

HEREDOGRAMAS COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE GENÉTICA PARA ALUNOS DO 9º ANO ANOS FINAIS

Leandro Pereira Rezende¹

RESUMO

O uso de novas metodologias de ensino, baseadas em um trabalho que permita ao aluno aprender, construir o seu próprio conhecimento e adquirir um pensamento crítico, faz-se necessário. Portanto, objetivou-se utilizar a produção de heredogramas pelos alunos através de investigação de características genéticas familiares como ferramenta para o ensino de conceitos abstratos da área de genética, proporcionando a contextualização de características observadas no dia a dia. O trabalho iniciou com aulas teóricas para alunos do 9º ano em suas respectivas salas de aula, seguidas de aplicação de atividades. Um total de 85 alunos escolheu uma característica de herança genética comprovada e fizeram investigações entre membros da família para verificar quais deles possuíam ou não a característica. Após a coleta de informações, iniciaram a montagem do heredograma usando símbolos convencionais para heredogramas, hachurando os indivíduos com a característica e fazendo inferência de genótipos por observação do fenótipo. Em seguida, ocorreram correções no papel, no quadro e mini reuniões individuais com os alunos para ajustes finais do heredograma. Dos 85 alunos que aceitaram produzir o heredograma 70 deles finalizaram o trabalho e aceitaram apresentá-lo à turma, os outros 15 ficaram inacabados sem fazerem as correções. As apresentações foram importantes para discussões e questionamentos entre os alunos e para verificar o aprendizado deles acerca dos genótipos inferidos. Essas ações permitiram observar que, de fato, o modelo didático aqui utilizado colabora para o aprendizado dos alunos podendo ser aplicados nos diferentes níveis de ensino.

Palavras-chave: Fenótipo, Genótipo, Genética familiar, Hereditariedade.

PEDIGREES AS A TOOL FOR TEACHING GENETICS FOR 9TH GRADE STUDENTS FINALS YEARS

ABSTRACT

¹ Mestre em Genética Evolutiva e Biologia Molecular pela Universidade Federal de São Carlos. Professor Efetivo da Rede Pública Municipal de Imperatriz - Maranhão; leandrorezende.1990@gmail.com.

The use of new teaching methodologies, based on work that allows students to learn, build their own knowledge and acquire critical thinking, is necessary. Therefore, the objective was to use the production of pedigrees by students through the investigation of family genetic characteristics as a tool for teaching abstract concepts in the area of genetics, providing the contextualization of characteristics observed in everyday life. The work began with theoretical classes for 9th grade students in their respective classrooms, followed by the application of activities. A total of 85 students chose a proven genetically inherited trait and carried out investigations among family members to see which of them had the trait and which did not. After collecting information, they started assembling the pedigree using conventional symbols for pedigrees, hatching individuals with the trait and making inference of genotypes by observing the phenotype. Then there were corrections on the paper, on the board and mini individual meetings with the students for final adjustments to the pedigree. Of the 85 students who agreed to produce the pedigree, 70 of them finished the work and agreed to present it to the class, the other 15 were left unfinished without making any corrections. The presentations were important for discussions and questions among the students and to verify their learning about the inferred genotypes. These actions made it possible to observe that, in fact, the didactic model used here contributes to students learning and can be applied at different levels of education.

Keywords: Family genetics, Genotype, Heredity, Phenotype.

INTRODUÇÃO

Algumas áreas do conhecimento científico, como a Genética, apresentam uma ampla disposição de alcance nos meios midiáticos. Por ser uma área com profunda aplicação nos sistemas sociais contemporâneos, aborda casos polêmicos, como por exemplo, a transgenia, terapia gênica, vacinas gênicas e outros tópicos (CASTRO *et al.*, 2020). Apesar de presente na mídia e inserida nas falas corriqueiras da população, a Genética tem sido apontada como um dos componentes curriculares no qual se concentram as maiores dificuldades no ensino de Biologia/Ciências, principalmente por falta de contextualização e excesso de memorização (BEZERRA; GOULART, 2014).

Os elevados níveis de abstração e a reduzida utilização de recursos didáticos, têm gerado desinteresse, dificultando a contextualização e a compreensão dos inúmeros conceitos necessários ao entendimento dos padrões de herança em Genética (CASTELÃO; AMABIS, 2008). Atrelado a isso, tem-se as tecnologias usadas em genéticas atualizadas a cada ano, e a sua compreensão deve ocorrer junto com as

atualizações para serem levadas ao aluno de forma didática, em associação com o senso comum e conhecimento de mundo dos alunos e dos professores (REZENDE; GOMES, 2018).

