ISSN: 2358-8829

EDUCAÇÃO STEAM E GENÉTICA: A FENOTIPAGEM SANGUÍNEA COMO ESTRATÉGIA DE RECOMPOSIÇÃO DE APRENDIZAGENS

Dandara Rêgo Muniz [1]

INTRODUÇÃO

O ensino de Genética e Imunologia apresenta desafios quando os conteúdos são abordados exclusivamente em nível abstrato. No estudo dos grupos sanguíneos, é necessário compreender a relação entre as características das hemácias e a presença de antígenos, reconhecer os padrões de herança envolvidos e explicar a importância da compatibilidade nas transfusões. Nesse contexto, atividades experimentais podem aproximar os conceitos de fenômenos observáveis, favorecendo a elaboração de explicações fundamentadas em evidências.

O sistema ABO é determinado pela presença ou ausência dos antígenos A e B na superfície das hemácias. No modelo de herança comumente abordado no Ensino Médio, os alelos A e B apresentam codominância entre si, enquanto o alelo O é recessivo (DEAN, 2015). Já a tipagem RhD identifica a presença ou ausência detectável do antígeno D. Embora a classificação cotidiana utilize as categorias “positivo” e “negativo”, o sistema Rh apresenta maior complexidade biológica, sendo essa classificação referente especificamente ao antígeno D na tipagem de rotina (DEAN, 2005). Dessa forma, a demonstração escolar possibilita discutir a reação entre antígenos e reagentes específicos, mas não equivale a um diagnóstico clínico ou a uma avaliação transfusional completa.

A Educação STEAM propõe a integração de conhecimentos de diferentes áreas em experiências contextualizadas e centradas nos estudantes. Revisão sistemática sobre a abordagem STEAM no ensino de Ciências destaca a relevância de práticas que promovem o envolvimento ativo dos estudantes e sua associação com competências importantes para a aprendizagem (YULIANTI et al., 2024). De modo complementar, estudos sobre atividades práticas em Ciências apontam que a manipulação de materiais pode contribuir

[1]Professora de Biologia da rede estadual de ensino da Paraíba. E-mail: dandara.mrsilva@professor.pb.gov.br.;

para a compreensão conceitual quando articulada a objetivos, tarefas e instrumentos de avaliação coerentes (OLIVEIRA; BONITO, 2023). Essas perspectivas convergem com a Base Nacional Comum Curricular, que valoriza a investigação, a análise crítica e a mobilização de conhecimentos científicos na interpretação de fenômenos e na resolução de problemas (BRASIL, 2018).

A experiência foi desenvolvida em outubro de 2025, com três turmas da 3ª série do Ensino Médio de uma Escola Cidadã Integral da Paraíba. A atividade integrou o projeto pedagógico "Desculpe o transtorno: universitários em construção", elaborado no âmbito da participação docente na premiação estadual Professor Nota Mil. A proposta buscou ampliar as oportunidades de aprendizagem prática e contextualizada. Nesse percurso, a fenotipagem sanguínea foi utilizada para aproximar os estudantes dos procedimentos de identificação dos grupos sanguíneos e articular a observação experimental aos conteúdos de Genética e Imunologia.

Este artigo apresenta o desenvolvimento da atividade e discute suas possibilidades pedagógicas para o ensino dos sistemas ABO e RhD e para a recomposição de aprendizagens em Biologia. A análise fundamenta-se nos registros de participação, nos relatórios produzidos pelos estudantes, em suas manifestações escritas sobre a experiência e nas atividades de interpretação dos resultados. Consideram-se, ainda, os limites dos registros disponíveis, evitando atribuir à intervenção efeitos quantitativos que não possam ser documentalmente verificados.

METODOLOGIA

A atividade foi realizada em outubro de 2025, em uma Escola Cidadã Integral da Paraíba, com estudantes das três turmas da 3ª série do Ensino Médio. Naquele ano, havia 82 estudantes matriculados nessa série. Desse total, 75 participaram de todas as etapas da prática, inclusive da coleta capilar voluntária, o que corresponde a aproximadamente 91,5% dos matriculados. Os demais acompanharam a observação, participaram das discussões e contribuíram para a elaboração coletiva do relatório, sem se submeter à coleta.

