

Investigando o caminho do gás cianídrico da inalação à morte celular: um relato de experiência com alunos do ensino médio

Investigating the pathway of hydrocyanide gas from inhalation to cell death: an experience report with high school students

Renata Carrara Torri^{1,2}, Paola Rocha Gonçalves³, Marco Antônio Andrade de Souza³

¹Secretaria do Estado do Espírito Santo, EEEFM Narceu de Paiva Filho, Ibiraçu, Espírito Santo, Brasil

²Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - Profbio

³Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências da Saúde, São Mateus, Espírito Santo, Brasil

Autor para correspondência: Renata Carrara Torri

Secretaria do Estado do Espírito Santo, EEEFM Narceu de Paiva Filho

Rua Daniel Comboni, 51, Centro, CEP 29.670-000

Ibiraçu, Espírito Santo, Brasil

Tel: +55 27 98880-3764

Email: renatacarrara1@hotmail.com

Submetido em 05/12/2024

Aceito em 09/08/2025

DOI: <https://doi.org/10.47456/hb.v6i3.47001>

RESUMO

Este relato de experiência apresenta os resultados da aplicação de um plano de aula desenvolvido para estudantes da 3^a série do Ensino Médio, do Itinerário Formativo “Esporte, Ciências e suas Linguagens”, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa sobre a respiração celular e os efeitos da intoxicação por cianeto. A proposta pedagógica integrou metodologias ativas — ensino por investigação e dramatização (“Role Play”) — em uma sequência de nove aulas, iniciada com uma situação-problema baseada na tragédia da Boate Kiss. As atividades incluíram a formulação de hipóteses, simulações criadas para representar o transporte de gases no sangue e dramatizações sobre a cadeia transportadora de elétrons, evidenciando o bloqueio causado pelo cianeto. A abordagem proporcionou maior engajamento dos estudantes, favorecendo a compreensão sistêmica dos processos bioquímicos celulares e a relação entre ciência e realidade, além de destacar o papel da mediação docente frente a conteúdos complexos. Os resultados indicam que a contextualização aliada a metodologias interativas pode superar dificuldades conceituais e tornar o ensino da bioquímica mais significativo e acessível.

Palavras-chave: ensino por investigação; role play; respiração celular; bioquímica.

ABSTRACT

This experience report presents the results of a lesson plan implemented with third-year high school students enrolled in the “Sports, Science and its Languages” elective track, aiming to promote meaningful learning about cellular respiration and the effects of cyanide poisoning. The pedagogical proposal integrated active methodologies - inquiry-based learning and dramatization (Role Play) - in a sequence of nine lessons, beginning with a problem situation based on the Boate Kiss nightclub tragedy. The activities included hypothesis formulation, teacher-created simulations to represent gas transport in the bloodstream, and dramatizations of the electron transport chain, highlighting the blockage caused by cyanide. This approach led to greater student engagement, fostering a systemic understanding of cellular biochemical processes and connecting science to real-life contexts, while also emphasizing the teacher’s mediating role when dealing with complex content. The results suggest that contextualization combined with interactive methodologies can overcome conceptual difficulties and make biochemistry teaching more meaningful and accessible.

Keywords: inquiry-based learning; role play; cellular respiration; biochemistry.

INTRODUÇÃO

Embora muitas vezes vista com certa dificuldade pelos estudantes, a bioquímica é uma ciência central nas avaliações de Ciências da Natureza, por estar ligada a atividades cruciais para o funcionamento celular (SILVA & SOUZA, 2018). Atualmente, ela tem desempenhado um papel importante em várias áreas do conhecimento, como biologia celular, fisiologia, imunologia e microbiologia (RODWELL, 2017).

Nelson & Cox (2014) relatam que a bioquímica explora a origem das notáveis propriedades dos organismos vivos a partir de uma grande variedade de biomoléculas.

“Quando essas moléculas são isoladas e examinadas individualmente, elas seguem todas as leis físicas e químicas que descrevem o comportamento da matéria inanimada. Todos os processos que ocorrem nos organismos vivos também seguem todas as leis físicas e químicas. O estudo da bioquímica mostra como o conjunto de moléculas inanimadas que constituem os organismos vivos interage para manter e perpetuar a vida exclusivamente pelas leis físicas e químicas que regem o universo inanimado”.

