

ENSINO DO CÁLCULO DE PROBABILIDADE EM GENÉTICA PARA O CRUZAMENTO DOS GAMETAS UTILIZANDO O QUADRO DE PUNNETT E APLICATIVO

TEACHING PROBABILITY CALCULATION IN GENETICS FOR GAMETE CROSSING USING THE PUNNETT SQUARE AND AN APPLICATION

Maria Doralice da Silva¹

RESUMO: O trabalho investigou o ensino desta temática com estudantes do último ano do Ensino Médio, onde a questão norteadora que orientou esta pesquisa foi: “Quais as vantagens/desvantagens ou potencialidades do uso de um aplicativo direcionado ao cálculo de probabilidade, no cruzamento de gametas quando comparado com o método tradicional, baseado no quadro de Punnett?” Nesse contexto foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática, no formato de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A metodologia de pesquisa teve abordagem qualitativa, de natureza aplicada; os objetivos, se caracterizaram por uma pesquisa exploratória e participante; em relação aos instrumentos de coleta de dados, utilizou-se da observação, diário de bordo, transcrição de diálogos, fotos, vídeos e no uso de aplicativos para smartphone. Em síntese, os resultados apontaram que o conhecimento prévio é fundamental para que os estudantes aprendam significativamente, assim como a necessidade de que os professores atentem ao planejamento.

Palavras Chaves: aprendizagem, genética, UEPS

ABSTRACT: The work investigated the teaching of this topic with students in the last year of high school, where the guiding question that guided this research was: “What are the advantages/disadvantages or potentialities of using an application aimed at calculating probability, in the crossing of gametes when compared to the traditional method, based on the Punnett square?” In this context, a didactic sequence was developed and applied, in the format of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS). The research methodology had a qualitative approach, of an applied nature; the objectives were characterized by exploratory and participatory research; In relation to data collection instruments, observation, logbooks, transcription of dialogues, photos, videos and the use of smartphone applications were used. In summary, the results showed that prior knowledge is fundamental for students to learn meaningfully, as well as the need for teachers to pay attention to planning.

Keywords: learning, genetics, UEPS

1 INTRODUÇÃO

O estudo da Biologia, assim como as demais ciências, é interligado; ou seja, há necessidade de se ter como base o conhecimento em outras áreas para que haja a compreensão necessária de diferentes assuntos, em especial as áreas de ciências da natureza, das tecnologias e da matemática. A genética é considerada uma subárea da biologia, que nos últimos anos inovou com grandes descobertas na manipulação genética, na saúde, na agricultura, na biotecnologia, entre outras. Entretanto, nos bancos escolares, a ideia de hereditariedade, genética, ainda são uma incógnita, pois para muitos, estudantes do ensino médio e o cálculo da probabilidade ainda assusta e dificulta a aprendizagem.

Para Agame (2010), o ensino da genética deve propiciar aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de se posicionar e opinar sobre temas polêmicos como clonagem, transgênicos e reprodução assistida, bem como permitir que o estudante aplique os conhecimentos adquiridos no cotidiano e entenda os princípios básicos que norteiam a

¹  Mestre em Ensino da Ciências e da Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Professora na Secretaria de Educação de Rondonia (SEDUC), em Porto Velho -RO. E-mail: dorasedamvha@gmail.com

hereditariedade, para que saibam como são transmitidas as características, compreendendo melhor a biodiversidade.

Segundo Pereira (2008), os conceitos estudados na disciplina de Biologia, em específico na parte da Genética, por vezes são realmente de difícil compreensão, quanto estudados de forma tradicional; entretanto, a autora afirma que, quando trabalhados de maneira concreta, através de instrumentos didáticos, estes favorecem a compreensão e o interesse nos conteúdos, bem como a socialização entre os estudantes.

Contudo, ao mesmo tempo em que assusta, a genética fascina, pois se relaciona com outros fatores referentes às questões sociais, econômicas, morais e até religiosas. Há a sensação de que o mundo se contradiz por questões de gênero. Quando se estuda os mecanismos da hereditariedade, cai por terra muitas questões de cunho machista, impostas pela sociedade, onde se culpava a mulher por ser responsável pela transmissão de muitas doenças e anomalias da nossa espécie, como exemplo: o fato de gerar somente filha mulher. E outras situações e preconceitos aceitos e desconhecidos por muitos.

