da viagem. Se as orientações inseridas no processo foram cuidadosamente elaboradas, os alunos não terão dificuldades na navegação e no entendimento do desafio. No entanto, a presença do professor é fundamental tanto nos momentos de dúvida quanto para observá-los na execução da TAREFA. A atividade WebQuest não é uma atividade virtual, a distância. O professor está presente no laboratório para orientar e apoiar os alunos nas pesquisas.

Esse tipo de atividade serve de modelo para uma categoria educacional particularmente interessante no que se refere ao uso da internet em educação. A tarefa proposta, a organização da atividade e a dinâmica do trabalho levam os estudantes a um comprometimento especial com o resultado, e com a construção do próprio conhecimento, tornando cada um responsável, especialista e colaborador de forma ativa, Abar e Barbosa (2008). A atividade WebQuest é como uma missão a cumprir, em que um grupo de estudantes se envolve com a realização de um projeto que deve extrapolar o espaço da sala de aula.

A WebQuest é uma proposta pedagógica elaborada e demanda muito tempo de desenvolvimento e execução. Em qualquer caso, a busca, na internet, das informações para serem utilizadas pelos estudantes no cumprimento das tarefas, é essencial. Essa busca envolve algumas ações de caráter técnico que, quando esclarecidas, permitem um trabalho de melhor qualidade pedagógica. Para dirimir as eventuais dúvidas de execução de uma WebQuest, é preciso sempre indagar: Como devo efetuar uma busca inteligente na internet? Como achar páginas interessantes? Como salvar os dados ou imagens encontrados? Como efetuar cópia e reprodução de dados ou imagens respeitando os direitos autorais? Abar e Barbosa (2008).

Para Alves e Maciel (2016), as tecnologias digitais educacionais incitam mudanças acentuadas na educação, quer presencial ou à distância. Na presencial, desenraizam a concepção de ensino-aprendizagem fixo e temporal. Podemos aprender a partir de vários lugares, simultaneamente, on-line e off-line, junto e separados. Na educação à distância, favorece o equilíbrio entre a aprendizagem individual e a colaborativa, de modo que os estudantes de

qualquer lugar podem aprender em grupo, em rede, da maneira mais flexível e condigna a cada educando.

O professor com o acesso a tecnologias digitais pode se tornar um orientador do processo de aprendizagem, integrando de forma equilibrada a orientação intelectual, a emocional e a gerencial. Isso ajuda o aluno a acreditar em si, a sentir-se seguro, a valorizar-se como pessoa, a aceitar-se plenamente em todas as dimensões da sua vida, Moran, Masetto e Behrens (2000). Se o estudante acredita em si, será mais fácil trabalhar os limites, a disciplina, o equilíbrio entre direitos e deveres, a dimensão grupal e social.

Com base nesses elementos estruturantes, criados por Bernie Dodge, e no princípio significativo de aprendizagem relatado por Abar e Barbosa (2008), foi criada a WebQuest “**As misteriosas Interações Gênicas**” (Apêndice G), disponível no google sites, e que tem como objetivo geral a intenção de elaborar e aplicar uma proposta educacional biológica gênica interacionista. Tendo como justificativa a busca pela melhoria no ensino de Biologia, utilizando-se da da WebQuest como uma ferramenta multimídia pedagógica. Este instrumento tem como objetivo específico possibilitar a dinamização do processo de ensino e aprendizagem no conteúdo de interação gênica, junto a situações presentes no cotidiano de sala de aula, e para esta ação, essa WebQuest disponibilizará diversos recursos como: vídeos, textos, esquemas, entre outros.

#### 2.4 PSICOMETRIA E COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH

A escala Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada, comumente, em questionários, e também em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com a afirmação, em que as opções de respostas variam em número de um a cinco ou mais. (LIKERT, 1932, *apud* BORGES et al, 2011). Dalmoro e Vieira (2013) destacam que diversos autores têm argumentado a falta de atenção dada a certos aspectos no desenho de um questionário baseado no formato Likert, principalmente quanto à validade das alternativas de respostas. Para Maroco e Garcia-Marques (2006), o coeficiente de Cronbach é a melhor estatística para medir a confiabilidade de um questionário psicométrico.

De acordo com Dalmoro e Vieira (2013), a validação de uma questão não pode se dar sem considerar as opções de respostas como um componente essencial na elaboração de um questionário Likert. Os autores relatam que as falhas na medição das informações, por meio de instrumentos de coleta de dados no questionário Likert podem ocorrer devido a diversos fatores:

o primeiro fator passa pela escala de mensuração utilizada, por exemplo, o número de pontos na escala. Os autores citam que pesquisas realizadas na década de setenta por Jenkis e Taber (1977), Lissitz e Green (1975) concluíram, por meio de simulações, que escalas de cinco pontos são suficientes, visto que não foi observado um ganho de confiabilidade em escalas com mais que cinco pontos.

O segundo fator centra-se no respondente (neste caso, os alunos) e nas suas características, como por exemplo, necessidade de cognição, envolvimento, conhecimento. Dalmoro e Vieira (2013) descrevem que a complexidade na escolha do tamanho da escala surge em virtude de que, conforme aumenta o número de pontos na escala, aumenta a complexidade de escolha do respondente e a discriminação entre cada opção de respostas. Caso seja complexa, os respondentes tendem a simplificar a tarefa com o uso de decisões heurísticas (um dos modelos heurístico é denominado *status quo*, em que a regra de decisão utilizada pelos respondentes é a de seleccionar a opção de resposta que havia sido seleccionada no item anterior). Assim, o aumento no número de itens em uma escala de pontos tornaria a decisão mais complexa, aumentando a possibilidade de os respondentes decidirem com base no *status quo*.

Em terceiro lugar, uma linha de pesquisa diferente das pesquisas que buscam encontrar uma quantidade de categorias de respostas ideal; estudos como o de Barnette (2000) testaram a mudança na ordem da questão, utilizando questões de ordem positiva e negativa no mesmo instrumento. O autor detectou que estes procedimentos confundem os respondentes e, desta forma, são desaconselhados. Ao inverter a ordem da questão, a percepção dos itens pode não ser exatamente o oposto, o que resulta na redução da confiabilidade e da validade dos resultados. Contudo, nos testes realizados pelo próprio Barnette (2000), a ordem da questão não resultou em perda de consistência interna e possibilitou detectar a consistência e o viés das respostas. Uma alternativa apontada por Dalmoro e Vieira (2013) para evitar a inversão da ordem de questões seria o uso de apenas uma só direção – todos positivamente orientados, sem a utilização de qualquer variação do “não” (Dalmoro e Vieira, 2013).

Com base nos três fatores sugeridos por Dalmoro e Vieira (2013) para evitar falhas de medição psicométrica, esta pesquisa contém um questionário baseado na Escala Tipo Likert com cinco possibilidades (pontos) de respostas com afirmações corretas (ou positivas) e erradas (ou negativas) distribuídos em 22 questões orientadas no mesmo sentido. Assim sendo, tanto nas perguntas corretas quanto nas erradas, as afirmações são: 5 – concordo plenamente, 4 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo; 2 – discordo parcialmente; 1 – discordo totalmente.

De acordo com Ferrai e Tarumoto (2009), as afirmações devem ser classificadas em favoráveis e desfavoráveis e, para cada afirmação, deverão ser atribuídos graus de favorecimento e desfavorecimento. São consideradas favoráveis as respostas obtidas entre os valores 4 e 5, pois estes valores indicam a resposta correta à questão; as respostas com valor 3 são consideradas neutras em pré-teste, onde considera-se normal que o estudante não tenha opinião sobre o assunto e, desfavoráveis em pós-teste, pois o estudante já teve contato com o conteúdo, então, acredita-se que este deva ter uma opinião sobre o mesmo. As respostas com valores 1 e 2 são consideradas desfavoráveis, pois indicam a resposta errada para a questão avaliada.

Para garantir a confiabilidade psicométrica dessa pesquisa, adotou-se o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach. Para Maroco e Garcia-Marques (2006), o índice  $\alpha$  estima a homogeneidade com que os itens contribuem para a soma não ponderada do instrumento, variando numa escala de 0 a 1. Esta propriedade é conhecida por consistência interna da escala, assim o  $\alpha$  pode ser interpretado como coeficiente médio de todas as estimativas de consistência interna que se obteriam se todas as divisões possíveis da escala fossem efetivadas. Quanto mais elevadas forem as covariâncias (ou correlações entre os itens), maior será a homogeneidade dos itens e maior é a consistência com que medem a mesma dimensão ou construto teórico. A tabela 1 exemplifica o grau de confiabilidade do  $\alpha$  de Cronbach.

Tabela 1 – Escala de confiabilidade para o alfa de Cronbach.

Valor de $\alpha$	Confiabilidade
$\alpha \leq 0,30$	Muito baixa
$0,30 < \alpha \leq 0,60$	Baixa
$0,60 < \alpha \leq 0,75$	Moderada
$0,75 < \alpha \leq 0,90$	Alta
$\alpha > 0,90$	Muito alta

Fonte – Freitas e Rodrigues (2005)

Para Maroco e Garcia-Marques (2006), de acordo com os critérios de recomendação de confiabilidade estimada pelo alfa de Cronbach, optou-se por seguir as orientações de confiabilidade de Nunnally (1978), que considera um alfa de Cronbach aceitável quando está acima de 0,7. Nesta pesquisa, para a análise da estatística descritiva, serão utilizados a média, mediana, moda e o desvio padrão, que, para Pocinho e Figueiredo (2000), são os indicadores de tendência central capazes de nos mostrar como certa variável ou características do grupo estudado se distribuem utilizando apenas um número.

De acordo com Salsa (2005), as medidas de tendência central trazem informações contidas nos dados estatísticos. Assim, pode-se dizer que estas medidas são valores de referência em torno dos quais outros valores se distribuem. Salsa (2005) define média como sendo uma medida que funciona como “ponto de equilíbrio” de um conjunto de dados, é representada pela letra grega  $\mu$  (mi). Para se calcular a média aritmética de um conjunto, deve-se somar todos os valores obtidos e dividir este resultado pelo número de observações. Sendo a média, a medida de tendência central mais utilizada.

A mediana é definida por Salsa (2005) como valor que ocupa a posição central em um conjunto de dados ordenados (Salsa, Moreira, Pereira, 2005, p. 7). Assim, a mediana tem a propriedade de dividir um conjunto de observações em duas partes iguais quanto ao número de seus elementos: o número de dados que são menores ou iguais à mediana é o mesmo que o número de dados que são maiores ou iguais a ela. Por não ser influenciada por valores extremos, a mediana representa melhor os dados observados.

Salsa (2005) define moda da seguinte forma:

Moda é o valor que aparece mais vezes, ou seja, é aquele que apresenta a maior frequência observada. Há situações nas quais ela não é única, pois pode acontecer de se ter, em uma série estatística, duas ou mais observações que tenham se destacado de forma idêntica, isto é, que tenham ocorrido com a mesma frequência máxima. Então, conforme o caso terá distribuições bimodais (duas modas), trimodais ou multimodais. Também é possível acontecer que todos os elementos tenham apresentado exatamente o mesmo número de ocorrência. Isso significa que não há moda, pois nenhum dado se destacou; o conjunto é, então, chamado amodal (SALSA, MOREIRA, PEREIRA, 2005. p 14)

Assim, a moda é utilizada quando se busca encontrar uma medida rápida e de aproximação. Ainda de acordo com Salsa (2005), a moda é utilizada em trabalhos com variáveis qualitativas e também quando busca-se evidenciar o valor que mais apareceu. Já o desvio padrão é um parâmetro muito usado em estatística que indica o grau de variação de um conjunto de elementos, Wulffenbüttel (2006). Assim, para diferenciar uma média da outra, foi criada a noção de desvio padrão, que serve para dizer o quanto os valores, dos quais se extraiu a média são próximos ou distantes da própria média.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Esta é uma pesquisa-ação com abordagem quanti-qualitativa, e com uso de parâmetros psicométricos. A pesquisa busca inferir a importância dos jogos pedagógicos no ensino e aprendizagem dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica. Foram também coletadas, com ajuda de questionários semiestruturados, informações referentes ao perfil dos estudantes amostrados (Apêndice B), bem como a avaliação pelos estudantes, dos jogos pedagógicos (Apêndice C).

#### **3.2 POPULAÇÃO ESTUDADA / LOCAL DO ESTUDO**

A pesquisa foi realizada com quatro turmas de 3<sup>a</sup> série do ensino médio na Escola Estadual de Ensino Médio Auzanir Lacerda, contendo 132 (cento e trinta e dois) estudantes matriculados na referida série. Esta pesquisa foi desenvolvida durante o mês de outubro de 2017. A Escola possui 12 Salas de Aulas funcionais nos períodos matutino e vespertino; Secretaria; Direção Escolar; Sala de Professores; Sala Multifuncional; Sala de Coordenação Pedagógica, Mecanografia; Laboratórios de Informática, Física, Química e Biologia; Biblioteca; Quadra de Esporte, Banheiros; Cozinha; Cantina. Está situada à Rua Luís José, S/N, no Bairro Jardim Lacerda, a mesma faz parte da Sexta Região de Ensino do município de Patos-PB, Brasil. A referida Escola possui 549 alunos no total, 29 professores no quadro ativo e 26 funcionários.

Os professores de Biologia aceitaram, voluntariamente, envolver as turmas para realização da pesquisa. No primeiro contato com a direção escolar, professores de Biologia e estudantes das terceiras séries, manhã e tarde, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, segundo normas regulamentadas por pesquisas com seres humanos – Resolução 466/2012, bem como a aprovação do comitê de ética de acordo com o parecer número 64749517.8.0000.5187.

#### **3.3 COLETA DE DADOS**

Utilizou-se para coletar os dados da pesquisa, um questionário constituído por 22 questões fechadas (Apêndice A), sendo 11 questões de interação gênica e 11 de ligação gênica,

aplicados em sala de aula. Os questionários são fundamentados na escala desenvolvida por Rensis Likert em 1932, atende a cinco possibilidades de respostas com afirmações corretas e erradas. Para as afirmações corretas são elas: 5 – concordo plenamente, 4 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 2 – discordo parcialmente, 1 – discordo totalmente, e para as afirmações erradas temos: 1 – concordo plenamente, 2 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 4 – discordo parcialmente, 5 – discordo totalmente.

As quatro turmas foram divididas em dois grupos para melhor averiguar a eficiência do uso dos jogos pedagógicos na aprendizagem dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica. No primeiro grupo, designado de grupo A, ficou as 3ª Séries A e D e no segundo grupo, designado de grupo B, as 3ª Séries B e C. Esses dois grupos foram divididos em dois momentos de duas semanas cada. Após a teoria expositiva nas 3ª Série A e D e da aplicação dos jogos pedagógicos nas turmas dos 3ª Séries B e C, procedeu-se a aplicação do questionário psicométrico.

Uma ressalva se faz necessário ao uso do exercício fixador (Apêndice E) na aula teórica expositiva. O mesmo é composto por 8 (oito) questões fixadoras e 4 (quatro) questões propostas. As questões fixadoras foram todas resolvidas em sala de aula em conjunto com os estudantes. Aproveitando esse momento, foram retiradas as eventuais dúvidas. As questões propostas foram feitas para que os estudantes sozinhos respondessem-nas em sala, buscando inferir, por observação desse pesquisador, se os estudantes realmente aprenderam.

Para o perfil dos estudantes participantes e a avaliação da utilidade dos jogos pedagógicos pelos estudantes, foram criados os questionários semiestruturados presentes nos Apêndices B e C respectivamente. Como planejamento didático para melhor orientar o desenvolvimento das estratégias de ensino e aprendizagem, foram criadas sequências didáticas dos jogos pedagógicos e da teoria expositiva (Apêndice D). Foi criada, no google sites, a Webquest *As misteriosas Interações Gênicas* (Apêndice G) como proposta educacional genética a ser utilizada como recurso pedagógico na formação dos futuros professores em Biologia.

A coleta de dados para realização da Webquest também foi feita através de questionário semiestruturado (Apêndice G) constituído de 07 (sete) questões, sendo 05 (cinco) questões de Escala Tipo Likert e 02 (duas) questões subjetivas. O desenvolvimento da atividade Webquest iniciou-se em sala de aula, onde repassamos informações expositivas a respeito do que é uma Webquest? Qual a finalidade? Em que ambiente deverá ser feito? Qual conteúdo utilizar? Assim sendo, o conteúdo selecionado foi Interação Gênica, e a execução da pesquisa

referente a esse produto acadêmico profissional foi feito no laboratório de informática da Escola Auzanir Lacerda, tal como requer o seu criador, professor Bernie Dodge (2004).

A culminância foi feita em sala de aula, com apresentações estilo Seminário. Para reforçar a análise e aumentar a confiabilidade da pesquisa Webquest, o mesmo questionário semiestruturado foi aplicado a um grupo controle do Cursinho Pró-Átivo no Município de Patos-PB (Cursinho preparatório para Exame Nacional de Ensino Médio e Vestibulares, em que foram ministradas aulas exclusivamente teórico-expositivas com resolução de exercício).

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os estudantes foram informados de que deveriam responder discordo totalmente ou concordo plenamente somente se tivessem certeza de que a resposta estaria errada ou correta, respectivamente. Se eles tivessem certeza de que a resposta estaria correta ou errada, deveriam responder, não concordo nem discordo. E para análise da consistência interna do questionário será calculado o Coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, sendo esta a estatística mais usada para medir a confiabilidade de um questionário psicométrico, que, para Maroco e Garcia-Marques (2006) é o primeiro passo para confirmar sua validade. A análise dos dados para a criação do coeficiente de Cronbach ( $\alpha$ ) será realizada pelo programa *Statistical Package for the Social Science* v. 20 para Windows. Para Pocinho e Figueredo (2000):

Para as análises quantitativas do perfil dos estudantes e da avaliação utilitária dos jogos pedagógicos, foi feita estatística descritiva simples (análise de porcentagem), obtidas a partir de questionários semiestruturados presentes respectivamente nos apêndices B e C. Já na análise qualitativa do perfil estudantil e da utilidade dos jogos pedagógicos, foram criadas classes de palavras para se estabelecer um escore estatístico de porcentagem. As análises subjetivas foram completadas por referencial teórico.

A WebQuest foi analisada a partir de questionários semiestruturados contendo 07 (sete) questões, constituídos por 05 (cinco) questões objetivas e 02 (duas) subjetivas, (Apêndice G). O referido questionário, para as questões objetivas, também está fundamentado na Escala tipo Likert, contendo cinco possibilidades de respostas para afirmações corretas ou erradas. Para finalidade de análise, em cada pergunta correta, as afirmações feitas são: 5 – concordo plenamente, 4 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 2 – discordo parcialmente, 1 – discordo totalmente, e para as afirmações erradas temos: 1 – concordo plenamente, 2 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 4 – discordo parcialmente, 5 – discordo totalmente. Vale ressaltar também que no questionário da WebQuest



(Apêndice G), todas as respostas (pontos) foram mantidas em uma só direção sem variação da palavra “âncora”.

Os estudantes da Escola Auzanir e do Curisinho Pré-vestibular também foram informados de que deveriam responder discordo totalmente ou concordo plenamente somente se tivessem certeza de que a resposta estaria errada ou correta, respectivamente. Se eles não tivessem certeza de que a resposta estaria correta ou errada, deveriam responder, não concordo nem discordo. E, para análise da consistência interna do questionário, foi também calculado o Coeficiente  $\alpha$  de Cronbach. A análise dos dados para a criação do coeficiente de Cronbach ( $\alpha$ ) e para a estatística descritiva (média, moda, mediana e desvio padrão) foi pelo programa *Statistical Package for the Social Science* v. 20 para Windows. A análise qualitativa da Webquest “*As misteriosas interações gênica*” foi feita por estatística descritiva simples com uso de porcentagem, baseada em classes de palavras.

### 3.5 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E DESCRIÇÃO DOS JOGOS PEDAGÓGICOS UTILIZADOS NA PESQUISA

O recurso jogos pedagógicos foi escolhido por ser sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000) e por ter essa sugestão reforçada nas Orientações Curriculares Nacionais (2006). Entre as atividades que são orientadas por esses documentos curriculares, o jogo pedagógico foi escolhido para essa pesquisa porque se adapta de maneira eficaz com os conteúdos do Ensino Médio de Biologia que são trabalhados nesta pesquisa, é adequado ao tempo que se tem para utilização de recursos em sala de aula e os custos de sua confecção são acessíveis. As turmas das 3<sup>a</sup> Séries foram selecionadas porque os assuntos de Interação e Ligação Gênica abordados nesta pesquisa fazem parte do conteúdo de Biologia dessa série. Foram utilizados dois jogos pedagógicos, um associado ao conteúdo de interação gênica (Dominó gênico) e outro, ao conteúdo sobre ligação gênica (Tá ligado?). O guia para impressão e melhor entendimento dos jogos encontra-se no Apêndice F.

#### 3.5.1 Dominó gênico

Para o trabalho com interação gênica, foi utilizado o jogo **Dominó Gênico: interagindo para compreender a interação gênica**, adaptado da Revista Genética na Escola, volume 9, nº 1 de 2014, páginas 30-37 (Leite, Ferro, Sampaio e Caparroz, 2014). As peças do

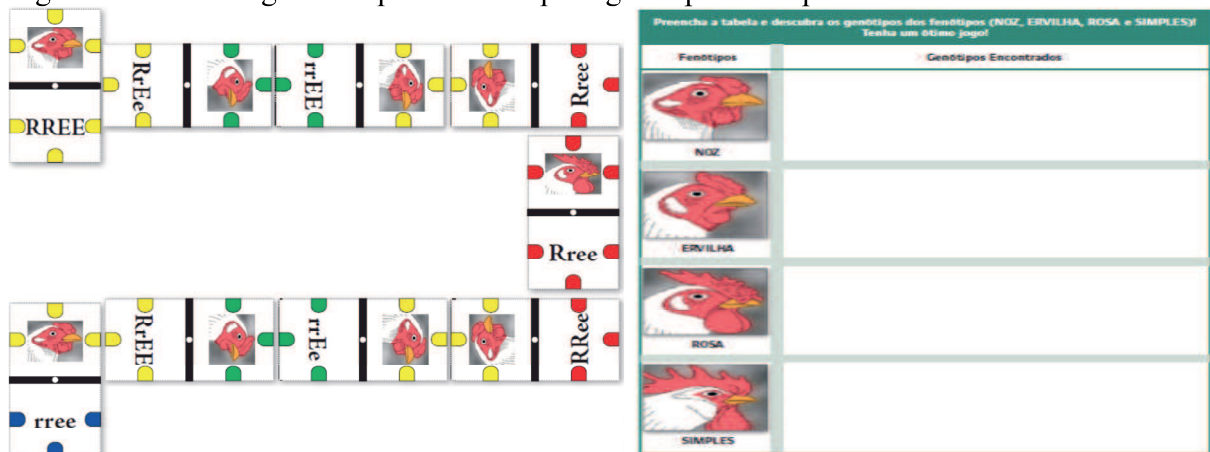
dominó foram ilustradas com um exemplo típico dos livros didáticos do Ensino Médio, a forma da crista de galinhas.

O Dominó gênico é um jogo didático que ilustra de modo lúdico a interação gênica na expressão de características fenotípicas, como no caso da crista de galinhas. Nesse caso, pode-se observar a relação entre o fenótipo (tipos de crista de galinhas: noz, ervilha, rosa e simples) e os genótipos (combinação de letras), sendo que **R** e **E** simbolizam alelos dominantes, enquanto **r** e **e** simbolizam alelos recessivos.

Esse jogo é composto de 32 peças coloridas em papel (Figura 01), sendo que a face superior de cada peça é dividida ao meio (similar a uma peça de dominó) sendo representado em cada uma destas partes um fenótipo e um genótipo. As peças foram impressas em papel ofício A4, e posteriormente coladas em papel grosso dureza 3mm. Para jogar, deve-se colocar uma de suas peças na mesa, de forma que as cores dos círculos da peça e daquela a ser colocada sejam idênticas: amarelo-amarelo, vermelho-vermelho, verde-verde e azul-azul.

Durante as jogadas, o estudante deverá preencher uma planilha de apoio de modo a associar os diferentes tipos de crista de galinhas aos seus respectivos genótipos. A posterior análise dessa tabela será importante para aferir do estudante se as peças jogadas por eles seguem a correta correlação entre o fenótipo e o genótipo das cristas. Estando a correlação correta, o estudante demonstra um legítimo conhecimento da correlação genótipo-fenótipo.

Figura 1 – Dominó gênico e planilha de apoio genótipo-fenótipo.



Fonte – Leite, Ferro, Sampaio e Caparroz (2016, p. 35 e 36).

A partida termina quando todas as peças forem dispostas na mesa, sendo que será considerado ganhador aquele que conseguir elucidar, com clareza, qual o mecanismo de interação gênica em questão. Como critério de maior confiabilidade no uso desse jogo no entendimento do conteúdo Interação Gênica, foi feita uma jogada de “sondagem”, para elucidar

as possíveis dúvidas. Em seguida, foram feitas três jogadas consecutivas válidas para à análise da pesquisa. Para iniciar cada jogada, aguardava-se que todas as equipes concluíssem a partida. As turmas foram divididas em equipes de quatro integrantes, ficando cada estudante com oito peças do dominó gênico.

### 3.5.2 “Tá Ligado?”

Para trabalhar o conteúdo de ligação gênica, é utilizado o jogo de carta “**Tá ligado?**”, adaptado da Revista Genética na Escola, volume 8, nº 2 de 2013, páginas 132-145 (Cerqueira, Sobrinho e Peripato, 2013). Nos casos apresentados na atividade “Tá ligado?” (Figura 02), 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. Nessa atividade, os estudantes são expostos aos estudos de casos que envolvem plantas, animais e seres humanos.

O jogo “Tá ligado?” (Figura 02) é constituído por 10 casos que envolvem ou não ligação gênica. Para cada caso, existem 10 pistas que são lidas gradualmente, para que os grupos cheguem a uma resposta. Os cartões estão divididos em casos referentes a plantas (cartão azul), animais (cartão verde) e humanos (cartão vermelho). Para iniciar o jogo, cada sala foi dividida em cinco grupos e o professor assume papel de juiz das partidas. Após a formação dos grupos, as regras foram lidas e cada grupo elegerá um porta-voz. A cada rodada um envelope colorido ou numerado contendo os casos era sorteado pelo juiz. O mesmo lerá em voz alta o caso sorteado e suas respectivas pistas, de acordo com as solicitações dos grupos, os quais tentarão solucionar o mesmo problema. A rodada tem início após a leitura do problema sorteado. Será declarado vencedor o grupo que, ao final das rodadas jogadas, tiver mais pontos.

Figura 2 – Jogo “Tá Ligado?” contendo o caso e as dicas.

<p><b>Caso 1.</b> 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 <b>altura da planta</b> “Tá ligado” ao gene para <b>cor do fruto</b>.</p> 	<p><b>Dica 1:</b> Em tomates o gene para coloração do fruto possui dois alelos. O alelo dominante “A” condiciona a característica <b>fruto vermelho</b> e o alelo recessivo “a”, quando encontrado em duplicidade, resulta em <b>fruto amarelo</b>.</p> <p><b>Dica 2:</b> Em tomates o alelo dominante “B” condiciona a característica <b>planta alta</b> e o alelo recessivo “b”, quando em duplicidade, resulta na característica <b>planta baixa</b>.</p> <p><b>Dica 3:</b> O cruzamento realizado pelo agricultor foi: <b>planta alta com frutos vermelhos</b> (duplamente heterozigótica) com <b>planta baixa de frutos amarelos</b>.</p> <p><b>Dica 4:</b> A partir do cruzamento entre os parentais, o agricultor obteve dois tipos diferentes de plantas.</p> <p><b>Dica 5:</b> Um tipo de planta obtido foi <b>alta com frutos vermelhos</b>.</p> <p><b>Dica 6:</b> Outro tipo de planta obtido foi <b>baixa com frutos amarelos</b>.</p> <p><b>Dica 7:</b> Um dos genótipos obtido pelo agricultor a partir do cruzamento entre os parentais foi o <b>Aa/Bb</b>.</p> <p><b>Dica 8:</b> Um dos genótipos obtido pelo agricultor a partir do cruzamento entre os parentais foi o <b>ab/ab</b>.</p> <p><b>Dica 9:</b> A partir do cruzamento entre os parentais o agricultor encontrou 2 tipos de plantas em iguais porcentagens.</p> <p><b>Dica 10:</b> O biólogo explicou ao agricultor que durante o cruzamento entre os parentais provavelmente <b>não</b> ocorreram permutações (<i>crossing over</i>).</p>
---	---

Fonte – Cerqueira, Sobrinho e Peripato (2016, p. 136).

Após a leitura do caso pertinente à rodada, o juiz deverá ler a primeira pista e os grupos deverão se mobilizar para organizar a informação fornecida. Para melhor compreensão do caso, as pistas foram disponibilizadas em slides e projetadas por meio de data-show. O juiz só irá ler a próxima pista se nenhum grupo chegar à resposta. O grupo que souber a resposta deverá gritar em voz alta: “**Tá Ligado!**” caso os genes em questão estejam ligados ou, do contrário, “**Não Tá Ligado!**”. O grupo que gritar primeiro deverá explicar como chegou ao resultado, de preferência o porta-voz realizará essa função. Caso a resposta não esteja correta, o juiz deverá explorar a situação.

Para aumentar a participação dos grupos na resolução dos casos, foi estabelecida uma pontuação máxima de 10 pontos e a mínima de 2 pontos. A cada dica lida, elimina-se 1 ponto, porém essa contagem somente será iniciada a partir da Dica 3, em todos os casos, pois as duas primeiras dicas apenas descrevem as relações de dominância e recessividade entre os alelos para cada característica. Logo, se todas as pistas forem lidas, o grupo que acerta receberá apenas 2 pontos. Se, por exemplo, o grupo acertar na Dica 7, esse grupo receberá 6 pontos (10 pontos possíveis – 4 dicas erradas = 6 pontos).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Ludke & André (2013), para se realizar a análise das informações obtidas, é necessário, num primeiro momento, organizar o material recolhido e dividi-lo em partes, relacionando-as de maneira a identificar as tendências e situações importantes. Num segundo momento, essas tendências e situações são reavaliadas e novamente relacionadas por meio de comentários e resultados mais elaborados.

Nesta pesquisa, identificamos os conhecimentos dos estudantes, a ocorrência da assimilação das proposições e conceitos dos conteúdos de Biologia e sua interação com as novas informações na promoção do ensino e aprendizagem. Essas situações foram consideradas auxiliadoras no processo de identificação e contribuição do lúdico ao ensino e aprendizado da disciplina e, no caso específico, da Interação e Ligação Gênica.

Nessa seção, apresentamos os resultados obtidos nessa pesquisa e a interpretação desses resultados. O primeiro tópico analisa o perfil dos estudantes por meio de estatística descritiva simples (média, porcentagem). O segundo tópico analisa os dados obtidos a partir dos questionários psicométricos aplicados após a realização dos exercícios propostos e dos jogos pedagógicos, para verificar quais recursos didáticos aplicados (sem jogo e com jogo) promoveu melhores resultados. A análise desses questionários teve como base o uso de escala psicométrica, e como índice de confiabilidade usou-se o teste alfa de Cronbach. A escala de Likert, conforme Llauradó (2015), tem a honra de ser um dos itens populares mais usados nas pesquisas psicométricas. Ao contrário das perguntas sim/não, a escala de Likert nos permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade do entrevistado com qualquer afirmação proposta, Llauradó (2015).

