



**Modelo dos 5E no ensino investigativo das características hereditárias
em condições remotas**

***5E model in investigative teaching of hereditary characteristics in remote
conditions***

Geyse Freitas de Sousa

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - Universidade Estadual do Ceará

(ProfBIO/UECE), <https://orcid.org/0000-0002-7659-0866>, e-mail:

geysefernandes.g@gmail.com

Fabrcio Bonfim Sudrio

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - Universidade Estadual do Cear

(PROFBIO/UECE), Curso de Licenciatura em Cincias biolgicas da FAEC/UECE,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5937-5681>, e-mail: fabrcio.sudrio@uece.br

Resumo

As metodologias investigativas favorecem o processo de aprendizagem e o modelo dos 5E contm etapas que permitem o desenvolvimento de habilidades para investigao em grupo. O objetivo geral deste trabalho foi apresentar os resultados de um projeto que envolveu o ensino da relao dos genes com a expresso de caractersticas em seres vivos a partir do sistema ABO por meio de uma abordagem investigativa. A atividade contou com a participao de 14 alunos do terceiro ano do ensino mdio, cujas posturas e opinies foram analisadas por observao direta e respostas a um questionrio. A estratgia adotada (modelo dos 5E) envolveu cinco etapas, mediante utilizao de plataformas digitais. Os alunos compartilharam ideias e a maioria das equipes conseguiu utilizar o quadro *Jamboard*[®] para construir painis e resumir os resultados das pesquisas. Todos os participantes consideraram a metodologia adequada ao ensino remoto e o tema importante para os seus cotidianos.

Palavras-chave: Ensino de gentica. Aulas remotas. Metodologias de ensino.

Abstract

Investigative methodologies favor the learning process and the 5E model contains steps that allow the development of skills for group investigation. The general objective of this work was to present the results of a project that involved teaching the relationship of genes with the expression of traits in living beings from the ABO system through an investigative approach. The activity had the participation of 14 students from the third year of high school, whose postures and opinions were analyzed by direct observation and responses to a questionnaire. The strategy



adopted (5E model) involved five stages, using digital platforms. Students shared ideas and most teams were able to use the Jamboard® board to build dashboards and summarize survey results. All participants considered the methodology suitable for remote learning and the topic important for their daily lives.

Key words: Teaching of genetics. Remote classes. Teaching methodologies.

1 Introdução

A condição de pandemia da COVID-19 desde o ano de 2020 e a propagação mundial dos seus efeitos levaram à adoção de medidas drásticas por diversos países para evitar a sua disseminação e consequências mais graves. O isolamento social, em concordância com o que orienta a Organização Mundial da Saúde (OMS), é a principal medida de prevenção, podendo evitar o colapso do sistema de saúde e garantir o tratamento da população.

Segundo Médici *et al.* (2020), a sociedade inserida na pandemia da COVID-19 precisou reorganizar, além de outras áreas, o sistema educacional. Os autores lembram que foi necessário repensar uma maneira de atender às demandas nessa nova configuração social. Nesse contexto, milhões de alunos ficaram fora da sala de aula na forma de ensino presencial. Por isso, as aulas remotas surgiram como “a solução possível” nessa condição de ensino emergencial (ROSA, 2020, p. 3). Desde então, as práticas pedagógicas têm sido mediadas por meio de plataformas digitais e aplicativos (ALVES, 2020; COSTA *et al.*, 2020; GOMES, 2020; MIRANDA, 2020).

A pandemia da COVID-19 abre discussões que vão além da modalidade do ensino em si e que envolvem questões sociais que são determinantes para a qualidade das aulas remotas e consequentes resultados educacionais satisfatórios.

De forma presencial ou remota, a abordagem dos conteúdos de biologia na escola deve contribuir para a formação do aluno como um indivíduo capaz de entender e modificar positivamente a sua realidade, considerando não apenas a sua condição atual de vivência de uma pandemia, mas também a compreensão dos vários fatores relacionados às doenças infectocontagiosas cotidianas, sobretudo das principais formas de prevenção. Considerando o grau de abrangência da biologia, disciplinas de genética de cursos de ensino superior e/ou conteúdos dessa área abordados nas aulas do ensino médio são muito importantes nesse processo (SANCHEZ-CASTRO; PAJUELO-



REYES, 2020).

Apesar da sua relevância e das várias possibilidades de abordagens contextualizadas dos conteúdos, o ensino de genética é desafiador (TEMP, 2011; MASCARENHAS 2016; ARAÚJO; GUSMÃO, 2017), considerando, além de outros aspectos, a grande quantidade de termos técnicos e específicos da área. Araújo e Gusmão (2017, p. 2) reiteram essa afirmativa quando dizem que “as dificuldades para aprender genética são atribuídas ao fato de ser a genética uma área caracterizada por uma grande quantidade de termos, que se restringem apenas aos conhecimentos específicos da biologia, e que não estão presentes no cotidiano dos alunos”.

Como há um destaque considerável sobre assuntos que envolvem a genética nos diversos meios de comunicação, principalmente na televisão e na Internet, Mascarenhas *et al.* (2016) ressaltam que essa visibilidade proporciona a condição ideal para que o professor planeje e desenvolva aulas contextualizadas que facilitem a compreensão dos conceitos pelos estudantes.

