



<https://www.duxeducare.com.br/>

Vol. 1 D.O.I 10.5281/zenodo.15036369



“QUEEN'S MARK” - UM MODELO DIDÁTICO PARA ENSINAR A DINÂMICA DA HERANÇA LIGADA AO CROMOSSOMO X

“LA MARCA DE LA REINA” - UN MODELO DIDÁCTICO PARA ENSEÑAR LA DINÁMICA DE LA HERENCIA VINCULADA AL CROMOSOMA X

Theresa Christine Filgueiras Russo Aragão¹

O presente trabalho teve como objetivo apresentar um jogo analógico didático voltado para a aprendizagem de Genética no Ensino Médio para melhor ensinar a dinâmica da Herança ligada ao cromossomo X. Os seguintes questionamentos, entre outros foram ativadores desse trabalho. Como mitigar as dificuldades do ensino da Genética no Ensino Médio? As aulas expositivas, faladas e discutidas, com uso do quadro, anotações com base no livro didático são satisfatórias para o estudante? Aulas práticas com uso de jogos analógicos são meios de melhor ensinar nesse contexto? Com o intuito de responder tais questionamentos, a presente pesquisa enveredou por uma revisão bibliográfica com uso de artigos científicos, sites oficiais e livros didáticos nos campos da Educação, ensino de Genética e suas relações com a formação humana. O caráter interdisciplinar do referido jogo, que trabalha com Genética, Matemática, Estatística e História está alinhados com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio do Brasil, pois, contempla a interdisciplinaridade e contextualização, elementos incubados em objetivos educacionais amplos desse nível de ensino, inferindo uma série de competências humanas relacionadas a conhecimentos científico-tecnológicos. O jogo aborda o nascimento de pessoas hemofílicas, uma herança ligada ao cromossomo X e presente na história da família da rainha Vitória, palco do enredo do referido jogo, com personagens que ocupam papéis de investigadores e geneticistas para resolver problemas propostos nesse cenário. O jogo foi avaliado por cinco professores de Biologia do Ensino Médio de escolas da cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. De acordo com estes professores, o jogo “La marca de la Reina” está de acordo com os objetivos das metodologias ativas como forma de estratégia didática voltada para integração de saberes teóricos e práticos na perspectiva de uma atitude crítica e reflexiva que coloca o estudante no papel de protagonista e o docente como mediador do processo de ensino e aprendizagem. Considera-se, portanto, que o ensino de Genética no ensino médio, mesmo dominado pelo método expositivo, onde o professor é a principal fonte de informação e os livros didáticos sendo os instrumentos que fornecem uma base teórica sólida, pode-se trabalhar com modelos lúdicos de ensino como metodologias alternativas como os jogos de simulação, configurando-se bons meios de construção de um aprendizado ativo, onde o estudante tem uma grande oportunidade de ser protagonista e aplicar conceitos de maneira prática.

Palavras-chave: Ensino de Genética. Ensino Médio. Jogos analógicos didáticos. Herança ligada ao cromossomo X. Hemofilia. Rainha Vitória.

¹Professora aposentada do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Ceará. Doutora em Bioquímica e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Ceará. Doutora em Ciências da Educação pela UNADES/PY.

1.INTRODUÇÃO

Como melhor ensinar Biologia no Ensino Médio? De modo mais específico, contextualizando o objetivo cerne do presente trabalho, como mitigar as dificuldades do ensino da Genética no Ensino Médio? As aulas expositivas, faladas e discutidas, com uso do quadro, anotações com base no livro didático são satisfatórias para o estudante? Em que momento o estudante no ensino médio, nas aulas de Biologia, pode ser protagonista? Quando ele está no laboratório? Quando o estudante apresenta trabalhos na forma de seminários? Há espaço e tempo no contexto do ensino médio para o protagonismo do aluno nas aprendizagens de conteúdos com conceitos complexos no ensino de Biologia como os fundamentos de Biologia Celular e Molecular e os estudos de Genética?

Mergulhar na literatura para tentar responder as estas perguntas não é tarefa fácil. Há de se enveredar por muitos teóricos e por muitos vieses para uma discussão que aparentemente parece ser longitudinal, mas que, de fato, tem seus vértices e seus transversos.

Como professora de Biologia, tendo atravessado várias mudanças conteudistas na disciplina de Biologia e nas legislações relativas ao Ensino Médio no Brasil desde 1982, quando comecei a lecionar essa disciplina como também trago a experiência da aula expositiva com uso do giz no quadro negro; a experiência do laboratório de Química e Biologia, muito mais projetado para a Química do que para a Biologia tanto em escola pública, quanto escolar particular. Nas aulas de Genética (meu assunto predileto e que eu tinha maior facilidade de ensinar) eram fadadas ao quadro negro. Demonstrar as Leis Mendelianas e resolver problemas de Genética exigiam do estudante uma boa base em Matemática e Estatística. Não havia uma conexão didática entre o(a) professor(a) de Matemática e o(a) professor(a) de Biologia. Essa desconexão, demonstrativa de um ensino conteudista e individualizado é ainda problema de grande relevância, pois, as ciências exatas, a Física, a Química e a Biologia têm muitos diálogos a serem tecidos para que se possa melhorar a qualidade do ensino.

Ainda, o ensino de Biologia pode dialogar com muitas outras ciências, com as humanas, como é o caso da interdisciplinaridade dessa disciplina com o ensino de História. Nesse sentido, Bessa (2020) desenvolveu uma dissertação de mestrado com a participação de professores de Biologia e História de diferentes escolas dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, os quais foram convidados a responder um questionário direcionado para a busca de identificação de elementos interdisciplinares nos conteúdos por eles trabalhados. Por meio dos livros didáticos que são utilizados pelos referidos professores foi possível mapear textos que contemplavam a interdisciplinaridade entre os conteúdos de Biologia e História. Nessa análise, os professores verificaram que há vários conteúdos trabalhados pela Biologia e a História que podem subsidiar o diálogo entre essas disciplinas.

De fato, esse diálogo é possível, mas, tem dependência de muitos fatores associados ao ensino como, determinação de cumprimento dos conteúdos curriculares; o designer do projeto pedagógico da escola; tempo de aula; reuniões pedagógicas;

planejamentos e outros. Se faz necessário então, que os professores tenham interesse na promoção desses diálogos para que essa interdisciplinaridade aconteça. Nesse sentido há necessidade de planejamento, bastante trabalho pedagógico e tempo disponibilizado para essa tarefa educacional.

Entretanto, ao estudar sobre Metodologias Ativas, percebi a possibilidade real de fazer conexões didáticas, links de conteúdos no campo da ludicidade. Esse olhar foi a energia motivadora e de ativação, para que um projeto idealizado fosse desenvolvido – a criação de um jogo analógico didático para que o estudante melhor aprenda a Genética.