Ensinar bioquímica na educação básica é, portanto, fundamental. Mas a compreensão dos estudantes nos conteúdos que norteiam esta matéria é essencial! Nesta visão, a escolha de metodologias de ensino que possam aproximar o estudante de conteúdos por vezes complexos, e conseguir promover nele aprendizagem significativa, pode ser a resposta para reduzir a insegurança de muitos estudantes frente a conteúdos tratados na bioquímica, como por exemplo, a respiração celular. Hattie (2014) já dizia que a escolha de uma metodologia de ensino não é uma questão de preferência, mas sim uma questão de garantir que o aprendizado dos alunos seja significativo e duradouro.

Como sugestão à promoção de uma aprendizagem ativa e efetiva, o “role play”, é uma das diversas possibilidades de metodologias possíveis de serem aplicadas nas escolas e que tem como proposta utilizar situações cotidianas simuladas em um ambiente educacional, ou seja, num contexto relativamente controlado, para promover a aprendizagem através de reflexões guiadas (ABEDITEHRANI; NEYSHABOURI; ARNTZ, 2021). Essa prática é incentivada em diversas estratégias educacionais que exigem dos alunos uma postura ativa em seus processos

de aprendizagem, já que a reflexão é associada a uma aprendizagem de maior qualidade (FRAGKOS, 2016).

De maneira similar ao “role play”, o ensino por investigação também é uma metodologia ativa que leva o aluno a ser o agente do seu conhecimento, uma vez que ele desenvolve seu próprio raciocínio, mesmo com o apoio do professor monitorando e guiando o processo de ensino-aprendizagem. Por meio deste ensino é ponderado o conhecimento cotidiano dos estudantes e proposto problemas para que eles resolvam no intuito de construir novos conhecimentos, tendo consciência de como o problema foi resolvido (CARVALHO et al., 2013).

Considerando a importância de se promover um aprendizado significativo, assim como a relevância do estudo da Bioquímica no Ensino Médio, comprehende-se que o uso das metodologias ensino investigativo e “role play” está alinhado com a formação e o letramento científico dos estudantes, podendo ser uma alternativa para o ensino da respiração celular nas séries do Ensino Médio que possuem esta temática na orientação curricular. Desse modo, como objetivo desse estudo, buscou-se desenvolver um plano de aula pautada na intoxicação por cianeto, para promover no estudante a aprendizagem significativa e a compreensão sistêmica do transporte dos gases no sangue e da dinâmica da cadeia transportadora de elétrons no corpo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa ocorreu nos meses de setembro a outubro do ano de 2024, em uma escola da Rede Estadual de Ensino, situada no município de Ibiraçu, região Norte do Estado do Espírito Santo, escola na qual sou professora de Biologia desde 2013. Atualmente, a escola oferece Ensino Médio em tempo integral no turno intermediário e Educação de Jovens e Adultos no turno noturno, sendo a única instituição do município a oferecer a modalidade de Ensino Médio.

A pesquisa consistiu no planejamento e aplicação de um plano de aula que aborda o caminho do gás cianeto da inalação à morte celular, utilizando o método do ensino por investigação, sendo uma atividade desenvolvida como pré-requisito para aprovação na disciplina de Atividade Aplicada em Sala de Aula (AASA) do Programa de Pós-graduação em Rede de Ensino de Biologia (PROFBIO).

Inicialmente realizei uma busca nos livros didáticos oferecidos às escolas estaduais para entender o nível de aprofundamento no ensino dos conteúdos de respiração celular e transporte de gases pelo sangue. Em seguida, analisei dissertações publicadas no repositório do PROFBIO sobre estas temáticas para buscar inspiração na construção dos recursos didáticos a serem utilizados no plano de aula. O planejamento da sequência de atividades envolveu a organização de atividades práticas e experimentais, visando atender aos objetivos da pesquisa.

A primeira etapa do plano de aula consistiu na apresentação de uma situação-problema, com o levantamento de hipóteses, tendo como ponto de partida a leitura compartilhada de uma reportagem sobre o incêndio na Boate Kiss, ocorrido em 2013 no Rio Grande do Sul, que resultou em mais de 200 mortes por intoxicação pelo cianeto. Nessa atividade, os alunos foram dispostos em 4 grupos e convidados a formular hipóteses sobre como o cianeto teria interferido no funcionamento do corpo humano, causando asfixia, mesmo com a presença de oxigênio no ambiente.