O questionário psicométrico tipo Likert é totalmente útil para situações em que precisamos de que o entrevistado expresse com detalhes a sua opinião, Llauradó (2015). Neste sentido, as categorias de resposta servem para capturar a intensidade dos sentimentos dos respondentes. Um terceiro tópico analisa a avaliação feita pelos estudantes sobre os jogos pedagógicos utilizados no ensino de Interação e Ligação Gênica, para essa análise utiliza-se a estatística descritiva simples.

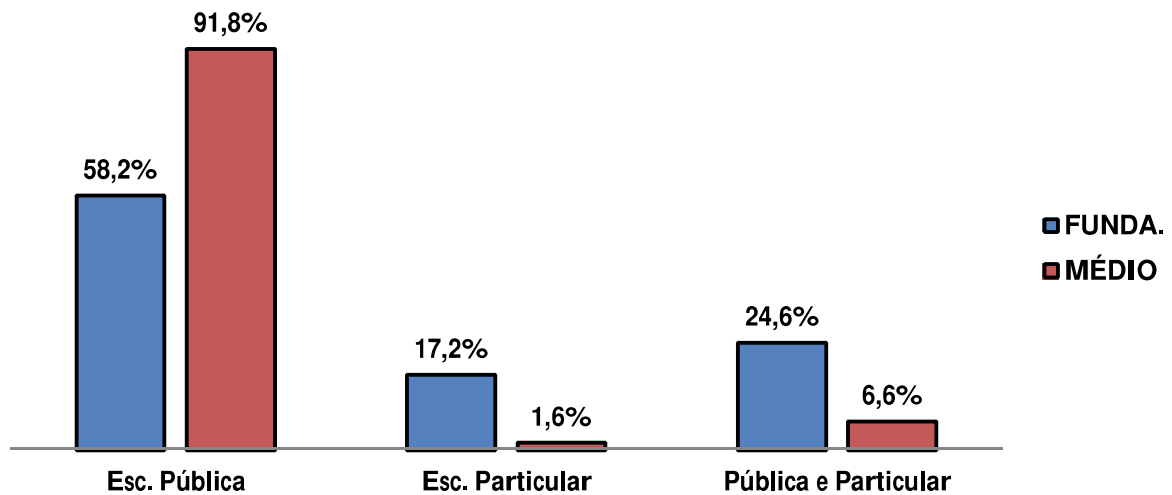
### 4.1 PERFIL DOS ESTUDANTES

Esta pesquisa foi realizada com estudantes de quatro turmas de terceira séries do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Auzanir Lacerda, em Patos-PB, sendo três

turmas matutinas (3<sup>a</sup> A, B e C) e uma turma vespertina (3<sup>a</sup> D). A média de idade dos alunos envolvidos na pesquisa foi de 17 anos, sendo que a menor idade é 15 anos e a maior 21 anos. A maioria é do gênero feminino 67,2% (n=82), enquanto que 32,8% (n=40) é do gênero masculino.

Quanto ao tipo de instituição frequentada pelos estudantes nos ensino fundamental e médio (pública, particular ou ambas), 58,2% (n=71), estudaram sempre no ensino fundamental público e 91,8% (112) cursaram o ensino médio totalmente em escola pública (Gráfico 1). Essa indagação foi feita para descartar um provável viés da formação inicial dos estudantes na habilidade de executar os jogos pedagógicos propostos, tendo em vista que em escolas particulares, segundo Sampaio e Guimarães (2009) há uma cobrança maior. Por exemplo, na disciplina biologia e ciências, há mais de um professor ministrando aulas. Isso poderia ser um fator de forte influência no desempenho do estudante proveniente de escola particular. Porém, a estatística dessa pesquisa vem refutar essa possibilidade, pois a maioria estudou o fundamental e médio apenas em escola pública.

Gráfico 1 – Porcentagem de ensino cursado pelos estudantes no fundamental e médio em escolas públicas, particulares ou ambas.



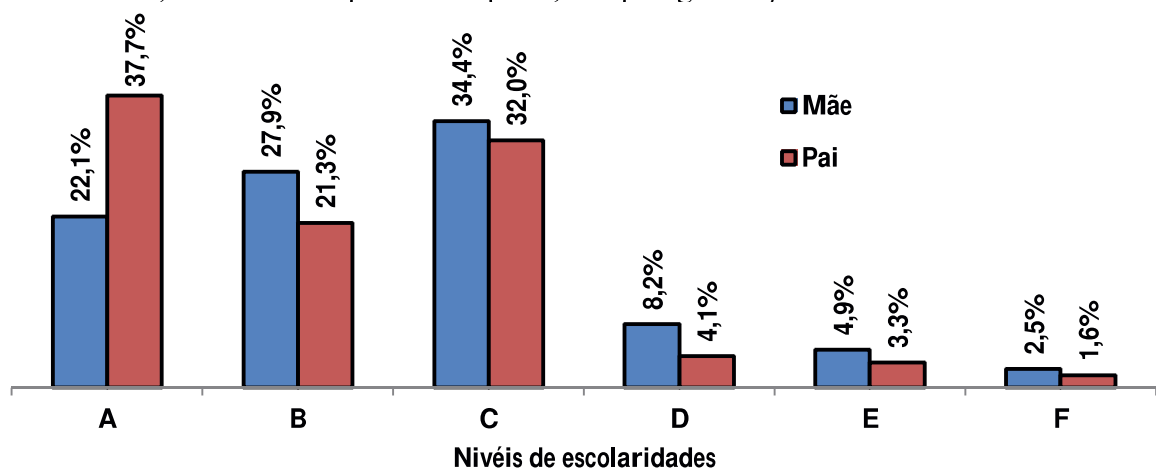
Com relação à escolaridade dos pais, percebe-se que uma grande maioria estudou até a 3<sup>a</sup> série do ensino médio, as mães com 34,4% (n=42) e os pais com 32% (n=39), de acordo com Delizoicov (2011), a partir da década de 90 e início de 2000, o ensino médio recebeu um forte investimento de expansão, atendendo, nesse intervalo de tempo, 20% da população brasileira. Devem-se destacar também os valores dos pais que concluíram o 9<sup>o</sup> ano do ensino fundamental II, estando as mães com 27,9% (n=34) e os pais com 21,3% (n=26), Gráfico 2.

Porém, ainda é alto o índice de pais que concluíram até o 5º ano do fundamental I, sendo que os pais se destacam com 37,7% (n= 46) e as mães representam 22,1% (n=27).

Delizoicov (2011) relatam que, assim como ocorreu com o ensino médio, o ensino fundamental, desde a década de 90, tem atingido mais de 90% da população a que se destina. Isso contribuiu, segundo a autora, para um novo quadro, com a presença de escolas fundamentais em espaços onde nunca esteve anteriormente (na periferia urbana e em cidades de pequeno porte), trazendo um novo perfil de alunos e novos desafios, principalmente no que concerne à escola pública, que atinge, majoritariamente, os que antes não tinham acesso à escolaridade.

Com relação à influência da família no desempenho dos estudantes, alguns aspectos devem ser analisados. Sampaio e Guimarães (2009) afirmam que o ambiente familiar, a educação dos pais, a motivação em casa, o acesso à informação e a renda são fatores considerados de importância significantes. Os referidos autores relatam que a educação dos pais influencia de várias formas: tanto serve como exemplo como pode reforçar a motivação para o estudo, ampliar o acesso à informação e fornecer uma referência quanto às consequências de obter um maior nível educacional. Então, esses critérios defendidos por esses autores vêm corroborar a nossa pesquisa, constituindo-se em fatores positivos na execução diferenciada do recurso jogo pedagógico.

Gráfico 2 – Nível de escolaridade dos pais. A = até o 5º ano do fundamental I; B = até o 9º ano do fundamental II; C = até a 3ª série do ensino médio; D = curso técnico/profissionalizante após o ensino médio; E = ensino superior completo; F = pós-graduação.

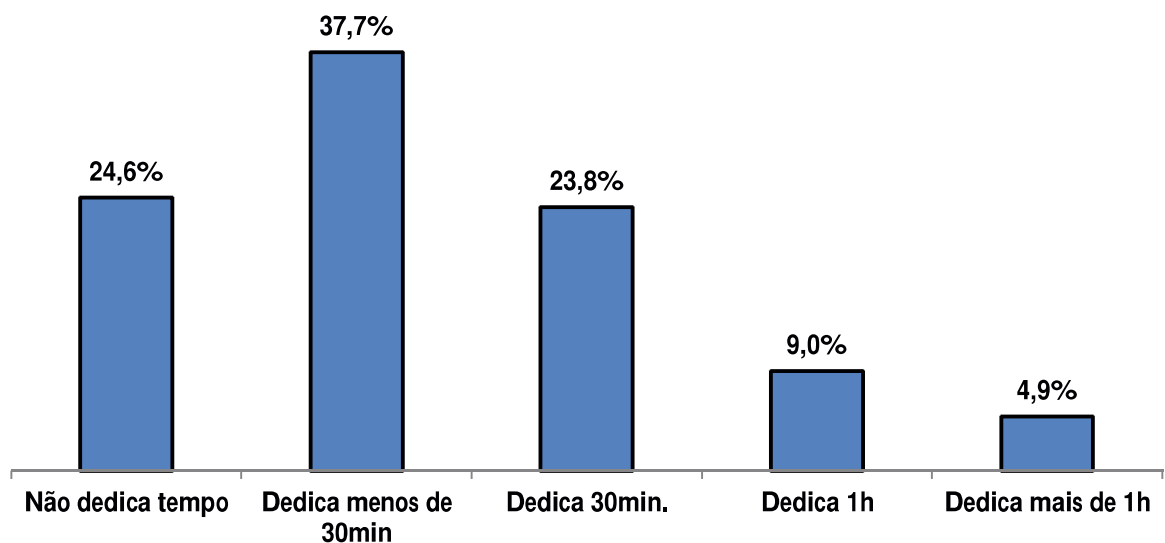


Dentre estudantes amostrados, 30,3% já participaram de aulas de biologia, cuja estratégia de ensino era o uso de jogos pedagógicos, e 81,1% (n=99) afirmaram gostar da

disciplina biologia. Esse último dado é um tanto conflitante com relação ao tempo de estudo extra-classe dedicado aos conteúdos da disciplina, pois 37,7% (n=46) dos estudantes relatam dedicar menos de 30 minutos para estudar biologia e 24,6% (n=30) não dedicam tempo de estudo para os conteúdos de biologia, Gráfico 3. Segundo Marandino (2009), são inúmeras as críticas que têm sido historicamente imputada ao ensino de Biologia na rede básica de ensino. A autora retrata que a disciplina Biologia, em certos casos, tem valorizado conteúdos e métodos de ensino que devem ser aprendidos para que os estudantes apenas saibam os próprios conhecimentos biológicos, sem maiores conexões com finalidades de caráter mais pedagógico e utilitário; isso pode causar aversão dos alunos em relação à disciplina biologia.

Os dados citados anteriormente vêm demonstrar que, se há uma grande afinidade dos estudantes pela disciplina biologia isto também é confirmado pelo resultado da Tabela 2, em que 61,2% afirmaram serem as aulas de biologia ótima ou boa. Nessa pesquisa, são poucos os estudantes que relatam ter participado de jogos pedagógicos, e a nossa pesquisa vem referenciar e quantificar nessa população estudantil se esse recurso pedagógico seja eficiente na melhoria do ensino e aprendizagem de interação e ligação gênica. E ainda Casagrande (2006) relata que neste século de informações on-line, os estudantes estão perdendo a referência de um estudo aprofundado e mais centrado, estando estes “embriagados” pela facilidade de informações instantâneas. Como pesquisador e professor em sala de aula percebo isso como um agravante ao tempo de estudo dedicado pelos estudantes à disciplina biologia, pois, é muito frequente o uso da internet pelos estudantes em suas pesquisas, sem riqueza de conteúdo, apenas copiando e colando o conhecimento biológico sem aprofundamento argumentativo.

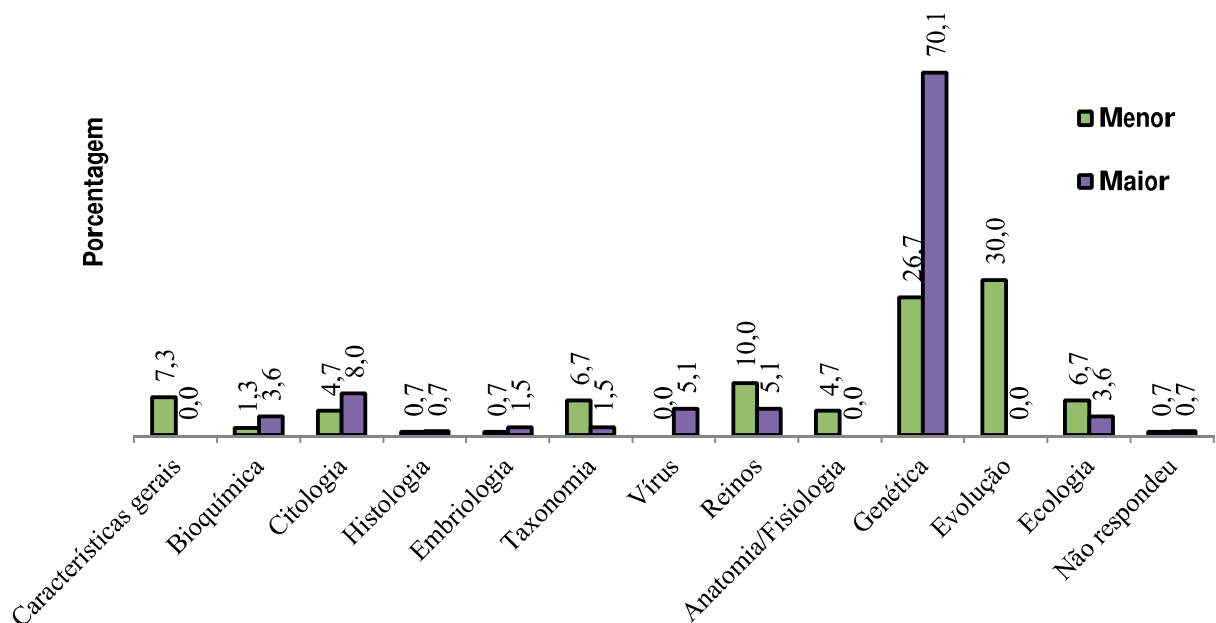
Gráfico 3 – Tempo de estudo biológico extra-classe dedicado pelos alunos.





Quando os estudantes foram indagados sobre quais os assuntos de biologia apresentariam menor e maior dificuldade em aprender; as respostas fornecidas foram 30% (n=45) e 26,7% (n=40) relataram ter menos dificuldade em evolução e genética, respectivamente (Gráfico 4). Já uma grande maioria, 70,1% (n=96) afirmaram possuir maior dificuldade de aprendizado em genética. O ensino de genética é desafiador, e Casagrande (2006) relata que o grande número de conceitos relacionado à área dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam se preocupando em decorar termos em detrimento de compreender e relacionar o estudo com a vida prática. A autora afirma ainda que os professores de Biologia têm dificuldade em compreender, acompanhar e mediar aprendizagem de conteúdos genéticos com as últimas novidades científicas e tecnológicas. Corroboramos com o pensamento da referida autora, pois, vejo estudantes em sala de aula indagando o conteúdo apenas para reforçar o entendimento, e não para criar capacidade de argumentação e questionamentos.

Gráfico 4 – Menor e maior níveis de dificuldades com relação aos conteúdos de biologia.



A inferência que podemos fazer com relação ao grau de dificuldade referente aos conteúdos de genética e evolução, seja o fato de que tenha sido os únicos conteúdos estudados nessas séries, tendo em vista que as turmas permaneceram oficialmente por muito tempo sem aulas de biologia. E as referências aos demais conteúdos de biologia sejam por efeito de

memória, e assim, de forma tendenciosa, a estatística demonstra um maior interesse dos estudantes pelos temas que foram recentemente ministrados. Esse dado corrobora com a ideia de aplicar o recurso metodológico jogo pedagógico como uma provável solução para melhoria do ensino e aprendizagem de genética, uma vez que 70,1% afirmam apresentar dificuldades com o conteúdo.

Ainda em resposta ao questionário perfil, os estudantes deram opinião sobre o uso do livro didático e das aulas ministradas pelos professores da disciplina (Tabela 2). Com relação à opinião referente ao livro didático, 44,8% (n=56) relataram que o livro é bom, porém 19,2% (n=24) e 20% (n=25) disseram, respectivamente, que não usava ou usava pouco o livro de biologia nas aulas. Quando indagados por esse pesquisador, os estudantes responderam que traziam os livros a pedido do professor, pois os mesmos transcreviam da lousa para o caderno as anotações feitas pelo professor no transcurso da aula, e outros ainda explicavam que por displicência esqueciam o livro em casa. Isso confirma a citação de Antunes (2014), quando o autor relata que as aulas expositivas frequentes, torna-se cansativas e diminui o prazer de aprender. Porém, as aulas expositivas escritas ou dialogadas quando bem planejadas favorecem o aprendizado, isso podemos observar como resultado da Tabela 3 com relação à turma da 3ª Série D, no teste psicométrico os estudantes aprenderam mais estatisticamente, e ao serem questionados, eles responderam que gostam mais da aula dialogada e escrita.

Com relação à opinião das aulas ministradas pelo professor de biologia, 42,9% (n=54) dentre os estudantes disseram ser boa e 18,3% (n=23) que as aulas são ótimas. As opiniões dos estudantes com relação às aulas de biologia são favoráveis à metodologia do uso de jogos pedagógicos. Pois os mesmos demonstram o interesse e entusiasmo de aprender Biologia de forma lúdica.

Outra observação é pertinente a se fazer, dentre os estudantes, 10,4% (n=13) e 9,5% (n=12) respectivamente, afirmaram que tanto o livro de biologia quanto as aulas ministradas pelos professores da referida disciplina são complexas. Sobre essa complexidade, as autoras Castro e Carvalho (2016) relatam que a apresentação conteudística do professor seja inteligível, evitando, num primeiro momento, a linguagem formal e que seja contextualizada, relacionando o novo conteúdo com as discussões da classe e tomando o cuidado para não apresentá-la como verdade acabada.

Podemos afirmar com base na proposta sugerida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, que o recurso Jogo Pedagógico oferece o estímulo e ambiente propícios ao desenvolvimento espontâneo e criativo dos estudantes, estimulando-os à capacidade de comunicação e expressão. Mostrando-lhes uma nova maneira lúdica, prazerosa

e participativa de relacionar-se com os conteúdos de Interação e Ligação Gênica, descaracterizando a visão de complexidade que os estudantes possuem a respeito da genética.

Tabela 2 – Opiniões referentes ao livro didático de biologia e as aulas ministradas pelos professores de biologia.

<b>LIVRO DIDÁTICO</b>			<b>AULAS DE BIOLOGIA</b>		
<b>ITENS</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>%</b>	<b>ITENS</b>	<b>Nº de alunos</b>	<b>%</b>
<b>Ótimo</b>	4	3,2	<b>Ótima</b>	23	18,3
<b>Bom</b>	56	44,8	<b>Boa</b>	54	42,9
<b>Regular</b>	3	2,4	<b>Dinâmica</b>	23	18,3
<b>Complexo</b>	13	10,4	<b>Dialogada</b>	7	5,6
<b>Pouco uso</b>	25	20,0	<b>Regular</b>	7	5,6
<b>Não usa</b>	24	19,2	<b>Complexa</b>	12	9,5
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>100,0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>

#### 4.2 ANÁLISE DO CONTEÚDO UTILIZADO NO QUESTIONÁRIO PSICOMÉTRICO

A análise foi realizada com os dados obtidos através da pesquisa com 87 alunos amostrados, na qual as tabelas para as medidas de tendência central e alfa de Cronbach apresentam-se em dois grupos. O grupo A, constituído das 3ª Séries A e D, com uso de aula teórica expositiva tendo subsequentemente resolução de exercício, e o grupo B, constituído das 3ª B e C, que usou aulas com os jogos pedagógicos Dominó Gênico (associado ao conteúdo de interação gênica) e Tá Ligado? (associado ao conteúdo de ligação gênica ou linkage).

Conforme Bachelard (1996), um conhecimento imediato é, por princípio, subjetivo. Ao considerar a realidade como um bem, ele oferece certezas prematuras que, em vez de ajudar, entreva o conhecimento objetivo. Com isso, observando os dados obtidos para as medidas de tendência central dos grupos, podemos identificar alguns conceitos imediatos presentes na concepção dos estudantes e que estes conceitos foram reestruturados, ocorrendo à assimilação de novos conceitos com a participação dos jogos pedagógicos como metodologia.

Como mencionado na metodologia, o intuito do índice alfa de Cronbach é a medida da confiabilidade do instrumento de coleta de dados. Para os dados gerais, obteve-se no grupo A 0,694 como alfa de Cronbach usando aulas expositivas e 0,786 de alfa de Cronbach no grupo B, usando os jogos pedagógicos. Esses valores gerais vão de encontro ao índice de confiabilidade de Freitas e Rodrigues (2005) para o coeficiente de Cronbach, que define valores acima de 0,7 como confiáveis e demonstrando, portanto, podemos afirmar que a metodologia com uso de jogos pedagógicos é realmente favorável na melhoria do ensino de genética.

Analisando o coeficiente de Cronbach aplicado especificadamente aos conteúdos de Interação e Ligação Gênica nos grupos A e B, temos os resultados demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de Cronbach para os conteúdos estudados de acordo com o recurso metodológico utilizado nos grupos A e B.

Recurso metodológico	Conteúdos	Grupo A	
		3ª Série A	3ª Série D
Aulas expositivas	Interação gênica	0,550	0,928
	Linkage	0,473	0,824
Recurso metodológico	Conteúdos	Grupo B	
		3ª Série B	3ª Série C
Jogos pedagógicos	Interação gênica	0,801	0,956
	Linkage	0,656	0,730

Pela análise da Tabela acima, a 3ª Série A apresentou resultados baixos para o Coeficiente de Cronbach com aula teórica expositiva, justificando anteriormente o coeficiente baixo para o grupo A. Já a 3ª Série D apresentou Coeficiente de Cronbach aceitável, demonstrando que os alunos desenvolveram melhores aptidões cognitivas com essa estratégia teórica expositiva. Por observação desse pesquisador, os estudantes da 3ª Série D demonstrou muita afinidade pela aula teórica a ponto de interagir de forma satisfatória na resolução do exercício fixador. E a turma foi categórica em afirmar que gostam de aulas teóricas expositivas escritas e dialogadas.

Uma das prováveis explicações para os resultados baixos obtidos na 3ª Série A na Tabela 3, está centrada nas características dos respondentes (os estudantes), tais como: envolvimento e conhecimentos dos assuntos abordados pela aula teórica expositiva como estratégia de ensino adotado. Um simples exercício expositivo de aula põe em ação um conjunto variado de condutas, com o objetivo de promover o aprendizado dos alunos. Assim, usamos Vigotsky (2017) para relatar que a tarefa do docente consiste em desenvolver não uma única capacidade de pensar, mas muitas capacidades particulares de pensar em campos diferentes; não reforçar a nossa capacidade geral de prestar atenção, mas em desenvolver diferentes faculdades de concentrar a atenção sobre diferentes matérias (assuntos).

Vigotsky (2017) afirma que o intelecto não é precisamente a reunião de determinado número de capacidades gerais – observação, atenção, juízo, etc. – mas sim a soma de muitas capacidades diferentes, cada uma das quais em certa medida, independente das outras, e essa ação só é possível de alcançar mediante um exercício adequado. Assim, percebemos que para surgir à ação de aprendizagem no estudante, é necessário que o objetivo seja percebido em sua relação com o motivo da atividade da qual ele faz parte. Como exemplo, podemos citar essa

pesquisa, pois os estudantes que participam da aula teórica expositiva sabem que terão de resolver um questionário psicométrico, descobrindo a resposta requerida e marcando-a. Mas, que sentido tem essa ação para os estudantes? Pode ser que o motivo seja aprender genética, ou talvez seja apenas cumprir a tarefa de responder mecanicamente o questionário.

A análise dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica no grupo B (3ª Séries B e C) na tabela 3 demonstra o bom resultado com o Coeficiente de Cronbach. Pois com uso de jogos pedagógicos, a eficiência do Coeficiente para o conteúdo de Interação Gênica foram respectivamente 0,801 e 0,956, indicando uma forte covariação das questões analisadas. Já o uso do Jogo “Tá ligado?” associado ao conteúdo de Linkage, demonstrou uma eficiência real na 3ª Série C com um Coeficiente de Cronbach de 0,730, em contraposição a aumento não tão satisfatório do mesmo conteúdo para a 3ª Série B, que foi de 0,656.

Como retratada na pesquisa de Giacóia (2006), a genética não clássica, neste caso em particular as variações da 2ª Lei Mendeliana – mais precisamente as Interações e Ligações Gênicas – são de difíceis compreensões até por alunos da graduação. Giacóia (2006) constata que nos últimos anos, os avanços apresentados na área da engenharia genética e biotecnologia traz um grande volume de informações. Com isso, torna-se necessário abordar esses conhecimentos antes restritos ao universo acadêmico, de maneira acessível e precisa ao ensino básico. E o que observamos nessa pesquisa com o uso do jogo pedagógico “Tá ligado?” é buscar tornar o conteúdo de ligação gênica (linkage) acessível ao aprendizado dos alunos da 3ª série do ensino médio. Uma observação particular desse pesquisador se refere ao fato de que os estudantes reclamavam do conteúdo de Ligação Gênica, tanto na metodologia expositiva, quanto no uso de jogos pedagógicos, alegando-os dificuldade com a matemática usada nesse conteúdo.

Os resultados obtidos na Tabela 3 demonstram que os alunos das 3ª Séries B e C apresentaram melhores aptidões com o uso da estratégia de ensino por meio dos jogos pedagógicos. O bom desempenho dos jogos pedagógicos “Dominó gênico” (associado ao conteúdo de interação gênica) e “Tá ligado?” (associado ao conteúdo de ligação gênica ou linkage) conforme relatado por Antunes (2014) é que são desenvolvidos com a intenção explícita de provocar melhorias no ensino, estimular a construção de um novo conhecimento e, principalmente, despertar o desenvolvimento de uma habilidade operatória formal.

Piaget (2015) retrata que é nessa etapa operatório formal em que o pensamento torna-se livre das limitações da realidade concreta, o estudante torna-se capaz de raciocinar logicamente mesmo se o conteúdo do seu raciocínio for falso. Assim, em Piaget (2017) o adolescente passa a pensar e trabalhar não só com a realidade concreta, mas também com a

realidade possível. Com isso, o raciocínio pode, pela primeira vez, utilizar hipóteses, visto que estas não são, em princípio, nem falsa nem verdadeiras; são apenas possibilidades.

Essa pesquisa, quando subjaz os adolescentes ao uso dos jogos pedagógicos aqui propostos, tem como finalidade desenvolver o aprendizado conceitual dos assuntos abordados, e também como possibilidade de levar o estudante a associar a teoria do conteúdo com a aplicabilidade da prática no seu cotidiano. Isso foi perceptível, pois observamos que os estudantes em equipes construíam habilidades de raciocínio, e conseguiam fazer correlações conceituais da teoria com a prática, podemos citar a frase de uma estudante na 3ª Série C: *“Professor! Agora entendo pelas repetidas dicas desses cartões, que os gametas recombinantes devem na natureza ocorrer em menor quantidade, pois percebo sempre que quando se chega à última dica dada, os gametas recombinantes possuem menores frequências”*.

A Tabela 4 apresenta uma estimativa para média, mediana, moda e desvio padrão comparando os questionários dos grupos de pesquisa, em escala Likert, sobre Interação Gênica. Essa tabela inclui as questões de número 1 até a questão de número 11. Referindo-se aos dados obtidos com o grupo A (3ª Séries A e D) que usou aula teórica expositiva e o grupo B (3ª Série B e C) que usufruiu dos jogos pedagógicos.

Tabela 4 – Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do questionário de perguntas, em escala Likert, sobre Interação Gênica no grupo A (3ª Séries A e D) e grupo B (3ª Séries B e C).

	<b>AULA TEÓRICA EXPOSITIVA (GRUPO A)</b>				<b>JOGO PEDAGÓGICO (GRUPO B)</b>			
	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>D. Padrão</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>D. Padrão</b>
<b>ITEM 1</b>	4,48	5,00	5	0,95	4,65	4,50	5	0,56
<b>ITEM 2</b>	3,63	4,50	5	1,50	3,46	3,50	5	1,31
<b>ITEM 3</b>	3,47	3,75	5	1,14	3,89	4,00	3	1,06
<b>ITEM 4</b>	3,36	3,75	5	1,51	3,15	3,00	3	1,41
<b>ITEM 5</b>	3,88	4,50	5	1,39	4,19	4,75	3	1,08
<b>ITEM 6</b>	3,43	3,50	4	1,36	3,24	3,25	3	1,19
<b>ITEM 7</b>	3,16	3,50	4	1,42	3,12	3,25	3	1,18
<b>ITEM 8</b>	2,98	3,00	5	1,34	2,62	2,50	3	1,40
<b>ITEM 9</b>	3,31	3,25	5	1,50	3,05	3,00	5	1,31
<b>ITEM 10</b>	3,49	3,50	5	1,40	4,01	4,25	5	1,13
<b>ITEM 11</b>	3,41	3,50	5	1,32	4,00	3,50	5	1,29

Como descrito no item metodologia, os valores para média, mediana e moda acima de três são positivos (favoráveis) e os valores inferiores a três são negativos (desfavoráveis) para

cada questão. Analisando os valores presentes na Tabela 4, e pela quantidade de linhas preenchidas, se percebe claramente valores favoráveis obtidos para as medidas de tendência central nas respostas fornecidas pelo grupo A (3<sup>a</sup> A e D) e pelo grupo B (3<sup>a</sup> Série B e C), o que nos permite inferir em relação ao conteúdo de Interação Gênica, que tanto a aula expositiva, quanto o jogo pedagógico Dominó Gênico contribuiu para que o processo de ensino em genética fosse eficiente. Procuram-se aqui destacar as questões 3, 5, 10 e 11 do grupo B e as questões 4 e 8 do grupo A, que obtiveram maiores diferença entre os valores de tendências centrais, comparando-se o ensino com uso do jogo pedagógico Dominó Gênico em relação à aula teórica expositiva. Observa-se também que nas supracitadas questões do grupo B, há uma boa redução no parâmetro de desvio padrão, indicando, segundo Vieira (2011), uma forte correlação das questões analisadas e reforçando que o jogo pedagógico realmente possui eficiência como recurso metodológico para as aulas de biologia.

Duas situações de análises se fazem necessárias discutir sobre os resultados baixos nas questões 2 e 9 da Tabela 4 referente ao grupo B (3<sup>a</sup> Séries B e C), e as questões 3 e 8 do grupo A (3<sup>a</sup> Séries A e D). Respectivamente, na primeira situação, presumo a ocorrência da confusão das diferentes proporções fenotípicas para as diferentes condições de interações gênicas, pois, realmente a interação gênica não epistática possui a proporção 9:3:3:1, e a interação gênica epistática recessiva a proporção contrária ao do questionário, o qual seja 9:4:3.

E na segunda situação, por indagação direta aos estudantes feitas por este pesquisador após as resoluções dos questionários semiestruturados, principalmente para a Questão 8 – “Podemos afirmar que a poligenia, além do grande número de genótipos possíveis, **não** sofrem influência do ambiente, o que aumenta ainda mais a gama de variação fenotípica” – os estudantes afirmaram que não perceberam a importância do advérbio de negação na frase. Pois, o ambiente é um grande fator de atuação, promovendo a chamada norma de reação e ocasionando o surgimento de uma gama variável de fenótipos.