Assim, a genética esclarece diversas dúvidas cotidianas, desperta a curiosidade e aumenta o interesse pelos questionamentos dos estudantes, pois envolve a realidade de muitos desses. Entretanto, o encanto pela genética começa a perder o brilho quando se iniciam os cálculos de probabilidade dos eventos e a construção do Quadro de Punnett².

É notório questionar quais as vantagens e/ou potencialidades do uso de um aplicativo direcionado ao cálculo de probabilidade, no cruzamento de gametas, quando comparado com o método tradicional, baseado no Quadro de Punnett? Portanto, para facilitar a compreensão e entendimento do cálculo de porcentagem na disciplina de biologia, na subárea de genética para os alunos do 3º ano do ensino médio, propomos uma sequência didática, e a utilização de um aplicativo para smartphone, como ferramenta no auxílio das porcentagens de atividades que devem ser desenvolvidas.

Nesse sentido, esta pesquisa amplia, entre outros aspectos, o questionamento das inúmeras mudanças que estão acontecendo, e o contexto repleto de informações falsas disseminadas e facilmente difundidas nas redes sociais. Então, a compreensão dos mecanismos de transmissão da hereditariedade é essencial para um debate coeso e fundamentado na ciência, quando o assunto se trata de genética.

Os impactos desse conhecimento nas relações humanas e suas implicações éticas, morais e sociais, são imensos, que muitas vezes transpassam os muros escolares.

Associado a esse contexto, teve-se o advento da pandemia, onde os estudantes necessitam ter acesso a informações de cunho científico, para compreender melhor o momento atual e, sobretudo, possuir conhecimento para melhor informar os familiares em decisões acertadas sobre aquele evento. Assim, cabe ao ambiente escolar disponibilizar, difundir e permitir que informações confiáveis sejam disponibilizadas a todos.

²O quadro de Punnett ou quadrado de Punnett, é um diagrama que permite determinar a herança genética resultante de um cruzamento entre pais.

O presente estudo aborda discussões sobre as metodologias utilizadas e possibilitam aos estudantes analisarem diferentes contextos biológicos, quando se trata da probabilidade de que um indivíduo portador de uma anomalia possa transferir ou não essa característica ao seu descendente, por meio das células germinativas, os gametas dos indivíduos.

Na mesma direção, explorar essa ferramenta de maneira adequada para que os alunos consigam compreender o cruzamento dos gametas utilizando cálculos de probabilidade é de fundamental importância, pois, conhecer os mecanismos e as dificuldades apresentadas na construção e no cálculo da probabilidade, com o uso do Quadro de Punnett é, sem dúvida, um avanço para diminuir a exclusão de muitos quando o assunto tratar de informações inverídicas, de cunho machista e/ou racista, por exemplo.

Portanto, tem-se como objetivo geral analisar o potencial educacional de uma sequência de atividades, com estudantes do 3º ano do ensino médio, que auxilie no processo de ensino-aprendizagem, potencialmente significativo, ou seja, ensino do cálculo de probabilidade em genética para o cruzamento dos gametas, utilizando o Quadro de Punnett é um Aplicativo didático, potencialmente significativo.

E, como objetivos específicos, buscou-se: Realizar revisão sistemática sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e seus cálculos de probabilidade de monohibridismo e diibridismo, bem como da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel); Analisar e compreender a utilização de fenômenos de transmissão da hereditariedade em diferentes situações; Investigar se as atividades desenvolvidas durante a sequência favoreceram a compreensão do conceito de hereditariedade; Propor estratégias de ensino que permitam aos estudantes compreenderem, de maneira mais clara, o cruzamento dos gametas utilizados nos cálculos de probabilidades com o Quadro de Punnett e com o uso de um aplicativo didático.

Assim, a presente pesquisa tem como base os trabalhos realizados por Ausubel (1980), segundo o qual a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente. E a importância de significados para os materiais de aprendizagem reflete uma relação concomitante à estrutura cognitiva. Na aprendizagem significativa, os conhecimentos que os alunos trazem com eles de outros ambientes devem ser valorizados, pois esse conhecimento prévio permite a construção de estruturas mentais, caracterizando uma aprendizagem eficiente e prazerosa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A educação apresenta uma variedade de técnicas, procedimentos e métodos para o ensino. Entretanto, nenhum é garantia de aprendizagem. Na história da educação brasileira, houve períodos em que uma técnica ou um método eram mais utilizados em virtude de questões políticas ou culturais, ou ainda, por puro modismo. Mas a utilização de metodologias que proporcionam a melhor qualidade no ensino tem que ser pensada sob o ponto de vista de um referencial teórico.