No contexto da pandemia da COVID-19, por exemplo, a genética enquanto ciência desempenhou (e continua desempenhando) um papel de importância em vários aspectos, como na identificação da doença, no desenvolvimento de técnicas de diagnóstico, na prevenção de infecções e evolução para casos graves, além do aperfeiçoamento de futuros tratamentos (SANCHEZ-CASTRO; PAJUELO-REYES, 2020).

Considerando as metodologias para a abordagem dos conteúdos, o ensino por investigação está em concordância com as competências gerais da educação básica propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), as quais contemplam, dentre outros aspectos da abordagem científica, a investigação e a análise crítica. Essas competências proporcionam ao estudante a possibilidade de resolver problemas e criar soluções frente às diversas problemáticas exploradas.

Deste modo, o estudante tem a possibilidade de atuar como protagonista na construção da sua própria aprendizagem e, em consequência, estar mais bem preparado para modificar ativa e positivamente a realidade na qual está inserido. Um exemplo disto neste trabalho é o fato de conhecimentos básicos sobre os grupos sanguíneos, antígenos e anticorpos poderem contribuir para que os alunos compreendam mecanismos relacionados à compatibilidade sanguínea e à doação de sangue, que são conhecimentos



importantes na vida prática de qualquer cidadão.

Em relação às estratégias próprias do ensino por investigação, Zetóles e Razzi (2020) asseguram que elas têm as vantagens de trazer conhecimentos ao âmbito escolar, que são comumente difundidos apenas no meio acadêmico, resultando, por consequência, no desenvolvimento do senso crítico no aluno que prioriza questões que vão além dos conteúdos propostos no currículo. Os autores acrescentam também que o ensino por investigação auxilia na construção do conhecimento pelo próprio aluno, pois proporciona ao mesmo uma participação efetiva no seu processo de ensino aprendizagem (ZETÓLES; RAZZI; 2020).

Pensando sobre uma alternativa para o aprendizado de conceitos básicos de genética, o modelo institucional dos 5E (do inglês: *5E Instructional Model*) tem sido utilizado desde o final da década de 1980 no desenvolvimento de novos materiais curriculares e experiências de desenvolvimento profissional (BYBEE, 2006). Essa metodologia de ensino por investigação envolve cinco etapas denominadas da seguinte forma: engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação (FAZELIAN, 2010). Com base neste modelo, a metodologia adotada neste trabalho teve como foco o desenvolvimento de noções da relação entre os genes e a expressão de características dos seres vivos a partir do estudo dos grupos sanguíneos por meio de uma abordagem investigativa.

Cada uma das etapas do modelo 5E tem uma função específica e contribui para que o professor siga instruções coerentes. Em conjunto, essas etapas podem fazer com que os alunos tenham uma melhor compreensão do conhecimento científico e tecnológico, além de poderem contribuir com o melhor desenvolvimento de habilidades e atitudes (BYBEE *et al.*, 2006).

Levando todos esses aspectos em consideração, o objetivo geral deste trabalho foi apresentar os resultados de um projeto que envolveu o ensino da relação dos genes com a expressão de características em seres vivos a partir do sistema ABO por meio de uma abordagem investigativa. Os objetivos específicos foram: mobilizar conhecimentos a fim de construir ou aprofundar conceitos sobre os processos que envolvem DNA, RNA e síntese de proteínas; exercitar a investigação em grupo como estratégia para a construção de conhecimentos e fortalecimento de habilidades do trabalho realizado em equipe; socializar os conhecimentos adquiridos por meio da atividade



realizada, visando contribuir coletivamente para a construção do conhecimento; e analisar as perspectivas dos alunos sobre a metodologia investigativa instrucional e as estratégias didáticas de ensino remoto de genética utilizadas no trabalho.

2 Percurso metodológico

Este trabalho é de natureza descritiva e caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de maneira que as posturas e opiniões dos estudantes foram analisadas por meio de observação direta, assim como pelos relatos e respostas dadas aos questionamentos acerca do projeto.

A atividade contou com a participação de 14 alunos de quatro turmas do terceiro ano de uma Escola Estadual de Educação Profissional localizada no município de Itaitinga, Ceará.

As etapas da investigação foram desenvolvidas de forma remota, com a maioria realizada de forma síncrona e apenas a avaliação feita de forma assíncrona. Para isso, a professora e os estudantes dispuseram de aparelhos de celular, *tablet* ou computadores para a utilização do *Google Meet*® e da ferramenta do *Jamboard*®. Os *links* e os materiais de pesquisa para as equipes foram disponibilizados por meio do *Google Classroom*®, *Whatsapp*® ou via *E-mail*.

Para a organização das etapas da atividade utilizou-se um dos modelos de *design* instrucional para o ensino (o modelo dos 5Es), que possibilitou uma abordagem investigativa, mesmo de forma remota.

2.1 etapas da aplicação da atividade

A aplicação da atividade seguiu os passos detalhados no plano de aula (Apêndice 1), contendo as etapas de Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração e Avaliação, descritas a seguir.

2.1.1 Etapa de engajamento

Nessa etapa propôs-se um tempo de 10 minutos. Inicialmente os alunos foram recepcionados na aula *online*, seguindo-se com a apresentação da atividade pela autora, que também exibiu uma reportagem engajadora intitulada “Condição genética rara,



'sangue dourado' pega família mineira de surpresa”, cujo vídeo pode ser acessado pelo seguinte link: <https://youtu.be/NchNxckzNxo>.