Para a questão de informação positiva número 3, “A poligenia (herança quantitativa) é um exemplo de Interação Gênica que explica as diferentes graduações físicas de um mesmo fenótipo”, verifica-se que os estudantes demonstram conhecimento a respeito de poligenia, pois o valor obtido foi de 3,89, o que torna aceitável pelos parâmetros de Ferrai e Tarumoto (2009). Analisando os dados com o uso do jogo pedagógico em comparação a aula teórica expositiva, os estudantes apresentam uma visão melhor sobre o que é poligenia, reconhecendo que há possibilidade de dois pares de genes homólogos apresentarem um gama de diversidade fenotípica. Exemplo dessa situação, podemos citar casos de alunos que associaram com ajuda do jogo Dominó Gênico, o fato de que na espécie humana a cor de pele, é além de interação

gênica, também de um epigênese. “*Entendo agora porque mesmo a genética definindo a expressão da característica física, existem diferentes gradações, o meio ambiente pode influenciar na expressão das características*” (Estudante da 3ª Série B).

A questão de informação negativa número 4, “Na interação gênica epistática recessiva, o gene epistático pode estar em heterozigose”, obteve com uso do jogo pedagógico Dominó gênico um valor de tendência central para a média de 3,15, com uma diferença negativa de 0,21 em comparação ao com uso de aula teórica expositiva. Isso demonstra o quanto a aula teórica expositiva também aciona o conhecimento subssunçor dos alunos em relação ao entendimento de que na interação gênica epistática recessiva, o gene só pode expressar em homozigose. O valor obtido para a questão número 4 é confirmado pelo resultado da questão de informação positiva número 5 “Na interação gênica epistática dominante, o gene epistático pode estar em homozigose ou heterozigose”, para o grupo B (3ª Séries B e C), a questão 5 apresentou tendência centrais favoráveis. Esse resultado configura o real aprendizado dos estudantes em identificar que é apenas na interação gênica epistática dominante que há a possibilidade da expressão gênica tanto em estado de dominância quanto de recessividade.

Uma observação pertinente deve ser feita com relação às questões 4 e 5. Podemos afirmar que nessa pesquisa, tanto com uso metodológico teórico expositivo, como o uso do jogo pedagógico, a capacidade de aprendizado com relação à expressão gênica foi efetiva. Pois, os estudantes eram enfático em afirmar que os genes recessivos só podem manifestar-se em dose dupla (homozigose), ao passo que os genes dominantes expressam-se em dose única, e consequentemente podem está em homozigose ou heterozigose.

Na questão de informação negativa número 9, “A interação gênica epistática recessiva apresenta a seguinte proporção fenotípica 12:3:1”, foi a que apresentou a maior diferença entre todas as questões da aula teórica expositiva, sendo de 0,26 o diferencial da média em comparação ao uso do jogo pedagógico Dominó Gênico. Os estudantes demonstraram estatisticamente, que o uso da aula teórica expositiva aperfeiçoou o aprendizado conceitual com uma média de 3,31. Isso demonstra o quanto os estudantes aprenderam a respeito das diferentes proporções fenotípicas existentes nas variações da 2ª Lei Mendeliana com a exposição teórica, pois, segundo depoimento de um estudante, “*o valor 12 é maior que o valor 9*” (Estudante da 3ª Série D). Este estudante referia-se ao fato de que, se a proporção inicia-se com número arábico 12, só pode tratar de dominância, pois a proporção da interação gênica recessiva inicia com 9.

A questão de informação negativa número 10 “A forma da crista em galinhas é um caso de interação gênica não epistática descoberta por Bateson (1861-1926) e seus



colaboradores”, no grupo B apresentou tendências centrais significativas com o uso do jogo pedagógico. Percebe-se, nitidamente, pelos valores obtidos, que os estudantes demonstram conhecimento conceitual. Já a questão de informação positiva número 11 “A primeira teoria para explicar a herança da cor da pele em seres humanos foi apresentada em 1923. Essa teoria propôs que a cor da pele na espécie humana fosse condicionada pela ação de pares de genes sem dominância completa denominada de poligenia (herança quantitativa)”, assim como na 10ª questão, essa apresentou acentuado aumento de tendências centrais no grupo B, tanto na média quanto na moda, apresentando, respectivamente, valores de 4,00 e 5,00. E ocorreu redução de desvio padrão, demonstrando mais ainda confiabilidade estatística.

A provável facilidade de aumento nas tendências centrais das questões 10 e 11 seja o fato de serem questões elementares pertinentes ao conteúdo. Pois, percebemos no transcurso da explicação usando o jogo pedagógico ou a aula teórica expositiva, que as informações pertinentes às questões 10 e 11 são referenciadas várias vezes. Assim, concluímos que o uso do jogo Dominó Gênico provavelmente acionou nos estudantes a habilidade de atenção, exigida em modalidades de ensino com estratégia de coletividade, como é o caso de nossa pesquisa.

Na análise estatística geral dos resultados das tendências centrais, obtidos nos itens de 1 a 11, percebe-se que o estudante passa a compreender bem o conteúdo de Interação Gênica usando tanto jogo pedagógico Dominó Gênico, como também a estratégia de ensino com aula teórica expositiva. E mesmo os nuances de informações fornecidas pelas questões sejam positivas ou negativas, mantida a orientação apontada por Dalmoro e Vieira (2013) de evitar a inversão da ordem de respostas dentro do item, isso não influenciou o pensamento dos respondentes (estudantes), e realmente isso não constituiu um viés dentro dessa pesquisa.

Reforçando o parágrafo anterior, dentro do grupo A (3ª séries A e D) a média geral foi de 3,50. Para o grupo B (3ª séries B e C) a média geral foi de 3,58, a diferença entre as estratégias de ensino são mínimas na compreensão conceitual de Interações Gênicas. Porém, quando se quantifica quais foram às questões que se aproximaram dos valores favoráveis, o grupo B demonstra possuir mais valores favoráveis. Isso indica provavelmente melhoria no ensino e aprendizagem do conteúdo de genética com o uso dos jogos pedagógicos.

Mesmo que a presente pesquisa trate da modalidade analógica de jogo pedagógico, a dedução dos resultados aqui é confluyente com o pensamento de Moita (2016), quando a autora afirma que devemos fazer ligações entre os conteúdos pedagógicos e as tecnologias do dia-a-dia, assim, certamente alcançaremos o sucesso no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que estamos levando, para as nossas salas de aula, algo que os estudantes gostem de executar,

motivando o aprendizado diferente e divertido, sem cobranças além da possibilidade de simulação.

As questões de número 12 até a 22 pertencem ao grupo sobre Ligação Gênica (Linkage), sendo que os dados para média, mediana, moda e desvio padrão para este grupo de perguntas, em escala Likert, encontra-se na Tabela 5, referindo-se ao grupo A (3ª Séries A e D) e ao grupo B (3ª Séries B e C) respectivamente. Para esse grupo de perguntas as questões de número 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 destacam-se, apresentando maior diferença existente entre os resultados do questionário psicométrico. Sendo que as questões 12, 17 e 19 referem-se ao grupo A, já as questões 14, 18, 20, 21 e 22 ao grupo B.

Os itens com linhas preenchidas indicam melhoria das tendências centrais. E observamos uma acentuada redução do desvio padrão com uso do jogo pedagógico “Tá ligado?” em comparação à estratégia de ensino com aula teórica expositiva, sendo esse fator um critério estatístico a mais, indicando novamente melhoria do ensino e aprendizagem do conteúdo Ligação Gênica. O valor de desvio padrão da aula expositiva é de 2,35 ao passo que na metodologia com uso de jogo pedagógico o valor é de 1,18.

Tabela 5 – Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do questionário psicométrico do grupo de perguntas, em escala Likert, sobre Ligação Gênica no Grupo A (3ª Séries A e D) e grupo B (3ª Séries B e C).

	<b>AULA TEÓRICA EXPOSITIVA (GRUPO A)</b>				<b>JOGO PEDAGÓGICOS (GRUPO B)</b>			
	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>D. Padrão</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>D. Padrão</b>
<b>ITEM 12</b>	4,45	5,00	5	2,95	3,97	4,00	5	1,18
<b>ITEM 13</b>	2,36	2,00	5	1,58	2,44	2,00	5	1,31
<b>ITEM 14</b>	2,86	3,25	5	1,10	3,48	4,00	5	1,20
<b>ITEM 15</b>	4,06	4,50	5	2,57	4,00	4,00	5	1,26
<b>ITEM 16</b>	3,05	3,00	4	2,09	2,72	2,75	3	1,21
<b>ITEM 17</b>	3,92	4,50	5	3,06	3,54	3,50	5	0,89
<b>ITEM 18</b>	3,66	3,75	5	2,06	4,00	4,50	5	1,25
<b>ITEM 19</b>	4,00	4,00	5	3,17	3,65	3,50	3	1,23
<b>ITEM 20</b>	3,25	3,50	4	3,28	3,56	3,50	3	1,26
<b>ITEM 21</b>	3,75	4,25	3	2,09	4,00	3,50	4	1,26
<b>ITEM 22</b>	3,41	3,50	3	1,94	3,96	3,50	4	0,99

A questão de informação positiva número 14 “No linkage parcial, a partir do ancestral Ab//aB, geram-se gametas recombinantes CIS”, a tendência central média com o uso do jogo pedagógico “Tá ligado?” apresentou valor de 3,48, demonstrando, estatisticamente, aprendizado tanto em diferenciar conceitualmente linkage total do parcial, quanto ao que seria

genes homólogos em posição CIS. Já à questão de informação positiva número 18 “Considerando que não ocorram mutações, podemos afirmar que, quando descendente é fenotipicamente muito diferente de seus ancestrais, é porque provavelmente esse descendente é fruto de um linkage parcial” apresenta uma média de 4,00, indicando estatística e satisfatoriamente, que a metodologia com uso de jogo pedagógico configura melhora no ensino e aprendizado dos estudantes. “... então professor, posso afirmar que provavelmente os filhos que sejam fisicamente diferentes dos pais são provenientes de gametas recombinantes ...” (Estudante do grupo B), na discussão conjunta para as questões 14 e 18 com base no depoimento anterior, podemos afirmar categoricamente que os estudantes do grupo B sedimentaram melhor o conhecimento de recombinações gênicas aos seus subsunçores.

Na questão número 20, “Realizando um cruzamento de linkage parcial, em que os pais sejam duplos heterozigotos para o seguinte genótipo Cd//cD. Os gametas recombinantes serão CD e cd”, apresenta-se favorável no grupo B (3ª Séries B e C), no qual com uso do jogo pedagógico “Tá ligado?” o valor da média é de 3,56, apresentando um valor diferencial satisfatório de 0,31 em comparação à aula teórica expositiva. Essa é uma afirmação positiva com grau de dificuldade, tendo em vista mais uma vez o conceito de posição CIS-TRANS que os genes homólogos podem apresentar nos cromossomos. Observa-se com o conteúdo de Ligação Gênica, que as questões 14 e 20 segundo Ferrai e Tarumoto (2009) encontram-se dentro do parâmetro favorável, pois possuem média geral que se desloca de 3,00 com uso de aula teórica expositiva, para 3,52 com uso do jogo pedagógico “Tá ligado?”.

A dificuldade apontada na questão 20 também é expansiva para as questões 14 e 21, pois existe nestas questões um perceptível critério de abstração. Moura (2013) retrata em sua pesquisa no ensino de Biologia com enfoque na genética, que boa parcela dos estudantes brasileiros sai do ensino médio entendendo, por exemplo, que as leis de Mendel são apenas “letras” que se combinam em um cruzamento, não conseguindo fazer a associação de que essas “letras” com AA ou Aa, que são apenas símbolos, são sequências nucleotídicas, que representam os genes, e estão localizadas nos cromossomos, se segregando durante a meiose para a formação dos gametas. E sabemos que as Leis de Mendel são mais do que isso, são a base para a compreensão das características hereditárias passadas de geração a geração, como o aparecimento em uma geração de uma determinada doença, ou então para produzir uma prole de animais de interesse econômico.

A questão de informação positiva número 21 “Para três genes localizados no mesmo cromossomo, encontramos nos descendentes de um cruzamento-teste as seguintes frequências de permutação: A-B = 20%; A-C = 8%; B-C = 12%. Esse mapa cromossômico terá a sequência

genômica ACB”, apresenta resultados para a média com uso de aula teórica expositiva de 3,75, já com o uso do jogo pedagógico “Tá ligado?” como estratégia de ensino, a média aumenta para 4,00, indicando uma passagem da afirmação “não concordo nem discordo” para “concordo parcialmente” no questionário psicométrico.

Para a questão de informação positiva número 22 “O genótipo de Carlos é Dd/Ee. Foram identificados 450 espermatozoides, sendo que 195 deles tinham o alelo **d** e o alelo **E** ao mesmo tempo; 193 espermatozoides tinham alelos **D** e **e** conjugados; 30 espermatozoides tinham os alelos **D** e **E** conjuntamente e 32 espermatozoides possuíam **d** e **e**. Podemos afirmar que provavelmente houve permutação (crossing-over) entre os dois alelos”, há valores favoráveis de média, moda e mediana de 3,82 utilizando-se os jogos pedagógicos, em contraposição ao uso de aula teórica expositiva que apresenta valor de média 3,00.

Discutindo conjuntamente as questões 20, 21 e 22, podemos afirmar que com o uso do jogo pedagógico Tá Ligado?, os estudantes aprenderam a identificar na ligação gênica parcial a ocorrência de permutas gênicas, originando gametas recombinantes sempre em proporções menores. E que dependendo do genótipo dos pais, esses gametas recombinantes podem ser CIS ou TRANS. O testemunho expositivo do estudante do grupo B comprovam essas afirmações de aprendizado referentes à formação de gametas recombinantes: *“Entendo que, se os pais forem heterozigotos e caso ocorra crossing-over, os gametas recombinantes sempre serão CIS”*.

Novamente aqui faz-se necessário uma análise sobre o baixo desempenho dos estudantes usando os jogos pedagógicos em comparação com a aula teórica expositiva. Santo (2014) e Brão e Pereira (2015), em suas pesquisas sobre a análise de jogos pedagógicos, retratam um fenômeno rotineiro na capacidade de interpretação dos estudantes, a confusão conteudística. A tabela 5 retrata o conteúdo de ligação gênica, em que os genes estão ligados em um mesmo cromossomo, e que podem sofrer ou não o crossing-over com os seus respectivos homólogos, gerando a possibilidade da ocorrência de dois tipos de linkage – o total e o parcial.

Assim, as questões 12, 17, e 19 da Tabela 5, reforçam dentro do conteúdo de ligação gênica, a afirmação de que os genes estão ligados em um mesmo cromossomo, podendo formar gametas recombinantes em posição CIS ou TRANS. Percebemos que a provável similaridade de palavras e situações morfofisiológica dos genes ligados geram confusão para o entendimento do conteúdo pelos estudantes.

Analisando a estatística geral dos resultados obtidos nos itens de 12 a 22 a diferença de média entre as duas formas metodológica de ensino foi mínima, o correspondente a 0,06. Porém, quando novamente quantifica-se quais foram às questões que se aproximaram dos valores favoráveis, o grupo B demonstra possui mais valores favoráveis. Isso indica também

melhoria no ensino e aprendizagem do conteúdo de genética com o uso dos jogos pedagógico Tá Ligado?.

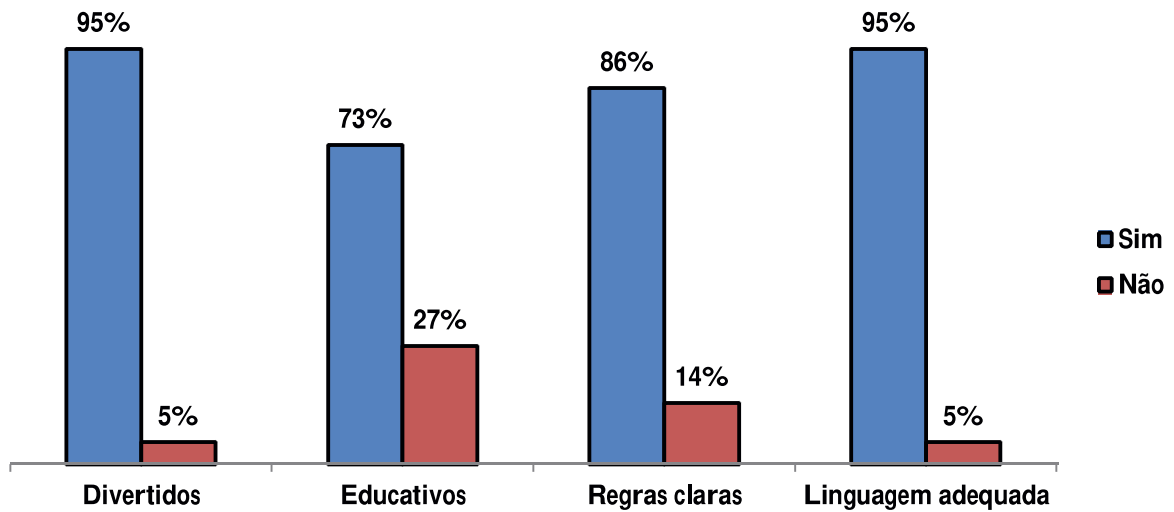
Nas análises feitas dos dados obtidos para os jogos pedagógicos Dominó gênico e Tá ligado?, verificamos que os estudantes trazem conceitos prévios sobre os referidos assuntos. Weingärtner (2014) relata que isso pode ser utilizado como ponto de partida para o desenvolvimento das aulas, permitindo que o estudante reconsidere estes conceitos e os reformule adequadamente ou os substitua, sendo estimulado a isso com a utilização de construtos (jogos pedagógicos) que atuem de forma eficaz na mediação do conhecimento. Braga (2010) acrescenta que, além de promover maior compreensão de conceitos e processos abstratos, o uso de jogos pedagógicos facilita a exposição do assunto pelo professor e promove o diálogo e a troca de significados entre professor e estudante durante o processo de ensino e aprendizagem.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DOS JOGOS PEDAGÓGICOS DOMINÓ GÊNICO E TÁ LIGADO?

A avaliação dos jogos pedagógicos torna-se importante nos aspectos de ludicidade e de aprendizagem. Com o intuito de averiguar a potencialidade deste objeto, construiu-se um questionário composto por treze questões, disponível no apêndice C. Este questionário foi utilizado com o grupo B (3ª Séries B e C), portanto, a análise dos dados será apresentada conjuntamente.

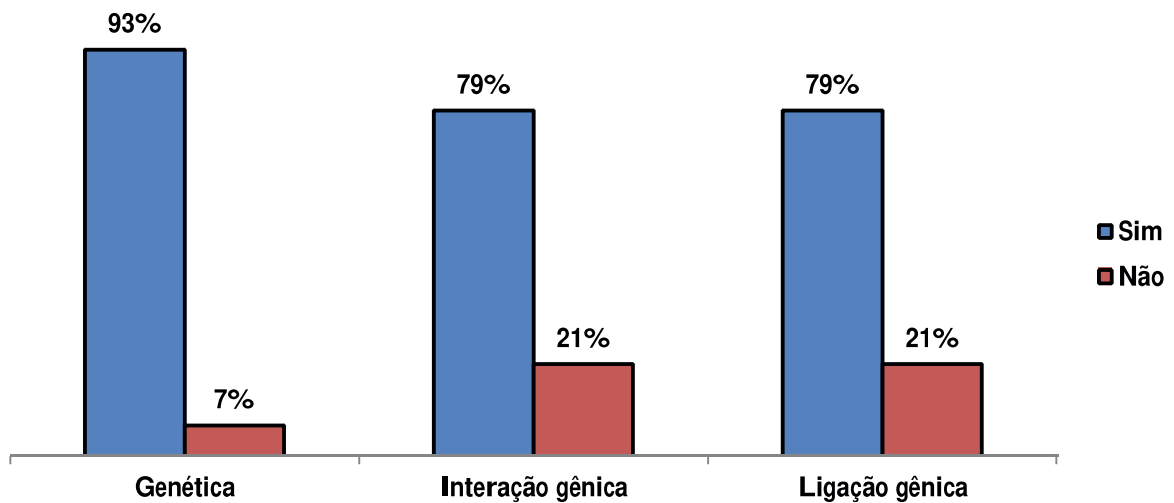
Através das respostas obtidas no questionário de avaliação dos jogos pedagógicos, pôde-se considerá-los como importante recurso metodológico que se destacam no processo de ensino e aprendizagem, devido, principalmente, ao seu caráter interativo, apresentando conceitos de grande importância para as áreas de Interações e Ligação Gênica, o que proporcionou aos estudantes um aprendizado mais agradável. Por meio das respostas obtidas neste questionário foi criada o Gráfico 5, nesse, perceber-se o quanto os estudantes consideraram os objetos escolhidos divertidos, educativos, com regras claras e linguagem adequada. Chama atenção os valores de 86% (52) e 95% (57), onde os estudantes afirmam que os jogos pedagógicos apresentam regras claras e linguagem adequada, facilitando a sua utilização e, conseqüentemente, compreensão de conceitos abordados.

Gráfico 5 – Características gerais dos Jogos Pedagógicos.



Quanto à contribuição ao processo de ensino e aprendizagem que os jogos pedagógicos apresentam sobre as áreas de Interação Gênica e Ligação Gênica, obteve-se o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Contribuição dos Jogos Pedagógicos à aprendizagem.



No Gráfico 6, 93% (56) dos estudantes amostrados afirmaram que os jogos pedagógicos Dominó gênico e Tá ligado? ajudou na compreensão dos conceitos de genética envolvidos. Somente quatro estudantes afirmaram que os jogos pedagógicos não contribuíram para a compreensão dos conceitos genéticos. Para os conteúdos de Interações e Ligação Gênicas, houve, respectivamente, igualdade nos dados, 79% (48) dos estudantes afirmaram que as utilizações dos jogos pedagógicos favoreceram a assimilação dos conceitos de Interação e Ligação Gênica, ao passo que 21% (12) dos estudantes afirmaram que não houve melhoras significativas na aprendizagem usando jogos pedagógicos.

O bom desempenho da aprendizagem citado no parágrafo anterior é constatado nas Tabelas 4 e 5 quando analisamos os dados de tendência central. Comparando estas tabelas, percebemos que os valores obtidos quando do uso da estratégia de ensino com jogo pedagógico apresentam diferenças em relação ao grupo de dados em que se utiliza a aula teórica expositiva. Quando os estudantes foram questionados sobre a intenção de utilização dos jogos pedagógicos, 97% (58) afirmaram que gostariam de utilizar mais jogos pedagógicos, e alguns ainda solicitaram a expansibilidade desse recurso pedagógico para outros conteúdos e disciplinas. Somente 3% (2) dos estudantes amostrados afirmaram que não gostariam de realizar outras atividades semelhantes às que foram realizadas com a aplicação desta sequência didática.

Com relação ao uso dos jogos pedagógicos em sala de aula, devemos lembrar Cabrera (2007), pois a autora reforça que é preciso estar atenta aos objetivos dos jogos pedagógicos propostos. Estes objetivos devem considerar a faixa etária dos estudantes, o grau de complexidade e dificuldade de cada jogo selecionado, para que possam desenvolver no estudante potencialidades necessárias a uma boa aprendizagem. Para Vygotsky (2017) as potencialidades do aprendiz devem ser transformadas em situações que ativem nele esquemas processuais cognitivos e até comportamentais. Para o referido autor, o professor é a figura mais importante no processo de mediação do saber, e nesta pesquisa o professor é o elo que há entre o estudante e o jogo pedagógico mediando os processos mentais superiores como planejamento, imaginação, representação e tomada de decisões, e podemos constatar que todos esses processos mentais realmente foram aplicados no decorrer da realização dos jogos pedagógicos Dominó gênico e Tá ligado?

Barros (2004) afirma em sua pesquisa com o uso do jogo pedagógico “Dominó/DNA”, que essa estratégia de ensino vislumbrou novas perspectivas de aprendizagem. Para os estudantes que participaram do jogo, este (o jogo) não representou apenas memorização, mas ganhou novos contornos no processo de ensino-aprendizagem. Os estudantes destacaram, ainda, que o envolvimento do jogo com os conteúdos de genética, facilitou a aprendizagem, e que o jogo despertava a vontade de jogar e de aprender.

Sobre as dificuldades encontradas pelos estudantes para a realização das atividades utilizando os jogos pedagógicos conforme Gráfico 7, obteve diversas respostas, das quais 38% (23) dos estudantes relataram não encontrar dificuldade em realizar as atividades propostas, desta forma um dos estudantes relata: *“Foi muito bom os jogos na explicação em que o professor deu para como jogar, esclareceu muito, aprendi bastante com o jogo. Não tive dificuldades”*. Onze estudantes (19%) encontraram dificuldades com o conteúdo abordado, pois segundo relataram, apresentaram dúvidas no decorrer das atividades, um estudante relata o

seguinte: *“São assuntos que requerem muita atenção”*. Com relação ao entendimento dos jogos pedagógicos utilizados como estratégia de ensino, 10% (10) dos estudantes afirmará não entender o jogo pedagógico associado ao conteúdo de Ligação gênica, *“Tá ligado?”*. Um estudante afirma: *“Por ser um assunto, na minha opinião, muito complexo não conseguia me encaixar no jogo”*.

Apenas quatro estudantes, o que corresponde a 6%, afirmará não entender o primeiro jogo pedagógico denominado de Dominó Gênico, um deles descreve a seguinte dificuldade: *“Não entendi o primeiro jogo, tinha dúvidas em colocar as interações”*. Entre os estudantes, 7% (4) confirmaram ter dificuldades de execução dos jogos no início, porém, com o decorrer da atividade prática, sanaram as dificuldades, assim cita um estudante: *“No começo do jogo, que tem que ter bastante atenção para não errar os menores detalhes depois peguei o macete”*. Seis estudantes, que corresponde a 10%, foram categóricos em afirmar que deveria haver mais tempo para uma melhor qualidade na aplicação dos jogos, assim um dos estudantes cita: *“O tempo por ser curto impede que a dinâmica seja mais explorada”*. E apenas dois estudantes (3%) não responderam à pergunta sobre as dificuldades encontradas na realização das atividades.

A complexidade dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica abordados confirma a estatística de dificuldade desses conteúdos pelos estudantes. Muitos não compreenderam a real utilidade dos jogos na busca pela compreensão dos conteúdos. Tanto encontraram dificuldades em entender o conteúdo ministrado como também na aplicabilidade dos jogos. Provavelmente isso ocorra pela falta de maturidade dos estudantes com relação ao conteúdo de Ligação Gênica e seu respectivo jogo *“Tá ligado?”*,

Uma das prováveis soluções para o problema citado no parágrafo anterior é a intensificação teórica antecedente ao jogo pedagógico, inclusive essa proposta foi sugerida por 8% (5) dos estudantes no Gráfico 11. Outra proposta interessante sugerida pelos estudantes desta pesquisa para dinamizar o ensino desses conteúdos complexos, facilitando o entendimento, seria o uso de mídias on-line em celulares.

Antunes (2014) reforça que o jogo somente tem validade se usado na hora certa, e essa hora é determinada pelo seu caráter desafiador, pelo interesse do aluno e pelo objetivo proposto. O referido autor relata que jamais devemos introduzido o jogo antes que o estudante revele maturidade para superar seu desafio e nunca quando o estudante revelar cansaço pela atividade ou tédio por seus resultados, pois jogos extremamente *“fáceis”* ou cuja solução se coloque acima da capacidade de solução por parte do estudante causam seu desinteresse e, o que é pior, sua baixa estima. Nesse particular, percebemos que foi importante organizar os jogos



pedagógicos Dominó gênico e Tá ligado? para simbolizarem desafios intrigantes e estimulantes, e possíveis de serem concretizados pelos estudantes, individualmente ou em grupo.

Gráfico 7 – Dificuldades encontradas para realizar os Jogos Pedagógicos.

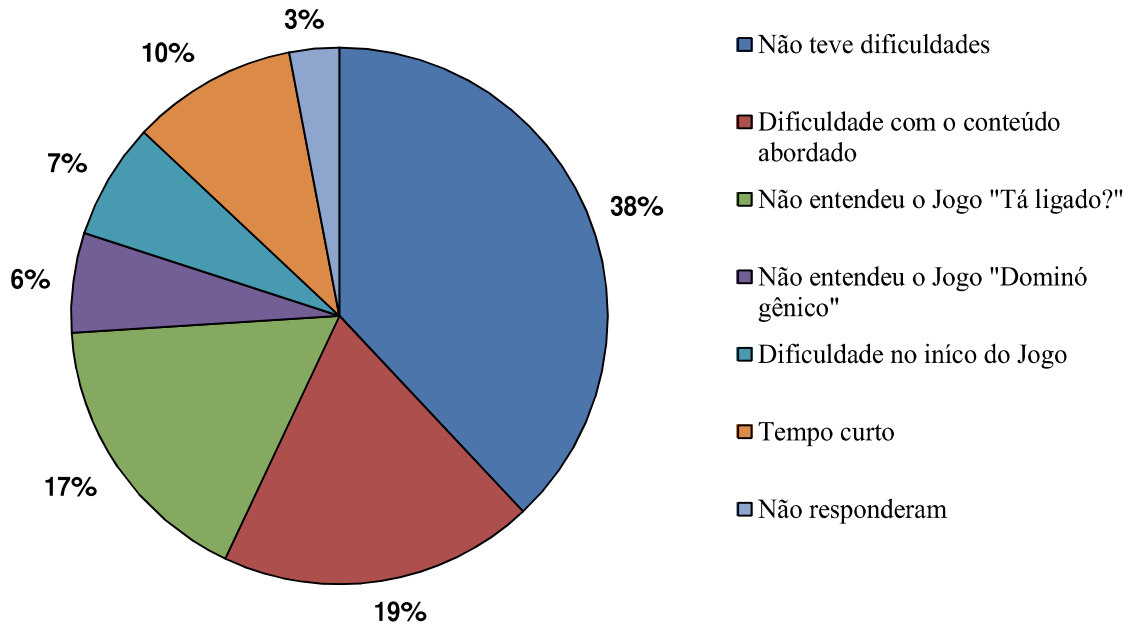
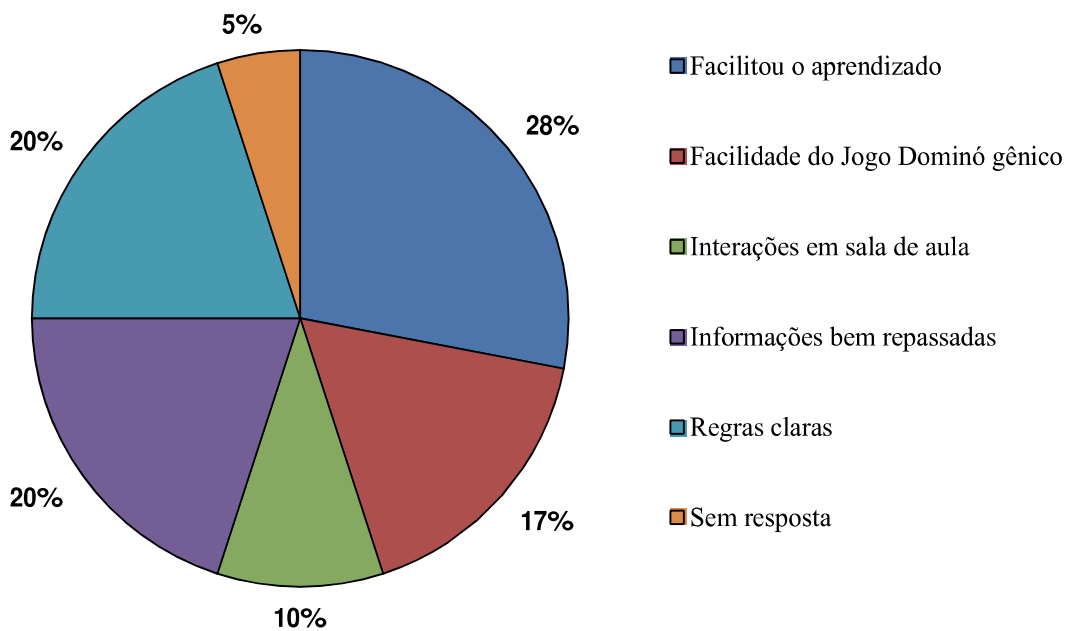


Gráfico 8 – Facilidades encontradas para realizar os Jogos Pedagógicos.