A sequência didática foi desenvolvida em quatro aulas de 50 minutos, contemplando abordagem teórica, atividade prática e discussão dos resultados por meio de relatório. Inicialmente, cada turma foi dividida em dois grupos, considerando a

ISSN: 2358-8829

capacidade do laboratório. No espaço, os grupos foram reorganizados em equipes de quatro estudantes.

A etapa inicial consistiu no levantamento oral dos conhecimentos prévios, orientado pelas seguintes questões: quais são os tipos sanguíneos existentes na espécie humana; como é determinada a tipagem sanguínea; quais características do sangue permitem essa identificação; e por que existem restrições de compatibilidade entre doadores e receptores. As perguntas tiveram a finalidade de identificar concepções iniciais e introduzir a relação entre antígenos, tipagem sanguínea e compatibilidade.

Foram utilizados lancetas individuais e descartáveis, lâminas e reagentes anti-A, anti-B e anti-D. As amostras de sangue capilar foram obtidas de estudantes que aceitaram participar voluntariamente. A coleta foi realizada pela professora, com uso de luvas. Após a assepsia do dedo com álcool 70%, realizou-se a punção com lanceta individual e descartável. Em seguida, foram depositadas três gotas de sangue em uma lâmina, cada uma acrescida de uma gota de um dos reagentes.

A leitura do sistema ABO foi realizada após aproximadamente dois minutos. Para a observação da reação referente ao sistema RhD, aguardaram-se cerca de cinco a seis minutos, conforme o procedimento adotado na atividade. Os estudantes observaram a presença ou ausência de reação e interpretaram os resultados para identificar, em caráter didático, os fenótipos ABO e RhD. Enquanto a punção ficou sob responsabilidade da professora, a observação e a interpretação dos testes foram realizadas pelos estudantes. Cada equipe fotografou os resultados, encaminhados à professora para conferência. De acordo com o registro docente, não foram identificadas interpretações incorretas nas imagens analisadas.

Após a atividade experimental, os estudantes responderam a questões sobre os resultados obtidos e a relevância da experiência, incluindo uma breve autoavaliação. Todos os grupos entregaram relatórios, avaliados por meio de rubrica. Também foram realizadas discussões entre os participantes para comparar resultados, analisar informalmente possibilidades de doação entre diferentes tipos sanguíneos e construir um gráfico coletivo sobre a frequência dos tipos identificados na turma. Como o registro gráfico não foi preservado, este artigo não apresenta valores relativos à distribuição observada.

A avaliação diagnóstica ocorreu por meio das questões norteadoras aplicadas no início da sequência. A análise posterior considerou os relatórios avaliados por rubrica, as

ISSN: 2358-8829

respostas a questões sobre o conteúdo em simulados preparatórios para o ENEM e os registros escritos dos estudantes acerca da experiência. Embora a docente tenha informado a realização de uma comparação de desempenho nos simulados, não estão disponíveis as datas, as tabelas ou os dados necessários para reconstruí-la. Por essa razão, não são apresentados percentuais de desempenho ou de redução de habilidades frágeis.

As percepções dos participantes foram registradas por escrito nos relatórios. Entre as manifestações, transcritas com ajustes ortográficos e sem identificação individual, destacam-se: “Prática mais interessante que já participei”; “Muito interessante entender como se identifica a tipagem sanguínea de uma pessoa, nos fez entender por que alguns tipos sanguíneos não podem doar para outros”; e “Ver ao vivo a reação acontecendo me fez entender muito melhor a matéria”. Tais registros são considerados indicadores qualitativos de interesse e de percepção dos estudantes, não constituindo, isoladamente, uma medida de aprendizagem conceitual.