Até pouco tempo, quando se falava sobre realidade do estudante, pensava-se que se tratava da condição social, cultural e até física. Entretanto, com o desenvolvimento de estudos em diferentes referenciais teóricos, percebe-se que um deles despertou interesse, ou seja, a realidade do estudante é de suma importância para a aprendizagem, mas ainda mais a

realidade do que ele tem de conhecimento em relação ao objeto a ser estudado. O que ele sabe, e principalmente o que ele não sabe. Por exemplo, não se tem como ensinar fisiologia a um aluno que não tenha o conhecimento básico sobre células, órgãos e outros pormenores.

E, nesse sentido, o uso de um referencial teórico irá dar subsídios para a sequência didática que será apresentada, em conjunto com um aplicativo para o estudo da probabilidade em genética. Esse trabalho está ancorado na Teoria de Aprendizagem de Ausubel (2005) esquematiza um processo de assimilação, onde a nova informação encontra este conhecimento prévio, que chamou de subsunção. Como novas interações, esses subsunções vão sendo modificados, dando início a dita aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Significativa - TAS foi proposta por Ausubel (1982), psicólogo, educador e pesquisador americano que trabalhou em áreas como a psicologia étnica e o campo da aprendizagem, na tentativa de entender com maior profundidade a maneira pela qual as pessoas adquirem novos conhecimentos. Para ele, os indivíduos formam o conhecimento, principalmente quando são expostos a novas informações, em vez de construí-las ativamente. Assim, suas ideias estariam mais próximas das do behaviorismo do que de outras correntes que colocam maior ênfase na própria vontade, como a psicologia cognitiva.

Ausubel é um dos maiores representantes dos campos teóricos do cognitivismo, muito citado e estudado por Marco Antônio Moreira (2011), por haver proposto um modelo teórico sobre a aprendizagem significativa, cujos significados dos conceitos são construídos a partir das interações entre as novas ideias e os subsunções específicos, presentes na mente do indivíduo. Essa teoria tem como princípio situações em sala de aula, muito mais que aspectos relacionados à psicologia, ressaltando mais para uma teoria de ensino do que uma teoria psicológica. Portanto, na perspectiva Ausubel, a interação entre professor, alunos e os conteúdos a serem trabalhados e aprendidos são processos de assimilação. Sendo, portanto, o aluno o centro de todo processo.

Então, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. É fundamental esclarecer que a aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem concreta, cabe ao educador e/ou facilitador uma visão de todo contexto desta aprendizagem; ou seja, deste indício de aprendizagem.

3 METODOLOGIA/DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

O direcionamento metodológico teve importância fundamental no desenvolvimento desta pesquisa, pois foi o que definiu o caminho que possibilitou as escolhas das ferramentas utilizadas na abordagem do problema e para compreender a dimensão dos desafios de ensinar e aprender o cálculo de probabilidade em genética. Assim, a técnica de Análise de Conteúdo foi utilizada e combinada com o modo da técnica aplicada na pesquisa de campo realizada por Souza (2020).

Através das indagações, foram surgindo os questionamentos a respeito da realidade e da maneira como posso agir, possibilitando, dessa forma, a compreensão, reflexão e as propostas de ações, através do Projeto de Intervenção: “Cálculo da probabilidade em Genética

utilizando o Quadro de Punnett e aplicativo”. Tais questionamentos se interpelam a partir das análises das respostas que foram apresentadas pelos estudantes. Ressaltamos que os questionamentos, as reflexões e as análises foram respostas obtidas, mas não definitivas, e utilizadas na construção deste trabalho.

Assim, para Bardin (2011), ao apresentar o objeto de estudo e utilizando os procedimentos mencionados, buscou-se capturar o que antes não estava aparente. Este processo foi organizado em torno de três polos cronológicos: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

No pré-análise, ocorreu o primeiro contato do pesquisador com o material e, em geral, envolveu a escolha dos documentos, a formulação de objetivos que nortearam a pesquisa, e a elaboração de indicadores que sustentam a interpretação. A exploração do material consistiu em operações de codificação do material. Na última fase, com os resultados observados, foi possível propor inferências e interpretações.