No Gráfico 8, observa-se que 28% (17) dos estudantes afirmaram que os jogos pedagógicos aplicados contribuíram para facilitar o aprendizado dos conteúdos de Interação e

Ligação Gênica. Para reforçar essa afirmação, citamos a frase de um estudante: “*Com esses jogos pedagógicos foi mais fácil porque dava pra compreender melhor o conteúdo*”. A facilidade de aprendizado é reforçada pelas citações de interações em sala de aula, com 10% (6) dos estudantes. E os mesmos ainda afirmaram que as informações foram bem repassadas e que continham regras claras, apresentando ambas afirmações, valores de 20% (12), isso se confirma na referida frase de um estudante: “*A explicação foi de suma importância deixando o jogo mais claro e divertido*”.

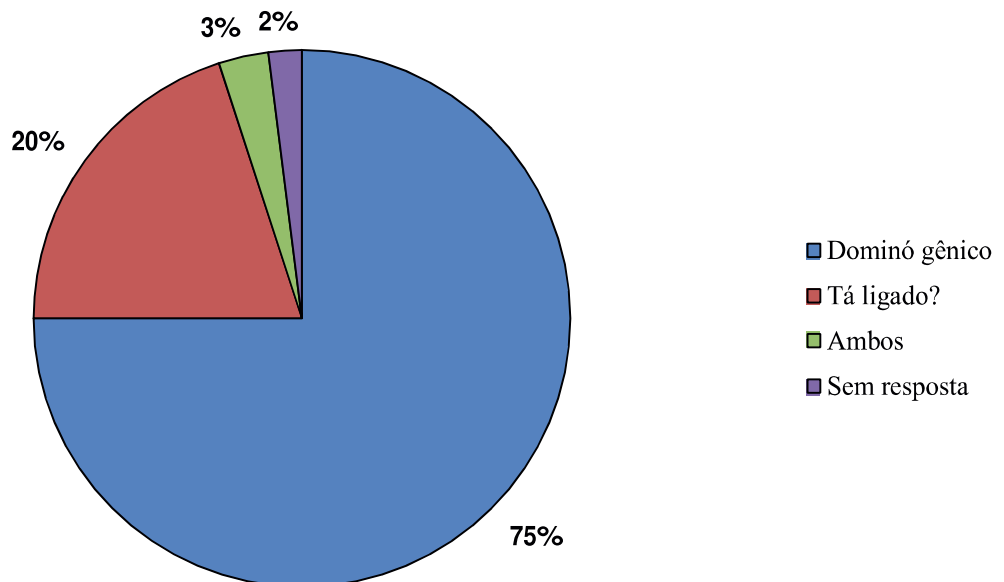
Para Antunes (2014), o entusiasmo do professor e o preparo dos estudantes para um “momento especial a ser propiciado pelo jogo” constitui um recurso insubstituível no estímulo para que o aluno queira jogar. Notamos que os jogos devem ser cuidadosamente explicados e a posição dos estudantes claramente definida. O professor deve utilizá-los como ferramenta de inserção e desafios grupais, jamais pode surgir como “trabalho” ou estar associada a alguma forma de sanção. E, de acordo com Pedrancini et al (2007), é importante que o professor possua, além de conhecimentos específicos, conhecimentos sobre os processos psicológicos envolvidos na aprendizagem conceitual. Isso promove mudanças no comportamento do professor no decorrer da aula, priorizando o processo de aprendizagem que é particular de cada estudante.

Entre os jogos pedagógicos aplicados, o Dominó Gênico foi, sem dúvida, o de maior facilidade para os estudantes com 17% (10) das citações para as facilidades encontradas na realização dos Jogos. A maior facilidade por esse Jogo deve-se ao fato de que é similar ao Jogo de Dominó – “*O jogo dominó foi mais fácil, pois já sabia como funcionava, ele somente foi adaptado para nos ajudar a compreender genética*” (estudante da 3ª Série C). Entre os estudante que ficaram sem responder, o percentual foi de 5% (3), ou seja, apenas dez estudantes eximiram-se de responder.

Uma análise importante sobre as dificuldades encontradas na realização dos jogos aplicados merece destaque. Subvertendo a total dificuldade, 38% (23) dos estudantes foram categóricos em afirmar que não tiveram dificuldades alguma na execução dos Jogos “Dominó gênico” e “Tá ligado?”. Esse dado estatístico soma-se a 28% (17) dos estudantes que afirmam ser o jogo pedagógico a estratégia que facilitou o aprendizado dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica. Tudo isso conflui, provavelmente, em direção à capacidade de assimilação dos estudantes em relação aos jogos utilizados, pois, conforme Piaget (1996), a assimilação é o processo que acontece quando o indivíduo possui novas experiências adaptando-as às que já possui. Isso quer dizer que os estudantes agregam o novo ao que já possui, construindo as suas estruturas cognitivas.

O Gráfico 9 refere-se ao índice de importância dada pelos estudantes aos jogos pedagógicos utilizados. Nota-se que o jogo pedagógico “Dominó Gênico” foi indicado pela maioria dos estudantes como sendo o jogo de maior interesse, com 75% (45) das indicações. Assim, sobre o interesse do Dominó Gênico um estudante descreve: *“já sabia um pouco das regras oficiais do jogo e isso ajudou a compreender melhor além de entender mais o assunto”*. Os estudantes que citaram o jogo pedagógico “Tá Ligado?” como interessante representou 20% (12), e um estudante descreve a seguinte importância: *“Me ajudou a entender um pouco do que o professor explicava no quadro e eu não conseguia acompanhar”*. Dentre os estudantes, 3% (2) relataram que ambos os jogos pedagógicos foram interessantes, e apenas um estudante (2%) ficaram sem responder.

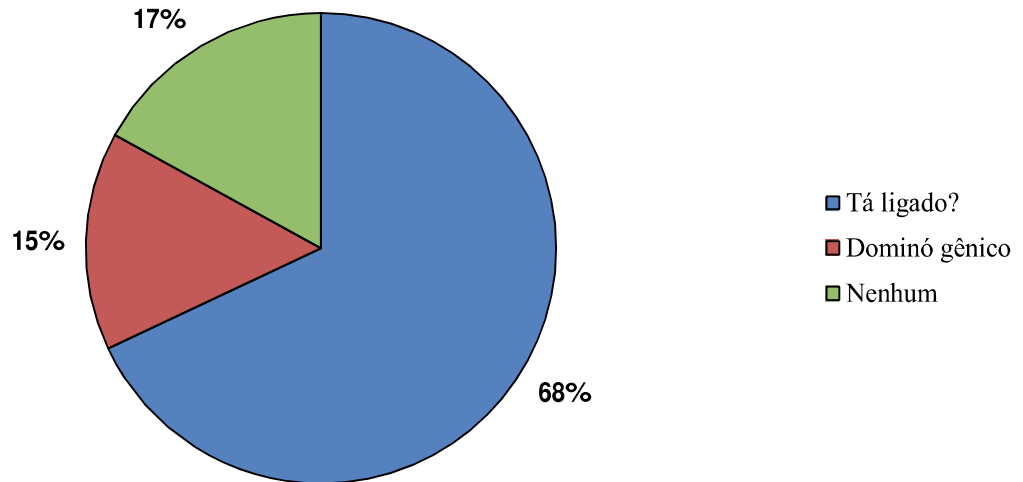
Gráfico 9 – Demonstração dos Jogos Pedagógicos considerados mais interessantes.



Percebemos, com base na estatística do gráfico anterior, que dentre os estudantes, 98% afirmaram gostar da metodologia com uso de jogos pedagógicos para facilitar o ensino e aprendizado dos conteúdos de Interação e Ligação Gênica. Notamos o quanto os estudantes interagem, argumentavam e apresentavam soluções aos problemas apresentados no jogo Tá ligado?, e como entenderam de forma lúdica, a relação que há entre alelos independentes na definição de uma mesma características física, como é o caso apresentado no Dominó gênico à respeito das cristas das galinhas.

O Gráfico 10 se relaciona aos jogos pedagógicos considerados menos interessantes pelos estudantes amostrados.

Gráfico 10 – Demonstração dos Jogos Pedagógicos que foi menos interessante.



Observa-se que 17% (10) dos estudantes consideram os jogos pedagógicos selecionados interessantes, assim a frase citada pelo estudante confirma a referida porcentagem: “*Que esse tipo de jogo aconteça diretamente pois os alunos de hoje tem interesse em jogo*”. O jogo pedagógico considerado menos interessante pelos estudantes foi o “Tá Ligado?” com 68% (41) de rejeição. Acreditamos que essa rejeição se deva ao fato de que o conteúdo de Ligação Gênica seja complexo e muito abstrato para a compreensão, e exige muito a interdisciplinaridade com matemática, disciplina esta que não é muito atrativa para a maioria dos estudantes. Por ser fácil, muito simples ou cansativo jogar várias vezes, 15% (9) dos estudantes consideraram o jogo pedagógico “Dominó Gênico” menos interessante.

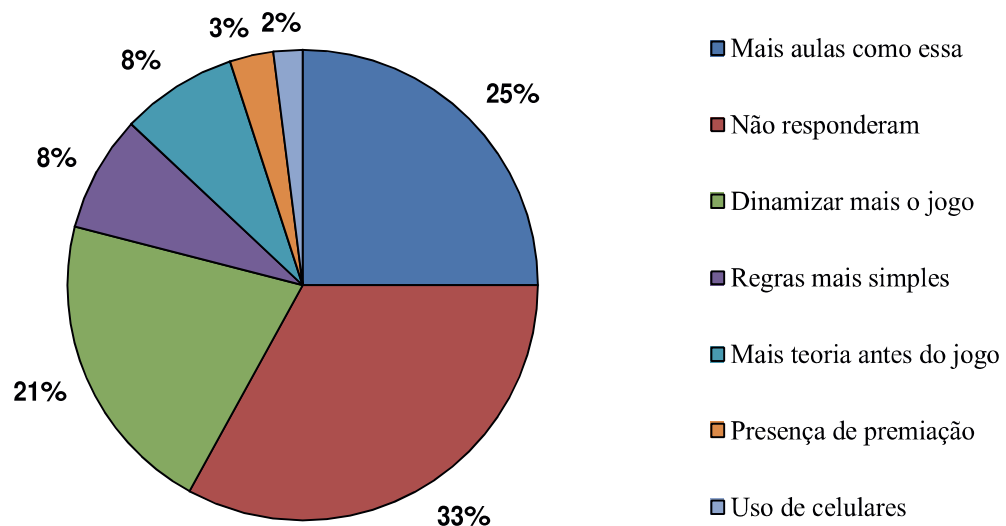
Para explicar o interesse ou desinteresse em relação aos Jogos Pedagógicos utilizados nesta pesquisa, recorreremos mais uma vez à Teoria de Piaget. Piaget (2015) parte de uma concepção de desenvolvimento envolvendo um processo contínuo de trocas entre o organismo vivo e o ambiente, procurando manter o estado de equilíbrio, e buscando superar perturbações na relação que ele estabelece com o meio. Para Piaget (2015), o desenvolvimento cognitivo do indivíduo ocorre através de constantes desequilíbrios e equilibrações. O aparecimento de uma nova possibilidade no indivíduo ou a mudança de alguma característica do meio ambiente, por mínima que seja, provoca a ruptura do estado de repouso, causando um desequilíbrio. Notamos que os jogos pedagógicos aqui adotados como recursos metodológicos, para dinamizar e melhorar o ensino e aprendizado dos conceitos gênicos, causaram realmente rupturas do estado de repouso dos estudantes, tornando-os mais participativos e argumentativos.

Piaget (2015) relata que dois mecanismos são acionados para alcançar um novo estado de equilíbrio, assimilação (através dele o organismo desenvolve ações destinadas a atribuir significações, a partir da sua experiência anterior, aos elementos do ambiente com os quais interage) e acomodação (mecanismo através do qual o organismo tenta restabelecer um equilíbrio anterior com o meio). Assim, ocorreu mais assimilação com o jogo pedagógico “Dominó Gênico”, por haver similaridade com o jogo normal de Dominó, e mais acomodação com o jogo “Tá ligado?”, pelo fato de que exige dos estudantes um esforço maior de atenção, modificando-os para se ajustar às características dos conteúdos de Ligação Gênica.

Ainda sobre os jogos pedagógicos utilizados, solicitou-se que os estudantes deixassem sugestões de como essas atividades poderiam ser melhoradas. Os estudantes responderam que as atividades utilizadas são boas e algumas sugestões foram feitas: deveria haver mais aulas com esse recurso de jogo pedagógico, presença de premiação, que tivesse mais interatividade (principalmente com o uso dos celulares em sala), que as regras fossem mais simples (com relação ao jogo “Tá Ligado?”). Sobre esta questão, um estudante escreveu: *“Essa atividade não precisa melhorar, precisa exercer mais essas atividades em sala de aula”*.

Para a questão de número 13 da avaliação dos jogos pedagógicos (Apêndice C), “Dê sugestões de como estas atividades podem ser melhoradas”, obteve-se o Gráfico 11 abaixo.

Gráfico 11 – Sugestões de como as atividades podem ser melhoradas.



Com base no Gráfico 11, percebemos que 25% (15) dos estudantes exigem que haja mais aulas com essa estratégia de ensino envolvendo o jogo pedagógico. Um estudante fazendo referência aos jogos pedagógicos aplicados, comenta *“Deveria haver mais aulas como essa”*.

Sobre a dinamização oferecida pelos jogos pedagógicos, um estudante comenta: “*Melhorando o estilo do jogo, tornando mais rápido e dinâmico*”, e assim 21% (12) dos estudantes relataram que os jogos deveriam ser mais dinamizados.

Uma estatística preocupante atraiu-nos à atenção. Dentre os estudantes, 33% (20), não apresentaram sugestões de melhorias aos jogos pedagógicos. Durante a aplicação do questionário de avaliação dos jogos, já havíamos identificado a ausência de resposta. Interrogamos os estudantes o motivo de não apresentarem sugestões. Para satisfação desse pesquisador, a resposta fornecida oralmente pela maioria dos estudantes, era a de que não havia palavras para mensurar o quanto o uso dos jogos pedagógicos foi bom, a ponto de os levarem a compreender os conteúdos de Interação e Ligação Gênica.

Aqui notamos que os estudantes se reportam à monotonia das aulas na sala, destacando que a possibilidade de participarem de uma atividade coletiva diferente, criou neles expectativas e ansiedades, na esperança de que as novidades “Dominó Gênico” e “Tá ligado?” os tornassem mais estimulados a aprender. Apesar de alguns estudantes reconhecerem a importância das aulas na aquisição dos conteúdos, ressaltaram a importância dos jogos pedagógicos utilizados, visto que é uma atividade didática, lúdica, proposta para fazer parte de uma sequência didática da disciplina genética.

Complementando essa solicitação de dinamização, 2% (1), requisitaram jogos on-line com uso do celular em sala de aula, e o estudante afirma: “*Usando jogos nos celulares a aula fica mais dinamizada*”. Assim, ao lidarmos com gerações que aprendem de forma descontínua, com a capacidade de realizar várias pesquisas concomitantes, que tem uma forma diferenciada de aprender, pensar e agir, é necessário analisar o uso dos jogos digitais nas atividades escolares. Pois a gameificação, para Moita (2016), complementa a aprendizagem e transforma-a em algo divertido.

Para o jogo pedagógico se tornar mais eficiente, 8% (5) dos estudantes sugeriram que a teoria do respectivo conteúdo associado ao jogo fosse ministrada antes, assim um estudante relata: “*Mais estudo antes de jogar*”. E 8% (5) dos estudantes solicitaram que as regras fossem mais simples, isso é confirmado pela seguinte frase de um estudante: “*Que as regras possam ser mais simples e aplicativas*”. Os estudantes solicitaram também a presença de premiação para estimular ainda mais a realização dos jogos, essa solicitação corresponde a 3% (2) da amostra populacional analisada. Essas discussões se encaixam nas sugestões fornecidas pelas autoras Castro e Carvalho (2016), pois devemos ter cuidado com a teoria ministrada, acomodando o conhecimento ao entendimento dos estudantes.

Neste último parágrafo, as sugestões vão muito de encontro ao pensamento que devemos ter em relação ao saber e o saber fazer do professor. Nos saberes necessários para uma sólida formação teórica e nas relações teoria e prática que proporcionam as condições para o saber fazer dos professores que irão ensinar no fundamental e médio. Castro e Carvalho (2016, p 108) descrevem que vários saberes são relatados por professores em discussão de grupo: *“saber preparar aulas, dirigir as atividades dos alunos; ter boa interação em classe, isto é, entender o que os alunos dizem e se fazer entender por eles, saber avaliar, escolher dentro do currículo apresentado pela escola o que é mais significativo, etc.”*.

Castro e Carvalho (2016) relatam que vários trabalhos de pesquisas existentes mostram a gravidade causada por uma carência de conhecimento da matéria pelo professor, transformando-o em um transmissor mecânico dos conteúdos de livro-textos. Segundo as autoras, essa é a principal dificuldade para que os professores se envolvam realmente na implantação de propostas inovadoras. Pois, há uma forte relação entre conhecer o conteúdo que se deve ensinar, e como o conteúdo deve ser trabalhado com o aluno.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica claro que os conteúdos de Interação e Ligação Gênica requerem alto desempenho cognitivo, devido às suas peculiaridades científicas, e são, por observações empíricas na sala de aula, difíceis de serem ensinados e também de serem aprendidos pela maioria dos estudantes. Isso se torna uma preocupação na visão dos estudantes de hoje, quando percebem o que é ensinado na escola como algo muito distante de sua realidade, tornando-se, assim, o conhecimento pouco proveitoso. A utilização de metodologias alternativas, como jogos pedagógicos, pode auxiliar o estudante a atingir o nível de abstração necessário para que ocorra a compreensão dos conceitos abordados durante o ensino das novas áreas da Biologia. Assim, vemos os jogos pedagógicos como uma proposta para facilitar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos relacionados às novas áreas da Biologia.

A metodologia de pesquisa, baseada no uso da Escala Psicométrica tipo Likert, para inferir análises sobre a aplicabilidade de jogos pedagógicos forneceram informações relevantes sobre o desempenho dos estudantes na resolução das questões envolvendo conceitos de Interação e Ligação Gênica. Com os resultados obtidos, podemos concluir que os jogos pedagógicos apresentaram eficiência positiva sobre o processo de ensino e aprendizagem, visto que ocorreu crescimento no desempenho dos estudantes com a utilização dos jogos pedagógicos. Como auxiliam os professores em sua metodologia de ensino, a utilização dos jogos pedagógicos deverá ser incentivada nas escolas, pois, como observamos, são recursos auxiliares da prática pedagógica do professor e permitem ocorrência de melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Essa pesquisa buscou conhecer a eficácia e ineficácia dos jogos pedagógicos como recursos facilitadores da aprendizagem. A partir dos resultados obtidos, foi verificado que a estratégia de ensino com jogos foi eficaz em proporcionar maior aprendizagem dos conteúdos de genética. Outros benefícios identificados dos jogos pedagógicos foram: maior interação dos estudantes em classe, de modo que se estabeleceram relações de cooperação e competição, ajudando os estudantes a trocar informações e, por isso aprender mais; contato com o conteúdo e linguagem de forma mais dinâmica e prazerosa; motivação e mobilização para o aprendizado, pois os jogos foram capazes de estimular o estudante a aprender; e participação ativa na sala de aula.

As ineficácias verificadas nos jogos pedagógicos se limitam ao fato de que os estudantes não estão totalmente adaptados ao uso dessa estratégia, por não ocorrerem frequentemente no seu cotidiano em sala de aula; por apresentarem dificuldades com a



aplicabilidade das regras, uma vez que os jogos pedagógicos aplicados nessa pesquisa são jogos de regras matemáticas; e, principalmente, por ser uma estratégia de ensino que necessita de tempo para a execução (10% dos estudantes alegaram pouco tempo) muito diferente de um planejamento de aula meramente ilustrativa.

Entretanto, os jogos pedagógicos como ferramenta de ensino, contribuíram para a apropriação do conhecimento científico pelos estudantes pesquisados, e também na problematização dos assuntos abordados. É importante destacar que a utilização dos jogos pedagógicos não é uma solução para todos os problemas encontrados em sala de aula, mas sim um recurso que, se bem utilizado pelo professor, poderá contribuir para o desenvolvimento de suas aulas e também na aprendizagem dos estudantes. Vale destacar aqui a atitude do professor perante os recursos didáticos disponíveis, pois é este o principal responsável pelo planejamento das atividades realizadas em sala de aula, principalmente no que se refere à mediação entre a informação e o estudante.

Assim, o professor deverá assumir essa responsabilidade de mediador entre o conhecimento científico presente nos jogos pedagógicos com a aprendizagem do estudante, para o bom desempenho da metodologia utilizada. Como professor ministrante das aulas com o uso dos jogos pedagógicos “Dominó gênico” e “Tá ligado?”, bem como das aulas expositivas com a utilização do pincel e da lousa, a minha presença foi muito solicitada durante a realização das atividades em sala, principalmente pelos debates e discussões que foram gerados a partir dos conceitos apresentados nos jogos utilizados. Com a utilização desta metodologia de ensino, os estudantes ficam livres para fazerem questionamentos sobre os conteúdos abordados, o que estreitou a relação professor-estudante, permitindo o amplo desenvolvimento do meu papel de professor mediador e, conseqüentemente, favorecendo a aprendizagem individual e coletiva como estatisticamente já citados nos resultados e discussões.

A relação estudante-estudante também foi promovida, pois os jogos pedagógicos utilizados foram realizados em equipes, percebendo-se uma grande interação entre os estudantes que debatiam os assuntos abordados dentro de cada equipe. A partir desta vivência, observou-se que os jogos “Dominó gênico e Tá ligado” dinamizaram e promoveram o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, é necessário ressaltar que o professor esteja apto a utilizar o recurso metodológico do jogo pedagógico em seu planejamento, buscar materiais didáticos disponíveis para a utilização e buscar continuamente se aperfeiçoar nessa estratégia de ensino.

Essa pesquisa também buscou analisar a qualidade dos jogos produzidos, a fim de observar os benefícios que eles trouxeram e as falhas ainda presentes. Os estudantes observaram nos jogos “Dominó gênico” e “Tá ligado?” aspectos que são fundamentais para que os mesmos

atingissem seu objetivo principal, que é a aprendizagem dos conteúdos. Os jogos foram eficazes em promover interação, cooperação, socialização, motivação, estímulo, dinâmica. Os estudantes conseguiram expressar a necessidade que tem do recurso e foram capazes de citar benefícios que são verificados na literatura sobre jogos pedagógicos. Além dos resultados dos testes, os próprios estudantes afirmaram que conseguiram aprender os conteúdos apresentados nos jogos.

Portanto, diante do exposto, os jogos pedagógicos “Dominó gênico” (associado ao conteúdo de Interação Gênica) e “Tá ligado?” (associado ao conteúdo de Ligação gênica) foram considerados recursos eficazes no tocante à aprendizagem, sendo bem aceitos pelos estudantes. Assim, seu uso nas escolas de educação básica pode se estender desde que seja dado aos professores o suporte necessário à sua utilização.

## REFERÊNCIAS

ABAR, C. A. A. P., BARBOSA, L. M. **WebQuest: um desafio para o professor!** 1ª Edição. São Paulo: Avercamp, 2008.

ALVES, L., COUTINHO, I. J. **Jogos Digitais: fundamentos para uma prática baseada em evidências.** Campinas, SP: Papirus, 2016.

ALVES, R. J. G., MACIEL, J. W. G. **A WeqQuest como ferramenta de aprendizagem no contexto escolar.** Anais do II Congresso Internacional de Educação Inclusiva. Campina Grande-PB, Novembro de 2016.

AMABIS, J. M. **Biologia Moderna.** 1ª Edição, volume 3 – São Paulo: Moderna, 2016.

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências.** 20ª Edição – Petrópolis, RJ. Vozes, 2014.

ARIÈS, P. **História social da criança e da família.** Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

AURÉLIO, B. H. F. **Dicionário Online.** Disponível em: <<https://dicionarioaurélio.com>> Acesso em: 17 nov. 2017.

AYUSO, *et al.* **Introducción a la Genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II.¿ Resolución de problemas o realización de ejercicios?** Enseñanza de las Ciências, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 127-142, 1996. Disponível em:<<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21442/93405>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

BARNETTE, J. J. Effects of Stem and Likert response option reversals on survey internal consistency: if you feel the need, there is a better alternative to using those negatively worded stems. **Educational and Psychological Measurement.** v. 60, n. 3, p. 361-370, 2000. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication/247728422](http://www.researchgate.net/publication/247728422)>. Acesso em: 09 out. 2017.

BARROS, M. P. **O uso do jogo “Dominó/DNA na aprendizagem de duplicação de cromossomos na escola de aplicação da FFPG/UEP.** Recife-PE, 2004. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco.

BORGES, M. A. C. S.; BORGES, A. F.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C.; BORÉM, R. A. T. **Adaptação e Validação do Questionário quanto a formação Ambiental**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. PPGE/ FURG-RS. Volume 26, janeiro a junho de 2011. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/viewFile/3344/2000>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

BORGES, M. R. R.; LIMA, V. M. R. **Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil**. Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias, vol. 6, n. 1, 2007. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10\\_Vol6\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N1.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2016.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**, 2ª Revisão, Abril, 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Lei de Diretrizes e Base da Educação**, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, 2006. 135 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): ciência da natureza, matemática e suas tecnologias para o ensino médio**, 2006. 135 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CEB nº 2. Institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Aprovado em 30/02/2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio – ciência da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000.

BRÃO, A. F. S. PEREIRA, A.M.T.B. **Biotecnética: possibilidades do jogo no ensino de genética**. Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, volume 14, nº 1, 55-56, 2015. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC\\_14\\_1\\_4\\_ex826.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_1_4_ex826.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

BROTTO, F. O. **Jogos cooperativos: se o importante é competir, o fundamental é cooperar**. 3ª Ed., Santos-SP: Projeto Cooperação, 2001

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 218 p.

BRUNER, J. S. **Uma nova teoria da aprendizagem**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1976.

BUGALO, R. A. **La didáctica de la Genética: revisión bibliográfica**. Enseñanza de las Ciências, v. 13, n. 3, p. 379-385, 1995. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21426/93387>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BURNS, G. W.; Tradutores João Paulo Campos e Paulo A. Motta; revisor Paulo A. Motta **Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

CABRERA, W. B. **A LUDICIDADE PARA O ENSINO MÉDIO NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa**. Londrina: 2007. Dissertação – Centro de Ensino em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina. Paraná, 2007.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens**. Lisboa: Cotovia, 1990.

CARBONI, P. B. SOARES, M. A. M. **A genética molecular no ensino médio**. Disponível em: <[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_patricia\\_berticelli\\_carboni.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2016.

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.

CASTRO, A.D.; CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensinar a Ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CASTRO, E. **Considerações históricas dos jogos no âmbito educacional**. Artigos.com, 2011. Disponível em <<http://www.artigos.com/artigos-academicos/10430-consideracoes-historicas-dos-jogos-no-ambito-educacional>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

CERQUEIRA, B. R. S., SOBRINHO, I. S. J. e PERIPATO, A.C. **“Tá ligado?”: uma forma lúdica de aprender ligação gênica**. Revista Genética na Escola. São Paulo, 2013, v. 8, nº 2, p. 132-145.

CID, M.; NETO, A. **Dificuldade de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética**. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. Número Extra. VII Congresso. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp270difapr.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf). Acesso em: 10 jul. 2016.

COLL, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**. 6ª Edição. São Paulo-SP: Ática, 1996.

DALMORO, M. e VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **RGO Revista gestão organizacional**. Capecó-SC, 2013, V. 6, Edição especial.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4ª Edição. São Paulo: Cortez, 2011.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. 16ª Edição, Rio de Janeiro: Vozes, 2010.

DODGE, B. **Recursos da internet para a educação**. Ministério da Educação, Brasil, 2004. Disponível em <<http://webeduc.mec.gov.br/webquest/>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

FERRAI, N. TARUMOTO, M. H. **Aplicação de Técnica de Análise Estatística Quantitativa e Qualitativa a dados de pesquisa de Mercado**. Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP. 2009. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_35290681876.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_35290681876.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2016.

FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. **A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12. 2005, Bauru. Anais... Bauru: UNESP, 2005. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202009/2009%20-20PERIODICO/18.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduando de ciências biológicas**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp012255.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

HOFFMANN, J. **Avaliação: mito & desafio**. 28ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2000.

\_\_\_\_\_. **Avaliar para promover**. 3ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2001.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. São Paulo: Ed. Perspectiva S. A., 2015, 230 p.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N., ESPINET, M. y GARCÍA, P. **Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales** ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 1999,17 (1), 45-59. Disponível em: <[www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/.../21393](http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/.../21393)> Acesso em: 20 nov. 2016.

KISHIMOTO, T. L. Org. **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 176 p.

KOVALESKI, A. B.; ARAÚJO, M. C. P. **A história da ciência e a bioética no ensino de genética**. Genética na Escola. v. 8, n. 2, 2013. Disponível em: <[santoangelo.uri.br/erebiosul2013/.../2013/07/.../13414\\_87\\_Aline\\_Bottega\\_Kovaleski.](http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/.../2013/07/.../13414_87_Aline_Bottega_Kovaleski.)> Acesso em: 20 nov. 2016.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1994. 270 p.

LEITE, A. Produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de genética. Florianópolis: 2004. Tese (Doutorado em Educação Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/74645>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

LEITE, L. M., FERRO, A. R., SAMPAIO, L. F. e CAPARROZ, R. **Dominó gênico: interagindo para compreender a interação gênica**. Revista Genética na Escola. São Paulo, 2014, v. 9, nº 1, p. 30-37.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. 262 p.

LINHARES, L., GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje**. 12ª Edição, volume 3 – São Paulo: Editora Ática, 2011.

LLAURADÓ, O. **Escala de Likert: o que é e como utilizá-la**. Blog netquest. São Paulo, 23 de Janeiro de 2015. Disponível em: <[www.netquest.com/blog/br/escala-likert](http://www.netquest.com/blog/br/escala-likert)>. Acesso em: 13 Jul. 2016.

LUCKESI, C. C. **Desenvolvimento dos estados de consciência e ludicidade.** In: LUCKESI, C.C. (Org.). **Ensaio de ludopedagogia.** Salvador: UFBA/FACED, 2000. Disponível em: <<http://brincar-para-crescer.blogspot.com.br/2015/09/desenvolvimento-dos-estados-de.html>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: E.P.U., 2ª Edição, 2013.