Após a exibição desse vídeo curto (2:37 minutos), os estudantes foram instigados a refletirem, pensarem e discutirem, em equipe, sobre o tema geral, auxiliando-os com as seguintes questões: *O que quer dizer “condição genética”?; Você já tinha ouvido falar em “sangue dourado”? Em sua opinião, por que ele é tão raro?; Quais os tipos de sangue que você conhece?; Por que existem tipos sanguíneos distintos?; e Qual a relação entre tipos sanguíneos e genética?*

Essa iniciativa proporcionou uma breve discussão com esclarecimentos de possíveis dúvidas dos alunos sobre alguns termos citados no vídeo e a introdução do assunto da aula para os alunos.

2.1.2 Etapa de exploração

Após a exibição da reportagem, foi exibido um vídeo intitulado “Transcrição e Tradução - Vida e Morte do RNA Mensageiro”, o qual pode ser acessado pelo link “<https://www.youtube.com/watch?v=Mgxs5fZHF8Y&t=122s>”. A intenção foi estimular os alunos a fazerem anotações sobre as informações que julgassem relevantes para a discussão do tema em questão. A professora se manteve disponível para auxiliar os alunos em dúvidas que poderiam surgir durante a exibição.

Ao final da exibição do vídeo, os alunos foram orientados a utilizarem um mapa mental intitulado “Moléculas da hereditariedade: ácidos nucleicos” (Link de acesso: <https://br.pinterest.com/pin/700732023253514270/>) para que que fizessem a verificação de erros conceituais cometidos por eles na etapa anterior, além de construir ou aprofundarem os conhecimentos adquiridos, relacionando-os com os seus conhecimentos prévios sobre o tema da aula.

Nesta etapa, com duração de cerca de 20 minutos, os alunos receberam as seguintes questões norteadoras: *Como o DNA é transmitido aos descendentes?; Como as informações contidas no DNA são utilizadas pelas células?; Qual a relação do DNA e RNA com as proteínas?; Qual a importância dos processos explicados no vídeo?; e Qual a relação entre proteínas e as características dos seres vivos?.*

Os alunos tiveram auxílio da professora e dos colegas de equipe na resolução das questões e foram orientados a fazerem anotações e esquemas sobre os assuntos



discutidos.

2.1.3 Etapa de explicação

Nesta etapa, que teve duração de aproximadamente 10 minutos, os estudantes apresentaram suas explicações para as perguntas apresentadas na etapa de exploração. Voluntários de cada grupo foram convidados a expor as ideias discutidas sobre os questionamentos feitos na etapa anterior. Os questionamentos que não foram solucionados pelos alunos dentro das equipes também foram discutidos com o grupo todo e com o auxílio da professora.

2.1.4 Etapa de elaboração

Na etapa da elaboração, os alunos foram orientados a relacionar os conhecimentos construídos ao longo da atividade com os novos conhecimentos adquiridos em equipe a partir dos materiais disponibilizados. Além disso, os estudantes foram estimulados a criarem um painel que representasse a ideia central da investigação. Para isso, foi exibido um vídeo com o título “Sistema ABO” (Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=Mgxs5fZHF8Y&t=122s>), além da disponibilização de uma imagem contendo um resumo sobre os grupos sanguíneos.

Ao final da etapa, cada equipe deveria apresentar um painel com informações para explicar como a sequência de DNA afeta as características dos seres vivos, baseando-se na característica sorteada para o seu grupo e um tipo de grupo sanguíneo do sistema ABO.

Para orientar a organização das informações e auxiliar na construção do painel, as seguintes perguntas norteadoras foram propostas: *O que são grupos sanguíneos?; Por que existem vários tipos de grupos sanguíneos?; e Qual a relação entre a molécula de DNA e o grupo sanguíneo sorteado?*

Para a construção dos painéis *online* (em equipe) apresentou-se a ferramenta *Jamboard*®. Essa ferramenta de acesso grátis do *Google* funciona como um quadro branco na nuvem que possibilita o compartilhamento de tudo o que a pessoa utiliza na construção do painel (como imagens e textos) com outras pessoas.

2.1.5 Etapa de avaliação



A etapa da avaliação ocorreu de maneira assíncrona. Os alunos foram convidados a responderem o formulário de avaliação da aula disponibilizado pela professora.

Para investigar as concepções e conhecer sugestões sobre a metodologia e ferramentas utilizadas na aula, as seguintes perguntas foram propostas no formulário: *Você considera a abordagem utilizada adequada para aulas remotas? Deixe um comentário justificando sua opinião ou contendo alguma sugestão; Que conceitos novos vocês aprenderam com outra equipe? (Liste, pelo menos um); Como você avalia a produção de painel no Jamboard para representar as pesquisas? Isso contribuiu para o seu aprendizado?; Como você avalia a troca de informações e as diferentes formas dos alunos expressarem seu conhecimento?; e Que outra forma de apresentar as pesquisas você consideraria importante para o seu aprendizado? (Cite pelo menos, uma).* Para garantir o anonimato dos estudantes participantes, os mesmos foram identificados, nos resultados, por “Aluno” e pelas letras do alfabeto, da seguinte forma: “Aluno A”, “Aluno B”, e assim sucessivamente.