Destarte, importa demais inferir sobre a recente evolução das tecnologias digitais quando temos uma miríade de informações em tempo real pela internet, inclusive muitos informes relativos as modernizações das ciências no mundo científico. Mas, não se deve minimizar por esse fato a qualidade da aprendizagem do estudante, usando essas novas à favor dos ventos que levam o estudante a aproximar-se ainda mais das ciências, dos livros didáticos e dos informes científicos com veracidade científica, registrada em bons livros e artigos científicos. É fato que, nesse panorama, o estudo da genética evoluiu grandemente e que cada vez mais o estudo dos genes, a identificação de anormalidades cromossômicas, associada a patologias (Becker e Barbosa,2018) são assuntos correntes nas novas abordagens do estudo e ensino de genética.

Dessa forma, o estudo da Herança ligada ao cromossomo X, um conteúdo da Genética abordado no ensino de Biologia no Ensino Médio foi selecionado para o desenvolvimento concreto e apresentação desse projeto no presente trabalho de pesquisa. A escolha desse conteúdo de biologia está relacionada ao fato de que a Hemofilia, uma doença que ocorreu na família da Rainha Vitória foi responsável pela morte de partes de seus descendentes homens. Conhecer como essa doença influenciou politicamente a família real britânica e como foi adquirida e repassada à descendência da Rainha Vitória, constituiu elemento de diálogo científico entre o ensino da Biologia e o ensino da História.

O projeto então se constituiu na criação de um jogo analógico, que pode ser jogado no formato de simulação, onde os jogadores (estudantes) devem ocupar papéis, entre os quais os de detetives e geneticistas, para estudar, investigar e experienciar por simulação qual o mecanismo da transferência do gene da hemofilia no cromossomo X ; o conhecimento científico sobre esse tipo de herança e como ela é transferida para os sujeitos mulheres e sujeitos homens; quais as implicações da hemofilia na saúde humana e quais as implicações da hemofilia da família da Rainha Vitória, partindo da informação de que ela era portadora dessa doença.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 O ensino de Biologia em seus aspectos metodológicos

Para Krasilchik (2008) citado por Prochazka e Franzolin (2018) é importante objetivo da escola, entre outros, formar cidadãos. Nesse sentido, o ensino da Biologia tem uma posição de destaque nesse processo, já que tem o intuito não somente de subsidiar informações científicas ao sujeito, mas também torna-lo capaz de cidadão tomar decisões no meio em que vive e interage, fazendo uso da Ética, responsabilidade e respeito ao outro, quando sujeito ativo no contexto moderno do mundo da ciências e tecnologias.

Em relação ao ensino da genética, uma informação mais específica científica e que pertence ao conjunto de conteúdos curriculares do ensino da biologia, Casagrande (2006) discute que a genética humana escolar é abordada em um contexto humano, tendo o intuito de fornecer subsídios teóricos para que o estudante entenda os mecanismos da hereditariedade.

Ao abordar a questão conteudista, não se exclui a questão do ensino da biologia e seus métodos, discutindo sobre os meios e instrumentos de ensino, que são basicamente os livros didáticos. Esse instrumento é elaborado no Brasil por muitos autores, sendo utilizados pelos docentes que têm como objetivo fazer uso desse valoroso instrumento didático para selecionar, organizar e produzir aulas com os conteúdos que devem ser desenvolvidos durante o ano letivo (Prochazka; Franzolin, 2018).

Prochazka e Franzolin (2018) realizaram uma pesquisa na qual foi relevada que há uma grande preocupação dos docentes no ensino da genética, pois há dificuldades destes em entender os mecanismos das leis mendelianas e as bases da biologia celular relacionada, no caso a divisão celular meiose.

No Brasil, as orientações curriculares para o Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, orienta a adequação dos conteúdos de Biologia ao currículo escolar. O estudo da genética no contexto do ensino da Biologia no Ensino Médio é de grande relevância. Entende-se que, com esses informes científicos os estudantes possam a entender os mecanismos da hereditariedade e a expressão das características herdadas (Brasil, 2018).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio no Brasil (2018 p.14),

O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não a própria natureza, construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação. Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico. O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa

Santos e colaboradores (2015) discutem sobre o ensino de Genética e chamam atenção para o uso de um recurso pedagógico conhecido denominado de analogia para ensinar as leis mendelianas, afirmando que, o referido recurso é importante no processo de ensino-aprendizagem, porém não é eficiente para o estudante compreender a relação

entre o fenômeno biológico estudado e o estabelecimento de relações com outras áreas dentro das Ciências Biológicas.

Santos e colaboradores (2015) cita Klautau-Guimarães e colaboradores (2011) ao discutir sobre dificuldades de aprendizagem da genética, afirmam que está relacionada com as dificuldades que os estudantes têm em entender os processos celulares envolvidos na formação dos gametas em organismos sexuados.

Silva e colaboradores (2015 p. 984) em uma pesquisa de campo com estudantes do ensino médio observaram que,

embora os alunos tenham apresentado o conhecimento de conceitos básicos de Genética e Biologia Celular, eles não são capazes de estabelecer relações básicas entre conteúdos que são fundamentais para o aprendizado significativo da hereditariedade. Para o referido pesquisador e seus colaboradores, essa dificuldade pode estar relacionada à falta de eixos integradores entre diferentes disciplinas das Ciências Biológicas, com a organização dos conteúdos nos materiais didáticos agregada ao resgate do processo de produção da ciência, ou, mesmo, com a integração destes conteúdos na prática docente, como, por exemplo, com o uso de História da Ciência (Cicillini, 1992 citado por Silva e colaboradores, 2015 p. 984).

Ainda, Silva (2015) e colaboradores explicitam que, nos conteúdos de genética há a necessidade de se utilizar a matemática e a estatística para entender os mecanismos da herança mendeliana e pós-mendeliana. Nesse sentido, o referido autor informa sobre a importância de atividades lúdicas em contexto escolar, principalmente quando se trata de assuntos complexos e abstratos como a biologia celular e molecular. Rodrigues (2023) infere nesse sentido que, para que se tenha uma aula “gamificada” bem efetiva é preciso que acima de tudo haja o engajamento satisfatório por parte dos docentes.

De acordo com Lafratta (2019) é preciso haver conexões entre os conteúdos para o melhor aprendizado do estudante, tomando como exemplo, o caso da desconexão da matemática no Ensino Médio com as demais áreas. O estudante, segundo Lafratta recebe a informação de como um fenômeno se comporta, faz alguns experimentos em laboratório para verificar a validade, mas, pouco é discutido o passo inicial de todo este processo: a modelagem.