MARANDINO, M.; SELES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** 1ª Edição, São Paulo: Cortez, 2009.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. **Qual a fiabilidade do Alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?** Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Portugal, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ispa.pt/bitstream/10400.12/133/1/LP%204%281%29%20-%2065-90.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2016.

MICHAELIS, **Dicionário Online.** Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br>>. Acesso em 17 nov. 2017.

MOITA, F. M. G. S. C. **Design metodológico para avaliar o game angry birds rio e evidências da utilização em sala de aula.** ALVES, L.; COUTINHO, I. J. (orgs.) **Jogos digitais e aprendizagem.** Campinas, SP: Papirus, 2016.

MORAN, J. S., MASETTO, M. T. e BEHERNS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas, SP: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. C. A. SILVA, E. P. Concepções prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. In: ENCONTRO REGIONAL DE BIOLOGIA, 1, 2001, Niterói. *Anais.* Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2001. p. 490-504. Disponível e: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/21608687/>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

MOREL, Y. P. **Educação e ludicidade.** Laureate International Universities, 2004. p. 1-23.

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

NASCIMENTO, L. M. M. *et al.* **Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura.** In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. Florianópolis, 8 de novembro de 2012.



PEDRANCINI, V. D., *et al.* **Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.** Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, V. 6, nº 2, p. 299-309. 2007. Disponível em: <[http://reec.uvig.es/volumes/volumen10/art6\\_vol10\\_n1.pdf](http://reec.uvig.es/volumes/volumen10/art6_vol10_n1.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

PEDROSO, C.V. Jogos didáticos no ensino de Biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. *Anais do IX Congresso Nacional de Educação. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia*, PUCPR. p. 3183-3190. 2009. Disponível em: <[http://www.isad.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944\\_148.pdf](http://www.isad.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944_148.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2017.

PEREIRA, W. A., SOUZA, N. R., SILVA, B dos A. F. S., OKUDA, L. V. O. e T. GOLDBACH (2012). **Jogos didáticos voltados para o ensino de biologia – ênfase em genética e temas correlatos.** Em Goldbach, T. (Org.). *Jogos didáticos – temática genética e afins: Coletânea dos jogos - NEDIC & Levantamento da área.* Rio de Janeiro: IFRJ-Reitoria.

PEREIRA, M. L. **Métodos e técnicas para o ensino de ciências.** João Pessoa: Editora Universitária, 1998.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 192 p.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento.** 2ª Edição. Petrópolis: Vozes, 1996.

\_\_\_\_\_. **Construção do real na criança.** São Paulo: Ática, 1996.

\_\_\_\_\_. **Formação do símbolo na criança.** 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro: LCT, 2017.

\_\_\_\_\_. **Psicologia e pedagogia;** Tradução Dirceu A. Lindoso e Rosa M. R. da Silva – 10ª Edição – Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2015.

POCINHO, M.; FIGUEIREDO, J. P. **SPSS: uma Ferramenta para Análise de Dados. Manual.** 2000. Disponível em: <[http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/manual\\_SPSS.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/manual_SPSS.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2016.

RIZZI, L. e HAYDT, R. C. **Atividades lúdicas na educação da criança: subsídios práticos para o trabalho na pré-escola e nas séries iniciais do fundamental.** São Paulo: Ática, 2007.

SALSA, I. S.; MOREIRA, J. A.; PEREIRA, M. G. **Matemática e Realidade: medidas de tendência central**. Natal-RN: EDUFRRN Editora da UFRN, 2005. Disponível em <<http://xa.yimg.com/k/groups/22932771/2143145043/name/4426477-matematica-e-realidade-aula-08-551.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

SANTANA, A.; NASCIMENTO, P. R. **A história do lúdico na educação**. v.6. Florianópolis: Reupmat, 2011.

SANTO, P. J. O. **Análise do uso de jogos didáticos de biologia no ensino médio: desvelando sua eficácia na aprendizagem dos alunos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. Disponível em: <[inseer.ibict.br/cafsj/index.php/cafsj/article/view/170](http://inseer.ibict.br/cafsj/index.php/cafsj/article/view/170)> Acesso em: 04 jun. 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22ª ed. São Paulo: Cortez, 2002. 333 p.

SILVEIRA, L. F. S. **Uma contribuição para o ensino de genética**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – PUCRS, Porto Alegre. Disponível em: <[repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3036](http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3036)>. Acesso em: 16 nov. 2016.

TEIXEIRA, C. E. J. **A ludicidade na escola**. 1ª Edição. São Paulo: Loyola, 1995.

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, p. 289.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 7ª Edição, São Paulo-SP: Martins Fontes, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e linguagem**. 4ª Edição, São Paulo-SP: Martins Fontes, 2008.

VYGOTSKY, L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria Penha Villalobos – 15ª Edição – São Paulo: Ícone, 2017.

VOLPATO, G. **O Jogo e o Brinquedo: Reflexões a partir da Teoria Crítica**. IN: Revista Educação e Sociedade, Campinas, vol. 23, n. 81, p. 217-226, dez. 2002. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/es/v23n81/13938.pdf](http://www.scielo.br/pdf/es/v23n81/13938.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

XAVIER, F. C. M., *et al.* **A Nova (Moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio.** Ciências & Educação, Bauru, v. 12, n. 3, p. 257-289, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n3/03.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

WAJSKOP, G. **O brincar na educação infantil: uma história que se repete.** Editora Cortez, São Paulo, 2016.

WULFFENBÜTTEL, A. Indicadores. **Desafios do desenvolvimento.** Brasília-DF, n. 23, p. 64, 2006.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciência e Cognição*, v. 13, n. 1, 2008. p. 72-81.

ZUANON, A. C. A. *et al.* **Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente.** R.B.C.E.T. São Paulo, 2010, v. 3, nº 3, p. 49-59. Disponível em <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/2816.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

**APÊNDICE A** – Questionário constituído por 22 questões fechadas (escala tipo Likert), utilizado como pré-teste e pós-teste para as turmas da Escola Estadual Auzanir Lacerda.

1. Quando dois ou mais genes condicionam conjuntamente uma determinada característica, dá-se o nome de Interação Gênica.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

2. A Interação Gênica não epistática entre pais duplos heterozigotos, não produz a proporção fenotípica 9:3:3:1.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

3. A poligenia (herança quantitativa) é um exemplo de Interação Gênica que explica as diferentes gradações físicas de um mesmo fenótipo.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

4. Na Interação Gênica epistática recessiva, o gene epistático pode estar em heterozigose.

- Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

5. Na Interação Gênica epistática dominante o gene epistático pode estar em homozigose ou heterozigose.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

6. O gene hipostático, na Interação Gênica, sofre a ação inibitória do gene epistático.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

7. A Interação Gênica não epistática possui genes epistático e hipostático.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

8. Podemos afirmar que a Poligenia (herança quantitativa), além do grande de número de genótipos possíveis, não sofre influência do ambiente, o que aumenta ainda mais a gama de variação fenotípica.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

9. A Interação Gênica epistática recessiva apresenta a seguinte proporção fenotípica 12:3:1.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

10. A forma da crista em galinhas é um caso de Interação Gênica não epistática descoberta por Bateson (1861-1926) e seus colaboradores.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

11. A primeira teoria para explicar a herança da cor da pele em seres humanos foi apresentada em 1923. Essa teoria propôs que a cor da pele na espécie humana é condicionada pela ação de pares de genes sem dominância completa denomina de poligenia (herança quantitativa).

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

12. Quando dois ou mais genes estão ligados em um mesmo cromossomo, afirmamos que está ocorrendo ligação gênica.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

13. O Linkage que ocorre com formação de quatro tipos de gametas em proporções diferentes a partir de um ancestral duplo heterozigoto com um duplo recessivo, é designado de Linkage Total.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

14. No Linkage Parcial, a partir do ancestral **Ab//aB** gera-se gametas recombinantes CIS.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

15. No Linkage Parcial, os gametas em maior quantidade são os parentais.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

16. O Crossing-over (permuta gênica) não ocorre no Linkage Parcial.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

17. Quando os genes **A** e **B** estão ligados em um mesmo cromossomo e seus alelos recessivos **a** e **b** ao cromossomo homólogo, afirmamos que eles estão em posição CIS.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

18. Considerando que não ocorram mutações, podemos afirmar que, quando descendente é fenotipicamente muito diferente de seus ancestrais, é porque provavelmente esse descendente é fruto de um Linkage Parcial.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.



Discordo totalmente.

19. No mapa genético, a distância entre os genes no mesmo cromossomo pode ser designado de porcentagem de recombinação gênica.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

20. Realizando um cruzamento de linkage parcial, em que os pais seja duplos heterozigóticos para o seguinte genótipo Cd//cD. Os gametas recombinantes serão CD e cd.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

21. Para três genes localizados no mesmo cromossomo, encontramos nos descendentes de um cruzamento-teste as seguintes frequências de permutação: A-B = 20%; A-C = 8%; B-C = 12%. Esse mapa cromossômico terá a sequência genômica ACB.

Concordo plenamente.

Concordo parcialmente.

Não concordo nem discordo.

Discordo parcialmente.

Discordo totalmente.

22. O genótipo de Carlos é **Dd/Ee**. Foram identificados 450 espermatozoides, sendo que 195 deles tinham o alelo “**d**” e o alelo “**E**” ao mesmo tempo; 193 espermatozoides tinham alelos “**D**” e “**e**” conjugados; 30 espermatozoides tinham os alelos “**D**” e “**E**” conjuntamente e 32

espermatozoides possuíam “**d**” e “**e**”. Podemos afirmar que provavelmente houve permutação (crossing-over) entre os dois genes.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

**APÊNDICE B** – Questionário para avaliação do perfil dos estudantes amostrados.

1. Sexo:
  - a. (      ) Feminino                              (      ) Masculino
  
2. Idade: \_\_\_\_\_
  
3. O ensino Fundamental foi cursado:
  - a. (      ) Todo em escola pública.
  - b. (      ) Todo em escola particular.
  - c. (      ) Parte em escola pública, parte em escola particular.
  
4. O 1º e 2º anos do Ensino Médio foram cursados:
  - a. (      ) Todo em escola pública.
  - b. (      ) Todo em escola particular.
  - c. (      ) Parte em escola pública, parte em escola particular.
  
5. Escolaridade do pai:
  - a. (      ) Até o 5º Ano do Ensino Fundamental.
  - b. (      ) Até o 9º Ano do Ensino Fundamental.
  - c. (      ) Até o 3º Ano do Ensino Médio.
  - d. (      ) Curso Profissional após o Ensino Médio.
  - e. (      ) Ensino Superior Completo.
  - f. (      ) Pós-graduação.
  
6. Escolaridade da mãe:
  - a. (      ) Até o 5º Ano do Ensino Fundamental.
  - b. (      ) Até o 9º Ano do Ensino Fundamental.
  - c. (      ) Até o 3º Ano do Ensino Médio.
  - d. (      ) Curso Profissional após o Ensino Médio.
  - e. (      ) Ensino Superior Completo.
  - f. (      ) Pós-graduação.
  
7. Quantas horas você estuda o conteúdo de biologia por dia?

- a. (        ) Não dedico tempo de estudo.
  - b. (        ) Dedico menos de 30 minutos.
  - c. (        ) Dedico 30 minutos de estudos.
  - d. (        ) Dedico 1 (uma) hora de estudo.
  - e. (        ) Dedico mais de 1 (uma) hora de estudo.
8. Gosta dos conteúdos de biologia?
- a. (        ) Sim.
  - b. (        ) Não.
9. Qual assunto de biologia você tem maior ou menor dificuldade?
10. O que você acha do livro didático de biologia adotado pela escola?
11. Como você vê as aulas do professor de biologia?

**APÊNDICE C** – Questionário de avaliação, pelos estudantes, dos Jogos Pedagógicos utilizados no Ensino de Interação e Ligação Gênica.

1. Os jogos pedagógicos utilizados são divertidos?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
2. Você julga os Jogos Pedagógicos de aprendizagem utilizados educativos?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
3. Os Jogos Pedagógicos ajudaram você a compreender os conceitos utilizados de genética?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
4. Os Jogos Pedagógicos ajudaram você a compreender os conceitos de Interação Gênica?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
5. Os Jogos Pedagógicos ajudaram você a compreender os conceitos de Ligação Gênica?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
6. As regras dos Jogos Pedagógicos selecionados são claras?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
7. A linguagem utilizada nos Jogos Pedagógicos selecionados é adequada?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
8. Gostaria de fazer mais atividades iguais a esta?  
a. (     ) SIM   b. (     ) NÃO
  
9. Explique as dificuldades encontradas para realizar estas atividades.
  
10. Explique as facilidades encontradas para realizar estas atividades?
  
11. Que Jogo Pedagógico foi mais interessante? Por quê?

12. Que Jogo Pedagógico foi menos interessante? Por quê?
13. Dê sugestões de como estas atividades podem ser melhoradas.

**APÊNDICE D** – Planejamento para a utilização dos Jogos Pedagógicos utilizados.

## **SEQUÊNCIA DIDÁTICA DOS JOGOS PEDAGÓGICOS**

### **AULA 1**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Interações gênicas

**Duração:** 3 aulas de 45 minutos.

**Objeto Educacional:** Dominó gênico: interagindo para compreender a interação gênica.

**Objetivos da aprendizagem:**

- ✓ Compreender o conceito de interação gênica;
- ✓ Caracterizar os tipos de interações gênicas;
- ✓ Reconhecer as variações de princípios entre a 2ª Lei de Mendel e os casos de Interações Gênicas.
- ✓ Identificar as principais proporções fenotípicas das interações gênicas.

**Atividades a serem desenvolvidas:**

A atividade Dominó Gênico foi desenvolvida como objetivo de auxiliar compreensão e aprendizagem de conceitos de Genética, especificamente a interação gênica. As peças do dominó foram ilustradas com um exemplo típico dos livros didáticos do Ensino Médio, a forma da crista de galinhas. Após o Jogo Dominó Gênico foi aplicado o questionário Tipo Likert para obter informações estatísticas sobre o aprendizado dos alunos.

### **AULA 2**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Ligação gênica (Linkage)

**Duração:** 3 aulas de 45 minutos.

**Objeto Educacional:** “Tá ligado?” – Uma forma lúdica de aprender ligação gênica

**Objetivos da aprendizagem:**

- ✓ Compreender o conceito de ligação gênica;
- ✓ Caracterizar os tipos de ligações gênicas;
- ✓ Reconhecer a ligação gênica parcial ou incompleta com mecanismo de variabilidade gênica;
- ✓ Identificar as posições gênicas dentro do cromossomo.

**Atividades a serem desenvolvidas:**

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. 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. Após o Jogo “Tá Ligado?” foi aplicado o questionário Tipo Likert para obter informações estatísticas sobre o aprendizado dos alunos.

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA TEORIA EXPOSITIVA DE INTERAÇÃO E LIGAÇÃO GÊNICA****AULA 1**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Interações gênicas

**Duração:** 3 aulas de 45 minutos.

**Objeto Educacional:** Aula teórica expositiva com uso de projetor.

**Objetivos da aprendizagem:**

- ✓ Compreender o conceito de interação gênica;
- ✓ Caracterizar os tipos de interações gênicas;
- ✓ Reconhecer as variações de princípios entre a 2ª Lei de Mendel e os casos de Interações Gênicas.
- ✓ Identificar as principais proporções fenotípicas das interações gênicas.

**Atividades a serem desenvolvidas:**

Foram aplicado exercício impresso em ofício A4 contendo 4 questões de fixação (resolvido em sala de aula) como estratégia para auxiliar a compreensão e aprendizagem dos conceitos de Genética, especificamente a interação gênica. Após o exercício resolvido procedeu-se a aplicação do questionário Tipo Likert, com a finalidade de obter informações estatísticas do aprendizado dos alunos.

**AULA 2**

**Contexto:** estudantes do terceiro ano do ensino médio, tendo em média 16 anos.

**Tema:** Ligação gênica (Linkage)



**Duração:** 3 aulas de 45 minutos.

**Objeto Educacional:** Aula teórica expositiva com uso de projetor.

**Objetivos da aprendizagem:**

- ✓ Compreender o conceito de ligação gênica;
- ✓ Caracterizar os tipos de ligações gênicas;
- ✓ Reconhecer a ligação gênica parcial ou incompleta com mecanismo de variabilidade gênica;
- ✓ Identificar as posições gênicas dentro do cromossomo.

**Atividades a serem desenvolvidas:**

Foram aplicado exercício impresso em ofício A4 contendo 4 questões de fixação (resolvido em sala de aula) como estratégia para auxiliar a compreensão e aprendizagem dos conceitos de Genética, especificamente a ligação gênica. Após o exercício resolvido procedeu-se a aplicação do questionário Tipo Likert, com a finalidade de obter informações estatísticas do aprendizado dos alunos.

**APÊNDICE E**– Exercício fixador usado na aula teórica expositiva.

## QUESTÕES FIXADORAS

### Questão 01

Interações gênicas ocorrem quando dois ou mais pares de genes atuam sobre a mesma característica.

Entre as diversas raças de galinhas, é possível encontrar quatro tipos de cristas:

- 1- crista noz: é resultado da presença de, no mínimo, dois genes dominantes **R** e **E**.
- 2- crista rosa: é produzida pela interação de, no mínimo, um **R** dominante com dois genes **e** recessivos.
- 3- crista ervilha: ocorre devido à interação de dois genes **r** recessivos com, no mínimo, um **E** dominante.
- 4- crista simples: ocorre quando o genótipo é birrecessivo, **rree**.

De acordo com essas informações, faça o que se pede.

- a) A partir do cruzamento de indivíduos de crista noz, ambos duplos heterozigotos, qual é a probabilidade de originar aves de crista rosa?
- b) Determine a proporção genotípica e fenotípica do cruzamento entre as aves com o genótipo **RRee** x **RrEe**.

### Questão 02

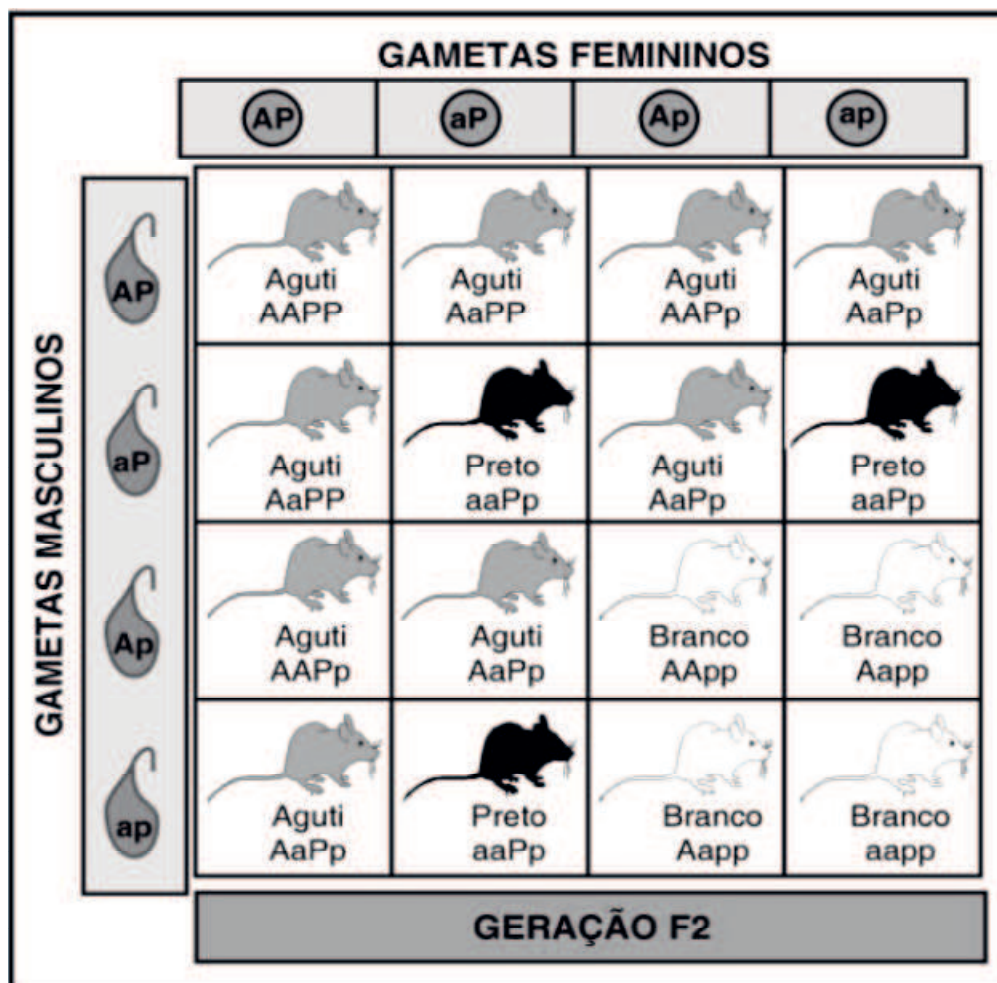
Uma forma da determinação da cor em cavalos (brancos, marrons e pretos) ocorre por um procedimento epistático dominante. O gene **W** inibe a manifestação da cor. O gene **B** determina pêlos pretos, seu alelo recessivo, marrons.

Um garanhão duplo heterozigoto e quatro éguas de igual genótipo tiveram juntos, em toda a vida, 32 filhos. Quantos destes descendentes provavelmente eram brancos?

- |       |       |      |
|-------|-------|------|
| a) 32 | c) 18 | e) 2 |
| b) 24 | d) 6  |      |

### Questão 03

O quadro mostra os genótipos e fenótipos da geração  $F_2$ , oriundos do cruzamento entre um camundongo preto (aaPP) e um branco (AApp). A geração  $F_1$  (AaPp) apresenta a cor aguti (castanhoacizentado, na figura representada pelo cinza claro).



AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. São Paulo: Ed. Moderna, 2001. [Adap.].

Com base em seus conhecimentos e nos textos, é correto afirmar que, para o caráter cor da pelagem em camundongo, ocorre

- segregação independente dos genes, em que a presença de pigmento na pelagem é dominante sobre a ausência de pigmentação, o que é determinado pelo alelo *A*.
- pleiotropia, em que o alelo *P* condiciona tanto a coloração preta quanto a aguti, sem efeito sobre o gene *A*.
- um efeito epistático, em que o alelo *P* condiciona a presença de pigmento, seja aguti – na presença do alelo *A* – ou seja preto – na presença do alelo *a*.
- segregação independente dos genes, em que a cor aguti é dominante, a branca é recessiva e a preta representa o resultado de uma mutação gênica.
- um efeito epistático, em que o alelo *P* condiciona a cor aguti, o alelo *a* a cor preta e o alelo *p* a cor branca.
- I.R.

**Questão 04**

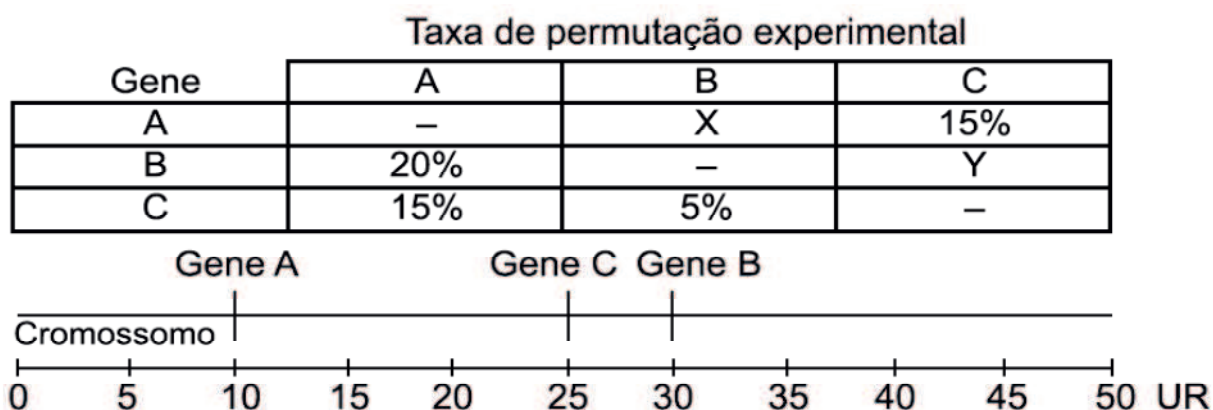
Em um determinado mamífero, o comprimento dos pelos varia de 20 cm a 80 cm. O genótipo do animal com pelo de 20 cm é aabbcc, enquanto o genótipo do que apresenta pelo com 80 cm é AABBCC. Calcule o fenótipo de um animal dessa espécie que apresente o genótipo AABbcc.

- a) 30 cm.                      c) 45 cm.                      e) 60 cm.  
b) 40 cm.                      d) 50 cm.

**Questão 05**

A taxa ou frequência de permutação entre pares de genes que estão ligados é constante e depende da distância que esses genes se encontram uns dos outros. O geneticista Alfred Sturtevant imaginou que seria possível construir mapas gênicos, que mostrariam a distribuição dos genes ao longo do cromossomo e as distâncias relativas entre eles.

O quadro a seguir mostra um exemplo desse tipo de mapa gênico.



VITOR & CÉSAR. **Biologia para o ensino médio**: sistema didático aprendido baseado em problemas. Rio de Janeiro: Guanabara. 2004. p. 143.

Com base nas informações contidas no quadro, é possível afirmar que os valores corretos para as taxas de permutação em X e Y são, respectivamente,

01. 5% e 20%                      04. 20% e 5%  
02. 15% e 5%                      05. 20% e 15%  
03. 15% e 20%

**TEXTO: 1 - Comum à questão: 6**

Ao cruzar uma fêmea com asas normais e corpo cinza (PpVv) com macho de asas vestigiais e corpo preto (ppvv), um pesquisador encontrou o resultado abaixo:

8,5% normal/preto

8,5% vestigial/cinza  
 41,5% normal/cinza  
 41,5% vestigial/preto

### Questão 06

A taxa de *crossing* entre os genes P e V observado no cruzamento acima é de:

- a) 8,5%                      c) 41,5%              e) 50%  
 b) 17%                      d) 83%

### Questão 07

Os genes A, B, C e D estão no mesmo cromossomo e apresentam as seguintes frequências de recombinação:

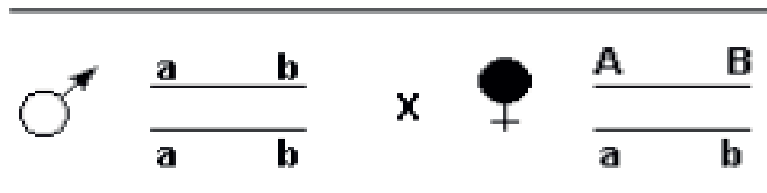
A – B = 17%  
 A – C = 5%  
 A – D = 35%  
 B – D = 18%  
 C – D = 30%

A sequência mais provável destes genes no cromossomo é:

- a) A – D – C – B                      c) A – B – C – D  
 b) C – D – B – A                      d) A – C – B – D                      e) C – B – D – A

### Questão 08

A frequência de recombinação entre os locos A e B é de 10%. Em que percentual serão esperados descendentes de genótipo AB // ab, a partir de progenitores com os genótipos mostrados na figura?



- a) 5%                      c) 45%                      e) 20%  
 b) 90%                      d) 10%

## QUESTÕES PROPOSTAS

### Questão 01

A tabela apresenta duas situações isoladas, em que o mesmo genótipo para determinar a cor da pelagem de determinados animais pode apresentar dois fenótipos diferentes, pois são interações gênicas diferentes. Após a análise da tabela, pode-se concluir que a ocorrência de interações gênicas é muito significativa, pois mostra que os fenótipos resultam de processos complexos envolvendo, muitas vezes, vários pares de genes. Diante do exposto, é correto afirmar que

	Animal I	Animal II
Genótipo	Fenótipo I	Fenótipo II
B_pp	Branco	Branco
bbP_	Preto	Preto
B_P_	Marrom	Branco
bbpp	Cinza	Cinza

- a) o animal I apresenta uma interação epistática dominante, ou seja, um alelo dominante impede o efeito de um alelo de outro gene.
- b) o fato do animal II possuir um gene inibidor dominante, não impede de se encontrar outro exemplo em que o mesmo gene seja recessivo.
- c) os dois animais apresentam interações não epistáticas, em que a proporção 9 : 3 : 3 : 1 indica que agem dois pares de alelos, como ocorre no di-hibridismo clássico mendeliano.
- d) o animal II apresenta uma interação não epistática, em que a presença de dois genes dominantes originam um fenótipo diferente dos fenótipos produzidos por cada par separadamente.

### Questão 02

A epistasia é um fenômeno de interação genética em que um par de alelos controla a expressão de genes de um outro par. Considere que a determinação da cor da pelagem do camundongo comum é representada por um dado par de alelos A, em que a cor marrom é dominante e a cor preta é recessiva. Considere também que a determinação da cor da pelagem nesses animais representa um caso de epistasia recessiva, dada pelo gene não alelo C.

Com base nessas informações, assinale a alternativa CORRETA.

- a) ccAA é o genótipo que produz fenótipo albino.
- b) ccAA é o genótipo que produz fenótipo preto.

- c) CcAA é o genótipo que produz o fenótipo albino.
- d) ccA\_ é o genótipo que produz fenótipo marrom.
- e) CcAa é o genótipo que produz fenótipo albino.

### Questão 03

A altura de uma determinada planta é determinada por dois genes de efeito aditivo, *A* e *B* e seus respectivos alelos *a* e *b*. Os alelos *A* e *B* acrescentam 0,30 cm às plantas e os alelos *a* e *b* 0,15 cm. Ao se cruzarem plantas AABB com plantas AaBb pode-se esperar a frequência entre os descendentes de:

- a) 25% com 2,40m; 50% com 2,10m e 25% com 1,90m.
- b) 75% com 2,10m e 25% com 1,40m.
- c) 50% com 1,20m e 50% com 0,60m.
- d) 25% com 1,20m e 75% com 0,60m.
- e) 25% com 1,20m; 50% com 1,05m e 25% com 0,90m.

### Questão 04

No tomateiro, a cor vermelha do fruto é codificada por alelo *R*, dominante sobre o alelo *r*, que codifica a cor amarela do fruto, enquanto a cor amarela da flor é codificada por uma alelo *Y*, dominante sobre o alelo *y*, que codifica a cor branca da flor. Uma planta de flor amarela e tomate vermelho foi cruzada com uma planta de flor branca e tomate amarelo. Todos os descendentes desse cruzamento apresentavam flor amarela e tomate amarelo. Todos os descendentes desse cruzamento foram cruzados com plantas de flor branca e tomate amarelo. O resultado desse cruzamento foi:

- 42% com flor amarela e tomate vermelho;
- 43% com flor branca e tomate amarelo;
- 08% com flor amarela e tomate amarelo;
- 07% com flor branca e tomate vermelho.