Diante disso é necessário repensar o ensino de genética em todos os níveis de ensino, especificamente na formação de professores de Biologia, pois estes em breve devem ensinar genética para seus alunos (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Um estudo de Araújo e Gusmão (2017), aponta que muitos docentes não possuem formação em áreas específicas de genética, o que dificulta ainda mais ensinar esses conteúdos de forma interessante e suficiente na educação básica.

Por consequência o conteúdo desta área, distante e de difícil entendimento, é apresentado de forma teórica e com poucas atividades que envolvem os alunos. Dessa forma, para estimular o aluno à análise de dados e à formação de argumentos e ideias é necessário que perceba o conhecimento como elo de ligação entre ele e a sua realidade (CRUZ; ROXO, 2017). E neste processo de ensino e aprendizagem, o professor deve levar em consideração que o conhecimento do aluno, por diversos fatores, está em um processo veloz de construção e, por esse motivo, deve utilizar metodologias de ensino e aprendizagem mais adequadas e dinâmicas (MIRANDA *et al.*, 2012).

Segundo Silva (2021) a resolução de problemas no ensino de genética permite os professores pensar, questionar, refletir e perceber os principais conceitos empregados nesta disciplina, a fim de conciliá-los em seu cotidiano e principalmente no cotidiano dos alunos. Mas a aprendizagem significativa vai além da memorização de conceitos, os alunos devem compreender as relações existentes e saber aplicar o conhecimento em situações reais (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2018).

Sendo assim, a genética deve ser trabalhada de forma a subsidiar o entendimento integral do evento da hereditariedade, bem como a partir dessa apropriação, permitir criticidade na discussão de assuntos relacionados a essa área (CASTRO *et al.*, 2021). Então, o uso de novas metodologias de ensino, baseadas em um trabalho que permita ao aluno aprender, construir o seu próprio conhecimento e adquirir um pensamento crítico, faz-se necessário (REZENDE; GOMES, 2018).

Tem-se então na construção e análise de heredogramas um bom instrumento usado para esclarecer e problematizar conteúdos sobre transmissão de características ao longo das gerações, pois no ensino de genética, temas relacionados à herança monogênica correspondem à maior parte dos conteúdos trabalhados no ensino fundamental anos finais (VESTENA *et al.*, 2015).

Portanto, objetivou-se utilizar a produção de heredogramas pelos alunos através de investigação de características genéticas em suas famílias como ferramenta no ensino de conceitos abstratos da área de genética proporcionando a contextualização de características observadas no dia a dia.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com três turmas de 9º ano da Escola Municipal Castro Alves I localizada no município de Imperatriz – Maranhão, no ano de 2022. No referido ano a escola possuía 98 alunos da série estudada, porém apenas 85 alunos realizaram as atividades propostas ao longo da produção do heredograma.

Inicialmente os alunos tiveram aula teórica sobre herança mendeliana, conceitos principais em genética (DNA, gene, cromossomos, fenótipo, genótipo, dominante e recessivo, homocigoto e heterocigoto), herança genética humana e anomalias cromossômicas. Após as aulas teóricas foram aplicadas atividades acerca dos cruzamentos mendelianos e de características humanas como albinismo, presença de sardas, covinha na bochecha, entre outros, sendo todas as atividades previstas no livro didático utilizado (Coleção Inspire Ciências, Hiranka e Hortêncio, 2018).

A montagem dos heredogramas foi feita em 3 etapas: 1) levantamento de informações familiares; 2) montagem do heredograma familiar com a característica escolhida e três gerações; 3) inferência de genótipos com base no fenótipo e parentesco dos indivíduos. Cada aluno ficou responsável por montar um heredograma com uma característica de sua escolha comprovadamente hereditária e que os indivíduos fossem todos de uma única família biológica.

Os critérios pré-estabelecidos para a montagem do heredograma foram:

1) Abordar 3 gerações (avós maternos e paternos, pai, mãe, tios, filhos, irmãos e primos; podendo optar, em casos de famílias muito grandes apenas por avós, pais e irmãos);

2) Especificar a característica utilizada, se era dominante ou recessiva;

3) Indicar na legenda o grau de parentesco dos indivíduos;

4) Representar a característica com o quadrado ou círculo hachurado;

5) Colocar o genótipo de todos os indivíduos possíveis e utilizar a letra inicial da característica recessiva para representar o genótipo (por exemplo, canhoto e destro, utilizar a letra C para dominante e c para recessivo);

6) O aluno que não tivesse uma família completa ou pertencesse a família adotiva poderia realizar a atividade com outra família de sua escolha;