3 Resultados e Discussão

Ao todo, 14 alunos participaram da atividade, os quais eram de quatro turmas diferentes do ensino médio, sendo divididos em duplas ou pequenos grupos. Dos alunos participantes, 14,3% são do curso de Manutenção automotiva; 21,4% do curso de Administração; 28,6% do curso de Redes de computadores e 35,7% do curso de Logística. As aulas aconteceram em dois momentos, cada um com duas turmas. Cada momento teve uma duração de aproximadamente 50 minutos, apesar do tempo proposto para a realização das atividades no plano de aula tenha sido de 80 minutos.

A pouca participação dos estudantes nas atividades *online* reflete uma situação de dificuldade enfrentada pela escola onde o projeto foi aplicado desde a implantação das aulas remotas. Piffero *et al.* (2020) analisam situações semelhantes com preocupação, pois elas podem significar dificuldades apresentadas pelos alunos em acessar as aulas remotas que são disponibilizadas pelos meios digitais. Em contrapartida, em pesquisa feita com alunos do ensino médio, os autores revelam outros fatores limitantes para a participação dos discentes, como a dificuldade de manutenção da



concentração ou de organização durante a rotina de estudos em casa (PIFFERO, 2020, p. 6).

Ao serem indagados sobre o vídeo apresentado na etapa do engajamento, os alunos demonstraram interesse na temática. A condição genética rara conhecida como “sangue dourado” e que foi explorada no vídeo era pouco conhecida pelos alunos participantes, porém, gerou questionamentos sobre esse tipo de herança e sobre os efeitos dessa condição genética, além de perguntas sobre doação sanguínea.

Na perspectiva de Blass e Irala (2020), quando se opta por utilizar temas mais próximos aos alunos em aulas investigativas, como é o caso das características humanas, pode-se evitar que os alunos priorizem a simples memorização, já que nesses casos os conteúdos são contextualizados mais facilmente. Na opinião dos autores, isso pode gerar mais comprometimento na realização das atividades, considerando que o aluno tende a participar mais ativamente da investigação e das discussões, refletindo no reforço de outras habilidades contempladas nas instruções orientadas (BLASS; IRALA, 2020, p. 6).

O vídeo utilizado na etapa de Exploração demonstra, de forma mais descontraída, a produção e os papéis desempenhados por uma molécula de mRNA, de enzimas relacionadas à tradução, do tRNA e do ribossomo. Em virtude disso e por conter imagens lúdicas, além de uma narrativa de linguagem fácil e acessível a eles, o vídeo chamou a atenção dos alunos.

As atividades lúdicas estão presentes em todos os níveis de ensino, não se restringindo ao ensino infantil (SANTOS, 2017). Seja no ensino de Ciências ou em qualquer outra disciplina, Santos (2020) defende a utilização de materiais lúdicos como meios para tornar a aprendizagem mais prazerosa e com características que possam chamar a atenção dos alunos e proporcionar melhorias no desempenho dos mesmos em termos de aprendizagem.

No contexto de abordagens lúdicas em sala de aula, o professor tem a importante função de mediador ao direcionar e propor atividades que estimulem os alunos no seu desenvolvimento, sempre mantendo o foco para que os mesmos alcancem os objetivos pedagógicos traçados (SILVA, 2015).

Em relação aos materiais elaborados pelos alunos para a apresentação de suas pesquisas sobre a questão central de pesquisa, foram obtidos seis painéis que podem ser acessados por meio do seguinte link: <https://drive.google.com/file/d/1X6Iwjh0->



S7d8cHan4SRImobbAwvMY2D_/view?usp=sharing. Cinco painéis foram construídos *online*, utilizando-se a ferramenta do *Jamboard*®, enquanto um deles foi montado no *Powepoint*®.

Todos os alunos participantes consideraram adequadas a forma de abordagem e as metodologias adotadas na aula para o ensino remoto por considerá-las dinâmicas, além de considerarem o tema interessante. Isso se reflete nas seguintes falas dos alunos:

Pois (a aula) foi dinâmica, tanto na comunicação, como na forma de introduzir o assunto (Aluno A);

(...) foi uma aula feita de um jeito diferente, mas que serviu para nosso aprendizado (Aluno B);

Foi uma forma diferente de apresentar os conteúdos e discutir o tema (Aluno C);

Os vídeos mostram várias informações interessantes. Foi dinâmica a aula (Aluno D);

Os vídeos tornam dinâmica e a comunicação durante a aula faz a gente aprender mais (Aluno E);

Os vídeos deixam a aula mais dinâmica. O tema sobre a genética do sangue chama a atenção (Aluno F);

Foi dinâmica a forma de apresentar os conhecimentos, os vídeos são interessantes (Aluno G);

Foi boa porque foi diferente e trouxe vídeos não longos para reforçar o conteúdo (Aluno H);

Os vídeos são de fácil compreensão quando os alunos participaram, eu aprendi algo que eles sabiam (Aluno I);

A matéria abordada foi interessante e os vídeos que a professora passou não são chatos e trazem informações importantes pra nossa vida (Aluno J).

Quando indagados sobre a utilização da ferramenta *Jamboard*® para a produção dos painéis, a maioria dos alunos (cerca de 79%) afirmou que era adequada para a utilização *online*. Apenas três alunos (cerca de 21%) não conseguiram acessar a ferramenta. Sobre a experiência com a utilização do *Jamboard*®, consideramos alguns resultados positivos a partir das seguintes falas dos participantes em resposta à pergunta feita no questionário de avaliação:

É interessante e fácil de se compreender o conteúdo abordado (Aluno A);



A vantagem é poder trabalhar em grupos e todos poderem ver as respostas (Aluno B);

É legal, fácil de usar. Dá pra fazer trabalho de grupo online (Aluno C);

Achei interessante pois dá pra acompanhar as equipes fazendo seus trabalhos (Aluno D);

É bom para ver as imagens e fazer trabalho em grupo (Aluno E).