De acordo com as Diretrizes do ensino das ciências no Brasil (2008) discutindo sobre a interdisciplinaridade,

o aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas particulares, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora. Note-se que a interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático não dissolve nem cancela a indiscutível disciplinaridade do conhecimento. O grau de especificidade efetivamente presente nas distintas ciências, em parte também nas tecnologias associadas, seria difícil de se aprender no Ensino Fundamental, estando naturalmente reservado ao Ensino Médio. Além disso, o conhecimento científico disciplinar é parte tão essencial da cultura contemporânea que sua presença na Educação

Básica e, conseqüentemente, no Ensino Médio, é indiscutível. Com isso, configuram-se as características mais distintas do Ensino Médio, que interessam à sua organização curricular. Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Para argumentar sobre meios de melhor ensinar a genética, deve-se olhar para outros meios, outras metodologias que possam ser facilitadores do processo da aprendizagem. Em se falando de jogos didáticos como estratégia de ensino, com o protagonismo do estudante, tanto de forma personalizada como coletiva, os estudantes podem com esses recursos ter a oportunidade de solucionar problemas, tomar decisões sozinho ou por meio de discussão com os sujeitos do grupo de estudo de forma que isso pode ser positivo em suas aprendizagens (Gómez-Pablos, 2019 citado por Rodrigues, 2023).

Quanto ao jogo, o ato de jogar consiste em um meio onde o sujeito pode se engajar para propor soluções de problemas complexos. Nesse sentido, Zichermann (2011) afirmar que o engajamento é um fator primordial para o sucesso de qualquer processo de gamificação. O referido autor classificou perfis de jogadores - socializadores, exploradores, empreendedores e predadores - para que os docentes tenham conhecimento sobre que tipo de motivação particular àquele aluno tem ao jogar o game (Rodrigues, 2023).

2.2 Metodologias de ensino de Biologia no Ensino Médio

Esse item tem como objetivo analisar e discutir diferentes metodologias de ensino aplicadas ao ensino de biologia no ensino médio. Nesse contexto seguem comunicações sobre metodologias utilizadas no ensino da biologia no Ensino Médio. O ensino da biologia no ensino médio é fundamental para a formação científica dos estudantes, promovendo a compreensão de processos biológicos, a valorização da vida e o desenvolvimento de habilidades críticas. Com o avanço das metodologias educacionais, é necessário explorar e avaliar diferentes abordagens de ensino que possam engajar os alunos e facilitar o aprendizado (Tavares; Oliveira, 2017).

As Metodologias Tradicionais, que fazem uso de aula expositiva, cujas características, vantagens e limitações comportam o uso de livros didáticos, cuja eficácia tem limitações. A adoção de novas metodologias pode enfrentar barreiras como a resistência dos professores, a falta de recursos materiais e tecnológicos, e a necessidade de formação contínua dos docentes para que possam implementar efetivamente essas abordagens inovadoras (Lück, 2000).

Desse modo, o futuro do ensino de biologia no ensino médio aponta para uma maior utilização de tecnologias, metodologias ativas e abordagens interdisciplinares. Inovações como a biologia sintética, a biotecnologia e a educação ambiental integrada estão emergindo como áreas de grande potencial educacional (Tavares; Oliveira, 2017).

As aulas expositivas são uma metodologia tradicional onde o professor é o centro do processo de ensino, transmitindo informações de forma direta aos alunos. Embora

sejam eficazes para a transmissão de grandes volumes de conteúdo, essa abordagem pode ser passiva, limitando a interação e a participação ativa dos estudantes. Os livros didáticos continuam sendo uma ferramenta essencial no ensino de biologia. Eles oferecem uma estrutura organizada do conteúdo, porém, podem ser insuficientes para estimular o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos (Freire, 1998).

Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) envolve os alunos na solução de problemas reais e complexos, promovendo uma aprendizagem profunda e contextualizada. No ensino de biologia, isso pode incluir a análise de problemas ambientais, estudos de doenças, ou investigações sobre a biodiversidade (Prince, 2004).

Os estudos de caso permitem que os alunos apliquem conceitos biológicos a situações concretas, promovendo uma compreensão mais aplicada e contextualizada. Essa abordagem também desenvolve habilidades de análise crítica e resolução de problemas. Na aprendizagem cooperativa, os alunos trabalham em grupos para alcançar objetivos comuns, promovendo a interação social e a troca de conhecimentos. Essa metodologia pode ser aplicada em atividades práticas, projetos e discussões em sala de aula (Alves, 2005).

Recursos Digitais e Multimídia como o uso de vídeos, animações e simulações pode tornar o ensino de biologia mais dinâmico e interativo, ajudando a ilustrar processos biológicos complexos de maneira visual e acessível. Os laboratórios virtuais permitem que os alunos realizem experimentos e investigações em um ambiente simulado, oferecendo uma alternativa quando os recursos físicos são limitados. Essa ferramenta pode complementar as aulas práticas, proporcionando uma experiência enriquecedora. As Plataformas de Ensino Online como Khan Academy, Coursera e edX oferecem cursos e materiais adicionais que podem apoiar o ensino de biologia, proporcionando recursos suplementares e personalização do aprendizado (Neto, 2015; Mayer, 2009).

As Metodologias Experienciais como Aulas Práticas e Laboratoriais, são essenciais no ensino de biologia, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades experimentais e compreendam os métodos científicos. Experimentos laboratoriais proporcionam uma aprendizagem ativa e prática, facilitando a compreensão de conceitos teóricos (Alves, 2005).

Abordagens Interdisciplinares como a STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), fazem a integração da biologia com outras disciplinas, como a tecnologia e as artes, promove uma aprendizagem mais holística e criativa. Projetos STEAM podem incluir a criação de modelos biológicos, programas de software para análise de dados biológicos, ou a exploração artística de temas biológicos (Bybee, 2013).

Emilia Ordones Lemos Saleh; Pedro Marcos Almeida e Francielle Alline Martins (2022 p. 26), em sua obra denominada *Sequências didáticas aplicadas ao ensino de biologia [recurso eletrônico]: metodologias ativas* acrescenta:

juntamente ao ensino por investigação, aparecem as metodologias ativas para dinamizar ainda mais o processo de autoaprendizagem. O método ativo é um processo que, além da autoaprendizagem, visa estimular a curiosidade do estudante para pesquisar, refletir e analisar possíveis situações para tomadas de decisão, sendo o professor apenas o facilitador desse processo (Diesel;

Baldez, 2017). A proatividade e a criatividade são características essenciais a serem desenvolvidas nos alunos, para que possam realizar atividades complexas que exijam, sobretudo, a tomada de decisões, a avaliação de resultados e a busca por informações em fontes confiáveis. Os estudantes precisam experimentar diversas possibilidades de mostrar suas iniciativas (Moran, 2015).