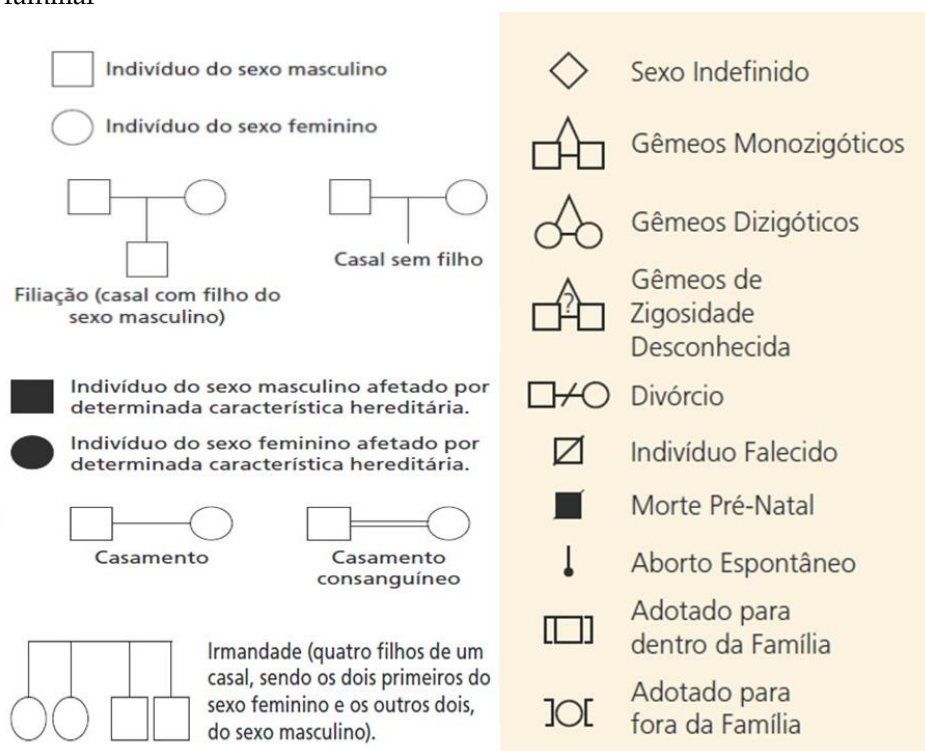
7) O heredograma deveria ser todo identificado como algarismos romanos para as gerações e números arábicos para os indivíduos;

8) Os símbolos utilizados para montagem do heredograma estão presentes na Figura 01.

Cada aluno teve dois prazos de entrega: um para correção da organização do parentesco e montagem de genótipos; e outro para entrega final do heredograma após as correções. Entre o primeiro e segundo prazo ocorreram mini reuniões fora da sala de aula entre professor e aluno para discutir dúvidas acerca da inferência dos genótipos e herança. Todo o processo de levantamento de informações, desenho e montagem após todas as correções levou 2 meses.

Após a finalização os alunos apresentaram os heredogramas em cartolina para sua turma explicando quais indivíduos tinham a característica e seus possíveis genótipos inferidos.

Figura 01. Símbolos utilizados pelos alunos para a montagem do heredograma com base em uma característica familiar



Fonte: Hiranaka e Hortêncio, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as aulas teóricas os alunos apresentaram muitas dificuldades em entender os conceitos abordados em Genética. A maioria dos alunos confundiam os termos homocigoto x heterocigoto, gene x DNA x cromossomos, dominante x recessivo. Diante disso foi necessário buscar soluções para o problema, chegando a alternativa do uso de hereditogramas para que os alunos pudessem entender os termos, bem como os cruzamentos e probabilidades da primeira Lei de Mendel. Resultados semelhantes foram encontrados por Mascarenhas *et al.* (2016) ao avaliar o conhecimento de alunos do ensino médio em Caxias após aplicação de aulas teóricas, nas escolas analisadas os alunos apresentaram valores entre 64,29% e 100% de insuficiência entre as escolas estudadas. Temp (2011) justifica esses resultados falando que o grande número de conceitos relacionados à área dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam preocupando-se em decorar termos em detrimento de compreender e relacionar o estudo com a vida prática.

Quando o professor fala de gene, DNA, cromossomo, entre outros assuntos relacionados à genética, ele não está falando de algo que possa mostrar à olho nu, algo que o aluno possa pegar ou sentir e isso acaba gerando um certo desinteresse. Tudo que não é palpável, ou solucionável como um cálculo matemático, acaba sendo algo que precisa de muito mais empenho do professor na hora de ser ensinado para despertar o interesse de seus educandos (BARBOSA, 2021).

Seu ensino 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 discente aplique os conhecimentos adquiridos no cotidiano e entenda os princípios básicos que norteiam a hereditariedade para que saiba como são transmitidas as características, compreendendo melhor a diversidade (MASCARENHAS *et al.*, 2016).

As três turmas de 9º ano tinham um total de 98 alunos que frequentavam assiduamente a escola. Dentre esses, 85 alunos se propuseram a realizar a atividade de montagem dos heredogramas, os demais não tiveram interesse em participar da pesquisa mesmo sendo um trabalho avaliativo da disciplina de Ciências.