A realização da atividade contou com autorização da gestão e da coordenação escolar. A participação na coleta foi voluntária e condicionada à anuência dos responsáveis, formalizada por meio de formulário assinado, cujos documentos permanecem armazenados. Os estudantes que não realizaram a punção participaram das etapas de observação, discussão e elaboração do relatório. Foi esclarecido que a atividade possuía finalidade exclusivamente pedagógica e que os resultados não substituíam exames clínicos, sendo necessária avaliação apropriada para uma determinação de maior confiabilidade.

Os materiais utilizados incluíram luvas, álcool 70% para assepsia e lancetas individuais e descartáveis. Conforme informado pela docente, os materiais perfurocortantes e os demais resíduos contaminados foram acondicionados separadamente em embalagens e caixas apropriadas e, posteriormente, encaminhados a uma Unidade Básica de Saúde para destinação. Não foram relatadas outras medidas de biossegurança. As fotografias dos testes foram utilizadas exclusivamente para conferência das interpretações dos grupos e não serão reproduzidas neste artigo.

A atividade não foi submetida previamente a um Comitê de Ética em Pesquisa. A Resolução CNS nº 510/2016 estabelece que determinadas atividades realizadas exclusivamente para fins de educação, ensino ou treinamento, sem finalidade de pesquisa científica, não são registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP. A norma também indica a necessidade de observar os procedimentos aplicáveis quando resultados

ISSN: 2358-8829

dessas atividades são posteriormente incorporados a projetos de pesquisa (BRASIL, 2016).

REFERENCIAL TEÓRICO

A Educação STEAM propõe a integração de conhecimentos e práticas de diferentes áreas; entretanto, a utilização dessa denominação deve corresponder às ações efetivamente desenvolvidas. Na experiência descrita, os elementos documentados compreendem o estudo de conceitos biológicos, a realização de procedimento experimental, a observação de reações, a interpretação dos resultados e a construção de um gráfico coletivo. Esses componentes permitem estabelecer aproximações com princípios integradores e investigativos. Contudo, não há registros de atividades específicas de Engenharia, Artes ou Tecnologia, para além do uso de materiais e do registro fotográfico. Assim, por rigor conceitual, a experiência é caracterizada como uma prática investigativa de Biologia inserida em uma proposta pedagógica vinculada à Educação STEAM, sem pressupor a integração plena de todos os seus eixos.

Em revisão sistemática sobre a Educação STEAM nas aulas de Ciências, Yulianti et al. (2024) ressaltam a centralidade de abordagens que promovem a participação ativa dos estudantes. Oliveira e Bonito (2023), por sua vez, apontam que o trabalho prático pode articular habilidades procedimentais e compreensão conceitual, desde que haja coerência entre objetivos, tarefas e avaliação. Na experiência apresentada, o levantamento de conhecimentos prévios, a observação dos testes e a elaboração dos relatórios compuseram uma sequência que possibilitou mobilizar conhecimentos, interpretar evidências e formular explicações.

No sistema ABO, os fenótipos A, B, AB e O estão relacionados à expressão de antígenos específicos na superfície das hemácias. No modelo introdutório de herança, os alelos A e B são codominantes, enquanto o alelo O é recessivo (DEAN, 2015). A utilização dos reagentes anti-A e anti-B permite observar reações associadas à presença dos antígenos correspondentes, favorecendo a articulação entre os conceitos de fenótipo, antígeno e herança genética.

O reagente anti-D possibilita investigar a presença detectável do antígeno D, utilizada na classificação do fenótipo como Rh positivo ou Rh negativo. Entretanto, o sistema Rh compreende diversos antígenos e apresenta complexidade superior à classificação simplificada comumente adotada no contexto escolar (DEAN, 2005). Desse

ISSN: 2358-8829

modo, os resultados de uma demonstração didática não devem fundamentar decisões clínicas, transfusionais ou relacionadas à doação de sangue. Segundo a docente, essa limitação foi explicitada aos estudantes durante a atividade.