A segunda etapa envolveu a aplicação de uma simulação utilizando bolinhas coloridas e caixas de ovos para representar o transporte de gases atmosféricos pelo sangue. Nessa atividade, as bolinhas coloridas simbolizaram diferentes gases (como nitrogênio, oxigênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e gás cianídrico), enquanto as caixas de ovo representaram as cavidades das hemácias (hemoglobina) que transportam esses gases. Os estudantes foram desafiados a simular o transporte de gases entre os alvéolos pulmonares e os tecidos do corpo humano, considerando três situações distintas: a inalação de gases atmosféricos, a intoxicação por monóxido de carbono e a intoxicação pelo gás cianídrico.

Por fim, a última etapa consistiu no desenvolvimento de uma dramatização da dinâmica da cadeia transportadora de elétrons, utilizando a metodologia de “role play”, e abordando a interferência do cianeto nesse processo. Os estudantes receberam um roteiro para a dramatização do processo respiratório, no qual cada aluno assumiu um papel específico dentro da cadeia de transporte de elétrons. Durante essa etapa, os alunos organizaram o trabalho em grupo, desde a distribuição de papéis e tarefas até a montagem dos cenários e ensaios para a peça.

A sequência de aulas utilizadas para aplicação do plano de aula elaborado teve duração de nove encontros de 50 minutos cada. Durante todo o processo foi realizado o monitoramento contínuo da participação, desempenho e interação dos alunos com as atividades propostas.

O público-alvo da pesquisa consistiu em 24 estudantes da terceira série do Ensino Médio

pertencente ao Itinerário Formativo Esporte, Ciências e suas Linguagens, selecionados de forma intencional devido a flexibilidade do currículo e os objetivos pedagógicos da pesquisa. O estudo foi conduzido durante as aulas regulares da disciplina de Morfologia Humana & Atividade Física, tendo na grade curricular três aulas semanais. Quanto ao perfil da turma participante, são estudantes de classe social média a muito baixa, caracterizados pela agitação em sala de aula, porém muito participativos quando as aulas oferecem metodologias mais ativas e diversificadas.

Quanto a abordagem, o trabalho configura uma pesquisa de natureza qualitativa, descrita por Minayo (1996) como método que busca explorar questões subjetivas, sem recorrer à quantificação, uma vez que lida com um amplo universo de significados. Nesse contexto, o significado e a intencionalidade são integrados aos comportamentos, às interações humanas e às estruturas sociais, permitindo, assim, a construção de um conhecimento profundo e significativo.

O tipo de pesquisa utilizado foi o relato de experiência fundamentado na concepção de experiência elaborada por Jorge Larrosa Bondía, para quem a experiência não é algo que simplesmente acontece, mas algo que nos toca, nos atravessa e nos transforma. Segundo o autor, “a experiência requer tempo e atenção, exige um sujeito que se deixe afetar e que reflita sobre o que vive” (BONDÍA, 2002). Nesse sentido, relatar uma vivência no contexto escolar não se reduz à descrição de fatos, mas constitui um movimento reflexivo, no qual a prática docente é revisitada com profundidade, possibilitando compreender os sentidos que se constroem no cotidiano educativo.

A produção de dados foi realizada por meio da observação participante, fotografias e respostas registradas no roteiro de aula pelos estudantes participantes da pesquisa. Os dados coletados foram analisados qualitativamente, identificando padrões de entendimento, dificuldades e percepções dos alunos sobre os conteúdos trabalhados. Para a análise dos dados obtidos nos questionários, utilizei o método de categorização de Bardin (2010), onde se organiza as respostas por categorias a partir de uma leitura preliminar, explorando melhor os resultados através de agrupamentos.

A presente pesquisa foi dispensada do registro e avaliação pelo sistema CEP/CONEP, de acordo com a RESOLUÇÃO Nº 510, DE 07 DE ABRIL DE 2016, conforme determina o artigo 1º, parágrafo único, inciso VII que diz que isenta desta aprovação “pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na

prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito”. Por isso a identidade dos participantes foi preservada em todas as etapas deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escolha de uma reportagem recente contendo detalhes sobre o ocorrido no incêndio da Boate Kiss e a relação dela com a temática proposta da intoxicação por cianeto e sua interferência na respiração celular foi muito satisfatória visto o empenho dos estudantes em levantar hipóteses para resolver a situação-problema apresentada. Segundo Campos & Sena (2020) toda investigação científica deve iniciar a partir de uma situação-problema, que seja relevante, não trivial e contextualizada, aproximando a ciência de referência da ciência ensinada nas escolas, desenvolvendo a cognição.