Quando indagados sobre a importância da contribuição dos seus colegas na discussão para o aprendizado dos conceitos, a maioria dos alunos respondeu que considerava (85,7%) muito importante, embora a maioria deles (78,6%) tenha considerado as participações durante o desenvolvimento da aula apenas razoavelmente contributivas.

A discussão e o compartilhamento de informações na sala de aula são defendidos por Altarugio *et al.* (2010) como estratégias que contribuem no processo de exposição de ideias prévias dos alunos. Isso auxilia no aprendizado da argumentação, contribuindo para a construção coletiva de conhecimentos.

Sobre os conceitos novos que aprenderam, os alunos citaram, em sua maioria, que aprenderam sobre os grupos sanguíneos humanos, fator Rh e doação de sangue. Sobre a importância desses conteúdos, a maioria dos alunos respondeu que eles eram relevantes para a sua vida. Pode-se perceber essa importância para os alunos nas seguintes falas:

É bastante interessante e útil para quando formos fazer algum tipo de exame de sangue, quando vamos doar sangue por exemplo (Aluno A);

Importância para sabermos como funciona o nosso DNA pelo sangue (Aluno B).

Para que tenhamos um conhecimento de que tudo tem uma grande importância, por exemplo, o tipo sanguíneo não é só A, B ou O, é bem mais do que isso, existe uma composição muito interessante por trás dessas letras (Aluno C);

É importante conhecer a genética das pessoas, pra entender características que podem existir na nossa família, nos filhos, etc. (Aluno D);

Importante aprender genética e sobre a saúde do ser humano, sobre doação de sangue também (Aluno E);

Acho importante trazer um tema relacionado a saúde e também a características hereditárias. Assim eu pude entender mais sobre o sangue e doação (Aluno F);



Importância pra vida da gente, entender sobre nosso sangue e sobre o DNA dele (Aluno G);

Acho importante entender como funciona a doação de sangue, pode ser uma informação útil pra gente (Aluno H);

Aprender o que significam as letras do sistema ABO, entender sobre transfusão (Aluno I);

É importante saber sobre seu sangue, imunidade e se você precisar doar ou receber sangue, ficar informado (Aluno J);

Quando a gente for precisar doar ou receber sangue é importante conhecer (Aluno K).

Ao analisar os painéis produzidos pelos alunos, fica evidente que todas as equipes conseguiram relacionar a molécula de DNA à produção de um dos grupos sanguíneos. Três das seis equipes citaram os genes como detentoras da informação genética, fazendo uma relação dos mesmos com a produção de RNA mensageiro (mRNA) e proteínas, tangenciando os processos de transcrição e tradução, demonstrando que conseguiram estabelecer o dogma central da Biologia nos painéis que foram construídos.

Quatro das equipes conseguiram relacionar as proteínas com a expressão de genes relacionados à formação de grupos sanguíneos. As equipes também demonstraram o papel dos ribossomos e os locais onde ocorrem a duplicação do DNA e a produção de mRNA.

Além das informações sobre os ácidos nucleicos e proteínas envolvidas na expressão da herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO, os alunos também apresentaram conhecimentos sobre conceitos de antígenos, anticorpos e também sobre doação sanguínea, evidenciando a atenção que tiveram em relação ao vídeo didático apresentado na fase da Elaboração. Uma das equipes ainda utilizou conhecimentos sobre heredograma para ilustrar a característica dos grupos sanguíneos em algumas gerações de uma família.

Com relação às imagens utilizadas nos painéis, três das equipes fizeram seus próprios esquemas, enquanto três anexaram imagens que encontraram em *sites*, buscando ilustrar as suas respostas. Quando indagados sobre outras formas que consideram interessantes para apresentarem os seus resultados de pesquisa, os alunos citaram mapas mentais, textos ou redações, vídeos didáticos e debate.



Apesar das dificuldades de interação nas aulas realizadas remotamente, as etapas de Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração e Avaliação geraram vários efeitos positivos no despertar da curiosidade e na promoção de conhecimentos genéticos dos alunos participantes. Esse maior interesse pelas temáticas relacionadas à genética se deu pelo conjunto de metodologias e de recursos didáticos, além da forma de abordagem e da escolha dos temas explorados, que envolveram: condições genéticas raras; relação entre tipos sanguíneos e a genética; relação entre proteínas e as características dos seres vivos; relação entre a molécula de DNA e os grupos sanguíneos; e importância da doação sanguínea.

4 Considerações Finais

Primeiramente, destaca-se que a abordagem do tema de grupos sanguíneos do sistema ABO propiciou um contexto mais próximo dos jovens participantes, que se mostraram interessados e dispostos a pesquisar e discutir. Geralmente, características humanas e aquelas ligadas à saúde são utilizadas para contextualizar conceitos, considerando que geram curiosidade e chamam a atenção dos alunos, o que é de extrema importância em aulas com abordagem investigativa.