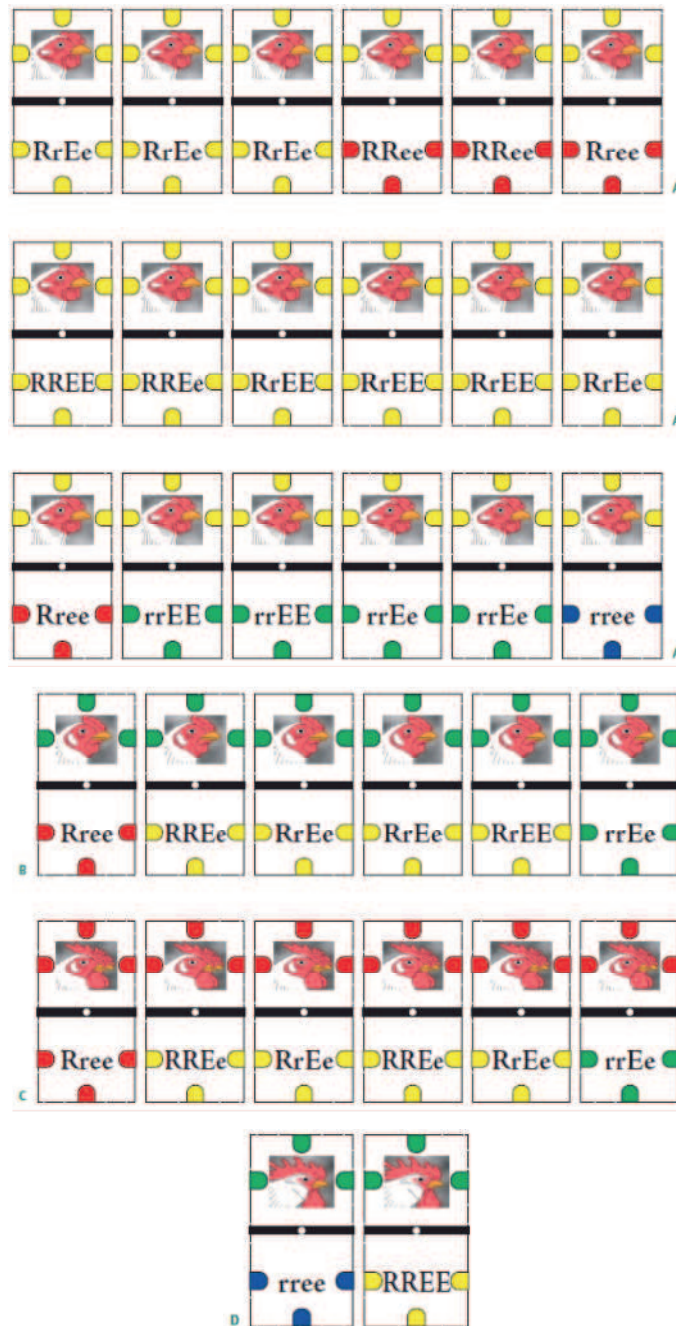
Assinale a alternativa que apresenta a explicação correta para esse resultado.

- a) Os dois pares de genes estão localizados em pares de cromossomos diferentes.
- b) Os dois pares de genes estão no mesmo par de cromossomos.
- c) O gene que codifica flor amarela é epistático sobre o gene que codifica tomate vermelho.
- d) Ocorre interação gênica entre os dois pares de genes.
- e) O solo em que os tomateiros foram plantados contém muito ferro, acarretando o resultado observado.

**APÊNDICE F** – Guia para entendimento e impressão.

**JOGO DOMINÓ GÊNICO**

**A. PEÇAS**



Fonte: Leite, Ferro, Sampaio e Caparroz (2016, p. 35-36)



## B. REGRAS

### DOMINÓ GÊNICO: REGRAS GERAIS DO JOGO

O **DOMINÓ GÊNICO** é um jogo didático que ilustra de modo lúdico a interação gênica na expressão de características fenotípicas, como no caso da crista de galinhas. Neste caso, você poderá observar a relação entre o fenótipo (tipos de crista de galinhas: noz, ervilha, rosa e simples) e os genótipos (combinações de letras), sendo que R e E simbolizam alelos dominantes, enquanto r e e simbolizam alelos recessivos.

**Como funciona o jogo:** o jogo é composto de 32 peças, sendo que a face superior de cada peça é dividida ao meio (similar a uma peça de dominó) sendo representado em cada uma destas partes um fenótipo e um genótipo. Para jogar, você deve colocar uma de suas peças na mesa em uma das extremidades abertas, de forma que as cores dos círculos da peça da extremidade aberta e daquela a ser colocada sejam idênticas: amarelo-amarelo, vermelho-vermelho, verde-verde e azul-azul. Durante as jogadas, você deverá preencher sua planilha de apoio de modo a associar os diferentes tipos de crista de galinhas aos seus respectivos genótipos.

**Observação:** um mesmo fenótipo pode ter mais de um tipo de combinação genotípica.

A partida termina quando todas as peças forem dispostas na mesa, sendo que será considerado vencedor aquele que conseguir elucidar, com clareza, qual o mecanismo de interação gênica em questão.

## JOGO “TÁ LIGADO?”

### ✓ PEÇAS

#### 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*).

### 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.

### Caso 3.

Seu José planta milho em seu sítio e apesar de vender as espigas para seus vizinhos e pessoas da cidade para consumo, ele também pretende vender para a indústria, para a produção de polentas, mingaus, rações, farinhas etc. No entanto, a aceitação será maior se as espigas possuírem grãos brancos e lisos. Seu José procura pesquisadores para entender como ele pode conseguir essas espigas, já que ele apenas encontrou, para comprar, grãos coloridos e lisos ou grãos brancos e rugosos. Que tal ajudar Seu José a descobrir se o gene que condiciona a **coloração dos grãos de milho "Tá Ligado"** ao gene que condiciona a **textura dos grãos de milho**.



**Dica 1:** O **grão colorido** é condicionado pelo alelo dominante "**B**" e, o **grão branco**, pelo alelo recessivo "**b**".

**Dica 2:** O **grão liso** possui o alelo dominante "**R**" e, o **grão rugoso**, o alelo recessivo "**r**".

**Dica 3:** Seu José cruzou **milho colorido liso** com **branco rugoso**. Esse cruzamento resultou em 4 tipos de grãos de milho.

**Dica 4:** O genótipo de um dos parentais era **Bb/Rr**.

**Dica 5:** O genótipo de outros parentais era **bb/rr**.

**Dica 6:** Um dos resultados encontrados foi 48% de indivíduos que produziam **sementes coloridas e lisas**.

**Dica 7:** Um dos resultados encontrados foi 48% indivíduos que produziam **sementes brancas e rugosas**.

**Dica 8:** Um dos resultados encontrados foi 2% indivíduos que produziam **sementes coloridas e rugosas**.

**Dica 9:** Um dos resultados encontrados foi 2% indivíduos que produziam **sementes brancas e lisas**.

**Dica 10:** **Podem** ocorrer eventos de permutação (**crossing over**) entre os genes que condicionam a coloração e a textura dos grãos de milho.

**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.

**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*).

**Caso 6.**

Sr. Sérgio é um renomado fazendeiro da cidade de Piracicaba, que em sua propriedade possui uma grande criação de aves domésticas, as quais ele revende para indústrias. Uma das exigências de um dos compradores das aves de Sr. Sérgio é que as aves sejam brancas e que possuam plumagem nas pernas. Para atender às expectativas de seu cliente, o fazendeiro decidiu contratar um biólogo da cidade para que o mesmo pudesse resolver o seu problema. O biólogo realizou algumas anotações a partir dos cruzamentos realizados. Agora você deve ajudar a descobrir, a partir desses dados, se o gene para **coloração de penas "Tã Ligado"** ao gene de **presença de plumagem nas pernas** das aves.



**Dica 1:** O alelo **dominante "C"** condiciona a **cor branca** e o alelo recessivo **"c"**, quando encontrado em duplicidade, resulta em **plumagem colorida**.

**Dica 2:** O alelo **dominante "P"** condiciona a **presença de plumas nas pernas** das aves e o alelo **"p"**, quando encontrado em duplicidade, resulta na **ausência de plumas nas patas**.

**Dica 3:** O biólogo realizou um experimento cruzando os seguintes parentais: ave **branca com plumas nas pernas** com ave **colorida sem plumas nas pernas**.

**Dica 4:** O genótipo de um dos parentais utilizados pelo biólogo nos cruzamentos era **Cc/Pp**.

**Dica 5:** A partir dos cruzamentos entre os parentais, o biólogo obteve 4 tipos diferentes de aves.

**Dica 6:** A partir dos cruzamentos entre os parentais, o biólogo obteve 150 aves, destas 38 eram **brancas sem plumagem nas pernas**.

**Dica 7:** Das 150 aves obtidas pelo biólogo a partir dos cruzamentos entre os parentais, 37 eram **brancas com plumagem nas pernas**.

**Dica 8:** Como resultado dos cruzamentos entre os parentais o biólogo contratado pelo Sr. Sérgio verificou que 39 aves eram **coloridas e com plumagem nas pernas**.

**Dica 9:** O biólogo verificou que, ao realizar cruzamentos entre as aves parentais, 24% dos filhotes haviam nascido **coloridas e sem plumagem nas pernas**.

**Dica 10:** O biólogo explicou ao Sr. Sérgio que durante o cruzamento entre os parentais provavelmente **não** ocorreu permutação (*crossing over*).

**Caso 7.**

Pedro que possui anemia devido às suas hemácias em formato oval e é Rh<sup>-</sup>, casa-se com Júlia que apresenta hemácias normais e é Rh<sup>+</sup>. Júlio Pedro, fruto desta união, possui hemácias de formato oval e é Rh<sup>+</sup>. 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<sup>+</sup>, 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 "Tá 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<sup>+</sup>**, enquanto pessoas homocigóticas recessivas **rr** são **Rh<sup>-</sup>**.

**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<sup>+</sup>)** estava presente em **40%** dos espermatozoides.

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

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

**Dica 10:** O alelo para **hemácias ovais** e **sem o fator Rh (Rh<sup>-</sup>)** estava presente em **10%** dos espermatozoides.



### 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 "Tá Ligado"** ao gene que permite o **uso da mão direita**.



**Dia 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.

**Dia 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.

**Dia 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**.

**Dia 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**.

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

**Dia 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**.

**Dia 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**.

**Dia 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**.

**Dia 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**.

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

**Caso 9.**

Quando participou de um teste experimental, Rubens descobriu que era portador de duas mutações que causam problemas respiratórios e de visão. Como parte do teste, os gametas de Rubens foram genotipados usando os marcadores genéticos para essas mutações. Uma das mutações está relacionada ao desenvolvimento da **fibrose cística**, cujo principal efeito é a produção anormal de secreções, que se tornam mais viscosas, prejudicando o funcionamento dos pulmões e órgãos do sistema digestivo. A outra mutação está relacionada ao daltonismo para a cor azul, chamado de **Tritanopia**. Sabendo que você já havia estudado genética, Rubens quis saber se seus filhos poderiam nascer com as duas mutações ao mesmo tempo. Que tal ajudar Rubens a saber se o gene que condiciona **fibrose cística** "**T3 Ligado**" ao gene que condiciona **Tritanopia**.



**Dica 1:** O alelo "**q**", que determina a **fibrose cística**, é **recessivo** em relação ao alelo "**Q**", que condiciona a **condição normal**.

**Dica 2:** O alelo "**n**", que determina a **tritanopia**, é **recessivo** em relação ao alelo "**N**" que condiciona a **visão normal das cores**.

**Dica 3:** Rubens era **duplo heterozigoto** para os dois genes estudados.

**Dica 4:** O genótipo de Rubens é **Qq/Nn**.

**Dica 5:** Foram genotipados 450 espermatozoides no total e 195 deles tinham o alelo "**q**" e o alelo "**N**" ao mesmo tempo.

**Dica 6:** Observaram-se 193 espermatozoides com os alelos "**Q**" e "**n**".

**Dica 7:** Dos 450 espermatozoides genotipados, foram observados 32 com os alelos "**Q**" e "**N**" conjuntamente.

**Dica 8:** Dos 450 espermatozoides genotipados, foram observados 30 com os alelos "**q**" e "**n**" conjuntamente.

**Dica 9:** Considerando os genes estudados, foram encontrados quatro tipos de gametas diferentes.

**Dica 10:** Provavelmente **houve** permutação (*crossing over*) entre os dois genes.

**Caso 10.**

Antônio, um homem com pés e mãos normais (com 5 dedos cada), porém albino, casa-se com Maria, mulher com polidactilia e normal para o albinismo. Maria é filha de um homem homocigoto e normal para os dois caracteres e de uma mulher com polidactilia e albina. Eles consultam uma clínica médica para ver quais as chances de seus filhos nascerem com ambas as características e para tanto genotipam os gametas de Maria. Será que o gene que condiciona **polidactilia "Tá Ligado"** ao gene que condiciona **albinismo**?



**Dica 1:** A **polidactilia** é condicionada por alelo **dominante "P"**, sendo que os indivíduos homocigotos **recessivos** possuem **pés e mãos normais**.

**Dica 2:** O alelo **dominante "A"** produz em seus portadores **pigmentação normal** enquanto que o alelo **"a"** em homocigose condiciona o **albinismo**.

**Dica 3:** Maria é heterocigota tanto para o gene que confere **número normais de dedo nos pés e mãos** quanto para aquele que condiciona **pigmentação normal na pele**.

**Dica 4:** O genótipo de Maria é **Pp/Aa**.

**Dica 5:** O genótipo de Antônio é **pp/aa**.

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

**Dica 7:** O alelo para **pés e mãos normais** e **albinismo** estava presente em 24% dos gametas de Maria.

**Dica 8:** O alelo para **polidactilia** e **pigmentação normal na pele** estava presente em 26% dos gametas.

**Dica 9:** O alelo para **pés e mãos normais** e **pigmentação normal na pele** estava presente em 25% dos gametas de Maria.

**Dica 10:** O alelo para **polidactilia** e **albinismo** estava presente em 25% dos gametas.

## ✓ REGRAS

- O jogo é constituído de 10 casos que envolvem ou não ligação gênica:
  - Em cada caso há 10 pistas (dicas).
- Os casos são colocados em cartões que deveram ser sorteados;
- O professor divide a sala em dois ou mais grupos;
- As regras devem ser lidas;
- Cada grupo deve eleger um porta-voz;
- A cada rodada um envelope colorido ou numerado deve ser sorteado pelo juiz;
- A rodada tem início após a leitura do problema sorteado;
- Após a leitura do caso, o juiz deverá ler a primeira pista e os grupos devem se mobilizar para responder;
- O juiz só irá ler a pista seguinte se nenhum grupo responder;
- O grupo que souber a resposta deverá gritar em voz alta: “TÁ LIGADO!”, caso os genes estejam ligados ou, do contrário, “NÃO TÁ LIGADO!”;
- O grupo que gritar primeiro deverá explicar como chegou ao resultado;
- Caso a resposta não esteja correta, o professor (juiz) deverá explorar a situação;
- A pontuação inicial é 9. A cada dica lida, elimina-se 1 ponto, porém, essa contagem somente será iniciada a partir da Dica 3.

Fonte: Cerqueira, Sobrinho e Peripato (2016, p. 136)

**APÊNDICE G: As Misteriosas Interações Gênicas**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MARINALDO MAGALHÃES DANTAS



AS MISTERIOSAS INTERAÇÕES GÊNICAS

CAMPINA GRANDE

2018

## MARINALDO MAGALHÃES DANTAS

Produto final resultante da pesquisa intitulada: **JOGOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: UM ESTUDO PSICOMÉTRICO**, como exigência do Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), campus Campina Grande.

**ORIENTAÇÃO:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karla Patrícia de Oliveira Luna



AS MISTERIOSAS INTERAÇÕES GÊNICAS

CAMPINA GRANDE  
2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192m Dantas, Marinaldo Magalhães.  
As misteriosas interações gênicas [manuscrito] : /  
Marinaldo Magalhães Dantas. - 2018.  
47 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Karla Patrícia de Oliveira Luna, Departamento de Biologia - CCBS."

1. WebQuest Gênica. 2. Ensino de Biologia. 3. Genética.  
4. Ligação gênica.

21. ed. CDD 570

*“Sempre há o que aprender, ouvindo, vivendo e, sobretudo trabalhando; mas só aprende quem se dispõe a rever as suas certezas”.*

*Darcy Ribeiro*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Educação Matemática Profissional, pela oportunidade.

À Professora Dr<sup>a</sup> Karla Patrícia de Oliveira Luna, pela orientação, paciência, confiança e por ter me proporcionado tantas oportunidades de crescimento profissional. E pela maravilhosa sugestão do uso da WebQuest como produto dissertativo.

À Professora Dr<sup>a</sup> Márcia Adelino da Silva Dias, pelo olhar didático que contribuiu muito para minha formação.

Ao corpo docente do PPGECEM, pela contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas da turma 2016 pelo carinho, cafês, conversas e contribuições que permitiram o refinamento do meu trabalho.

Aos colegas professores Flávio Nóbrega e Jéssica Santos, por consentirem a realização dessa pesquisa nos seus nichos profissionais.

À minha família, meu porto seguro e minha fortaleza. Esta conquista não teria sido possível sem a presença e colaboração de vocês.

À minha esposa Neidinha, que sempre acreditou em mim e me amparou nos momentos difíceis, por toda a sua compreensão, paciência, carinho e presença.

A Deus que permitiu o meu encontro com todas estas pessoas maravilhosas as quais tenho muito a agradecer.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 TIPO DE PESQUISA.....	12
2.2. POPULAÇÃO ESTUDADA / LOCAL DO ESTUDO.....	12
2.3 COLETA DE DADOS.....	12
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	13
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>14</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>22</b>
<b>APÊNDICES</b>	

## APRESENTAÇÃO

Com base nos elementos estruturantes, criados por Bernie Dodge, e no princípio significativo de aprendizagem relatado por Abar e Barbosa (2008), foi criada a WebQuest “**As misteriosas Interações Gênicas**”, disponível no google sites, e realizada no âmbito do Mestrado profissional do Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), campus Campina Grande, como pré-requisito do Mestrado Profissional.

Conforme regulamentado pela portaria normativa nº 17, de 28 de dezembro de 2009, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Mestrado profissional, basicamente, diferencia-se do acadêmico pela obrigatoriedade de um produto final. Em cumprimento à regulamentação, o objetivo geral desse Produto Dissertativo, é dinamizar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de interação gênica com uso de Webquest, em comparação às aulas teóricas meramente expositivas, com foco na formação de professores para o ensino de biologia.

O presente Produto Dissertativo é resultado de uma pesquisa-ação tipo experimental quantitativa, com uso de questionário semiestruturado contendo psicometria de Escala Likert. Duas turmas foram utilizadas para a coleta de dados: a 3ª Série do ensino médio na Escola Auzanir Lacerda, como sendo o grupo experimental, e o Cursinho Pró-Ativo preparatório para o ENEM (Exame Nacional de Ensino Médio) representando o grupo controle, ambos localizados no município de Patos-PB.

Os resultados demonstraram uma excelente confiabilidade alfa de Cronbach (0,92) e de estatística descritiva, para afirmar que o uso de WebQuest promoveu uma eficiente melhoria no processo de aprendizagem sobre interações gênicas em comparação à aula teórica expositiva. Assim, a WebQuest, como metodologia de ensino colaborativo, ativou competências intelectuais nos estudantes da 3ª Série envolvidos na resolução das tarefas propostas de forma satisfatória.

**Palavras chaves:** WebQuest Gênica; Genética; Interação e Ligação Gênica.

## 1. INTRODUÇÃO

Diante dos constantes avanços tecnológicos e a globalização das informações, faz-se necessário ao professor repensar seu planejamento e sua gestão de sala de aula no sentido de direcionar sua prática pedagógica em vista de novas estratégias e recursos pertinentes ao âmbito educacional provindos de recursos multimídias, envolventes e integrados com o interesse do estudante (VILLAFANE, 2013). A internet tem-se apresentado como um elemento pedagógico profícuo nos últimos anos (VILLAFANE, 2013). Ao se considerar viável o uso de Webquest como parte integrante do material de apoio para o professor e para o educando desenvolverem ações cumulativas, é necessário pensar de que maneira essa nova metodologia de ensino deve ser incluída com o material didático adaptado em sala de aula.

Abar e Barbosa (2008) retratam que, nesses novos tempos educacionais, os professores precisam simplesmente ser professor. As autoras sugerem que os professores utilizem o saber para aproveitar, de modo inteligente, a riqueza de informações disponíveis na Web. O que se espera desse tipo de proposta não é nenhum virtuosismo computacional, e sim sabedoria capaz de inventar modos de usar os atrativos da Web para que os estudantes elaborem conhecimentos consistentes, robustos, significativos. Essas estratégias didáticas demonstram o quanto Libâneo (1994) é assertivo sobre o conteúdo das aulas serem selecionadas com base nas situações biológicas, buscando integrar os programas de ensino com os interesses e capacidade de aprender do discente. O princípio básico de educação é favorecer a utilização dos conhecimentos adquiridos. Nesse modelo, professores e alunos funcionam como agentes de transformação em si mesmo e na comunidade em que atuam, trabalhando a própria realidade (LIBÂNEO, 1994).

A tecnologia educacional WebQuest é uma técnica para aprendizagem que usa a internet, permitindo a criação de ambientes de aprendizagem. Tal tecnologia foi proposta em 1995, por Bernie Dodge, professor da *San Diego State University*, e destina-se à educação presencial, com participação ativa dos alunos sob orientação do professor, cumprindo uma pesquisa guiada na Internet (VILLAFANE, 2013). De acordo com Abar e Barbosa (2008), trata-se de uma metodologia de ensino, na qual o estudante se envolve em uma investigação, utilizando, preferencialmente, recursos da internet para resolver um problema significativo. Baseia-se em princípios de aprendizagem colaborativa e procura ativar competências intelectuais mais complexas e exigentes que a tradicional armazenagem de conteúdos.

Para Abar e Barbosa (2008), o grande desafio da WebQuest é criar um ambiente em que o estudante possa descobrir potencialidades, adquirir autonomia, responsabilidade,

disciplina, respeito aos outros e autoconfiança. Barato (2007) retrata que há dois princípios na elaboração de uma atividade WebQuest:

O primeiro é o da aprendizagem cooperativa. [...] O outro princípio é o da transformação das informações. A pessoa só aprende de fato quando as transforma, e não quando simplesmente as reproduz. Esses princípios são críticos em relação ao modo predominante de ensino. O que fazemos no ensino, de modo geral, é dar aulas, recomendar livros para os alunos e, nas provas, cobrar a reprodução dessas informações. O esquema de Bernie Dodge coloca o aluno para trabalhar. (BARATO apud ABAR E BARBOSA, 2008, p. 13)

A WebQuest é concebida e construída, segundo uma estrutura lógica que contém os seguintes elementos estruturantes: introdução, tarefa, processo, recursos, orientações, avaliação e conclusão. Conforme Dodge (2004), em uma WebQuest, a INTRODUÇÃO deve provocar o interesse e despertar a curiosidade do estudante, muito mais do que do professor: o que dizer de uma WebQuest sobre interações gênicas? Por outro lado, se determinado assunto faz parte do plano de ensino e geralmente não desperta muito interesse, pode-se propor atividades de sensibilização antes de realizar a atividade WebQuest. A TAREFA da WebQuest é a sua alma: nesta parte, o estudante deve ser completamente seduzido e sentir necessidade de prosseguir. A WebQuest deve continuar com visual atraente e não pode ganhar aspecto de uma tarefa escolar, como uma lista de exercícios, Teles (2016). A WebQuest deve assemelhar-se ao desenvolvimento de um projeto e deve ter um resultado bem definido, real, construído.

O passo seguinte dentro de uma WebQuest, para Abar e Barbosa (2008), é verificar se a navegação da escola é confortável e se o tempo necessário para a WebQuest ser desenvolvida é adequado para o contexto da classe. É preciso simular a atividade proposta, examinando cada passo apresentado no PROCESSO, conferindo cada link indicado nos RECURSOS. Algumas WebQuest têm a lista dos RECURSOS associada aos passos do PROCESSO. Se tiverem em tópicos separados, devem trazer indicações que mostram a associação. Um ponto importante para Dodge (2004) é o fato de que o professor deve estar presente durante a realização da WebQuest, com a finalidade de dirimir eventuais dúvidas dos estudantes. Corroborando com essa preocupação, Abar e Barbosa (2008, p. 68) relatam:

Deixar os alunos perdidos na Web é um convite ao turismo de aventuras e ao naufrágio; lembre-se que o desafio, nesse aspecto, é evitar que o aluno se encante pela navegação em si, deixando aos poucos que o rumo fique sob o estímulo do espetáculo da viagem. Se as orientações inseridas no processo foram cuidadosamente elaboradas, os alunos não terão dificuldades na navegação e no entendimento do desafio. No entanto, a presença do professor é fundamental tanto nos momentos de dúvida quanto para observá-los na execução da TAREFA. A atividade WebQuest não é uma

atividade virtual, a distância. O professor está presente no laboratório para orientar e apoiar os alunos nas pesquisas.

Esse tipo de atividade serve de modelo para uma categoria educacional interessante no que se refere ao uso da internet em educação. A tarefa proposta, a organização da atividade e a dinâmica do trabalho levam os estudantes a um comprometimento especial com o resultado e com a construção do próprio conhecimento, tornando cada um responsável, especialista e colaborador de forma ativa, Teles (2016). A atividade WebQuest é como uma missão a cumprir, em que um grupo de estudantes se envolve com a realização de um projeto que deve extrapolar o espaço da sala de aula.

A WebQuest é uma proposta pedagógica elaborada e demanda muito tempo de desenvolvimento e execução. Em qualquer caso, a busca, na internet, das informações para serem utilizadas pelos estudantes no cumprimento das tarefas, é essencial. Essa busca envolve algumas ações de caráter técnico que, se esclarecidas, permitem um trabalho de melhor qualidade pedagógica, Schurch e Rocha (2014). Para dirimir as eventuais dúvidas de execução de uma WebQuest, é preciso sempre indagar-se: Como devo efetuar uma busca inteligente na internet? Como achar páginas interessantes? Como salvar os dados ou imagens encontrados? Como efetuar cópia e reprodução de dados ou imagens respeitando os direitos autorais? Abar e Barbosa (2008).

Para Alves e Maciel (2016), as tecnologias digitais educacionais incitam mudanças acentuadas na educação, quer presencial ou à distância. Na presencial, desenraizam a concepção de ensino-aprendizagem fixo e temporal. Podemos aprender a partir de vários lugares, simultaneamente, on-line e off-line, junto e separados. A educação à distância, favorece o equilíbrio entre a aprendizagem individual e a colaborativa, de modo que os estudantes de qualquer lugar possam aprender em grupo, em rede, da maneira mais flexível e condigna a cada educando.

O professor, com o acesso a tecnologias digitais, pode se tornar um orientador do processo de aprendizagem, integrando, de forma equilibrada, a orientação intelectual, a emocional e a gerencial (TELES, 2016). Isso ajuda o estudante a acreditar em si, a sentir-se seguro, a valorizar-se como pessoa, a aceitar-se plenamente em todas as dimensões da sua vida, Moran, Masetto e Behrens (2000). Se o estudante acreditar em si, será mais fácil trabalhar os limites, a disciplina, o equilíbrio entre direitos e deveres, a dimensão grupal e social.

Com base nesses elementos estruturantes, criados por Bernie Dodge, e no princípio significativo de aprendizagem relatado por Abar e Barbosa (2008), foi criada a WebQuest “**As**

**misteriosas Interações Gênicas**” (Apêndice A), disponível no google sites e que tem como objetivo geral de elaborar e aplicar uma proposta educacional sobre genética, que se utiliza da WebQuest como uma ferramenta multimídia pedagógica. A construção desta WebQuest, tem o objetivo específico de dinamizar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de interação gênica, em comparação às tradicionais aulas teóricas expositivas.

Para avaliar a eficiência das metodologias de ensino desenvolvidas, foi aplicada a análise psicométrica de Likert e as medidas de tendências centrais. A escala Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada comumente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com a afirmação, na qual as opções de respostas variam em número de um a cinco ou mais. (LIKERT, 1932, *apud* BORGES et al, 2011). Dalmoro e Vieira (2013) destacam que diversos autores têm argumentado a falta de atenção dada a certos aspectos no desenho de um questionário baseado no formato Likert, principalmente quanto à validade das alternativas de respostas. Para Maroco e Garcia-Marques (2006), o coeficiente de Cronbach é a melhor estatística para medir a confiabilidade de um questionário psicométrico.

De acordo com Dalmoro e Vieira (2013), a validação de uma questão não se pode dar sem considerar as opções de respostas como um componente essencial na elaboração de um questionário Likert. Os autores relatam que as falhas na medição das informações, por meio de instrumentos de coleta de dados no questionário Likert, podem ocorrer devido a diversos fatores: o primeiro fator passa pela escala de mensuração utilizada, por exemplo, o número de pontos na escala. Os autores citam que pesquisas realizadas na década de setenta por Jenkis e Taber (1977), Lissitz e Green (1975) concluíram, por meio de simulações, que escalas de cinco pontos são suficientes, visto que não foi observado um ganho de confiabilidade em escalas com mais que cinco pontos.

O segundo fator centra-se no respondente (neste caso, os estudantes) e nas suas características, como por exemplo, necessidade de cognição, envolvimento, conhecimento. Dalmoro e Vieira (2013) descrevem que a complexidade na escolha do tamanho da escala surge em virtude de que, conforme aumenta o número de pontos na escala, aumenta a complexidade de escolha do respondente e a discriminação entre cada opção de respostas. Caso seja complexa, os respondentes tendem a simplificar a tarefa com o uso de decisões heurísticas (um dos modelos heurísticos é denominado *status quo*, em que a regra de decisão utilizada pelos respondentes é a de selecionar a opção de resposta que havia sido selecionada no item anterior).

Assim, o aumento no número de itens em uma escala de pontos tornaria a decisão mais complexa, aumentando a possibilidade de os respondentes decidirem com base no *status quo*.

Em terceiro lugar, uma linha de pesquisa diferente das pesquisas que buscam encontrar uma quantidade de categorias de respostas ideal, estudos como o de Barnette (2000) testaram a mudança na ordem da questão, utilizando questões de ordem positiva e negativa no mesmo instrumento. O autor detectou que estes procedimentos confundem os respondentes e, desta forma, são desaconselhados. Ao inverter a ordem da questão, a percepção dos itens pode não ser exatamente o oposto, o que resulta na redução da confiabilidade e da validade dos resultados. Contudo, nos testes realizados pelo próprio Barnette (2000), a ordem da questão não resultou em perda de consistência interna e possibilitou detectar a consistência e o viés das respostas. Uma alternativa apontada por Dalmoro e Vieira (2013), para evitar a inversão da ordem de questões seria o uso de apenas uma só direção – todos positivamente orientados, sem a utilização de qualquer variação do “não”.

Com base nos três fatores sugeridos por Dalmoro e Vieira (2013), para evitar falhas de medição psicométrica, esta pesquisa contém um questionário baseado na Escala Likert com cinco possibilidades (pontos) de respostas com afirmações corretas (ou positivas) e erradas (ou negativas) distribuídos em 05 questões orientadas no mesmo sentido. Assim sendo, tanto nas perguntas corretas quanto nas erradas, as afirmações são: 5 – concordo plenamente, 4 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo; 2 – discordo parcialmente; 1 – discordo totalmente.

E, para garantir a confiabilidade psicométrica dessa pesquisa, adotou-se o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach. Para Maroco e Garcia-Marques (2006), o índice  $\alpha$  estima a homogeneidade com que os itens contribuem para a soma não ponderada do instrumento, variando numa escala de 0 a 1. Esta propriedade é conhecida por consistência interna da escala; assim, o  $\alpha$  pode ser interpretado como coeficiente médio de todas as estimativas de consistência interna que se obteriam se todas as divisões possíveis da escala fossem efetivadas. Quanto mais elevadas forem às covariâncias (ou correlações entre os itens), maior será a homogeneidade dos itens e maior será a consistência com que medem a mesma dimensão ou construto teórico.