Em se falando sobre modelos alternativos de se ensinar Genética, Cruz e colaboradores (2019) tecem falas sobre o uso da ludicidade e do modelo didático. Dessa forma, o referido autor cita Della Justina e seus colaboradores (2003), conceituando “modelo didático” com sendo um sistema figurativo, ou seja, um modo de simulação que reproduz a realidade de forma metodológica como forma de facilitar a compreensão do estudante sobre determinado conteúdo. Designa ser o modelo didático uma representação de uma estrutura que serve como referência, uma imagem que auxilia na materialização de uma ideia ou o conceito de modo a tornar-se mais compreensível ao estudante.

Cruz e colaboradores (2019) também inserem em seu artigo o conceito de Krasilchick (2004) onde os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados no ensino de Biologia para mostrar objetos em três dimensões. Associando o lúdico ao desenvolvimento de um modelo didático, o importante é ter em mente que ensinar de outra forma, fora dos padrões tradicionais de ensino, com um caráter mais dinâmico, pode tornar o ensino de um assunto complexo mais divertido. Nesse sentido, os jogos são materiais didáticos interativos e democráticos que podem mitigar a rotina da sala de aula e o cotidiano uso do livro didático.

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem são cerne de uma importante contribuição científica desenvolvida por Cunha e colaboradores (2022). Nesse trabalho, os autores pesquisam e mapeiam classes metodológicas e seus objetivos, voltados, segundo esses autores, para a promoção de uma educação transformadora e atual segundo Bacich, Moran (2018) e Soares (2021).

Para Cunha e colaboradores (2022 p.5), as metodologias ativas têm “estratégia didática voltada para integração de saberes teóricos e práticos na perspectiva de uma atitude crítica e reflexiva”. Isso tem o significado que as práticas devem ter o estudante como protagonista e o docente mediador do processo de ensino e aprendizagem. Cunha e colaboradores (2020) mapearam Metodologias Ativas. Algumas delas (de interesse da presente pesquisa) estão apresentadas no Quadro 1:

QUADRO 1. Metodologias Ativas. Exemplos.

Título: *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)*

Gênese: Área da educação médica. A Problem Based Learning (PBL) foi proposta pela primeira vez como abordagem curricular para os cursos de Medicina da Universidade McMaster, em 1969, no Canadá, como o objetivo de melhorar a formação profissional dos médicos.

Método: Utiliza-se problemas reais ou simulados para estimular o estudo de determinado conteúdo. Os estudantes são organizados em pequenos grupos tutoriais ou colaborativos. Nesses grupos eles propõem soluções para o problema proposto ao grupo. Esse método pode ser utilizado em diferentes áreas do conhecimento.

<p>Objetivo: Auxiliar a desenvolver competências, habilidades, atitudes e valores.</p>
<p>Título: <i>Metodologia da Problematização.</i></p> <p>Gênese: Proposta, inicialmente, por Bordenave e Pereira em 1982 e seu ponto de partida foi o pensamento freireano, pois, leva em conta a realidade do sujeito (estudante), sua experiência e conhecimentos prévios. Acredita-se que a origem da referida metodologia está relacionada ao Método do Arco de Charles Maguerez, método posteriormente adaptado e descrito como metodologia da problematização por Bordenave e Pereira (1982).</p> <p>Método: Os estudantes partem de uma observação “ingênua” e, no desenvolvimento das etapas do Arco, professor e estudantes participam ativamente da problematização e da construção de uma intervenção na realidade.</p> <p>Objetivo: Auxiliar a desenvolver competências, habilidades, observação e solução de problemas.</p>
<p>Título: <i>Gamificação</i></p> <p>Gênese: Derivado do inglês “gamification” - ação de se pensar como em um jogo, utilizando as sistemáticas e mecânicas do ato de jogar em um contexto fora de jogo, em uma situação real. De acordo com Murr e Ferrari (2020), cria-se uma simulação dentro de uma situação real.</p> <p>Método: Uso de elementos característicos dos jogos para promover um ambiente motivacional e propício para a aprendizagem com o engajamento para a resolução de problemas pelos estudantes. Entretanto, é importante ter claro que a gamificação faz uso de jogos em sua estética, estrutura, estratégias e forma de raciocinar.</p> <p>Objetivos: Motivar e desenvolver habilidades de resolução de problemas e a aprendizagem.</p>
<p>Título: <i>Aprendizagem Baseada em Equipes (Team Based Learning, TBL)</i> Gênese: proposta por Larry Michaelsen, no final dos anos 1970 na Universidade de Oklahoma.</p> <p>Objetivo: Gerar uma aprendizagem passiva pela aprendizagem ativa, por meio da resolução de problemas e do trabalho conjunto, com interação ativa entre os estudantes.</p> <p>Método: As tarefas nesse modelo devem ser planejadas a partir de um problema único e significativo para os estudantes, com o qual os estudantes devem apresentar apenas uma solução possível. Essa metodologia ativa contém as seguintes fases: (1) Trabalho/estudo individual anterior a aula; (2) Teste individual, discussão em grupo, discussão coletiva, e feedback do professor; (3) Explicação dos conceitos e entrega de trabalhos.</p>
<p>Título: <i>O Estudo de Caso.</i></p> <p>Gênese: O também chamado de método de caso foi desenvolvida em 1880, por Chistopher Langdell, professor da Escola de Direito na Universidade de Harvard.</p> <p>Objetivo: propiciar com que os estudantes reflitam e analisem situações reais e, a partir disso, possam estudar/aprender conteúdos diversos.</p> <p>Método: Essa metodologia ocorre a partir de casos reais, geralmente, voltados à formação profissional em uma determinada área, no qual os professores propõem; pode-se trabalhar casos relativos à processos de justiça, empresas, pacientes hospitalizados, à avanços tecnológicos e problemas ambientais, entre outros, de modo. Esse método de caso é adaptado aos mais diferentes campos de conhecimento e níveis de ensino. O caso desenvolvido para uso didático deve envolver situações da realidade, junto com fatos, opiniões e preconceitos existentes sobre o caso, que estejam sendo veiculados por diferentes fontes ou publicados na mídia. Assim, um</p>

caso complexo pode ser construído de modo a apresentar situações reais que possibilitem que os alunos desenvolvam análise, discussões e que tomem decisões quanto ao tipo de ações que deveriam ser tomadas em uma situação real (Cesar, 2005 citado por Cunha, 2022).

Título: *Predizer, observar e explicar.*

Gênese: Metodologia proposta por Nedelsky em 1961 e, posteriormente por White e Gunstone em 1992, e que configura em três momentos: 1) O professor lança um problema desafiador aos estudantes, que podem ser organizados em equipes ou individualmente.