Nesse contexto, no que concerne à análise dos dados coletados, foram utilizadas duas dimensões, como propõe Pierie (2017): a primeira, no campo didático e a segunda, no cognitivo. No campo didático, a estratégia didática e, no campo cognitivo, os objetivos educacionais, onde ambas são baseadas nos fundamentos teóricos que norteiam o estudo e estão interligados ao processo de analisar o potencial educacional de uma sequência de atividades.

As atividades foram propostas em sequências didáticas, na forma de UESPS – Unidades Educacionais Potencialmente Significativas, onde o principal recurso pedagógico utilizado foi a ministração de aulas expositivas e dialogadas, que foram complementadas com uso de *Datashow*. Nos primeiros encontros, teve como tema a introdução ao estudo da genética mendeliana, abordando os principais conceitos de genética básica e a primeira Lei de Mendel. Posteriormente, o estudo aborda os conceitos básicos em genética, com a utilização do Produto Educacional e do aplicativo elaborado para esta proposta.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

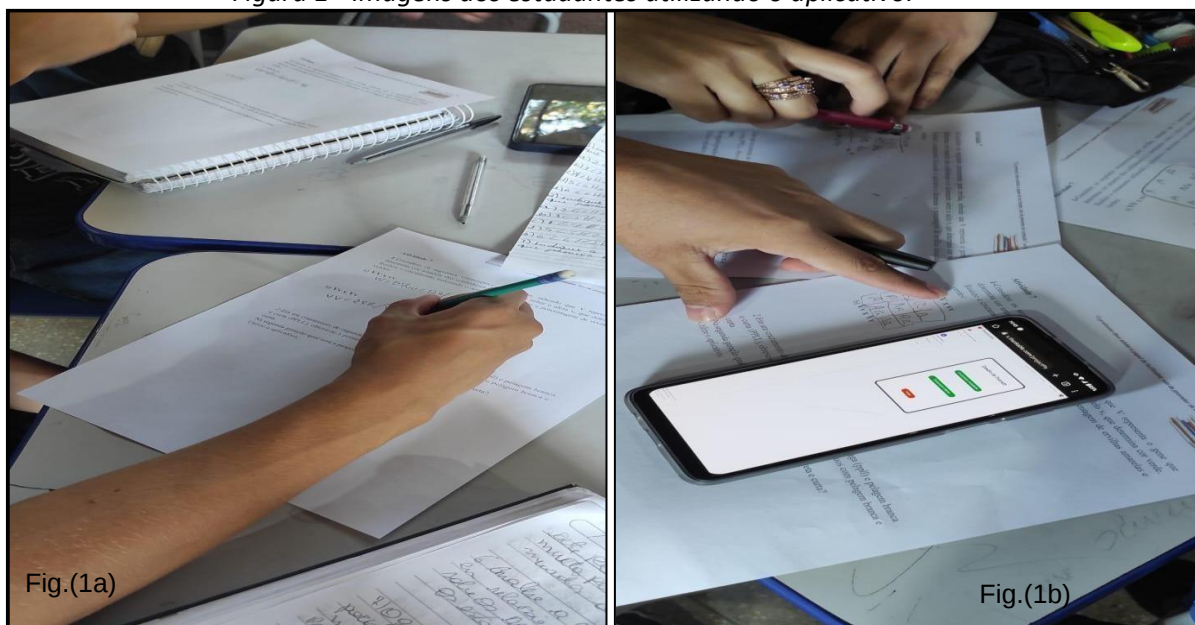
A coleta de dados será realizada em duas etapas: na primeira, os alunos irão realizar o cálculo de probabilidade em genética de maneira convencional, pelo Quadro ou Diagrama de Punnett. No segundo momento, com a utilização do Aplicativo didático, que está disponibilizado neste endereço: <<https://x.thunkable.com/projectPage/637648c7d7834f02199b56f3>>, parte integrante produto educacional “UEPS sobre Probabilidade em Genética com o uso de aplicativo”, parte integrante deste trabalho. Sendo um aplicativo experimental para smartphone, de acesso livre, pode sofrer alterações e adaptações. Destaca-se que este material é de acesso livre e está disponível no site do PPGECEM <<https://www.upf.br/ppgecm>>.

Na primeira etapa foi verificada a dificuldade apresentada pelos estudantes quanto a compreensão dos cálculos, e a maneira de realizar o cruzamento no quadro de Punnett, muitos não compreendiam a disposição dos gametas, outros a ordem dos cruzamentos e alguns a probabilidade.