Os 85 alunos começaram escolhendo uma característica humana hereditária. Isso permitiu buscarem informações sobre várias características (Tab. 01). Vestena *et al.* (2015) relataram que é comum que heredogramas sejam aplicados em sala de aula, como instrumento didático, utilizando as próprias relações familiares dos alunos.

Essa busca ativa por informações acerca de características hereditárias permitiu aos estudantes conhecerem várias características que eles não julgavam serem transmitidas de pais para filhos. Além disso, compreenderam o processo de transmissão de informação genética, atingindo o objetivo de os alunos aprenderem sobre herança biológica, pois muitos deles chegavam com características de herança poligênica, tais como, cor da pele, diabetes, entre outros, sendo recomendado que buscassem características de herança monogênica que atendessem ao proposto na primeira Lei de Mendel. Nesse sentido, Soares e Diniz (2009) afirmam que o próprio aluno deve buscar informações a respeito de condições genéticas, já que muitas delas

são desconhecidas. E os professores podem ajudar com a abstração de ideias e soluções de dúvidas após a pesquisa dos alunos (ELIAS; RONQUIM, 2020).

Tabela 01. Principais características utilizadas pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental anos finais para produção de heredograma familiar

Característica	Dominante	Recessiva	Letra usada Dominante / Recessivo
Dobrar o polegar	Sem dobrar	Dobrar para trás	D / d
Mão de escrita	Destro	Canhoto	C / c
Cor dos olhos	Castanho	Azul ou verde	V / v
Lóbulo da orelha	Livre	Aderente	A / a
Bico de viúva	Com entrada	Sem entrada	E / e
Covinha na bochecha	Com covinha	Sem covinha	B / b
Cabelo	Crespo	Liso	L / l
Rolamento de língua	Enrolar em U	Não enrolar	R / r

Fonte: Próprio autor, 2023.

Isso vai de encontro ao que ocorreu neste trabalho. Durante essa busca de informações os estudantes puderam entender mais sobre as doenças genéticas que são heranças poligênicas e complexas que também podem ser transmitidas de pais para filhos. Esses exemplos foram discutidos em sala de aula, principalmente sobre o diabetes e cor da pele.

Após escolherem uma característica, começaram a observar seus parentes e verificar se tinham ou não a característica escolhida. Nessa atividade alguns tiveram problemas: por exemplo, avós já falecidos, alguns não conhecerem os pais, outros eram de família adotiva, outros tinham parentes próximos morando em outra cidade. Para todos esses problemas buscou-se uma solução: Para os avós falecidos buscaram informações com pais e até mesmo fotografias; para família adotiva montaram o heredograma somente com os parentes biológicos presentes e se colocou como filho adotado (veja símbolo na Fig. 01); para aqueles que não conheciam seus pais, foi colocado como desconhecido e tentou-se inferir o genótipo do pai com base no característica e genótipo do filho; e para parentes em outra cidade foram realizadas ligações, vídeo chamadas e recebimento de fotografias por conversas em WhatsApp.

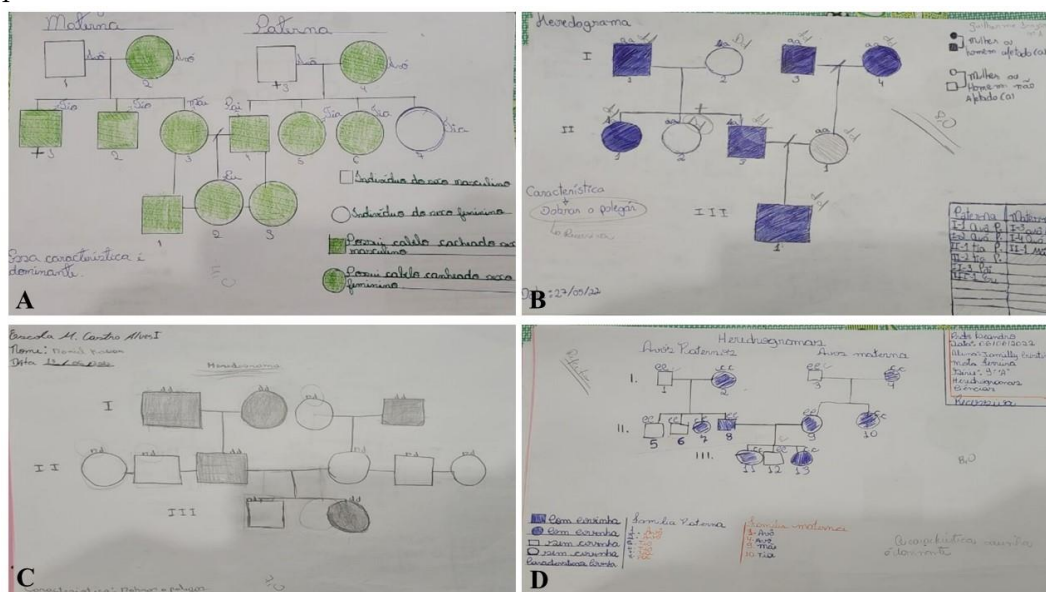
Os primeiros heredogramas foram entregues pelos alunos em folha de papel A4 manuscrito (Exemplo, Fig. 2). Esses primeiros continham muitos erros de parentesco, tais como, irmãos casados, primos como irmãos e casais como primos. Essas