Para Maroco e Garcia-Marques (2006), de acordo com os critérios de recomendação de confiabilidade estimada pelo alfa de Cronbach, optou-se por seguir as orientações de confiabilidade de Nunnally, que considera um alfa de Cronbach aceitável quando está acima de 0,7. Nesta pesquisa, para reforçar a análise do alfa de Confiabilidade, foram utilizadas as estatística descritiva das questões objetivas: a média, mediana, moda e o desvio padrão. Para Pocinho e Figueiredo (2000), as estatísticas descritivas são os indicadores de tendência central



capazes de nos mostrar como certa variável ou características do grupo estudado se distribui utilizando apenas um número.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa-ação é do tipo experimental quantitativa com uso de questionário semiestruturado com psicométrica de Escala Likert. O questionário (Apêndice B) contém sete questões, sendo cinco questões psicométricas e duas questões subjetivas.

### 2.2. POPULAÇÃO ESTUDADA / LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada com duas turmas, a 3ª Série D (com 35 estudantes matriculados) da Escola Estadual de Ensino Médio Auzanir Lacerda, situada na Rua Luís José, S/N, no bairro do Jardim Lacerda, Patos-PB, contém 549 estudantes, 29 professores no quadro ativo e 26 funcionários. A outra turma refere-se ao Cursinho Pró-ativo (Cursinho preparatório para o ENEM/Vestibular), situada na Rua Rui Barbosa, nº 53, Centro, Patos-PB, contendo 48 estudantes matriculados.

Em ambas as unidades estudantis, os professores de Biologia aceitaram voluntariamente envolver as turmas para realização da pesquisa. No primeiro contato com a Direção da Escola Auzanir, do Cursinho Pró-Ativo, professores de Biologia e estudantes, foram apresentados o Consentimento Livre Esclarecido, segundo normas regulamentadas por pesquisas com seres humanos – Resolução 466/2012, bem como a aprovação do comitê de ética de acordo com o parecer número 64749517.8.0000.5187.

### 2.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados da pesquisa foi feita em dois dias diferentes. Para a turma do Cursinho, a coleta, por meio do questionário psicométrico (Apêndice B), foi realizada no dia 08 de novembro de 2017, e para a 3ª Série D, na Escola Auzanir Lacerda, no dia 14 de novembro de 2017. Como relatado no parágrafo anterior, o método de pesquisa adotado é o experimental, contendo dois grupos de investigação. Um compreende o grupo experimental, a 3ª Série D da Escola Auzanir, e o outro grupo trata-se do controle, correspondendo ao Cursinho Pró-ativo. Com a finalidade de comparar o desempenho no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo Interação Gênica, foram utilizadas duas estratégias de ensino, sendo que no grupo experimental o conteúdo foi ministrado com o uso de Webquest “*As misteriosas interações*

*gênicas*” (Apêndice A), e no grupo controle foram ministradas aulas expositivas com resolução de questões (Apêndice C).

O referido questionário (Apêndice B), fundamentado na Escala Likert, contém cinco possibilidades de respostas com afirmações corretas e erradas distribuídas em 05 questões. Para a finalidade de análise, em cada pergunta correta as afirmações feitas são: 5 – concordo plenamente, 4 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 2 – discordo parcialmente, 1 – discordo totalmente, e para as afirmações erradas temos: 1 – concordo plenamente, 2 – concordo parcialmente, 3 – não concordo nem discordo, 4 – discordo parcialmente, 5 – discordo totalmente. Vale ressaltar que no questionário todas as respostas foram mantidas em uma só direção sem variação da palavra âncora.

Os alunos foram informados que deveriam responder discordo totalmente ou concordo plenamente somente se tivessem certeza de que a resposta estaria errada ou correta, respectivamente. Se não tivessem certeza de que a resposta estaria correta ou errada, deveriam responder não concordo nem discordo.

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise quantitativa da consistência interna do questionário, será calculado o Coeficiente Alfa de Cronbach, sendo esta a estatística mais usada para medir a confiabilidade de um questionário psicométrico, que, para Maroco e Garcia-Marques (2006), é o primeiro passo para confirmar sua validade. A análise dos dados para a criação do Coeficiente Alfa de Cronbach será realizada pelo programa *Statistical Package for the Social Science – SPSS*, v. 20 para Windows.

Nesta pesquisa, para a análise descritiva das questões objetivas, foram utilizados a média, mediana, moda e desvio padrão, que, para Pocinho e Figueiredo (2000), são os indicadores de tendência central capazes de nos mostrar como certa variável ou características do grupo estudado se distribui utilizando apenas um número. Para análise qualitativa do questionário da Webquest *As misteriosas interações gênicas*, foram feitas estatísticas descritivas simples com uso de porcentagem, baseada em classes de palavras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Escola Auzanir, dos 35 estudantes matriculados na 3ª Série D à tarde, 24 estudantes participaram de todas as tarefas propostas referentes à WebQuest *As misteriosas Interações Gênicas* (Apêndice A). A média dos estudantes investigados é de 17 anos, sendo que a menor idade é de 16 anos e a maior, de 19 anos. A maioria dos estudantes investigados é do sexo feminino 62% (n=15), enquanto que 38% (n=09) são do sexo masculino. No Cursinho Pró-Ativo, dos 48 estudantes matriculados, 23 participaram da aula expositiva com subsequente correção de questionário pertinente ao conteúdo de Interação Gênica. No Cursinho 48% (n=11) são do sexo feminino e 52% (n=12) são do sexo masculino, e 100% dos estudantes investigados haviam concluído o ensino médio.

A análise foi realizada com os dados obtidos através da pesquisa com 47 estudantes amostrados. Como mencionado na metodologia, o intuito do índice alfa de Cronbach é a medida da confiabilidade do instrumento de coleta de dados. Para os dados gerais, obteve-se 0,95 como alfa de Cronbach nas turmas envolvidas. Analisando os dados coletados por grupos, conforme a Tabela 1, observam-se os seguintes resultados obtidos para o alfa de Cronbach nos questionários aplicados após as aulas teórica expositivas (no Cursinho Pró-Ativo) e na WebQuest *As Misteriosas Interações Gênicas* (na 3ª Série D).

Tabela 1 - Comparação entre os coeficientes alfa de Cronbach dos questionários aplicados as turmas da 3ª Série e o Cursinho.

Turmas	3ª Série D	Cursinho
<b>Coeficiente Alfa de Cronbach</b>	0,92	0,98

Com base na análise da tabela acima, se concluiu que, com relação ao questionário aplicado, há dupla confiabilidade para o coeficiente de Cronbach (Freitas e Rodrigues, 2005), pois tanto a aula teórica expositiva do conteúdo de Interação Gênica, ministrada no Cursinho Pró-Ativo como a Dinâmica de Interatividade com a WebQuest *As misteriosas Interações Gênicas* na turma da 3ª Série D da Escola Auzanir Lacerda demonstraram serem eficientes na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Vale ressaltar que a diferença entre os coeficientes de Cronbach alcançado é mínima, e a 3ª Série D por ser uma turma de estudantes concluintes, demonstraram estatisticamente uma grande desenvoltura na dinâmica aplicada. Isso reforça que, mesmo o conteúdo de interação gênica sendo visto pela primeira vez pelos estudantes da 3ª Série D, diferentemente dos alunos do cursinho, acionou, estatisticamente, a capacidade cognitiva.

Os valores para as tendências centrais (média, mediana, moda e desvio padrão) acima de 3 (três) são favoráveis e os valores inferiores a 3 (três) são desfavoráveis para cada questão (Ferrai e Tarumoto, 2009). Assim, de acordo com Ferrai e Tarumoto (2009), as afirmações devem ser classificadas em graus de favorecimento e desfavorecimento. São consideradas favoráveis as respostas obtidas entre os valores 4 e 5, pois estes valores indicam a resposta correta à questão; as respostas com valor 3 são consideradas neutras em um pré-teste, onde considera-se normal que o estudante não tenha opinião sobre o assunto, e desfavoráveis em um pós-teste, pois o estudante já teve contato com o conteúdo; então, acredita-se que este deva ter uma opinião sobre o mesmo. As respostas com valores 1 e 2 são consideradas desfavoráveis, pois indicam a resposta errada para a questão avaliada.

A Tabela 2 apresenta uma estimativa para média, mediana, moda e desvio padrão das duas turmas investigadas, comparando os questionários para o grupo de perguntas em Escala Likert sobre Interações Gênicas com o uso das distintas estratégias de ensino adotadas. Nas linhas preenchidas, percebe-se que houve uma considerável contribuição para o processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 2 - Estimativa da média, mediana, moda e desvio padrão do questionário para o grupo de perguntas em Escala Likert sobre Interação Gênica.

	<b>3ª SÉRIE D</b>				<b>CURSINHO PRÓ-ATIVO</b>			
	<b>MÉDIA</b>	<b>MEDIANA</b>	<b>MODA</b>	<b>DES. PAD.</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>MEDIANA</b>	<b>MODA</b>	<b>DES. PAD.</b>
<b>ITEM 1</b>	2,29	1,5	1	1,60	3,00	3	1	1,04
<b>ITEM 2</b>	4,83	5	5	0,40	4,52	5	5	1,08
<b>ITEM 3</b>	4,63	5	5	0,97	4,65	5	5	0,65
<b>ITEM 4</b>	3,42	3	3	1,41	2,74	2	2	1,45
<b>ITEM 5</b>	2,79	2	1	1,80	2,09	2	1	1,20

Procura-se aqui destacar as questões 2 e 3 para ambas as turmas, e as questões 1 (no Cursinho Pró-Ativo) e 4 (na 3ª Série D), que obtiveram valores de tendências centrais favoráveis de acordo com os parâmetros de Ferrai e Tarumoto (2005). Observa-se também que há uma boa redução no parâmetro de desvio padrão, indicando uma forte correlação entre as questões analisadas, por Vieira (2011).

Para a questão de informação positiva número 1, “O gene que manifesta duas ou mais características físicas são denominados de pleiotrópicos”, verifica-se que os estudantes do

Cursinho Pró-Ativo mostraram uma média razoável referente ao conhecimento pleiotrópico, pois o valor ficou no limite mínimo da aceitação de Nunnaly, com média a 3,0. Todavia, Ferrai e Tarumoto (2005) consideram que o questionário pré-teste com valor de média 3, seja considerado neutro para configurar qualquer possibilidade de parâmetro estatístico de indicação de aprendizado. E, reforçando isto, presume-se que todos os alunos do Cursinho Pró-Ativo já tenham um bom conhecimento prévio de Interação Gênica, pois, todos já haviam concluído o ensino médio.

A questão de informação positiva número 2, “Quando um traço (fenótipo) resulta da interação conjunta de dois ou mais genes, fala-se em interação gênica”, obteve um valor de tendência central para a média de 4,83 na 3ª Série D e 4,52 no Cursinho Pró-Ativo. Esses valores demonstram o quanto as duas modalidades de ensino são favoráveis à melhoria do processo de ensino e aprendizagem das turmas. Destaque deve ser dado à 3ª Série D, pois os valores de tendência central foram os melhores possíveis, com o menor valor de desvio padrão, correspondente a 0,40 e a média 5 que se aproxima da perfeição. Assim, esses dados estatísticos vêm confirmar o uso da WebQuest como uma excelente ferramenta de complementação pedagógica no aprendizado dos estudantes.

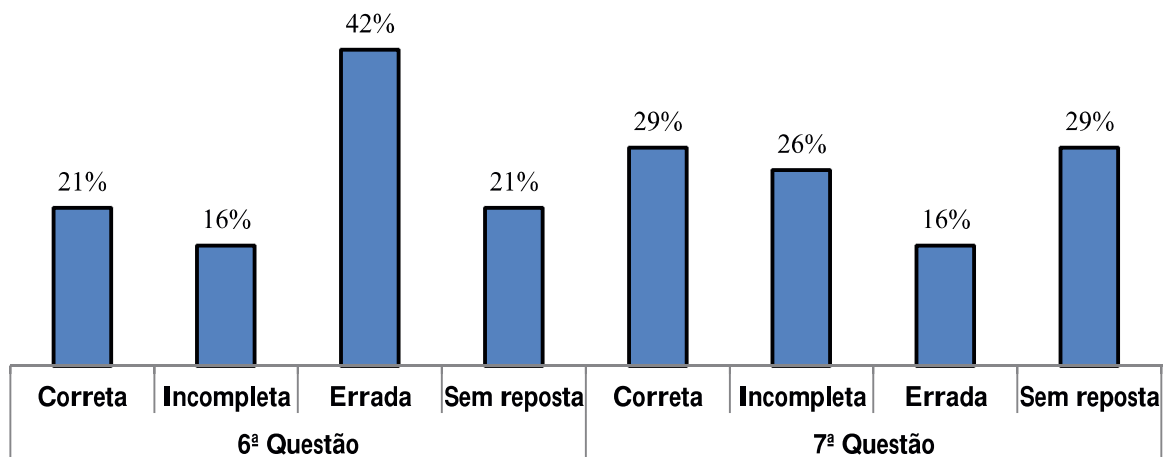
Dupla satisfação estatística para as tendências centrais nas duas turmas investigadas também foram alcançadas na questão positiva número 3, “Epistasia é um tipo de interação gênica em que um dos alelos de um gene inibe ou suprime a expressão de outro gene”; na 3ª Série D, a média alcançada foi de 4,63 e no Cursinho Pró-Ativo, de 4,65. Estes são parâmetros que, de acordo com Ferrai e Tarumoto (2005), são considerados favoráveis à homogeneidade dos dados analisados, pois indicaram, mais uma vez, que ocorreu aprendizado significativo para as duas modalidades de ensino utilizadas.

A questão negativa de número 4 “A proporção fenotípica de 9:4:3 identifica uma epistasia dominante” apresentou valores de tendências centrais aceitáveis apenas para a 3ª Série D, com a média de 3,42. Embora tenha sido um aumento pouco considerável, está acima dos parâmetros de Ferrai e Tarumoto (2005). Essa é uma questão com grau de complexidade, pois, de acordo com Antunes (2014), a interdisciplinaridade com a matemática confunde muito a mente dos alunos no momento da interpretação dos dados. Provavelmente a hipótese de Antunes seja a explicação para os valores baixo obtidos pela turma do Cursinho Pró-Ativos.

Para análise das questões abertas do questionário, as respostas foram agrupadas em quatro categorias, a saber: respostas corretas, incompletas, erradas e sem resposta. Para a 3ª Série D (Gráfico 01), com relação ao resultado da questão número 6 “Conceitue gene hipostático”, foram obtidos os seguintes dados: 42% (n=10) dos estudantes investigados

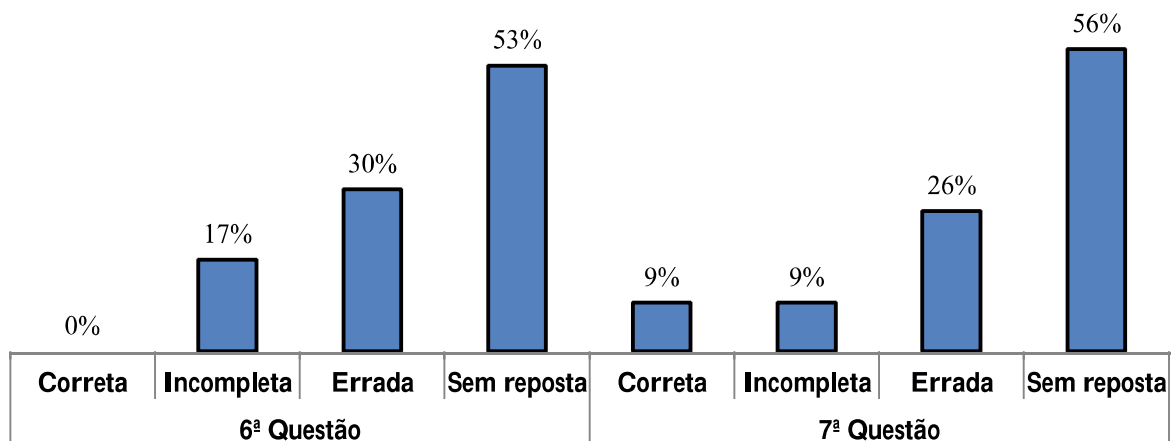
forneceram respostas erradas, 21% (n=5) responderam corretamente, 16% (n=4) afirmou de forma incompleta e 21% (n=5) não souberam responder. Para a sétima questão, “Qual a diferença entre a epistasia dominante e recessiva”, dos estudantes investigados, 29% (n=7) responderam corretamente, 26% (n=6) forneceram respostas incompletas, 16% (n=4) responderam erroneamente e 29% (n=7) ficaram sem responder.

Gráfico 01 - Porcentagem referente às categorias de respostas das questões seis e sete da 3ª Série D da Escola Auzanir Lacerda.



De acordo com o Gráfico 02, a turma do Cursinho Pró-Ativo obteve, como resultados para 6ª questão, zero de respostas corretas. E 17% (n=4) para respostas incompletas, 30% (n=7) para as erradas e 53% (n=12) dos estudantes investigados ficaram sem responder. Para questão de número 7, 9% (n=2) forneceram respostas corretas, e igual valor (9%) responderam de forma incompleta. As respostas erradas totalizaram 26% (n=6) e os que ficaram sem responder representam 56% (n=13).

Gráfico 02: Porcentagem referente às categorias de respostas das questões seis e sete do Cursinho Pró-Ativo.



Comparando os resultados obtidos nos Gráficos 01 e 02 com as duas estratégias de ensino, observamos que o uso da WebQuest *As misteriosas interações gênicas* foi mais satisfatória na melhoria do ensino e aprendizado dos estudantes da 3ª Série D, do que os estudantes do Cursinho Pró-Ativo. Essa afirmação é comprovada pela estatística obtida a partir das análises feitas nos Gráficos 01 e 02. Se, nas duas turmas, agruparmos por média de porcentagem as classes de palavras criadas para as duas questões avaliadas, 28% dos estudantes da 3ª Série D acertaram ambas as questões, contra apenas 5% de acerto na turma do Cursinho Pró-Ativo. Podemos, respectivamente, citar aqui duas respostas corretas referentes à 6ª e 7ª questões, Aluno 2 responde “*o gene inibido da interação gênica epistática*” e o Aluno 16 afirma “*Na epistasia dominante o gene dominante condiciona sua devida característica. Enquanto que na epistasia recessiva a presença do gene recessivo condiciona a sua própria característica, ou seja, inibindo a característica do gene dominante*”.

Esses dados vão de encontro com o que Teles (2016) afirma a respeito de uma bem planejada WebQuest. Uma boa WebQuest é capaz de mediar o processo de ensino-aprendizagem através da pesquisa, uma vez que tira os estudantes e o professor da categoria de ouvintes e comunicador, respectivamente, colocando-os na categoria de protagonistas do processo (TELES, 2016, p. 61).

Com relação às respostas de sentido incompleto, mais uma vez a estatística qualitativa demonstra que a 3ª Série D se sobressai sobre a turma do Cursinho Pró-Ativo, pois, 21% são os estudantes da 3ª Série D com respostas incompletas, apresentando uma diferença de 8% sobre os estudantes investigado no Cursinho Pró-Ativo. Exemplificando, observaram-se, na 3ª Série D, os seguintes depoimentos sobre respostas do tipo incompleta referentes à 6ª e 7ª questões respectivamente: Aluno 01 afirma que gene hipostático “*é quando esse alelo é inibido*”, segundo Burns (2014), o gene hipostático ocorre quando o seu efeito é anulado por gene não homólogo em cromossomos diferentes. Assim, podemos afirmar, de forma simplificada, que o gene hipostático tem seu efeito inibido pelo gene epistático; o aluno 07 responde que “*epistasia dominante é quando o alelo dominante inibe os demais e a epistasia recessiva inibe o alelo dominante*”. Burns (2014) afirma que na interação gênica epistática dominante o gene dominante suprime o efeito do gene não homólogo recessivo; já na epistasia recessiva, o gene epistático trata-se do alelo recessivo, que suprime o efeito do gene não homólogo dominante.

A porcentagem de erros nas duas turmas foi equivalente, apresentando os respectivos valores agrupados referentes à 6ª e 7ª questões, 29% dos estudantes amostrados na 3ª Série D e 28% nos estudantes amostrados na turma do Cursinho Pró-Ativo. Considerando que os estudantes amostrados na turma do Cursinho Pró-Ativo haviam concluído o ensino básico, isto



se torna um fator negativo, pois espera-se que os estudantes apresentem conhecimento prévio a respeito do conteúdo de interação gênica. A análise das perguntas sem respostas revela um fator preponderante: os estudantes do Cursinho Pró-Ativo, os quais foram submetidos à estratégia de ensino tradicional com subsequente resolução de exercício, em sua maioria 54,5% não responderam às questões 6ª e 7ª.

Na média das porcentagens referentes às questões 6ª e 7ª, observa-se que a 3ª Série D apresenta uma margem de acerto para ambas de 28% contra apenas 5% da turma do Cursinho. Quando se avalia a média das porcentagens de respostas incompletas referentes às questões já citadas, o Cursinho demonstra valor de 13% contra 21% na 3ª Série D. Esses valores vêm reforçar-nos que a estratégia de ensino on-line por meio de WebQuest, quando bem planejada, contribui para o aprendizado dos estudantes. Assim, Alves e Coutinho (2016) relatam que o mais importante para provocar motivação e afetar aprendizagem é provocar o engajamento ativo e colaborativo dos estudantes com essas estratégias de ensino on-line, em especial confirmação pelos valores aqui demonstrados pela pesquisa.

Com a estratégia de ensino por meio da WebQuest *As misteriosas interações gênicas* (Apêndice A), observou-se que os estudantes desenvolveram habilidades socioafetivas, tanto interpessoal (alguns estudantes chegaram a citar que desenvolveram melhor a habilidade de trabalhar em equipe, cooperar, desenvolver mais o elo da amizade) como intrapessoal (os estudantes citaram que aprenderam a ter mais autoconfiança, perseverança e paciência); essas habilidades observadas vão de encontro com o ideal de ensino colaborativo estabelecido por Dodge (2004).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados estatísticos apontam que a metodologia WebQuest *As misteriosas interações gênicas* (Apêndice A) apresenta potencial para promoção da aprendizagem como elemento de mediação de ensino e aprendizagem à medida que possibilita aos estudantes ser agentes ativos no processo, além de construir um desafio ao professor para melhoria da performance docente. Percebe-se que a escola e os professores não estão fora do universo midiático, razão pela qual resolvemos refletir sobre o processo de construção e utilização da WebQuest, pois, percebemos, desde já, a grande dificuldade que vivenciamos no processo de ensino-aprendizagem com seus aparatos tecnológicos, como smartphones, tablets, dentre outros. Assim, entendemos que esse processo vem causando sérias transformações na sociedade, quanto ao jeito de agir, de conversar, e de aprender dos estudantes.

A escola ainda continua a exercer o seu papel disciplinar, de ordenar, ditando padrões pré-definidos, que devem ser seguidos por todos, gerando mais exclusão. Portanto, os estudantes e os professores que não estiverem conectados estarão desatualizados e, conseqüentemente, fora da rede que os interliga. A noção de que a escola e seus professores precisam passar pelo crivo das formações e atualizações constantes é uma necessidade eminente, pois a demanda é outra, o público é outro, e o mecanismo de ensino continua o mesmo. Os estudantes não suportam mais as salas de aulas enfileiradas, os livros didáticos com conteúdos extensos, com atividades descontextualizadas de sua realidade e docentes despreparados para atender a essa nova clientela, que não aprende apenas na Escola, mas que ingressa nela com suas inquietações e informações adquiridas na rede mundial de informação – a internet, como as mídias televisivas, livros, revistas, dentre outras.

Com relação à WebQuest *As misteriosas interações gênicas* (Apêndice A), foi possível observar o interesse que os estudantes demonstraram em executar as tarefas propostas, cumprindo, assim, o papel de motivação sugerida por Dodge (2004). Verificou-se, estatisticamente, que os estudantes envolvidos nessa WebQuest, em comparação aos estudantes do Cursinho com a metodologia teórica expositiva de aula, demonstraram um desenvolvimento na capacidade cognitiva de analisar e sintetizar o conteúdo de forma satisfatória.

Com relação aos processos e recursos utilizados na referida WebQuest, um fato que merece o devido destaque nessas considerações diz respeito à soma dos atributos midiáticos utilizados, que se estabelece entre si como um mecanismo de poder do professor, uma vez que o fato de conduzir os estudantes em uma proposta metodológica ainda que inovativa, porém

engessada pelo conteúdo, criou nos estudantes a capacidade (re)construir os recursos indicados pelo professor na WebQuest *As misteriosas interações gênicas*.

Portanto, pode-se afirmar que o uso de WebQuest em contraposição apenas às aulas teóricas expositivas, possibilita uma aprendizagem enriquecedora à medida que provoca nos estudantes a busca pela informação e pelo compartilhamento de ideias autônomas, o que nem sempre ocorre em sala de aula tradicional, onde se prioriza o conteúdo, sem o seu desenvolvimento na construção do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ABAR, C. A. A. P., BARBOSA, L. M. **WebQuest: um desafio para o professor!** 1ª Edição. São Paulo: Avercamp, 2008.

ALVES, R. J. G., MACIEL, J. W. G. **A WeqQuest como ferramenta de aprendizagem no contexto escolar.** Anais do II Congresso Internacional de Educação Inclusiva. Campina Grande-PB, Novembro de 2016.

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências.** 20ª Edição – Petrópolis, RJ. Vozes, 2014.

BARNETTE, J. J. Effects of Stem and Likert response option reversals on survey internal consistency: if you feel the need, there is a better alternative to using those negatively worded stems. **Educational and Psychological Measurement.** v. 60, n. 3, p. 361-370, 2000. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication247728422](http://www.researchgate.net/publication247728422)>. Acesso em 10 de fevereiro 2018.

BORGES, M. A. C. S.; BORGES, A. F.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C.; BORÉM, R. A. T. **Adaptação e Validação do Questionário quanto a formação Ambiental.** Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. PPGE/ FURG-RS. Volume 26, janeiro a junho de 2011. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/remea/article/viewFile/3344/2000>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

BURNS, G. W.; Tradutores João Paulo Campos e Paulo A. Motta; revisor Paulo A. Motta **Genética.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

DALMORO, M. e VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **RGO Revista gestão organizacional.** Capecó-SC, 2013, V. 6, Edição especial.

DODGE, B. **Recursos da internet para a educação.** Ministério da Educação, Brasil, 2004. Disponível em <<http://webeduc.mec.gov.br/webquest/>>. Acesso em 03 de janeiro, 2018.

FERRAI, N. TARUMOTO, M. H. **Aplicação de Técnica de Análise Estatística Quantitativa e Qualitativa a dados de pesquisa de Mercado.** Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP. 2009. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_35290681876.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_35290681876.pdf)>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2018.

FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. **A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12. 2005, Bauru. Anais... Bauru: UNESP, 2005. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202009/2009%20-20PERIODICO/18.pdf>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2018.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994. 262 p.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. **Qual a fiabilidade do Alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?** Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Portugal, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ispa.pt/bitstream/10400.12/133/1/LP%204%281%29%20-%2065-90.pdf>>. Acesso em: 18 janeiro 2018.

MORAN, J. S., MASETTO, M. T. e BEHERNS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas, SP: Papirus, 2000.

POCINHO, M.; FIGUEIREDO, J. P. **SPSS: uma Ferramenta para Análise de Dados. Manual.** 2000. Disponível em: <[http://docentes.ismt.pt/~m\\_pocinho/manual\\_SPSS.pdf](http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/manual_SPSS.pdf)>. Acesso em: 09 fevereiro de 2018.

SALSA, I. S.; MOREIRA, J. A.; PEREIRA, M. G. **Matemática e Realidade: medidas de tendência central.** Natal-RN: EDUFRRN Editora da UFRN, 2005. Disponível em <<http://xa.yimg.com/k/groups/22932771/2143145043/name/4426477-matematica-e-realidade-aula-08-551.pdf>>. Acesso em 04 de janeiro de 2018.

SCHURCH, G.P. e ROCHA, Z.F.D.C. O uso de webquest: um recurso didático no ensino de ciências interdisciplinares para a formação continuada de professores. **Revista Polyphonia**, Goiânia-GO, v.25, n. 2, 2014.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCE – SPSS, v.20 para Windows 10. TELLES, M.G. **A metodologia webquest como elemento de mediação de aprendizagem na disciplina de biologia.** 2016, 74 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Tecnologias Educacionais em Rede). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS, 2016.

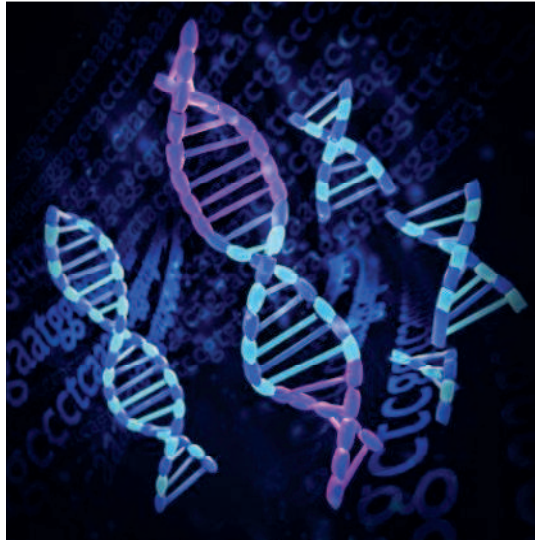
VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados.** 3ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, p. 289.

VILLAFANE, M. **Integrando el WebQuest a mi sala de clases: Manual para docentes** Spanish Edition, July 1, 2013

WULFFENBÜTTEL, A. **Indicadores. Desafios do desenvolvimento.** Brasília-DF, n. 23, p. 64, 2006.

**APÊNDICE A** – WebQuest “As Misteriosas Interações Gênicas” (disponível no site Google).

## AS MISTERIOSAS INTERAÇÕES GÊNICAS



**Bem vindo:** As misteriosas interações gênicas.

**Descrição:** Compreender as ações das interações gênicas não-epistática e epistática.

**Série:** 3ª série do ensino médio.

**Palavras chaves:** Interação gênica não-epistática; interação gênica epistática dominante e recessiva e William Bateson.

**Autor:** Marinaldo Magalhães Dantas.

## INTRODUÇÃO



Sejam bem vindo(a)s aventureiro(a)s da genética.

Vamos viajar pelo fascinante mundo das variações gênicas das interações epistáticas? Juntos descobriremos que diferente do que Mendel afirmava, dois ou mais genes interagem e afetam uma ou mais características fenotípicas. Utilizando o seu conhecimento prévio das Leis Mendelianas, será que ao final de nossa jornada vocês conseguiram identificar as diferentes variações gênicas de interações? Serão capazes de solucionar problemas de interações gênicas não-epistática e epistáticas?

Desejo-lhes boa sorte aventureiro(a)s.

## TAREFAS



Dando continuidade a nossa aventura pelo mundo das interações gênicas, vocês terão como tarefa a cumprir, a seguinte lista:

1. Compilar dados sobre interações gênicas não-epistáticas e epistáticas;
2. Criar um mapa conceitual das interações gênicas não-epistáticas e epistáticas.
3. Confeccionar folhetos das referidas interações gênicas, que deverão ser entregue as demais equipes no dia da apresentação.
4. Vocês, grandes aventureiros, deverão apresentar solução aos estudos de casos naturais contidos na nossa investigação.
5. Toda essa aventura deverá ser apresentada em Slides (PowerPoint) no dia D.

## PROCESSOS:





Inicialmente vocês deverão se organizar em equipes, com 4 (quatro) integrantes, preferencialmente duas meninas e dois meninos. Todos terão que acessar e ler os conteúdos dos links no item Recurso, para que ao compilar os dados, consigam se familiarizar com o conteúdo.