No segundo momento com a apresentação do aplicativo, a aula torna-se um ambiente de interação, onde os próprios estudantes ao saberem manusear o aplicativo, ensinam os colegas com dificuldade. Portanto o uso do aplicativo facilitou a interação entre os estudantes, além de proporcionar melhoras nos indícios de aprendizagem da turma.

As atividades de genética com cálculos de probabilidades e porcentagem foram facilitadas com a utilização do aplicativo, pois foca a atenção dos estudantes para os conceitos e regras, que impostas pelo aplicativo, facilitando a aprendizagem. Vale lembrar que o aplicativo é no smartphone, o que pode gerar controvérsias com a sua utilização, mas os estudantes que participaram destes estudos afirmaram que dúvidas sobre probabilidades e porcentagem foram sanadas, e quando questionados sobre o que melhorariam no aplicativo, na sua grande maioria responderam a possibilidade de mudar as letras (que indicam o cruzamento) e acrescentar proporção, o que abrangeria uma gama de atividades relacionadas a cruzamento entre indivíduos em genética.

Figura 1 - Imagens dos estudantes utilizando o aplicativo.



Fonte: Pesquisa, 2023.

A aplicação da UEPS, além de permitir análises e inferir indícios de aprendizagens, também proporcionou reflexões acerca dos instrumentos a serem utilizados, frente ao público contemporâneo e tecnológico, que essa nova geração de estudantes, para que se engajem, e as inovações tecnológicas; muitas vezes um aplicativo, contribuem para a estratégia de ensino-aprendizagem mais eficiente e prazerosa.

5 CONCLUSÕES

As aulas convencionais, com a utilização de materiais de apoio, tais como vídeos e exposição dos conteúdos propostos como forma de ensino-aprendizagem, ainda é uma realidade na maioria das salas de aula. Porém, apesar de muitas vezes criticadas, os métodos tradicionais podem ser úteis na sistematização dos conteúdos. Entretanto, essa metodologia não pode e não deve ser a única utilizada como forma de ensino-aprendizagem. Apesar de não

se ter um consenso acerca do melhor método a ser implementado em sala de aula, tudo é passível de experimentação e aprendizado. Mas, o principal é saber reconhecer a necessidade de se repensar a prática pedagógica para enfrentar os desafios e obstáculos educacionais que uma sala de aula apresenta ao ensino.

Diante disso, este trabalho buscou explorar o ensino do cálculo de probabilidade em genética, com ênfase na aplicação do quadro de Punnett e o uso de um aplicativo como ferramenta didática. Ao longo da pesquisa, ficou evidente que a compreensão dos conceitos de probabilidade é fundamental para o entendimento dos padrões de herança genética, sendo o quadro de Punnett um recurso tradicional e eficaz para visualizar as possíveis combinações genéticas resultantes de cruzamentos.

A introdução de um aplicativo como complemento ao quadro de Punnett mostrou-se uma inovação significativa no ensino da genética, facilitando a compreensão dos alunos e tornando o aprendizado mais interativo e acessível. O uso de tecnologias educacionais permitiu a simulação de cruzamentos complexos e o cálculo automático das probabilidades, o que não só economiza tempo, mas também melhora a precisão dos resultados obtidos.

Nesse sentido, a proposta da UEPS foi potencialmente significativa para o ensino na unidade educacional escolhida, uma vez que facilitou a análise, investigação e compreensão da revisão sistemática dos conceitos sobre hereditariedade, cruzamento dos gametas e os cálculos de probabilidade de monibridismo e diibridismo envolvendo as temáticas.

Além disso, o aplicativo contribui para o engajamento dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e atraente. A interatividade proporcionada pela ferramenta digital ajuda a fixar o conhecimento e permite que os alunos experimentem diferentes cenários genéticos de forma prática e visual.

Vale ainda mencionar que o uso dessa ferramenta digital se demonstrou eficaz na redução de erros comuns na aplicação do quadro de Punnett e no cálculo das probabilidades, contribuindo para uma aprendizagem mais precisa e confiável.

Ademais, o uso de instrumentos tecnológicos é eficiente quando comparados aos métodos convencionais e garantem uma melhora nos indícios de aprendizagem, dessa geração com tanta tecnologia disponível e muitas vezes inacessível aos bancos escolares.