dificuldades foram resolvidas usando o quadro e pincel para desenhar o parentesco correto e as devidas correções no próprio desenho do aluno.

Durante às reuniões individuais, o segundo maior problema enfrentado foi a inferência dos genótipos com base nos fenótipos e parentesco. Muitos definiam o genótipo dos pais com base no fenótipo, enquanto que o genótipo dos filhos eles definiam através do quadro de Punnett (cruzamento da primeira lei de Mendel) entre os genótipos dos pais que eles definiram anteriormente, quando deveriam apenas inferir por observação da característica dos avós, pais, irmãos e tios.

A numeração dos indivíduos facilitou a discussão acerca dos genótipos. Pode-se comentar acerca dos erros cometidos um por um. Observa-se na Fig. 02 que o indivíduo III-1, III-2 e III-3 são irmãos completos, filhos de mesmo pai e mesma mãe, porém o autor do heredograma os colocou como casados e além disso um filho do só do pai e outro filho só da mãe. Na mesma imagem o autor esqueceu de identificar as gerações, mas se atentou em identificar o divórcio (usando um traço entre o casamento dos indivíduos II-3 e II-4) e os já falecidos (usando uma cruz nos indivíduos I-3 e II-1).

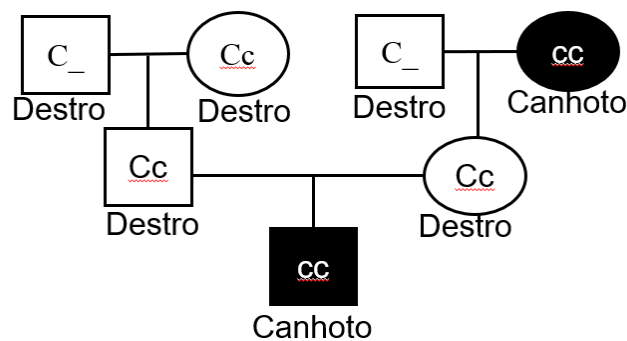
Figura 02. Heredograma antes das correções. A) Indivíduo III-1, III-2 e III-3 são irmãos completos e estão colocados como casados. B) genótipos com letra errada (trocou o D pelo A) e colocou a característica como dominante. C) Colocou os irmãos (segunda geração) como casados. D) confusão na inferência de genótipos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Com relação ao problema de inferência de genótipos, foi o mais difícil de ser resolvido, pois muitos alunos não conseguiam inferir genótipos com base em fenótipos. Na Fig. 3 tem um exemplo de como realizar a inferência de genótipos por observação. Primeiro faça o desenho do heredograma colocando todos os indivíduos da família, pinte os quadrados (homens) e círculos (mulheres) que possuam a característica, verifique se a característica é dominante ou recessiva. Em seguida coloque o genótipo dos indivíduos que possuem a característica, logo depois comece a inferir os genótipos daqueles que não têm a característica com base na herança genética, partindo do princípio da primeira lei de Mendel em que um dos alelos de um gene é recebido do pai e outro da mãe.