A recomposição das aprendizagens constituiu a finalidade pedagógica da experiência, por meio da retomada e do aprofundamento de conhecimentos biológicos em uma situação concreta. A Base Nacional Comum Curricular enfatiza a curiosidade intelectual, a investigação, a análise crítica e a utilização de conhecimentos científicos para interpretar fenômenos (BRASIL, 2018). A sequência dialoga com essas orientações ao envolver questionamento, observação, interpretação de resultados e registro escrito. Ainda assim, os dados preservados permitem caracterizar o desenvolvimento da atividade e as percepções dos participantes, mas não mensurar conclusivamente a extensão de uma eventual recomposição das aprendizagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade contou com a participação integral de 75 dos 82 estudantes matriculados na 3ª série do Ensino Médio, correspondendo a aproximadamente 91,5% do total. Os sete estudantes que não realizaram a coleta acompanharam a demonstração e participaram das discussões e da elaboração dos relatórios. Desse modo, todos os estudantes das turmas tiveram oportunidade de envolvimento pedagógico, embora a coleta de sangue tenha sido restrita aos voluntários.

A sequência foi iniciada com questões sobre os grupos sanguíneos, os procedimentos de tipagem e a compatibilidade nas doações. Na etapa seguinte, os estudantes acompanharam a aplicação dos reagentes anti-A, anti-B e anti-D, observaram as reações e interpretaram os resultados. A articulação entre o questionamento conceitual e a observação de reações em amostras reais ofereceu uma situação concreta para a discussão dos conceitos de antígeno e fenótipo. Essa dinâmica converge com o potencial atribuído ao trabalho prático de aproximar procedimentos e conceitos, desde que acompanhada de reflexão e avaliação (OLIVEIRA; BONITO, 2023).

A interpretação dos resultados foi realizada em equipes de quatro estudantes, que compararam suas observações, discutiram informalmente possibilidades de compatibilidade entre doadores e receptores e elaboraram um gráfico coletivo com a frequência dos tipos sanguíneos identificados na turma. Embora o gráfico não tenha sido preservado, sua elaboração envolveu a organização e a representação coletiva de dados.

ISSN: 2358-8829

A professora também examinou as fotografias dos testes e informou que as interpretações apresentadas pelos grupos estavam corretas.

As manifestações registradas nos relatórios indicam que parte dos estudantes atribuiu valor à experiência e associou a observação direta à compreensão do conteúdo. A afirmação "Ver ao vivo a reação acontecendo me fez entender muito melhor a matéria" evidencia a percepção de que a visualização do procedimento tornou o tema mais compreensível. Outra manifestação relacionou a atividade à compreensão das restrições de doação entre os tipos sanguíneos. Embora esses registros indiquem interesse e avaliação positiva da experiência, não substituem instrumentos específicos de aferição da aprendizagem. Conforme discutido por Oliveira e Bonito (2023), o trabalho prático pode contribuir para a compreensão conceitual, mas seus resultados precisam ser examinados por meio de instrumentos coerentes com os objetivos propostos.

Todos os grupos entregaram os relatórios, avaliados por rubrica, que contemplavam a interpretação da prática, questões abertas sobre sua importância e uma autoavaliação. Também foram consideradas questões sobre o conteúdo em simulados preparatórios para o ENEM. Apesar de ter sido realizada uma comparação de desempenho, não foram localizados registros das datas, dos resultados ou dos critérios quantitativos utilizados. Por esse motivo, os percentuais de 53% de estudantes com desempenho superior a 70% e de redução de 38% das habilidades frágeis, presentes no resumo inicialmente elaborado, foram excluídos desta versão, uma vez que não foi possível verificar suas bases de cálculo. A decisão busca assegurar que as conclusões permaneçam restritas às evidências documentais disponíveis.

A dinâmica também favoreceu situações de interação e colaboração, observadas no trabalho conjunto de interpretação dos resultados, nas discussões sobre possibilidades de doação e na construção do gráfico coletivo. Esses episódios permitem descrever práticas de cooperação ocorridas durante a atividade; entretanto, como não foi utilizado instrumento específico para avaliar competências socioemocionais, não é possível afirmar que tenha ocorrido desenvolvimento mensurável dessas competências. Os registros sustentam, portanto, uma análise descritiva da participação e da interação entre os estudantes.