Os resultados obtidos ao longo deste estudo indicam que a adoção de tecnologias educacionais no ensino de genética não apenas enriquece o processo de ensino-aprendizagem, mas também desperta maior interesse e engajamento por parte dos estudantes. A combinação do quadro de Punnett com o aplicativo proporciona uma abordagem mais moderna e eficaz, atendendo às necessidades pedagógicas atuais e preparando os alunos para enfrentar desafios mais complexos na área da biologia.

Em suma, a integração do quadro de Punnett com ferramentas tecnológicas, como o aplicativo desenvolvido, representa um avanço no ensino de genética, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos probabilísticos e genéticos. A metodologia apresentada neste trabalho pode servir de base para futuras inovações pedagógicas na área,

contribuindo para a formação de estudantes mais preparados e com uma visão mais abrangente da genética.

6 REFERÊNCIAS

AGAMME, Ana Luiza Dias Abdo. *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. 2010. 80 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

ALBINO, Ângela Cristina Alves; SILVA, Andréia Ferreira da. BNCC E BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. *Retratos da Escola*, Brasília, v. 13, n. 25, p. 137-153, 2019.

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Rio de Janeiro: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação e Desporto. Secretaria De Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Documento Introdutório. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas*. Parecer CNE/CES N 1301/2001, de 6 de novembro. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BUENO, Vilma Cândida. *Modelagem matemática: quatro maneiras de compreendê-la*. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

CARDOSO, Vívica Lúcia Juvino de Lemos. *Aplicativos para smartphone em aulas de genética no ensino médio: caracterização e proposta de uso pelo método investigativo*. 2020.

DEMO, Pedro. *Aprender Bem/Mal*. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

FÁVERO, Altair Alberto; GABOARDI, Ediovani Antônio. (Coord.). *Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas*. 5. ed., rev. e ampl. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008.

FREITAS, Deisi Sangoi; SILVA, Grazielle Baldoni. Genética numa perspectiva cultural. In: encontro nacional de ensino de biologia, 1; encontro regional de Ensino de biologia, 3, 2005, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. *Fascínio da Técnica, Declínio da Crítica: um estudo sobre a prova rigorosa e a formação do professor de Matemática*. 1995. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. O escrito e o Oral: uma discussão inicial sobre os métodos da História. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 5, n. 1, p. 27-35, 1998.

MOREIRA, Marco Antônio, MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. *A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002.

NUSSBAUM, Robert L.; MCINNES, Roderick R.; WILLARD, Huntington F. *Genética Médica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.

PALANGANA, Isilda Campaner. *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social*. 3. ed. São Paulo: Summus, 2001.

PAVAN, Laurentina. *A aplicação de jogos didáticos no Ensino da Genética: uma revisão bibliográfica*. 2014. 51 f. Monografia (Especialização em Genética para professores do Ensino Médio) - Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2014.

PEREIRA, Alba Flora. *Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos*. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

PERRENOUD, Philippe. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

PIERI, Helena da Glória. *Abordagem do conteúdo “ondas” no Ensino Médio na perspectiva CTS estruturada a partir dos três momentos pedagógicos*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

SAI, Luiz Henrique. *Expressões algébricas e genética: uma troca de olhares*. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

SANTOS, Cynthia Ranyelle da Silva. *Ensino dos conhecimentos básicos de Genética para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Maceió: contribuições da Pedagogia histórico crítica e da Psicologia histórico-cultural*. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

SANTOS, Paulo Rafael dos. *Mapas Mentais como instrumento avaliativo*. Lorena,SP:Ed dos Autores,2023.

SCHMITT, Stéphane. *Aux origines de la biologie moderne: L'anatomie comparée d'Aristote à la théorie de l'évolution*. Paris: Ed. Belin, 2006.

SOUSA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. *Pesquisa e Debate em Educação*, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

SOUZA, Paulo Roberto Eleutério de; SILVA, Hildson Dornelas Angelo da; LEITE, Fernanda Cristina Bezerra; MAIA, Maria de Mascena Diniz; GARCIA, Ana Cristina Lauer; MONTES, Martín Alejandro. *Genética Geral para Universitários*. Recife: EDUFRPE, 2015.

SOUZA, Vanderlei Sebastião de. *Et al. História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/z44CWRB44q4BQtj9QDZzRPp/#>. Acesso em: 11 jul. 2023.

STANSFIELD, Willian D. *Genética: resumo da teoria, 500 problemas resolvidos*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1974.