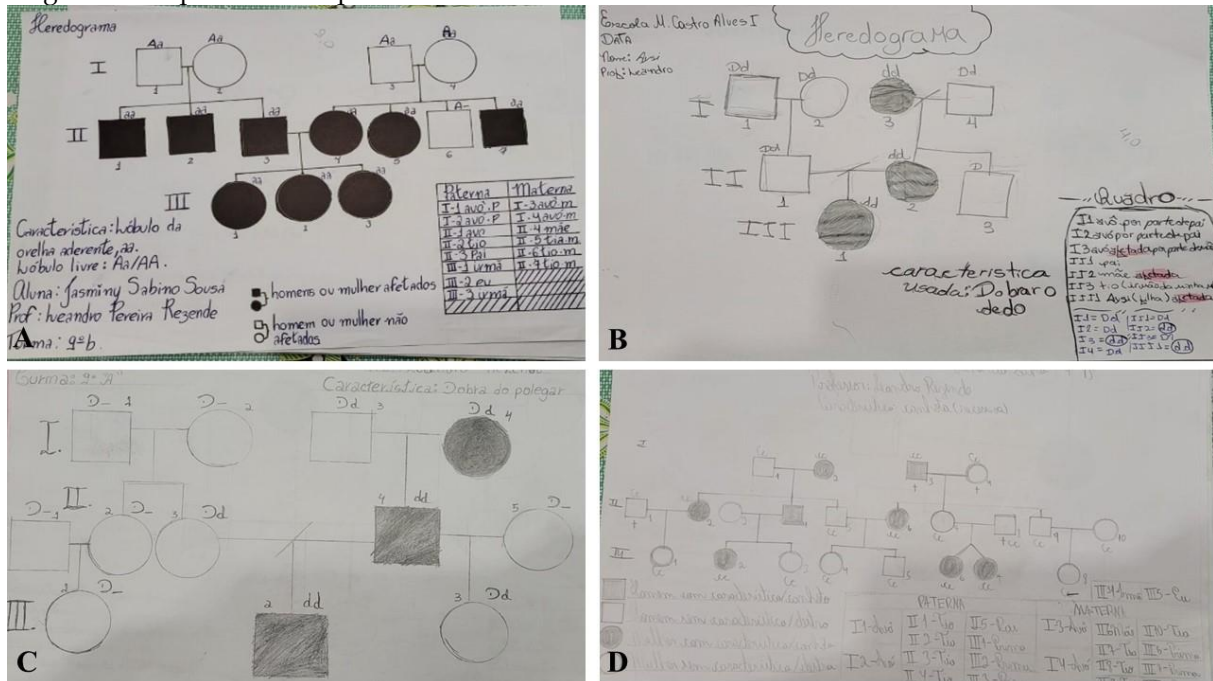
Figura 03. Exemplo de como inferir genótipos a partir dos fenótipos



Fonte: Próprio autor, 2023.

Após as reuniões, os alunos entregaram heredogramas mais bem elaborados (Fig. 4), com os parentescos de forma correta e poucos erros de identificação de genótipos. Na Fig. 4A a maioria dos indivíduos apresentam uma característica recessiva (lóbulo da orelha aderente), dessa forma foi possível inferir quase todos os genótipos, exceto do indivíduo II-6 que pode ser homocigoto dominante ou heterocigoto, mas que poderia ser identificado caso seus filhos tivessem sido colocados no heredograma.

Figura 04. Heredograma após as correções. A) todos os genótipos inferidos com base no fenótipo de lóbulo da orelha aderente. B) Todos os parentescos representados de forma correta, com exceções de alguns traços mal colocados e alguns genótipos ainda mal colocados (I-1 e I-2). C) Todos os parentescos bem representados e os genótipos inferidos de forma correta. D) uma família grande com representação de gêmeos e o parentesco representado de forma correta



Fonte: próprio autor, 2023.

Essa inferência de genótipos vista na Fig. 04 foi de grande valia para o entendimento da diferença entre os conceitos homocigoto e heterocigoto, dominante e recessivo. Perceberam que quando o indivíduo possui uma característica recessiva ele sempre vai ser homocigoto recessivo representado por duas letras minúsculas, enquanto aquele indivíduo que não possui essa característica poderá ser homocigoto dominante representado por duas letras maiúsculas ou heterocigoto representado por uma letra maiúscula e uma minúscula.

Outra grande contribuição foi acerca de dominante e recessivo. Os estudantes ainda tinham dificuldade em entender que a característica é determinada geneticamente. Eles pensavam que a característica era dominante se estivesse em maior quantidade na sua família (Fig. 2B); era comum ouvir dos alunos, quando questionados, que tal característica era dominante na sua família. Com a finalização dos heredogramas os alunos conseguiram entender que independente de estarem em maior ou menor quantidade na família, a característica já vem determinada pelo gene.

O trabalho intitulado “Brincando com a dificuldade no Ensino de Genética” realizado por Pereira-Ferreira *et al.* (2017) mostrou um jogo didático que também envolvia a genética clássica, com construção de heredograma, com resultados positivos, segundo os autores, contribuindo para uma melhoria dos conhecimentos dos estudantes. Corroborando a ideia central deste trabalho, aquela em que os alunos são os autores da produção de seu próprio conhecimento.

Ciente disso, este recurso didático permite ao aluno conviver com a genética do seu dia a dia, podem observar uma determinada característica e correlacionar fenótipo com genótipo. Por exemplo, ao analisar uma família de 3 gerações, eles conseguiram identificar quem escrevia com mão direita e mão esquerda. Considerando que canhoto possui genótipo recessivo (cc) um desses alelos foi herdado do pai e outro da mãe. Se o pai e a mãe são destros, automaticamente é possível identificar o genótipo dos pais como heterozigoto (Cc). Essas associações permitem compreender os conceitos de homozigoto e heterozigoto, de alelo e gene, de fenótipo e genótipo, deixando de ser algo abstrato para eles.