As informações importantes devem ser selecionadas e ordenadas. Pois, com essas informações a equipe deverá produzir um **folheto** sobre as interações gênicas não-epistática e epistática.

De forma democrática, ou seja, em consenso comum, cada integrante deverá escolher apenas uma tarefa a cumprir:

1. Epitomista;
2. Diapositivista;
3. Begrifflich;
4. Opusculista;
5. Dirimista.

#### ➤ EPITOMISTA

Parabéns aventureiro(a) epitomista, você foi selecionado(a) a sintetizar o que há de mais importante para a compreensão das interações gênicas não-epistática e epistática.

Deverás utilizar os links no item Recurso como guia para facilitar a criação do resumo. E te desafio a responder todas as seguintes perguntas:

1. Quando e quem descobriu as interações gênicas?
2. Quais as semelhanças e diferenças das interações gênicas não-epistáticas e epistáticas com a 2ª Lei de Mendel?
3. Quais são as interações gênicas? Descreva-as.
4. Quais as diferenças entre as interações gênicas não-epistáticas e epistáticas (dominante e recessiva)?
5. Quais as importâncias e desvantagens das interações gênicas?

#### ➤ DIAPOSITIVISTA

Bem-vindo (a) aventureiro(a) diapositivista a esta nobre função. Tu és o(a) responsável por montar e apresentar os slides em PowerPoint. Deverás trabalhar em conjunto com o epitomista, pois, ele é o responsável pelo bom resumo das interações gênicas.

Caro diapositivista, no dia da apresentação, terás quinze minutos para divulgar o que a equipe aprendeu sobre interações gênicas não-epistática e epistáticas. E na tua apresentação devem constar os seguintes itens:

1. Um pequeno histórico das interações gênicas;
2. Conceitos de interações gênicas não-epistática, epistática dominante e epistática recessiva;
3. Diferenças entre as interações gênicas não-epistática, epistática dominante e recessiva com a 2ª Lei de Mendel;
4. Importância e desvantagens das interações gênicas.

➤ **BEGRIFFLICH**

É um prazer tê-lo(a) como o(a) aventureiro(a) begrifflich. Serás o encarregado de criar o mapa conceitual das interações gênicas não-epistática e epistática. Não te preocupes, existem links no item Recurso que te ajudará nessa jornada. Um mapa conceitual nada mais é do que uma representação esquemática das principais informações obtidas a partir da leitura do conteúdo de interações gênicas indicada nos links.

Para criação desse mapa conceitual, existem software que facilitam e muito, tais como: o Word, PowerPoint e o CmapTools

Esse mapa deverá iniciar com o título INTERAÇÃO GÊNICA, em direção às palavras mais específicas, sempre criando conexões possíveis entre uma palavra e outra. Se lembre aventureiro begrifflich, você faz parte de uma equipe. Então, trabalhe em conjunto com epitomista e diapositivista, o seu trabalho fluirá melhor.

➤ **OPUSCULISTA**

Parabéns por ter sido selecionado(a) o(a) aventureiro(a) responsável por cria o folheto sintético das interações gênicas não-epistática e epistática. Em seu folheto deverá constar as seguinte informações:

1. Histórico resumido da descoberta das interações gênicas (Quem? Em que época?);
2. Conceitos de interações gênicas não-epistática e epistática (dominante e recessivo), e você deverá também exemplificar essas interações;
3. Semelhanças e diferenças das interações gênicas não-epistática e epistática com a 2ª Lei de Mendel;
4. Importâncias de desvantagens das interações gênicas.

Aventureiro(a) opusculista, no dia da apresentação deverás fazer cópias impressas dos folhetos. Assim, cada equipe receberá a cópia da sua obra magna. Para te ajudar nessa jornada criativa, existem editores de texto com os quais podes utilizar na montagem do folheto: Word, Publisher. E até software on-line como canva.com, em que você irá apenas inserir o seu texto, e o programa

automaticamente salva e imprimir na versão folheto. Todas essas dicas irás encontrar nos links do item Recurso.

### ➤ DIRIMISTA

Tua escolha para esta função foi excelente! Agora és o aventureiro dirimista, será encarregado de solucionar três casos reais da natureza. E como forma de provocação, duvido que encontres a solução! Como diga, peça ajuda aos demais integrantes da equipe!

Após ler e entender os Estudos de Casos caberá a você dirimista, explicar para as demais equipes da sala a que solução chagastes. Lembre-se que essa solução é a essência do teu magnífico trabalho de pesquisa. A metodologia de apresentação é ao seu critério, porém, para que todos tenham conhecimento dos Casos, deverás ler em voz alta o enunciado de cada questão.

## **RECURSOS:**

### **1. Epitomista:**

Ilustre aventureiro, aqui você encontra sequenciado os links que te ajudará entender melhor as interações gênicas não-epistática e epistática (dominante e recessiva).

Aproveite! Leia, entenda e faça um texto resumido daquilo que você leu.

Discuta com os demais aventureiros de sua equipe, quais seriam as melhores ideias e transcreva-as para o papel.

<http://meaprove.com/resources/INTERA%C3%87%C3%83O%20G%C3%8ANICA.pdf>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/interacao-genica.htm>

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/genesnaoalelos.php>

<https://blogdoenem.com.br/biologia-genica-epistasia-poligenia/>

<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/genesnaoalelos11.php>

### **2. Diapositivista:**

Grande amigo(a) diapositivista, há disponibilizado abaixo os links que te ajudaram a entender como criar uma boa apresentação em slides. Leia e assista, pois, tenho certeza que você irá gostar.

Lembrando que você possui uma excelente ferramenta para criação de diapositivo – o programa PowerPoint. Inclusive é nesse formato que deverá ser criado a sua apresentação. Capriche, pois, o diapositivista e a equipe será avaliada também nesse item (clareza, organização, design e síntese do conteúdo)

<https://pt.slideshare.net/cristinacalado/como-fazer-uma-apresentao-powerpoint>

<https://youtu.be/SSn7rXiC-n4>

<https://youtu.be/r7IUp9AFVDw>

### **3. Begrifflich:**

Renomado aventureiro begrifflich, os teus links de acesso são:

<http://pagrupo2.pbworks.com/f/mapa2.jpg>

<http://pt.wikihow.com/Fazer-um-Mapa-Conceitual>

<https://youtu.be/RThwilejKw0>

<https://cmaptools.br.uptodown.com/windows/download>

<http://educacaoetecnologiauesc.blogspot.com.br/2014/11/como-construir-um-mapa-conceitual.html>

Com estes links aprenderá o que é um Mapa Conceitual. Não te preocupes, tens boas ferramentas computacionais para a criação do teu magnânimo Mapa Conceitual, entre eles o Word, o PowerPoint. E se ainda acha pouco, tenho um excelente programa que quase cria tudo para você – o cmaptools.

Tenho certeza que com o teu conhecimento gênico das interações não-epistática e epistática (dominante e recessivo), fará um excelente Mapa Conceitual.

### **4. Opusculista:**

Colocaremos a mão à massa agora prestigiado(a) opusculista. Na criação do folheto será avaliado a clareza do conteúdo, o design e a síntese do conteúdo. Os links a seguir ajudará nessa árdua tarefa.

<http://pt.wikihow.com/Fazer-um-Folheto>

<http://www.conceitoideal.com.br/Materiais-Impressos/quais-informacoes-um-folder-deve-conter.html>

<https://youtu.be/qLa-c34EYUQ>

<https://www.canva.com/>

Aqui destaco a importância de dois programas para criação de folheto: o publischer e o canva.com. Leia as orientações e decida o melhor para você e a equipe.

## 5. Dirimista:

Olá emérito dirimista! Aqui chegamos com a grande responsabilidade de solucionar três Estudos Casos de interações gênicas naturais. Os links abaixo ajudar-te-á a solucionar esses casos.

<https://youtu.be/qKqQJmVceCc>

[https://youtu.be/h3bq\\_TKIQ\\_M](https://youtu.be/h3bq_TKIQ_M)

<https://youtu.be/QH4jg7gvnN0>

<https://youtu.be/nlL6m3l4yW8>

**AVALIAÇÃO:****Resumo**

Conceitos importantes e pontos fundamentais	Não foram retirados os pontos fundamentais. 0	Os pontos fundamentais estão mesclados com informações desnecessárias. 1	Realmente pontuado
Organização	Não há organização estrutural do texto. 0	Há organização, porém, o entendimento do texto sequenciado é confuso. 1	Existe organização textual leve
Originalidade textual	O texto foi copiado diretamente da fonte. 0	O texto criado mescla informações da fonte com ideias próprias. 1	O texto contém sínteses e exemplos

**Slides e Folheto**

Clareza	Não há clareza de ideia no Slide e Folheto. 0	Existe clareza no Slide e Folheto, porém, excesso de informações textuais. 1	O texto é claro
Design (aparência) e Organização	O Slide e Folheto não é atrativo ao leitor 0	Existe atrativo visual do Slide e Folheto, entretanto, contém exagero de figuras, texto e muita pirotecnia. 1	O design das imagens não é adequado
Síntese	A síntese é falha, engloba palavras desnecessárias. 0	Síntese intermediária, pois, contém conceitos que não são claros. 1	Perfeito, trata todos os pontos de forma inclusiva

**Mapa conceitual**

Conceitos pertinentes (palavras principais)	Os conceitos (palavras) não são pertinentes, não corresponde à realidade do conteúdo. 0	Existe exageros de conceitos utilizados e a ideia de resumo sintético é confuso. 1	Os conceitos existem, mas não são pertinentes. 1
Organização do Mapa conceitual	Não é organizado como prescreve a regra (das palavras gerais às específicas). 0	É organizado, porém, existe mais de um conceito geral, sem palavras conectiva. 1	Corretíssima organização, segue a regra por palavras gerais às específicas. 2

**Estudos de casos**

Resolução e compreensão.	Foi solucionado apenas um caso. A explicação não foi clara. 0	Foram solucionados dois casos. A explicação foi demasiada e o entendimento não ficou claro. 1	Foram solucionados dois casos. A explicação foi clara e o entendimento ficou claro. 2
--------------------------	--	--	--

## CONCLUSÃO

Parabéns grandes AVENTUREIROS! Chegamos ao fim de nossa jornada! Espero que tenham compreendido o que são Interações Gênicas, quais são os tipos de Interações Gênicas e suas diferenças.

Certo de que vocês realmente aprenderam esse conteúdo tão fascinante, proponho continuar aprendendo mais sobre as demais interações gênicas, como exemplo: a herança quantitativa ou poligenia, um extraordinário conteúdo que te levará a explicar como de um cruzamento de pais com estatura mediana nasce descendente com estaturas elevadas; como um casal considerado mulatos intermediários conseguem gerar descendentes negros e brancos.

Não parem de estudar, pois, isto é realmente o maior fascínio do conhecimento humano. Um grande abraço e até a próxima.



**APÊNDICE B:** Questionário sobre interações gênicas.

<b>Interação gênica</b>	Professor: <b>Marinaldo</b> Disciplina: <b>Biologia</b>	<b>Web Quest</b>
	Sexo:              Idade:              Data:    /    /	
	Sua escolaridade:	

**1. O gene que manifesta duas ou mais características físicas são denominados de pelotrópicos.**

- (    ) Concordo plenamente.  
 (    ) Concordo parcialmente.  
 (    ) Não concordo nem discordo.  
 (    ) Discordo parcialmente.  
 (    ) Discordo totalmente.

**2. Quando um traço (fenótipo) resulta da interação conjunta de dois ou mais genes fala-se em interação gênica.**

- (    ) Concordo plenamente.  
 (    ) Concordo parcialmente.  
 (    ) Não concordo nem discordo.  
 (    ) Discordo parcialmente.  
 (    ) Discordo totalmente.

**3. Epistasia é um tipo de interação gênica em que um dos alelos de um gene inibe ou suprime a expressão de outro gene.**

- (    ) Concordo plenamente.  
 (    ) Concordo parcialmente.  
 (    ) Não concordo nem discordo.  
 (    ) Discordo parcialmente.  
 (    ) Discordo totalmente.

**4. A proporção fenotípica de 9:4:3 identifica uma epistasia dominante.**

- (    ) Concordo plenamente.  
 (    ) Concordo parcialmente.  
 (    ) Não concordo nem discordo.  
 (    ) Discordo parcialmente.  
 (    ) Discordo totalmente.

**5. A forma da crista na galinha doméstica em rosa, ervilha, simples e noz é um exemplo de interação gênica epistática recessiva.**

- (     ) Concordo plenamente.
- (     ) Concordo parcialmente.
- (     ) Não concordo nem discordo.
- (     ) Discordo parcialmente.
- (     ) Discordo totalmente.

**6. Conceitue gene hipostático.**

**7. Qual a diferença entre a epistasia dominante e recessiva?**

**OBRIGADO POR PARTICIPAR.**

**APÊNDICE C:** Questionário de resoluções aplicado à aula teórica expositiva.

**(Questão 01)** A tabela apresenta duas situações isoladas, em que o mesmo genótipo para determinar a cor da pelagem de determinados animais pode apresentar dois fenótipos diferentes, pois são interações gênicas diferentes. Após a análise da tabela, pode-se concluir que a ocorrência de interações gênicas é muito significativa, pois mostra que os fenótipos resultam de processos complexos envolvendo, muitas vezes, vários pares de genes. Diante do exposto, é correto afirmar que

	Animal I	Animal II
Genótipo	Fenótipo I	Fenótipo II
B_pp	Branco	Branco
bbP_	Preto	Preto
B_P_	Marrom	Branco
bbpp	Cinza	Cinza

- o animal I apresenta uma interação epistática dominante, ou seja, um alelo dominante impede o efeito de um alelo de outro gene.
- o fato do animal II possuir um gene inibidor dominante, não impede de se encontrar outro exemplo em que o mesmo gene seja recessivo.
- os dois animais apresentam interações não epistáticas, em que a proporção 9 : 3 : 3 : 1 indica que agem dois pares de alelos, como ocorre no di-hibridismo clássico mendeliano.
- o animal II apresenta uma interação não epistática, em que a presença de dois genes dominantes originam um fenótipo diferente dos fenótipos produzidos por cada par separadamente.

**(Questão 02)** Com relação aos estudos de interação gênica e heranças ligadas ao sexo, assinale o que for correto.

- A hemofilia é uma doença genética humana. O gene para a hemofilia está localizado no cromossomo Y.
- No daltonismo, uma mulher heterozigota  $X^D X^d$ , casada com homem normal  $X^D Y$ , tem 25% de possibilidade de transmitir o alelo  $X^d$ .
- Nos organismos portadores de cromossomos sexuais ZZ/ZW, as fêmeas são consideradas hemizigóticas.

08. A interação gênica ocorre sempre que dois ou mais genes interagem para determinar uma única característica. Exemplo: forma da crista da galinha.

16. Entre as interações gênicas existem os casos de epistasia. Nesses casos, os alelos de um gene inibem a ação dos alelos do outro gene.

## SOMA ( )

**(Questão 03)** Interações gênicas ocorrem quando dois ou mais pares de genes atuam sobre a mesma característica.

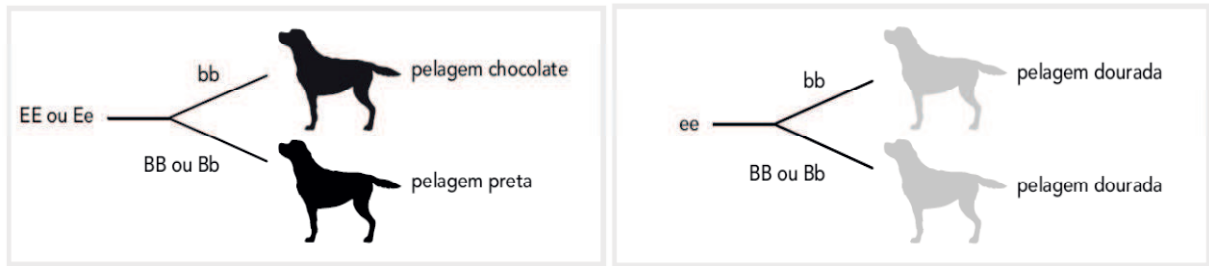
Entre as diversas raças de galinhas, é possível encontrar quatro tipos de cristas:

- 1- crista noz: é resultado da presença de, no mínimo, dois genes dominantes **R** e **E**.
- 2- crista rosa: é produzida pela interação de, no mínimo, um **R** dominante com dois genes **e** recessivos.
- 3- crista ervilha: ocorre devido à interação de dois genes **r** recessivos com, no mínimo, um **E** dominante.
- 4- crista simples: ocorre quando o genótipo é birrecessivo, **rree**.

De acordo com essas informações, faça o que se pede.

- a) A partir do cruzamento de indivíduos de crista noz, ambos duplos heterozigotos, qual é a probabilidade de originar aves de crista rosa?
- b) Determine a proporção genotípica e fenotípica do cruzamento entre as aves com o genótipo **RRee** x **RrEe**.

**(Questão 04)** Admita uma raça de cães cujo padrão de coloração da pelagem dependa de dois tipos de genes. A presença do alelo **e**, recessivo, em dose dupla, impede que ocorra a deposição de pigmento por outro gene, resultando na cor dourada. No entanto, basta um único gene **E**, dominante, para que o animal não tenha a cor dourada e exiba pelagem chocolate ou preta. Caso o animal apresente um alelo **E** dominante e, pelo menos, um alelo **B** dominante, sua pelagem será preta; caso o alelo **E** dominante ocorra associado ao gene **b** duplo recessivo, sua coloração será chocolate. Observe o esquema.



Identifique o tipo de herança encontrada no padrão de pelagem desses animais, justificando sua resposta.

Em seguida, indique o genótipo de um casal de cães com pelagem chocolate que já gerou um filhote dourado. Calcule, ainda, a probabilidade de que esse casal tenha um filhote de pelagem chocolate.

**(Questão 05)** A epistasia é um fenômeno de interação genética em que um par de alelos controla a expressão de genes de um outro par. Considere que a determinação da cor da pelagem do camundongo comum é representada por um dado par de alelos A, em que a cor marrom é dominante e a cor preta é recessiva. Considere também que a determinação da cor da pelagem nesses animais representa um caso de epistasia recessiva, dada pelo gene não alelo C.

Com base nessas informações, assinale a alternativa CORRETA.

- a) ccAA é o genótipo que produz fenótipo albino.
- b) ccAA é o genótipo que produz fenótipo preto.
- c) CcAA é o genótipo que produz o fenótipo albino.
- d) ccA\_ é o genótipo que produz fenótipo marrom.
- e) CcAa é o genótipo que produz fenótipo albino.

**TEXTO: 1 - Comum à questão: 6**

A anemia falciforme é uma doença caracterizada pela produção de moléculas de hemoglobina anormais, incapazes de transportar  $O_2$ , comprometendo a oxigenação do organismo. Indivíduos com genótipo AA produzem a molécula normal de hemoglobina, não sendo afetados pela doença. Indivíduos com genótipo SS produzem apenas a forma anormal de hemoglobina, sendo afetados pela anemia falciforme. Já indivíduos heterozigotos (AS)

apresentam a forma branda da doença, condição conhecida como traço falciforme. A frequência desses alelos varia entre diferentes populações humanas. Em algumas regiões onde a malária é endêmica, a frequência de indivíduos AS é maior quando comparadas à de populações humanas onde a malária é incomum. O plasmódio, agente causador da malária, invade as hemácias, onde se reproduz assexuadamente. A presença da hemoglobina anormal dificulta essa etapa do ciclo de vida do plasmódio. Outras células que são afetadas pelo plasmódio são os hepatócitos. O plasmódio é transmitido pelo mosquito *Anopheles sp.*

**(Questão 06)** A manifestação de diversas características relacionadas a um único gene (S) caracteriza um fenômeno denominado:

- |                        |                         |                           |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| a) epistasia recessiva | c) epistasia dominante  | e) penetrância incompleta |
| b) pleiotropia         | d) herança quantitativa |                           |

**(Questão 07)** Um estudo envolvendo duas populações buscou estabelecer a relação entre a eficácia de uma nova droga e as frequências alélicas dos *Locí A* e *B* nessas populações. Essa nova droga apresentava baixa toxicidade, e sua eficácia é atribuída a um maior tempo de permanência no organismo. As frequências alélicas das populações em estudo eram:

- População 1: 10% **A**, 90% **a**, 30% **B** e 70% **b**;
- População 2: 50% **A**, 50% **a**, 60% **B** e 40% **b**.

Sabe-se que os alelos recessivos indicam ausência de função proteica e que a via metabólica de degradação dessa droga é:



Com base nos dados, no conhecimento sobre genética e considerando o tratamento das populações com essa droga, é correto afirmar:

- a) A população 2 respondeu melhor, pois a maioria dos indivíduos é homocigoto dominante para os dois *Locí* em estudo.

- b) A população 1 respondeu melhor, pois os homozigotos recessivos estão em maior frequência nessa população.
- c) A população 2 respondeu melhor, pois os heterozigotos se apresentam em menor número nessa população.
- d) As populações 1 e 2 apresentaram respostas similares.
- e) As frequências alélicas nas populações 1 e 2 não apresentam relação com a droga.

**(Questão 08)** Uma forma da determinação da cor em cavalos (brancos, marrons e pretos) ocorre por um procedimento epistático dominante. O gene **W** inibe a manifestação da cor. O gene **B** determina pêlos pretos, seu alelo recessivo, marrons.

Um garanhão duplo heterozigoto e quatro éguas de igual genótipo tiveram juntos, em toda a vida, 32 filhos. Quantos destes descendentes provavelmente eram brancos?

- a) 32
- b) 24
- c) 18
- d) 6
- e) 2

**(Questão 09)** O quadro mostra os genótipos e fenótipos da geração F<sub>2</sub>, oriundos do cruzamento entre um camundongo preto (aaPP) e um branco (AApp). A geração F<sub>1</sub> (AaPp) apresenta a cor aguti (castanhoacizentado, na figura representada pelo cinza claro).

		GAMETAS FEMININAS			
		AP	aP	Ap	ap
GAMETAS MASCULINAS	AP	Aguti AAPP	Aguti AaPP	Aguti AAPp	Aguti AaPp
	aP	Aguti AaPP	Preto aaPp	Aguti AaPp	Preto aaPp
	Ap	Aguti AAPp	Aguti AaPp	Branco AApp	Branco Aapp
	ap	Aguti AaPp	Preto aaPp	Branco Aapp	Branco aapp
<b>GERAÇÃO F<sub>2</sub></b>					

AMABIS, J.M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. São Paulo: Ed. Moderna, 2001. [Adap.].

Com base em seus conhecimentos e nos textos, é correto afirmar que, para o caráter cor da pelagem em camundongo, ocorre

- a) segregação independente dos genes, em que a presença de pigmento na pelagem é dominante sobre a ausência de pigmentação, o que é determinado pelo alelo *A*.
- b) pleiotropia, em que o alelo *P* condiciona tanto a coloração preta quanto a aguti, sem efeito sobre o gene *A*.
- c) um efeito epistático, em que o alelo *P* condiciona a presença de pigmento, seja aguti – na presença do alelo *A* – ou seja preto – na presença do alelo *a*.
- d) segregação independente dos genes, em que a cor aguti é dominante, a branca é recessiva e a preta representa o resultado de uma mutação gênica.
- e) um efeito epistático, em que o alelo *P* condiciona a cor aguti, o alelo *a* a cor preta e o alelo *p* a cor branca.
- f) I.R.

**(Questão 10)** Em uma determinada espécie, o cruzamento entre dois diíbridos heterozigotos (FfHh) produz descendentes com proporção fenotípica de 9:3:4; sabe-se que a herança em estudo é determinada por dois pares de genes autossômicos que se segregam independentemente.

Baseando-se nessas informações, assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

- 01. A proporção fenotípica encontrada é característica de epistasia dominante.
- 02. A proporção fenotípica encontrada demonstra tratar-se de um caso de interação gênica não-epistática, em que aparece apenas uma característica com três fenótipos diferentes na proporção 9:6:1.
- 04. As informações referem-se à epistasia recessiva, determinada por dois pares de genes, quando um par de alelos recessivos inibe a ação de genes de outro par de alelos.
- 08. A alteração, na proporção fenotípica de 9:3:3:1 para 9:3:4, deve-se ao fato dos *loci* f e h estarem ligados, dispostos em configuração *trans* e devido à ocorrência de permutação na meiose.
- 16. De acordo com as proporções fenotípicas encontradas, trata-se de um exemplo de epistasia, em que o(s) gene(s) epistático(s) e hipostático(s) situam-se em cromossomos homólogos.
- 32. É um caso de interação gênica, denominada herança aditiva ou poligênica.
- 64. A proporção fenotípica encontrada (9:3:4) demonstra, de forma clara, a redução do número de classes fenotípicas, caracterizada pelas interações epistáticas.

**SOMA (     )**



**(Questão 11)** Depois dos estudos de Mendel, muitas coisas foram esclarecidas no campo da genética, entre elas, como ocorrem as mudanças nas proporções esperadas de um cruzamento através das interações genéticas. É(São) fator(es) que promove(m) mudanças nas proporções mendelianas:

- a) Os casos de interação gênica, do tipo epistasia, na qual um par de alelos é dominante sobre outros pares de genes epistáticos.
- b) A troca de partes entre cromátides irmãs não-homólogas durante o crossing-over durante a prófase I.
- c) A troca de partes entre cromátides irmãs homólogas durante o crossing-over na prófase I.
- d) Os casos de interação gênica, do tipo epistasia, na qual um par de alelos é dominante sobre outros pares de genes hipostáticos.
- e) A troca de partes entre cromátides irmãs não-homólogas durante o crossing-over durante a prófase II.

**(Questão 12)** Uma dada espécie vegetal caracteriza-se por apresentar tanto indivíduos com flores brancas quanto indivíduos com flores amarelas. Ao estudar o padrão de herança associado a esse fenótipo, um pesquisador verificou que se tratava de um típico caso de epistasia dominante. Sabe-se que o gene *A* codifica a enzima A, a qual catalisa a síntese do composto que dá a cor amarela às flores. Por outro lado, o gene epistático *B* codifica a proteína B, que atua como uma inibidora da reação catalisada pela enzima A, o que resulta em flores brancas. O pesquisador também verificou a existência dos alelos recessivos *a* e *b*, os quais codificam proteínas que não apresentam suas respectivas atividades. Em seu laboratório, o pesquisador realizou cruzamentos entre indivíduos de flores brancas, heterozigotos para os dois pares de alelos (*AaBb*).

- a) Qual proporção de indivíduos com flores amarelas é esperada na progênie do cruzamento realizado pelo pesquisador no laboratório?

Demonstre como você chegou a esse resultado.

- b) Apesar de o padrão de herança indicar predominância de flores brancas, ao observar na natureza, o pesquisador verificou maior frequência de indivíduos de flores amarelas. Isso ocorre

pelo fato de as flores amarelas serem mais atrativas para os insetos que atuam como agentes polinizadores.

Quais benefícios esse processo de polinização (entomofilia) traz para ambas as espécies envolvidas?

**(Questão 13)** Imagine que, em um dado mamífero, a cor da pelagem seja determinada por três alelos:

Alelo P – determina pelagem preta

Alelo C – determina pelagem cinza

Alelo B – determina pelagem branca

Considere que o alelo P é dominante sobre o B e que há dominância do alelo C sobre os alelos P e B.

Em um experimento, envolvendo cinco cruzamentos, foram utilizados animais com os três tipos de pelagem. Os cruzamentos e seus resultados são apresentados na tabela abaixo.

<b>Cruzamento</b>	<b>Macho</b>		<b>Fêmea</b>	<b>Descendentes</b>
<b>I</b>	Branco	x	Branca	100% Branco
<b>II</b>	Branco	x	Cinza	50% Cinza e 50% Branco
<b>III</b>	Cinza	x	Preta	100% Cinza
<b>IV</b>	Preto	x	Preta	75% Preto e 25% Branco
<b>V</b>	Preto	x	Branca	100% Preto

Se machos de pelagem cinza provenientes do cruzamento II forem acasalados com fêmeas de pelagem preta provenientes do cruzamento V, espera-se que entre os descendentes

- 50% tenham pelagem cinza e 50% branca.
- 50% tenham pelagem cinza e 50% preta.
- 75% tenham pelagem cinza e 25% branca.
- 75% tenham pelagem cinza e 25% preta.
- 25% tenham pelagem preta, 50% cinza e 25% branca.



genes a produzirem melanina para proteção da pele e do organismo. Com a saída do homem da África para outros continentes, onde a radiação solar é reduzida, os genes foram pouco estimulados e produziram menos melanina, deixando a pele desses grupos de humanos mais clara. Isso define que a espécie humana é uma só, *Homo sapiens*, não havendo diferença entre negros e brancos, apenas diferença na quantidade de melanina produzida.

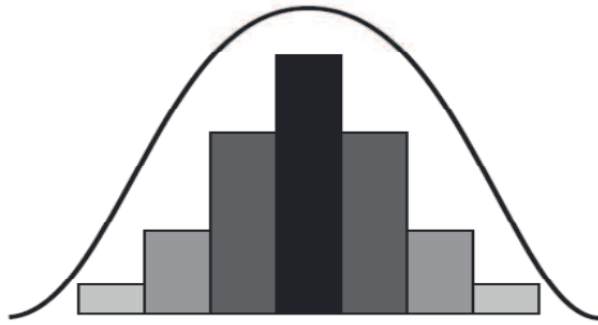
No Brasil, a população é mais negra do que branca. Os colonizadores brancos europeus cruzaram com os negros africanos durante e após o período de escravidão, dando origem a uma população de “mulatos”. Isso porque os genes, que são mais ativos na produção de melanina, são dominantes em relação aos que são menos ativos. Podem-se verificar as variações da cor da pele humana com um simples exercício de genética, que se segue.

A herança da cor da pele em humanos é um tipo de interação gênica denominada quantitativa ou poligênica. De uma forma mais simples, podemos explicar que ela é controlada por dois pares de genes  $AaBb$ , que podem formar cinco fenótipos diferentes: Negro; Mulato Escuro; Mulato Médio; Mulato Claro e Branco. Sendo assim, um casal de negros heterozigotos para os dois pares de genes, poderão ter filhos com os seguintes fenótipos para a cor da pele:

- a) negro, mulato escuro, mulato médio, mulato claro, branco.
- b) negro, mulato escuro, mulato médio, mulato claro.
- c) negro, mulato escuro, mulato médio.
- d) negro, mulato escuro.
- e) negro, branco.

**(Questão 17)** A altura de uma determinada planta é determinada por dois genes de efeito aditivo,  $A$  e  $B$  e seus respectivos alelos  $a$  e  $b$ . Os alelos  $A$  e  $B$  acrescentam 0,30 cm às plantas e os alelos  $a$  e  $b$  0,15 cm. Ao se cruzarem plantas  $AABB$  com plantas  $AaBb$  pode-se esperar a frequência entre os descendentes de:

- a) 25% com 2,40m; 50% com 2,10m e 25% com 1,90m.
- b) 75% com 2,10m e 25% com 1,40m.
- c) 50% com 1,20m e 50% com 0,60m.
- d) 25% com 1,20m e 75% com 0,60m.
- e) 25% com 1,20m; 50% com 1,05m e 25% com 0,90m.

**(Questão 18)**

O gráfico mostra a curva de distribuição quantitativa da variação fenotípica para uma determinada característica.

O número de alelos envolvidos na herança desse caráter é:

a) 5

c) 7

e) 14

b) 6

d) 9

**OBRIGADO POR PARTICIPAR.**