Nesta primeira etapa, a dificuldade encontrada foi a dos estudantes entenderem que as hipóteses não precisavam estar corretas, mesmo porque estas soluções ainda não lhes são conhecidas, mas que eles deveriam explorar os conhecimentos prévios sobre o assunto na tentativa de chegar a uma solução mais plausível possível, caracterizando assim um problema em movimento, como destacado por Sternberg & Sternberg (2016) que definem como um problema estruturado cujo sujeito tem pouco conhecimento específico sobre ele.

Ao analisar as hipóteses levantadas, notei que nenhum estudante conseguiu associar a interferência do cianeto na cadeia transportadora de elétrons, causando o bloqueio da cadeia e consequente a morte celular. Por outro lado, apesar de ser um conteúdo bastante complexo e não estudado em detalhes ainda, algumas hipóteses mencionaram a relação do oxigênio com a geração de energia (“...nas células, como o oxigênio vai ter menor porcentagem, para gerar energia”) o que é bastante curioso, pois geralmente os alunos da educação básica têm dificuldade em entender conceitos relacionados aos fenômenos que ocorrem em nível molecular, como abordado por Baêta & Hornink (2019).

Uma possível explicação para a referida situação pode ser o fato da turma participante da pesquisa pertencer ao itinerário formativo de Esportes, Ciências e suas Tecnologias cujas disciplinas do aprofundamento visam proporcionar ao estudante a oportunidade de desenvolver temas como a fisiologia humana e a prática desportiva, bem como compreender a relação entre a prática esportiva, a ciência e a qualidade de vida (SEDU, 2023), estando os termos “anaeróbicos”, “aeróbico” e “respiração celular” em constante uso.

Em contrapartida, processos morfológicos e fisiológicos abordados nos itinerários e na disciplina de biologia nas séries anteriores, como funcionamento do sistema respiratório e circulatório, processo de troca gasosa e transporte de gases não foram descritos corretamente, apesar de serem lembrados, havendo bastante confusão na utilização dos termos envolvidos nestes processos: “...nesse caso como estava inalando só a fumaça, só estava fazendo troca de CO₂ por CO₂ não tendo oxigênio para poder ter energia no corpo”, “... na hora de respirar, invés de respirar só oxigênio acabou respirando o ar tóxico”.

A compreensão do funcionamento integrado do corpo humano, especialmente a interação entre processos morfológicos, fisiológicos e metabólicos, representa um grande desafio para os estudantes. De acordo com Vanzela; Balbo; Della Justina (2013) isso ocorre porque nos materiais didáticos esses processos geralmente são apresentados de forma fragmentada, divididos por sistemas, e frequentemente desvinculados dos processos metabólicos. Para superar essa abordagem isolada é fundamental desenvolver uma proposta que adote uma visão sistêmica do organismo humano, permitindo que os estudantes compreendam como diferentes sistemas fisiológicos colaboram para a realização de eventos vitais no corpo.

Partindo desta ideia de visão sistêmica do organismo humano, a segunda etapa da sequência de aulas foi a simulação do transporte de gases pelo sangue, desde a compreensão de sua inalação até a chegada nos tecidos. Para começar, a atividade buscou analisar o conhecimento dos estudantes sobre troca e transporte de gases, apresentando uma tabela da composição do ar atmosférico inspirado e expirado por uma pessoa (Tabela 1). Nela estavam listados os percentuais dos gases nitrogênio, oxigênio e carbônico.

Tabela 1. Composição do ar atmosférico inspirado e expirado pelo homem.

| GÁS | AR INSPIRADO | AR EXPIRADO |
|---------------|--------------|-------------|
| Nitrogênio | 79% | 79% |
| Oxigênio | 20,9% | 14% |
| Gás carbônico | 0,03% | 5,6% |

Fonte: José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho. Biologia Moderna, 2009.

Após a análise da tabela, os estudantes foram provocados com uma pergunta norteadora: A tabela indica a porcentagem de gases atmosféricos inalados e exalados na Respiração

Pulmonar. Como você explicaria o porquê destas diferenças nas porcentagens?