Método: O desafio é apresentado na forma de uma pergunta, que desperte o interesse e a curiosidade dos alunos, fazendo-os pensar na busca de uma solução. Os estudantes no formato de grupo ou equipe discutem o assunto em questão e por meio da troca de experiências pessoais ou individualmente predizem ou lançam algumas hipóteses sobre o assunto; 2) a experiência é realizada pelas equipes ou pelo professor para que os alunos possam observar o fenômeno; 3) os estudantes tentam explicar o fenômeno comprovando ou não sua hipótese inicial.

Título: *Situações de estudo.*

Gênese: Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012) e Auth (2002).

Método: Dinâmica sistematizada em três etapas: 1) Problematização: explicação para o primeiro entendimento (inicial) que os estudantes têm sobre uma determinada problemática. Nesta etapa, o estudante é desafiado acerca de seu entendimento sobre aspectos relacionados à sua vivência; 2) Primeira elaboração: etapa de aprofundamento por meio de textos de aprofundamento dos temas discutidos na problematização, sendo esse o primeiro contato dos estudantes com o conhecimento científico; 3) Elaboração e compreensão conceitual: o estudante retoma as questões iniciais apresentadas na etapa da problematização para compreender conceitualmente o que lhe foi apresentado. Objetivo: Formar um pensamento conceitual no estudante para que ele tenha condições de compreender novas situações e solucionar problemas.

Título: *Resolução de Problemas.*

Gênese: Método desenvolvido inicialmente por George Polya nos anos de 1980 e voltado para o campo da Matemática, trabalhado hoje em vários campos do conhecimento. Trata-se de uma abordagem didático-pedagógica que envolve a proposição e resolução de problemas.

Objetivo: Desenvolver no estudante, habilidades e aprendizagem de conteúdos diversos.

Método: A literatura tem indicado várias formas de desenvolvimento dessa metodologia associada a fatores como, a intencionalidade pedagógica do docente; organização da situação problema dentro do planejamento curricular; grau de participação e liberdade dado aos estudantes no processo; natureza e características do problema proposto e procedimentos e atitudes desenvolvidos no processo.

Título: *Três momentos pedagógicos.*

Gênese: Metodologia proposta por Angotti e Delizoicov (1990) e também investigados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Um trabalho que tem relação com concepções de Paulo Freire sobre a abordagem de investigação temática.

Objetivo: Desenvolver no estudante, habilidades e aprendizagem de conteúdos diversos.

Método: usa-se três momentos pedagógicos para abordar e dinamizar um tema em sala de aula: (1) problematização inicial; (2) a organização do conhecimento e (3) a aplicação do conhecimento.

Título: *Summaê*.

Gênese: Desenvolvida por Fragelli e Fragelli (2017). “O nome “Summaê” é a junção da palavra “summaê” (do latim, somas) com o acento circunflexo “^” e representa a união de pessoas para o estudo de um determinado tema, mas todas vestindo chapéu.”

Método: Todos deverão usar chapéus no processo para tornar o ambiente lúdico e menos tradicional que o ambiente da sala de aula. **Objetivo:** Estimular os estudantes a partir de questões formuladas pelos próprios estudantes e apresentada por meio de vídeos criativos. **Etapas dessa metodologia:** 1. Apresentação de vídeo; 2. Tempo para soluções; 3. Apresentação de solução ou versão do especialista sobre a questão; 4. Critérios para correção; 5. Abertura para pequenos debates e autocorreção por parte dos estudantes; 6. Top chapéus e top vídeos; 7. Desafio final.

Fonte: Cunha e colaboradores, 2020.

De um modo mais específico, o ensino de genética no ensino médio desempenha um papel crucial na formação do estudante de ensino médio, não somente em relação a opção por uma carreira nas Ciências Biológicas, mas, fundamentalmente para a formação de um sujeito capaz de compreender como funcionam os processos biológicos e que influenciam a vida cotidiana de todos (Brasil, 2006).

Dessa forma, infere-se que a diversidade de metodologias no ensino de genética é fundamental para atender diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Métodos tradicionais e inovadores devem ser combinados para proporcionar um ensino mais completo e eficiente. Investir na formação de professores e na infraestrutura educacional é essencial para enfrentar os desafios e melhorar a qualidade do ensino de genética no ensino médio (Ferreira, Santos, Almeida, 2023).

Historicamente, o ensino de genética no ensino médio tem sido dominado pelo método expositivo, onde o professor é a principal fonte de informação e os livros didáticos sendo os instrumentos que fornecem uma base teórica sólida. Entretanto, a referida abordagem indica na verdade a construção de um aprendizado passivo, onde o estudante tem pouca oportunidade de ser protagonista e aplicar conceitos de maneira prática (Oliveira, 2022).

Nesse sentido, denota-se as metodologias ativas de ensino, as quais têm ganhado destaque por promoverem um aprendizado mais engajado e participativo. Entre elas, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que incentiva os alunos a resolverem questões reais utilizando os conhecimentos adquiridos. A sala de aula invertida também tem se mostrado eficaz, pois permite que os alunos estudem o conteúdo teórico em casa e utilizem o tempo de aula para discussões e atividades práticas. A aprendizagem colaborativa, onde os alunos trabalham em grupos para resolver problemas, também é uma abordagem valiosa no ensino de genética (Souza, 2022).

O uso de tecnologias educacionais tem revolucionado o ensino de genética. Simulações e softwares educativos permitem que os alunos visualizem processos genéticos complexos de maneira interativa. Recursos multimídia, como vídeos, facilitam

a compreensão de conceitos abstratos. Plataformas online e jogos educacionais oferecem uma abordagem lúdica e envolvente, aumentando a motivação dos estudantes (Silva, Martins, Costa, 2022).

Os experimentos e atividades práticas são consideradas essenciais para o ensino de genética. Laboratórios escolares permitem que os alunos realizem experimentos simples que ilustram princípios genéticos. Modelagem e atividades hands-on ajudam os estudantes a compreenderem melhor os conceitos através da prática e manipulação de modelos físicos (Ferreira, Santos, Almeida, 2023).

3.MARCO METODOLÓGICO

A pesquisa desenvolvida é de caráter bibliográfico, exploratório e investigativo. Com uso das abordagens quanti-qualitativa, foi avaliado um jogo didático por um público composto de professores e estudantes de biologia do Ensino Médio de escolas públicas da cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. Para isso, um questionário semiestruturado foi aplicado a uma amostra de estudantes e outro questionário avaliativo foi aplicado a uma amostra de professores de Biologia.

3.1 Apresentação do Jogo

Título do Jogo (trilíngue).

- Título do Jogo: “A Marca Da Rainha”
- Game Title: ““The Queen’s Mark”
- Título Del Juego: “La Marca De La Reina

Designer de: Theresa Christine Filgueiras Russo Aragão

3.2 Descrição do jogo

O jogo, “A marca da Rainha” é um jogo de simulação de contexto didático, elaborado para se jogar em equipe, tendo por objetivo consistir uma ferramenta de apoio de ensino e aprendizagem dos mecanismos de transmissão da hemofilia, uma herança ligada ao cromossomo X, conteúdo curricular contemplado no Ensino Médio, Biologia, Genética, de acordo com o BNCC. O jogo em questão contém elementos de interdisciplinaridade envolvendo conteúdos de Genética, Matemática (Estatística) e História, ao contextualizar a presença da Hemofilia na família real da Rainha Vitória.