O desenvolvimento das etapas da investigação propostas nessa atividade remota permitiu uma análise sobre a utilização de plataformas digitais no ensino de genética a partir de uma abordagem investigativa. Os participantes acessaram os vídeos sem grandes dificuldades, conseguiram fazer uma avaliação dos conceitos explorados no mapa mental e os representantes das equipes (com o auxílio dos colegas e da professora) foram capazes de apresentar um resumo com explicações sobre as perguntas da etapa de exploração. Deste modo, as etapas de Engajamento, Exploração e Explicação foram desenvolvidas de maneira satisfatória e com um bom nível de participação dos estudantes por meio da plataforma *Google Meet*®.

Quanto à etapa da elaboração, alguns alunos apresentaram dificuldades em acessar a ferramenta proposta pela professora (o quadro *Jamboard*®), já que a mesma era totalmente nova para eles, de modo que nem todos os participantes criaram os seus painéis com o uso desse recurso. Apesar disso, depois da demonstração do uso dessa ferramenta



online, mesmo aqueles que não conseguiram utilizá-la, foram capazes de compreender a praticidade e a sua possível utilidade na realização de trabalhos futuros de forma virtual.

A partir dos painéis produzidos na etapa da Elaboração foi possível constatar que as informações apresentadas nos materiais didáticos disponibilizados foram de fácil compreensão, de modo que os alunos conseguiram compilar as informações desses materiais nos painéis produzidos. A curta duração dos vídeos, a maneira simples de demonstração do conteúdo e a ludicidade explorada foram apontados pelos participantes como formas de atratividade e de melhor compreensão do conteúdo abordado.

A metodologia adotada nessa atividade contribuiu para a revisão, fixação ou construção de conceitos associados aos processos que envolvem DNA, RNA e síntese de proteínas, além da relação desses processos com as características genéticas relacionadas ao tema da investigação - os grupos sanguíneos do sistema ABO.

O desenvolvimento das etapas da investigação em grupos contribuiu para o compartilhamento de ideias, respeito aos pontos de vista divergentes e para a construção coletiva do conhecimento.

Apesar de os resultados deste trabalho terem mostrado que é possível desenvolver atividades investigativas a partir de conteúdos da genética no ensino remoto, tanto de forma síncrona como assíncrona, a participação dos alunos refletiu algumas dificuldades de acesso dos participantes às plataformas digitais.

Vale ressaltar que com algumas modificações, o plano de aula (Apêndice 1) trabalhado poderá ser utilizado também em aulas presenciais, podendo proporcionar o exercício da autonomia dos alunos durante a investigação e discussão dos conteúdos dentro da sala de aula e fora das plataformas digitais de comunicação.

Dessa forma, ressalta-se a importância do desenvolvimento de atividades baseadas em metodologias ativas que proporcionem experiências com pesquisa, discussão, compartilhamento de ideias e estímulo ao trabalho em equipe. Esse tipo de iniciativa possibilita o desenvolvimento e aperfeiçoamento de habilidades, além de ajudar na superação de dificuldades na aprendizagem de alguns temas considerados difíceis, como é o caso dos conteúdos de genética.



Referências

ALTARUGIO, Maisa Helena; DINIZ, Manuela Lustosa; LOCATELLI, Solange Wagner. O debate como estratégia em aulas de química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.

ALVES, Lynn. Educação remota: entre a ilusão e a realidade. **Interfaces Científicas-Educação**, v. 8, n. 3, p. 348-365, 2020.

ARAUJO, Adriano Bruno; GUSMÃO, Fabio Alexandre Ferreira. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 10, n. 1, 2017.

BLASS, Leandro; IRALA, Valesca. Brasil. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como metodologia de ensino em aulas de Cálculo Numérico. **Revista de Educação Matemática**, v. 17, p. e020035-e020035, 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 17 de maio de 2021.

BYBEE, Rodger. W., Taylor, J.A., Gardner A., Scotter, P. V., Powell, J.C., Westbrook, A.; Landes, N. The bscs 5e instructional model: origins and effectiveness. **Office Of Science Education National Institutes Of Health**. 1-80, 2006.

COSTA, Vanessa Sousa; COSTA, Felix Gomes da; CIPRIANO, Tyago Henrique Alves Saraiva; CASTRO, Ícaro Fillipe de Araújo. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) como ferramentas para o ensino de genética em aulas não presenciais. **Anais do VII COINTER PDVL**. Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia e Amor. Recife, 2020. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/smart/2020/pdvl/uploads/1190.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FAZELIAN, Porandokht; NAVEH EBRAHIM, Abdolrarim; SORAGHI, Saeed. The effect of 5E instructional design model on learning and retention of sciences for middle class students. **Procedia. Social and Behavioral Sciences**, 5, 140–143, 2010.

GOMES, Helton. **Como o Google quer fazer você esquecer do Zoom para videoconferências**. Publicado em 29 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/04/29/como-o-google-quer-fazer-voce-esquecer-do-zoom-para-fazervideoconferencias.htm>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MASCARENHAS, Marcia de Jesus Oliveira; SILVA, Vanessa Campos; MARTINS, Paula Regina Pereira; FRAGA, Elmary da Costa; BARROS Maria Claudene.



Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em foco**, v. 21, n. 2, 2016.

MÉDICI, Mônica Strege; TATTO, Everson Rodrigo; LEÃO, Marcelo Franco. Percepções de estudantes do Ensino Médio das redes pública e privada sobre atividades remotas ofertadas em tempos de pandemia do coronavírus. **Revista Thema**, v. 18, p. 136-155, 2020.