Segundo Mascarenhas (2016) o interesse dos alunos pelas atividades de genética começa quando eles a veem de uma forma diferente, pois conseguem entender conceitos-chave para a continuidade do aprendizado. Essa afirmação foi verificada neste trabalho a medida em que o tempo passava, os alunos demonstravam mais interesse em pesquisar e resolver os problemas encontrados, além de mostrar maior domínio do assunto abordado.

Dos 85 alunos que aceitaram produzir o heredograma, 70 deles finalizaram o trabalho e aceitaram apresentar para a sala, os outros 15 ficaram inacabados sem fazerem as correções. Dentre os 70 finalizados, 10 trabalhos ainda apresentavam erros de parentesco e genotipagem. Após finalizados, os heredogramas foram apresentados na sala para os colegas e durante as apresentações todos eram questionados, apresentadores e ouvintes, sobre a possibilidade de estar correta ou errada a inferência de genótipos, principalmente quando eram observados erros na cartolina.

Com as apresentações, discussões e questionamentos os próprios alunos conseguiam identificar erros não vistos por aqueles que estavam apresentando. Essas

ações permitiram observar que de fato o modelo didático aqui utilizado colabora para o aprendizado dos alunos. Algo defendido também por Silva *et al.* (2022) ao aplicar um jogo de quebra-cabeça com a imagem de um heredograma, pois seus resultados foram positivos com redução de desacertos e aumento nas proporções assertivas.

Segundo Souza *et al.* (2013) o lúdico se comporta como uma alternativa de potencial, que promove a motivação no alunado e, conseqüentemente, oportuniza o conhecimento. Esta motivação relaciona-se com o interesse e o desafio do aluno em relação ao modelo utilizado (AMORIM, 2013), mostrando que quando mais interessado estiver mais ele irá interagir com os colegas. Verifica-se que tais afirmativas são observadas aqui, mesmo não se tratando de um trabalho lúdico/jogo. Percebe-se que os alunos buscavam informações, se sentiam motivados, se interessavam e discutiam informações com os colegas.

O recurso didático pode ser aplicado tanto com alunos do ensino fundamental, médio e até mesmo de ensino superior fazendo as devidas adaptações. No ensino médio podem ser trabalhados heredogramas mais complexos com uma quantidade maior de indivíduos e gerações. Já no ensino superior podem ser feitos testes de tipagem sanguínea com os alunos e familiares, teste de sensibilidade ao PTC, ou outros testes genéticos para montar heredogramas com base nas análises dos resultados destes testes. Da Silva Junior (2022), Pimenta (2021), Pimenta *et al.* (2021), Ferreira *et al.* (2020), Haas e Hermel (2019) relataram sobre a adaptação do heredograma para aplicação com deficientes visuais, mostrando a relevância deste recurso na sala de aula e sua adaptação para diferentes modalidades de ensino, tais como a educação especial e inclusiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A montagem de heredogramas permitiu aos alunos aprenderem como ocorre a herança mendeliana de características humanas de dominância completa e monogênica ao observarem os fenótipos nos indivíduos analisados e compreender o processo de transmissão da característica.

Ao associar genótipo com fenótipo e entenderem as probabilidades das combinações de alelos de acordo com os genótipos inferidos, eles tinham melhor entendimento dos conceitos de alelos, dominante, recessivo, genótipo, fenótipo, homocigoto e heterocigoto.

Além disso, o modelo didático apresenta uma flexibilidade para ser trabalhado em todos os níveis de ensino, podendo ser adaptado para educação básica e ensino superior, sendo no superior possível realizar com tipagem sanguínea ou outros testes genéticos, fazendo as devidas adaptações.

AGRADECIMENTOS

Aos alunos do 9º ano por se empenharem em realizar esta atividade, buscando informações com familiares e realizando pesquisas com aqueles que moram distante para concluir as atividades.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio.** Monografia (Graduação) - Universidade Aberta do Brasil, Beberibe, Ceará. 2013.

ARAUJO, A. B; GUSMÃO, F. A. F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira.** 2017.

BARBOSA, V. M. **A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de Genética:** uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da base Nacional comum curricular para o nono ano do ensino fundamental. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2021.

BEZERRA, R. G.; GOULART, L. S. Levantamento e análise de conceitos genéticos entre alunos do Ensino Médio de um colégio público do Estado de Goiás. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**, v. 6, n. 3, p. 214-233, abr. 2014.

CASTELÃO, T. B.; AMABIS, J. M. Motivação e ensino de genética: um enfoque atribucional sobre a escolha da área, prática docente e aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

CASTRO, K. da S.; MAIA, L. H. F.; ALVES, B. H. B.; CASTRO, I. F. da A. Conhecimentos, percepções e metodologias de ensino de docente na rede pública de Uruçuí (PI) relacionados ao ensino de genética na educação básica. *In: VII Congresso Internacional das Licenciaturas PVDI. Edição 100% virtual. Anais...* Recife, 2020.