Para Walters, Coalter e Rasheed (1997), a vantagem do uso de simulações é que elementos do mundo real são simplificados de modo a ser possível levá-los para a sala de aula. “Os jogos e simulações são considerados ferramentas pedagógicas eficientes para o ensino, pois permitem explorar estratégias alternativas e suas consequências, em um ambiente seguro e próximo do real”, afirma Depexe e colaboradores (2006 p. 140).

3.3 Como jogar o jogo “A marca da Rainha”

A dinâmica do jogo consiste na realização de investigação sobre o histórico da Hemofilia na família da Rainha Vitória. Os personagens da investigação estarão inclusos em uma equipe de pelo menos 07 componentes onde 02 ocuparão a função de detetives

(componentes escolhidos pela equipe ou grupo de trabalho), sendo estes os que vão estudar e fazer a montagem correta dos casais reais com seus filhos e filhas com histórico de hemofilia (filhas portadores e filhos hemofílicos). Os detetives podem pedir ajuda de mais 02 componentes do grupo sendo denominados de “colaboradores”.

Outros 02 componentes do grupo de trabalho irão assumir a função de geneticistas, calculando as probabilidades corretas do nascimento de filha portadora e filho hemofílico desses casais reais. Esses geneticistas poderão também pedir ajuda aos colaboradores. Há pelo menos 3 colaboradores se o grupo for composto por 07 componentes. O jogo pode ter mais de 03 equipes competindo. Para isso, deverá haver 03 exemplares de cartas, ou seja, para cada equipe, 01 conjunto de cartas com todos os personagens e elementos científicos do jogo será disponibilizado pelo Mestre (professor ou professora).

A finalização do jogo se dará quando (i) os detetives conseguirem compor todos os casais reais e descendência tendo como base teórica livros e/ou artigos científicos que comprovem a veracidade da informação; (ii) Os geneticistas deverão demonstrar os cálculos das probabilidades de nascimento de filha portadora e/ou filho hemofílico reais comprovando a veracidade dos seus cálculos com base em bibliográfica científica (livros ou artigos).

O professor ou a professora será o Mestre ou a Mestra do jogo e irá determinar quais os meios de conseguir as pistas bibliográficas.

O Mestre ou Mestra terá posse do (s) caso(s) solucionado(s).

O Mestre ou a Mestra terá acesso ao gabarito (contido no jogo e separado do roteiro ou guia para os jogadores).

A equipe que mais rapidamente solucionar o caso será a vencedora.

3.4 As cartas do jogo “La marca de la Reina”.

As cartas do jogo “La marca de la Reina” (Figura 1).

FIGURA 1. As cartas do jogo “La marca de la Reina”



Homens com um alelo com mutação Hemizigose (Hemofílico)



Mulheres com um único alelo com mutação Heterozigose (portadora de hemofilia)



Portadora da hemofilia




hemofílico




Rainha Vitória





Alberto de Saxe-Coburgo-Gota



Leopoldo, Duque de Albany



Helena de Waldeck e Pyrmont



Vitória Eugénia de Battenberg



Afonso VIII da Espanha



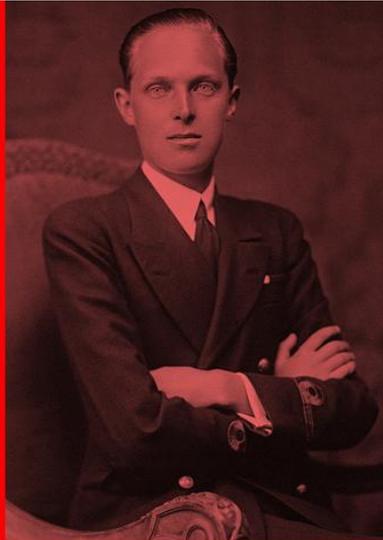
Alexandra Feodorovna (Alice de Hesse e Reno)



Nicolau II - Czar da Rússia

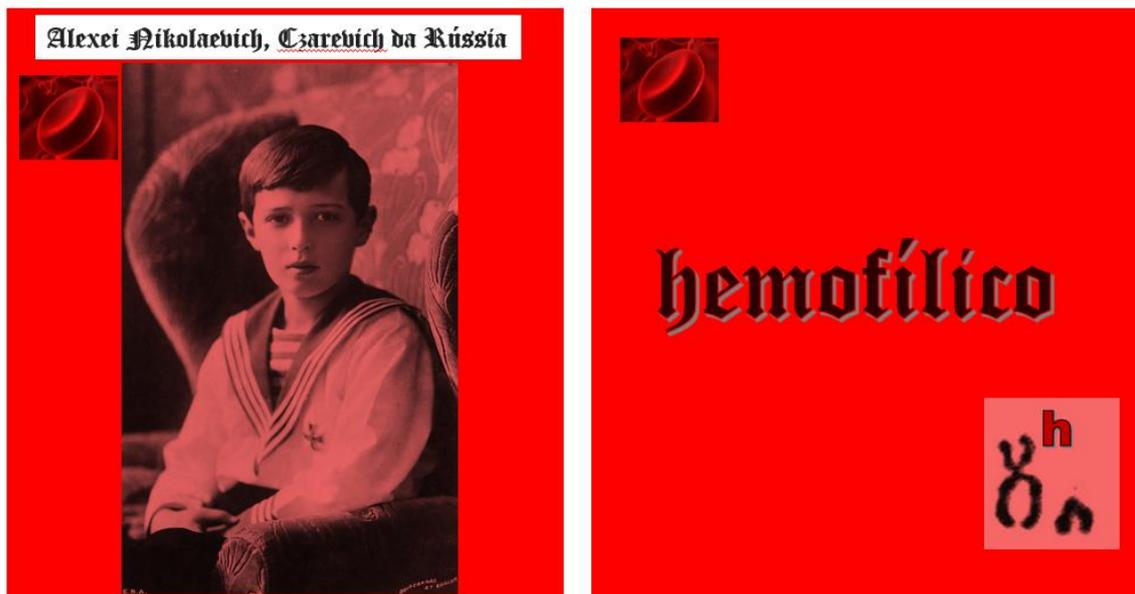


Afonso, Príncipe das Astúrias



Gonçalo da Espanha





Fonte: a autora

4. MARCO ANALÍTICO

4.1 Resultados da avaliação do Jogo “A marca da rainha” de acordo com as respostas aos questionamentos dadas pelos professores entrevistados.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da avaliação do referido jogo realizada por 05 professores de Biologia.