MIRANDA, Kacia Kyssy de Oliveira; LIMA, Alzenir da Silva; OLIVEIRA, Valeska Cryslaine Machado; TELLES, Cinthia Beatrice da Silva. Aulas remotas em tempo de pandemia: desafios e percepções de professores e alunos. **Anais do VII Conedu**. 2020. Disponível em: <https://docplayer.com.br/202238566-Aulas-remotas-em-tempo-de-pandemia-desafios-e-percepcoes-de-professores-e-alunos.html>. Acesso em: 23 ago. 2021.

PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana et al. Metodologias ativas e o ensino remoto de Biologia: uso de recursos online para aulas síncronas e assíncronas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e719108465-e719108465, 2020.

ROSA, Roseane. Teresinha. Nascimento. Das aulas presenciais às aulas remotas: as abruptas mudanças impulsionadas na docência pela ação do Coronavírus - o COVID-19! **Rev. Cient. Schola**. Colégio Militar de Santa Maria Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1, 2020.

SANCHEZ-CASTRO, E. Eduardo; PAJUELO-REYES, Cecilia. Importancia de la genética como ciencia en relación a la pandemia de COVID-19. **Revista de la Facultad de Medicina Humana**, v. 20, n. 4, p. 690-695, 2020.

SANTOS, Fábio Rocha dos. O uso do lúdico no ensino de Química: Uma visão discente. **Revista Gestão Universitária**, v 8. p. 1-24, 2017.

SANTOS, Cibele Coelho (2020). **Atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem: a vivência lúdica nas escolas da rede pública de ensino no município de Alcântara-Maranhão-Brasil**. 147 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência da Educação. Supervisão pedagógica). Escola Superior de Educação João de Deus, 2020.

SILVA, Arthur Borges; GUEDES, Josevânia Teixeira; SANTOS; Jucilene Santana; SANTOS, Vera Lucia Maia. O lúdico e o desenvolvimento intelectual: uma aprendizagem significativa no ensino de ciências. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 8, n. 1, 2015.

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



ZETÓLES, Máira Gaigher; RAZZI, Patrícia Silveira da Silva. O ensino por investigação na escola do campo: uma relação entre as plantas medicinais e saúde. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 4, p. 477-490, 2020.



Apêndice

Apêndice 1 – Plano de aula investigativa baseada na metodologia dos 5Es.

Assunto e nível: Genética molecular – 3º ano do ensino médio	Professora: Geyse Freitas de Sousa	
Duração da aula: 80 minutos.	Título: Da genética ao gene: investigando a origem de características hereditárias.	
Modalidade da aula: Remota, sendo aplicada de forma síncrona. Para isso, professor e alunos devem dispor de aparelhos de celular, tablet ou computadores para a utilização do <i>Google Meet</i> ® e da ferramenta do Jamboard®. Obs. Links e materiais de pesquisa para as equipes serão disponibilizados através do <i>Google Classroom</i> ® e <i>Whatsapp</i> ®.		
Ideia principal da aula: Sendo a molécula de DNA o material genético dos seres vivos, quando é transmitido aos descendentes, pode determinar algumas de suas características como os grupos sanguíneos. Para compreender como a sequência de DNA afeta características dos seres vivos, é necessário entender o dogma central da Biologia molecular, representado por: DNA → RNA → proteína.		
Objetivos de aprendizagem Mobilizar conhecimentos a fim de construir ou aprofundar conceitos sobre processos envolvendo o DNA, RNA e síntese de proteínas; Desenvolver noções sobre a relação dos genes com a expressão de características dos seres vivos, e sobre a influência do ambiente nesse processo.		
Etapa 1 – Engajamento Tempo estimado: 10 min Visão geral da Atividade Os alunos assistem a um pequeno vídeo de uma reportagem sobre o “sangue dourado”, uma condição genética rara; para despertar a curiosidade deles e introduzir o tema geral.		
O que o professor faz:	O que o aluno faz:	Possíveis questões aos alunos:
1. Explica como será realizada a atividade; divide os alunos em 4 equipes. 2. Exibe a reportagem, pede que os alunos assistam com atenção e, após a exibição do vídeo; instiga os estudantes a refletirem, pensarem e discutirem, em equipe, sobre o tema geral, auxiliando-os com as questões propostas.	1. Organiza-se em equipes. 2. Assiste à reportagem com atenção, anotando possíveis dúvidas sobre termos que não entendeu ou outras situações.	1. O que quer dizer “condição genética”? 2. Você já tinha ouvido falar em “sangue dourado”? Em sua opinião, por que o ele é tão raro? 4. Quais tipos de sangue você conhece? Por que existem tipos distintos? 5. Qual a relação entre tipos sanguíneos e genética?

Recursos necessários:

- Reportagem “Condição genética rara, 'sangue dourado' pega família mineira de surpresa”, disponível em: <https://noticias.r7.com/jr-na-tv/videos/condicao-genetica-rara-sangue-dourado-pega-familia-mineira-de-surpresa-01102020>
- Material para fazer anotações.