Do ponto de vista curricular, a proposta apresenta convergência com as orientações da BNCC relativas à investigação e à análise de fenômenos científicos (BRASIL, 2018). A recomposição das aprendizagens deve ser compreendida como objetivo pedagógico da

intervenção, pois os registros disponíveis não permitem quantificar ganhos de aprendizagem nem estabelecer relação causal entre a atividade e o desempenho posterior. Ressalta-se, ainda, que a disponibilidade do laboratório de Biologia e Química constituiu condição material relevante para a realização da experiência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de fenotipagem sanguínea integrou uma proposta pedagógica direcionada à contextualização dos conteúdos e à ampliação das oportunidades de aprendizagem prática. Desenvolvida ao longo de quatro aulas, com três turmas da 3ª série do Ensino Médio, a sequência articulou levantamento de conhecimentos prévios, demonstração da tipagem ABO e RhD, interpretação dos resultados em equipes e elaboração de relatórios. A participação na coleta foi voluntária, e os estudantes que não realizaram a punção acompanharam as demais etapas e contribuíram para as discussões.

Os relatórios e as manifestações escritas indicaram interesse dos estudantes e a percepção de que a observação das reações contribuiu para a compreensão do conteúdo. A interpretação coletiva e a elaboração de um gráfico também proporcionaram situações de interação e organização de informações. Tais resultados possuem caráter descritivo e qualitativo. Como não foram preservados os dados dos simulados, não há subsídios para sustentar afirmações quantitativas sobre percentuais de desempenho ou redução de habilidades frágeis.

A experiência demonstra o potencial de práticas experimentais para contextualizar conteúdos de Genética e Imunologia, aproximando conceitos científicos da observação e interpretação de fenômenos. Por se tratar de um relato situado, os resultados não podem ser generalizados nem interpretados como evidência de causalidade. A experiência reforça, ainda, a necessidade de planejar atividades experimentais com objetivos definidos, instrumentos de avaliação coerentes e procedimentos adequados de segurança e proteção dos participantes.

Antes da submissão do artigo, deverá ser consultada a instância institucional competente para esclarecer os procedimentos éticos aplicáveis à divulgação científica da experiência, considerando a coleta de sangue, os documentos de autorização e os registros fotográficos. A versão final deverá observar as orientações recebidas e assegurar a não identificação dos estudantes por meio de imagens ou dados apresentados.

Palavras-chave: Fenotipagem sanguínea, Educação STEAM, Ensino Médio, Genética, Metodologias ativas

AGRADECIMENTOS

Registra-se agradecimento aos estudantes pela participação e dedicação às atividades, bem como à instituição escolar pela disponibilização do laboratório de Biologia e Química, condição que viabilizou a realização da prática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html. Acesso em: [inserir data de acesso].

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/arquivos/bncc_ensino_medio.pdf. Acesso em: [inserir data de acesso].

DEAN, Laura. ABO blood group. In: PRATT, V. M. et al. (ed.). **Medical Genetics Summaries**. Bethesda, MD: National Center for Biotechnology Information, 2015. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK100894/. Acesso em: [inserir data de acesso].

DEAN, Laura. The Rh blood group. In: DEAN, Laura. **Blood Groups and Red Cell Antigens**. Bethesda, MD: National Center for Biotechnology Information, 2005. cap. 7. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2269/. Acesso em: [inserir data de acesso].

OLIVEIRA, Hugo; BONITO, Jorge. Practical work in science education: a systematic literature review. **Frontiers in Education**, v. 8, art. 1151641, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641.

YULIANTI, Erni; SUWONO, Hadi; ABD RAHMAN, Nor Farahwahidah; PHANG, Fatin Aliah. State-of-the-art of STEAM education in science classrooms: a systematic literature review. **Open Education Studies**, v. 6, n. 1, art. 20240032, 2024. DOI: https://doi.org/10.1515/edu-2024-0032.