TABELA 1. Avaliação do jogo “A marca da Rainha”.

Questionamentos	Professores entrevistados				
	Prof. 1	Prof. 2	Prof. 3	Prof. 4	Prof. 5
1 – Há boa visibilidade da informação no jogo?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2 - Há correspondência entre o jogo analógico e os fatos científicos no contexto do ensino e aprendizagem da herança ligada ao cromossomo X como conteúdo de Biologia do ensino médio?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3 - Controle e liberdade para o(s) usuários(s) do jogo?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

4 -Estética e design do jogo minimalista?	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
5- Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros no processo da aprendizagem?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: a autora

TABELA 2. Avaliação do jogo “A marca da Rainha”.

Questionamentos	SIM	NÃO
1 – Há boa visibilidade da informação no jogo?	100%	0%
2 - Há correspondência entre o jogo analógico e os fatos científicos no contexto do ensino e aprendizagem da herança ligada ao cromossomo X como conteúdo de Biologia do ensino médio?	100%	0%
3 - Controle e liberdade para o(s) usuários(s) do jogo?	100%	0%
4 -Estética e design do jogo minimalista?	85%	25%
5- Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros no processo da aprendizagem?	100%	0%

Fonte: a autora

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Concluiu-se por meio dos dados coletados que o jogo apresentado no presente trabalho, denominado de “La marca de la Reina” está alinhado com as competências e habilidades desenvolvidas em Biologia (De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio, 2008 p. 21) com se segue:

- Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.
- Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.
- Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.
- Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia

- Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo
- Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações
- Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.

Mais especificamente, como modelo de aula prática e de acordo com Hofstein (1982) citado por Krasilichik (2019), o referido jogo apresentado na presente pesquisa quali-quantitativa apresenta as seguintes funções reconhecidas na literatura sobre o ensino de ciências:

- despertar e manter o interesse dos alunos;
- envolver os estudantes em investigações científicas;
- desenvolver a capacidade de resolver problemas;
- compreender conceitos básicos;
- desenvolver habilidades.

Ainda, a apresentação do jogo “La marca de la Reina”, seu designer e método de jogar o jogo está de acordo com Krasilichik (2019 p. 103), pois, na presente Tese a comunicação, apresentação e avaliação do referido jogo analógico didático promoveu demonstração de simulação e, no modo descritivo, desenhou as seguintes etapas didáticas:

- Conteúdo programático
- Sumário
- Objetivos
- Material para o professor
- Introdução
- Como jogar
- Procedimento
- Dados obtidos
- Conclusões

Considera-se que o trabalho desenvolvido no contexto da presente Tese contempla as afirmações de Prochazka e Franzolin (2018) quando chamam atenção para a grande preocupação dos docentes no ensino da genética, pois há dificuldades destes em entender os mecanismos das leis mendelianas e as bases da biologia celular relacionada, no caso a divisão celular meiose. Ainda, o presente trabalho contempla as inferências de Silva (2015) e colaboradores sobre os conteúdos de genética necessitarem de fazer uso da matemática e a estatística para entender os mecanismos da herança mendeliana e pós-mendeliana.

Quanto ao recurso do lúdico para melhor ensinar Genética, o presente trabalho alinha-se com Silva (2015) citado por Rodrigues (2023) que informa em seu trabalho de Dissertação de Mestrado sobre a importância de atividades lúdicas em contexto escolar, principalmente quando se trata de assuntos complexos e abstratos como a biologia celular e molecular. Rodrigues (2023) infere nesse sentido que, para que se tenha uma aula

“gamificada” bem efetiva é preciso que acima de tudo haja o engajamento satisfatório por parte dos docentes.

Considera-se também, que o desenvolvimento do jogo “La marca de La Reina” pela pesquisa responsável pelo presente trabalho de tese, encontra-se de acordo com os objetivos das metodologias ativas como forma de “estratégia didática voltada para integração de saberes teóricos e práticos na perspectiva de uma atitude crítica e reflexiva” de acordo com Cunha e colaboradores (2022 p.5), colocando o estudante nesse contexto como protagonista e o docente como mediador do processo de ensino e aprendizagem.

Sabe-se que, historicamente, de acordo com Oliveira (2022), o ensino de genética no ensino médio tem sido dominado pelo método expositivo, onde o professor é a principal fonte de informação e os livros didáticos sendo os instrumentos que fornecem uma base teórica sólida. Considera-se dessa forma que, a apresentação de modelos lúdicos de ensino como metodologias alternativas vão de encontro a essa abordagem indicando que uso de jogos de simulação podem configurar-se meios de construção de um aprendizado ativo, onde o estudante tem uma grande oportunidade de ser protagonista e aplicar conceitos de maneira prática.

Também é conhecido que, de acordo com Lück (2000), as Metodologias Tradicionais, que fazem uso de aula expositiva, cujas características, vantagens e limitações e comportam o uso de livros didáticos têm eficácia limitada. A adoção de novas metodologias pode enfrentar barreiras como a resistência dos professores, a falta de recursos materiais e tecnológicos, e a necessidade de formação contínua dos docentes para que possam implementar efetivamente essas abordagens inovadoras. Dessa forma, insere-se a relevância do uso de metodologias alternativas para melhor aprender, como é o caso de métodos lúdicos.

Em Della Justina e seus colaboradores (2003), o modo de simulação que reproduz a realidade de forma metodológica como forma de facilitar a compreensão do estudante sobre determinado conteúdo é ação que promove a melhoria da qualidade do ensino. Dessa forma, considera-se que desenhar um bom modelo didático pode servir como referência para a materialização de uma ideia ou o conceito de modo a tornar-se mais compreensível ao estudante.

Nesse sentido, a Gamificação é boa metodologia, quando se entende que a ação de se pensar como em um jogo, utilizando as sistemáticas e mecânicas do ato de jogar em um contexto fora de jogo, em uma situação real é um meio rico de aprendizagem, de acordo com Murr e Ferrari (2020).

Nesse sentido, o jogo apresenta nesse trabalho, o analógico “La marca de la Reina” contempla o conceito de Della Justina e seus colaboradores (2003), tendo como objetivo cerne, motivar e desenvolver habilidades de resolução de problemas e a aprendizagem.

Conclui-se que o referido jogo aqui apresentado, também está alinhando com a metodologia denominada de “Aprendizagem Baseada em Equipes” (Team Based Learning, TBL), proposta por Larry Michaelsen, no final dos anos 1970 na Universidade de Oklahoma. Nesse método, o objetivo gerar uma aprendizagem passiva pela

aprendizagem ativa, por meio da resolução de problemas e do trabalho conjunto, com interação ativa entre os estudantes.