CRUZ, DA R. S.; ROXO, S. V. M. M. O lúcido no ensino de Genética. *In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Caderno PDE vol. 1. Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2017. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_bio_ufpr_silvanacruzdarocha.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2022.*

DA SILVA JUNIOR, V. Genética é POP: usando a ficção no ensino da Hereditariedade. *In: VIII Congresso Nacional de Educação, Maceió. Anais...* Maceió, 2022.

ELIAS, M. A.; RONQUIM, J. Ensino de genética por meio da interdisciplinaridade entre a Biologia e o planejamento urbano. *Arquivos do Mudi*, v. 24, n. 2, p. 22-29, 2020.

FERREIRA, T. C. R. P.; RODRIGUES, A. S.; DA COSTA, F. L. P. Análises e discussões acerca do uso de um material didático tátil para o ensino do tema padrões de herança a estudantes com deficiência visual. *Benjamin Constant*, v. 2, n. 61, p. 24-41. 2020.

HAAS, R. S.; HERMEL, E. do E. S. Práticas pedagógicas no ensino de Ciências para alunos com deficiência visual. *In: Seminário de ensino, pesquisa e extensão, v. 9, Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019. Anais...* Chapecó: SEPE, 2019.

HIRANAKA, R. A. B; HORTÊNCIO, T. M. de A. **Inspire Ciências: 9 ano: ensino fundamental: anos finais.** 1ed. São Paulo: FTD, 2018.

MASCARENHAS, M. de J. O.; DA SILVA, V. C.; MARTINS, P. R. P.; FRAGA, E. da C.; BARROS, M. C. Estratégias metodológicas para o ensino de Genética em escola pública. *Pesquisa em Foco*, v. 21, n. 2, p. 05-24, 2016.

MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S.; CORNACCHIONE, E. Os segredos dos professores referência no ensino de Contabilidade. *R. Cont. Fin.*, v. 23, n. 59, p. 142-153, 2012.

DE OLIVEIRA, H. T. de A. S.; FERREIRA, K. E.; RIBEIRO, P. A. de C.; ROCHA, M. L.; COSTA, F. de J.; MARTINS, E. M. Metodologias alternativas para o ensino de genética em um curso de licenciatura: Um estudo em uma universidade pública de Minas Gerais. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v.15, ed.1, p.497-507, 2017.

PEREIRA-FERREIRA, C.; PAIVA, C. P. F. R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; MERHY, T. S. M. Brincando com a dificuldade do Ensino da Genética. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 6., 2017, Florianópolis. Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2017. p 1 - 10.

PIMENTA, W. C. **Quadro didático inclusivo para alunos com deficiência visual relativo a construção de heredograma.** Monografia (Graduação) - Instituto Federal do Piauí. Teresina, 2021.

PIMENTA, W. C.; DE SOUSA, W. F.; LOPES, M. K. da C.; MOURA, J. de O. A construção de um heredograma através de um quadro didático adaptado para estudantes com deficiência visual. **Genética na Escola**, v. 16, n. 2, 2021.

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S.. Uso de modelos didáticos no ensino de genética: estratégias metodológicas para o aprendizado. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 107-124, 2018.

SILVA, H. M. da. A metodologia de resolução de problemas no ensino da genética. **Scientia Generalis**, v. 2, n. 2, p. 1-13, 2021.

SILVA, I. B.; SANTANA, G. H.; SOARES, J. Utilização de heredogramas para compreender as formas da genética na prática. *In: 14º Jornada Científica e Tecnológica. 11º Simpósio de Pós-graduação do IFSuldeMinas.* Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, 2022. **Anais...** Machado, 2022.

SOARES, M. N.; DINIZ, R. E. S. Educação problematizadora e teoria crítica: Contribuições freireanas e frankfurtianas para se pensar a função social do ensino de biologia. *In: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (VII Enpec).* **Anais...** Florianópolis, 2009.

SOUZA, J. P. P.; ARAÚJO, C. P.; ZUZA, H. O. B. B.; COSTA, I. A. S. Uso de jogos e modelos didáticos em Biologia: Uma proposta para consolidar conteúdos sobre microrganismos. *In: IV Congresso Internacional de Educação, Porto Seguro, Bahia, Brasil. 2013. Anais...* Porto Seguro, 2013.

TEMP, D. S. **Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Rio Grande do Sul - RS, 2011. 85 P.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Revista Científica Schola**, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2018.

VESTENA, R.F.; LORETO, E.L.S.; SEPEL, L.M.N. Heredogramas dos estudantes: das anágrafes paroquiais para a escola. **Genética na Escola**, v. 8, n.2, p. 114-123, 2013.