Etapa 2 – Exploração Tempo estimado: 20 min Visão geral da atividade: Os alunos disporão de materiais de pesquisa para verificar erros conceituais e construir conhecimentos ou aprofundá-los; relacionando-os com seus conhecimentos prévios acerca do tema da aula.		
O que o professor faz:	O que o aluno faz:	Possíveis questões aos alunos:



<ol style="list-style-type: none">1. Exibe o vídeo “Transcrição e Tradução - Vida e Morte do RNA Mensageiro” para os alunos, instigando-os a fazer anotações sobre as informações que eles julgarem relevantes para o tema em questão e fica disponível para auxiliar os alunos em dúvidas que possam surgir durante a exibição.2. Orienta a pesquisa, exibindo as questões norteadoras propostas, para contribuir para a construção do conhecimento de seus alunos.3. Auxilia na pesquisa dos alunos, utilizando como apoio, o mapa mental disponibilizado.	<ol style="list-style-type: none">1. Assiste com atenção ao vídeo apresentado, fazendo esquemas, resumos e observações individuais e coletivas.2. Explora, ativamente e coletivamente, os materiais disponibilizados pelo professor, lendo, relacionando ideias e respondendo aos questionamentos feitos.3. Compartilha seus questionamentos e ideias ao professor e aos colegas de equipe, discutindo sempre de forma respeitosa e contributiva.	<ol style="list-style-type: none">1. Como o DNA é transmitido aos descendentes?2. Como as informações contidas no DNA são utilizadas pelas células?3. Qual a relação do DNA e RNA com as proteínas?4. Qual a importância dos processos explicados no vídeo?5. Qual a relação entre proteínas e as características dos seres vivos?
--	---	--

Recursos necessários:

- Mapa mental “Moléculas da hereditariedade: ácidos nucleicos”. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/304485624807577570/>.
- Vídeo “Transcrição e Tradução - Vida e Morte do RNA Mensageiro”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=i4C0OUXeIgE&t=5s>
- Material para anotações.

Etapa 3 – Explicação Tempo estimado: 20 min Visão geral da atividade: Nesta etapa os estudantes irão apresentar suas explicações para as perguntas apresentadas na etapa de exploração.	
O que o professor faz:	O que o aluno faz:
<ol style="list-style-type: none">1. Convida alunos voluntários de cada grupo para expor as ideias discutidas sobre os questionamentos feitos na etapa anterior.2. Estimula a participação dos seus alunos, de forma positiva, não fazendo imposições e deixando o ambiente confortável para que os alunos se sintam motivados a participar.3. Dá contribuições para as apresentações e controla o tempo das apresentações (até 5 minutos para cada equipe).	<ol style="list-style-type: none">1. Em equipes, irão responder para a turma as questões apresentadas na etapa anterior.2. Assiste atentamente as apresentações das outras equipe e contribui de forma respeitosa e harmoniosa, com as outras equipes.

Recursos necessários:

- Material para anotações.

Etapa 4 – Elaboração Tempo estimado: 20 min Visão geral da atividade: Os alunos deverão criar e apresentar um painel/quadro que explica como a sequência de DNA afeta características dos seres vivos, baseando-se na característica sorteada para seu grupo (tipo sanguíneo).		
O que o professor faz:	O que o aluno faz:	Possíveis questões aos alunos:
<ol style="list-style-type: none">1. Distribui, para cada equipe, um tema sobre grupos sanguíneos: tipo A, tipo B, tipo AB, tipo O.2. Exibe o vídeo sobre o Sistema ABO e orienta a pesquisa de cada equipe utilizando o material disponibilizado.3. Orienta a produção do painel e organiza a ordem e o tempo das apresentações das equipes.	<ol style="list-style-type: none">1. Aprofunda suas pesquisas com os novos materiais fornecidos.2. Esquematiza e organiza anotações para a produção do seu cartaz.3. Divide de forma igualitária o trabalho durante a produção do painel.4. Busca contribuições do professor e considera possíveis contribuições feitas pelos colegas.	<ol style="list-style-type: none">1. O que são grupos sanguíneos?2. Por que existem vários tipos de grupos sanguíneos?3. Qual a relação entre a molécula de DNA e o grupo sanguíneo sorteado?

Recursos Necessários:



- Vídeo “Sistema ABO”. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Mgxs5fZHF8Y&t=122s>
- Imagem com resumo sobre grupos sanguíneos “Resumo de biologia: grupos sanguíneos”. Disponível em <https://br.pinterest.com/pin/72972456447929803/>
- Ferramenta online Jamboard®.

Etapa 5 – Avaliação Tempo estimado: 10 min		
Descrição da atividade: Avaliar, de maneira assíncrona, o desenvolvimento da atividade, verificando pontos positivos e de atenção.		
O que o professor faz:	O que o aluno faz:	Possíveis questões aos alunos:
1. Convida seus alunos a responderem o formulário de avaliação da aula. 2. Considera as respostas do formulário e, também, as contribuições dos alunos durante a aula.	1. Avalia de forma crítica, mas respeitosa a atividade e apresentações dos colegas. 2. Dá sugestões sobre o que pode ser aprimorado.	1. Você considera a abordagem utilizada adequada para aulas remotas? Deixe um comentário justificando sua opinião ou contendo alguma sugestão. 2. Que conceitos novos vocês aprenderam com outra equipe? (Liste, pelo menos um) 3. Como você avalia a produção de painel no Jamboard para representar as pesquisas? Isso contribuiu para seu aprendizado? 4. Como você avalia a troca de informações e as diferentes formas dos alunos expressarem seu conhecimento? 5. Que outra forma de apresentar as pesquisas você consideraria importante para seu aprendizado? (cite pelo menos uma)

Recursos necessários:

- Formulário do *Google*® contendo a avaliação.
- Caso o aluno ache necessário, material para fazer anotações.