Além do referido método, considera-se que o jogo “La marca de la Reina” está alinhado com uma metodologia denominada “Predizer, observar e explicar”, uma proposta por Nedelsky em 1961 e, posteriormente por White e Gunstone em 1992, e que configura em três momentos: 1) O professor lança um problema desafiador aos estudantes, que podem ser organizados em equipes ou individualmente.

Também se considera que o referido jogo, apresentado no presente trabalho está alinhado como a metodologia denominada *Situações de estudo*, cujo objetivo é formar um pensamento conceitual no estudante para que ele tenha condições de compreender novas situações e solucionar problemas. A dinâmica dessa metodologia está sistematizada em três etapas:

1. Problematização: explicação para o primeiro entendimento (inicial) que os estudantes têm sobre uma determinada problemática. Nesta etapa, o estudante é desafiado acerca de seu entendimento sobre aspectos relacionados à sua vivência;
2. Primeira elaboração: etapa de aprofundamento por meio de textos de aprofundamento dos temas discutidos na problematização, sendo esse o primeiro contato dos estudantes com o conhecimento científico e,
3. Elaboração e compreensão conceitual: o estudante retoma as questões iniciais apresentadas na etapa da problematização para compreender conceitualmente o que lhe foi apresentado.

Finalmente, conclui-se que o presente trabalho está alinhado com comunicação feita pela CNN do Brasil (2023), informando que a gamificação na educação é um meio que utiliza elementos de jogos em atividades e processos educacionais para melhoria do ensino aprendizagem. O objetivo da gamificação no ensino é aproveitar o conhecimento prévio do estudante para fazer com que eles consigam criar um conhecimento sobre determinado assunto escolar, enfatizando os seguintes pontos no contexto da gamificação na Educação:

- É uma estratégia eficaz para fomentar a motivação e o engajamento dos estudantes, além de facilitar a assimilação do conteúdo, tornando o ensino mais efetivo e de melhor qualidade;
- A gamificação oferta mais dinamismo na aprendizagem por utilizar elementos dos jogos que podem tornar o processo de aprendizado mais interativo e envolvente para os estudantes;
- Incentiva o engajamento dos estudantes a partir de algo que chama atenção e fomenta a concentração, enquanto as tarefas pedagógicas tradicionais são vistas apenas como obrigações, a gamificação acaba quebrando a rotina da sala de aula;
- Envolver competição, a conquista e recompensas, isso pode fazer com que os estudantes se esforcem mais para obter um bom desempenho;
- Permite ao aluno ter mais controle sobre o processo de aprendizagem;
- A aprendizagem se torne mais personalizada e adequada às necessidades e interesses individuais de cada aluno.

6.REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. R.; SOUZA, G. T.; MOREIRA, L. S. Tecnologias Educacionais e a Motivação dos Estudantes no Ensino de Genética. **Educação & Tecnologia**, v. 15, n. 4, p. 215-230, 2019.

ALVES, V. S. Problematização e aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes abordagens? **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, 9(17), 139-148, 2005.

BESSA, R.B.F. **Diálogos interdisciplinares entre Biologia e História: A procura por elementos teóricos para elaboração de metodologias a partir do que dizem os professores**. Dissertação de Mestrado. Programa Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO (Campus GV). Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), 2020.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Parte IV - Ciências Humanas e suas Tecnologias. Disponível em: www.mec.gov Acesso em janeiro de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

CRUZ, A. V. C.; CLAUDIANA SILVA PEREIRA, C. S.; SOUSA, P. S.; MOURA, M. R. B.; FONTES, L. S. O Ensino de Genética a partir de Atividades Lúdicas e Práticas. **II CONEDU**, Congresso Nacional de Educação, 2019.

CUNHA, M. B.; OMACHI, N. A.; RITTER, O. M. S.; DO NASCIMENTO, J. E. GLESSYAN DE QUADROS MARQUES, G. Q.; LIMA, F. O. Metodologias Ativas: Em busca de uma Caracterização e Definição. **Scielo preprints**, 2022.

DELLA JUSTINA LA, RIPPEL JL, BARRADAS CM, FERLA MR. **Modelos didáticos no ensino de Genética**. In: Seminário de extensão da Unioeste, 3., 2003, Cascavel. Anais do Seminário de extensão da Unioeste. Cascavel; 2003.

FERREIRA, C. A.; SANTOS, D. M.; ALMEIDA, T. F. A Importância das Atividades Práticas no Ensino de Genética no Ensino Médio. **Revista de Educação em Ciências Biológicas**, v. 12, n. 3, p. 101-115, 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra 1996.

GILGENKRANTZ, S. Génomique de l'hémophilie de la reine Victoria. **Medecine/Sciences**, 26 : 201-3, 2010.

GRANT, J. R.; NAPLES, V. L. **Metodologias Ativas no Ensino Médio: Estudos de Caso e Experiências Práticas**. São Paulo: Editora Universitária, 2018.

KRASILCHIK M. **Prática de ensino de Biologia**. 4.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2004. p.85-7.

LIMA, R. S.; CARVALHO, A. P. A Evolução das Metodologias de Ensino de Genética: Do Tradicional ao Digital. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 24, n. 2, p. 223-238, 2020.

LÜCK, H. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Vozes. 2000.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning**. Cambridge University Press. 2009.

NETO, A. B. Laboratórios virtuais e o ensino de Biologia: potencialidades e limitações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 8(3), 45-56, 2015.

OLIVEIRA, R. T.; VIEIRA, M. L. Desafios e Perspectivas no Ensino de Genética: Uma Abordagem Multidisciplinar. **Caderno de Pedagogia**, v. 5, n. 2, p. 87-98, 2020.

RODRIGUES, M. M. A.. **Cyber-Gen: Role Playing Game (Rpg) como recurso Didático Pedagógico para o ensino de Engenharia Genética**. Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Mossoró – Rio Grande do Norte, 2023.

SALEH, E. O. L.; ALMEIDA, PA.M.; FRANCIELLE ALLINE MARTINS, F. A. **Sequências didáticas aplicadas ao ensino de biologia [recurso eletrônico]: metodologias ativas**, volume 4. Teresina: EdUESPI, 2022.

SANTOS, F.D.; SILVA, A.F.G.; FRANCO, F. F. 110 anos após a hipótese de Sutton-Boveri: a teoria cromossômica da herança é compreendida pelos estudantes brasileiros? **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 977-989, 2015.

SILVA, J. P.; MARTINS, E. G.; COSTA, A. R. Uso de Simulações e Softwares Educativos no Ensino de Genética. **Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 33-47, 2021.

SOUZA, M. A.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA, F. M. Metodologias Ativas no Ensino de Genética: Uma Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2022.

TAVARES, C. R. G.; OLIVEIRA, H. C. **Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Biologia: Reflexões e Possibilidades**. In Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 1-10, 2017.

WIKIPEDIA. **A enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal Acesso em janeiro de 2024.