Das três respostas apresentadas, apenas uma contemplou o envolvimento dos três gases em sua explicação (“Durante a troca gasosa, o nitrogênio entra e sai totalmente, o oxigênio fica uma porcentagem no sangue” e “o carbono entra em menor quantidade e sai em maior quantidade devido que nós produzimos o mesmo”). Das outras duas respostas, uma citou explicações para dois gases envolvidos (“Nitrogênio não é necessário para o funcionamento do corpo humano, por isso a mesma quantidade inspirada é expirada. Oxigênio- uma parte da porcentagem inspirada vai para a circulação do sangue”) e a outra para apenas um (“Gás carbônico- a quantidade expirada é maior, pois produzimos gás carbônico no interior de nossas células”). Mesmo não abordando todos os gases presentes na tabela, as respostas apresentadas mostraram que os estudantes conhecem os gases utilizados pelo corpo humano, permitindo dar seguimento a aula sem muitas intervenções.

Utilizando materiais de fácil disponibilidade criei um ambiente de simulação do processo de transporte de gases pelo sangue. Para essa atividade, organizei os alunos em grupos e entreguei, a cada um, um conjunto de materiais confeccionados previamente, com o objetivo de representar de forma concreta e visual os elementos envolvidos nesse processo biológico essencial. Os materiais incluíam bolas coloridas - brancas, vermelhas, amarelas, pretas e azuis -, representando respectivamente as moléculas de nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), gás carbônico (CO_2), monóxido de carbono (CO) e gás cianídrico (HCN). Utilizei recortes circulares de EVA vermelho para representar as hemácias e caixas de ovos de codorna cortadas com quatro cavidades para simbolizar as moléculas de hemoglobina, destacando com caneta hidrográfica os sítios de ligação com o oxigênio, correspondentes ao grupo heme, como representados na figura 1.

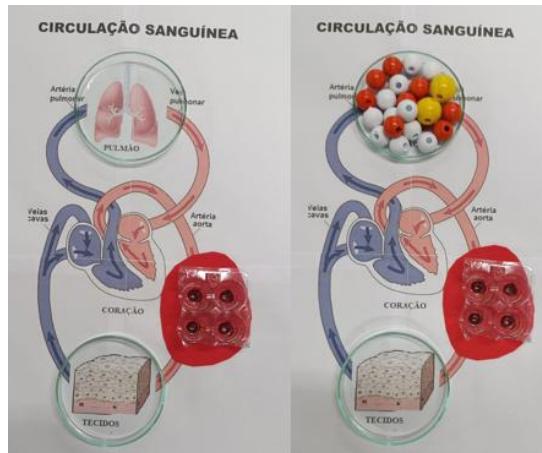


Figura1. Esquema da simulação dos gases atmosféricos. Fonte: autoria própria, 2024.

As vias de circulação sistêmica e pulmonar foram indicadas com imagem impressa colorida: a vermelha simbolizando o sangue arterial, rico em oxigênio, e a azul representando o sangue venoso, com maior concentração de gás carbônico. Para contextualizar a dinâmica, apresentei imagens esquemáticas de pulmões, coração e tecidos, facilitando a compreensão do percurso dos gases no organismo. Antes da simulação esclareci que, embora uma hemácia real contenha milhões de proteínas de hemoglobina, o modelo proposto buscava apenas ilustrar, de forma simplificada, o princípio do transporte gasoso.

De posse dos materiais, os estudantes foram desafiados a simular três situações de inalação de gases diferentes (Tabela 2). Após as tentativas de simulação no grupo e posterior apresentação à turma, os estudantes recebiam minha orientação quanto aos erros e acertos cometidos, realizando a simulação correta com devidas explicações sobre o processo.

Tabela 2. Simulações do transporte de gases pelo sangue.

| Situação I: transporte dos gases respiratórios | Situação II: intoxicação por monóxido de carbono | Situação III: intoxicação por cianeto. |
|--|--|---|
| "Utilizando os materiais disponíveis na bancada, analise as percentagens apresentada na tabela de composição do ar atmosférico inspirado e expirado pelo homem e simule o transporte dos gases inalados (N_2 , CO_2 e O_2) desde os alvéolos pulmonares até os tecidos do corpo humano. Inicie no pulmão, siga pelo lado arterial até os tecidos, onde ocorre a troca gasosa, e complete o ciclo retornando pelo lado venoso de volta aos pulmões. Repita o ciclo quantas vezes achar necessário". | "Sabendo que o monóxido de carbono (CO) é transportado no sangue pelas hemácias, ligado à hemoglobina, assim como o oxigênio, e que o CO possui uma afinidade maior por essa ligação, permanecendo unido à hemoglobina por mais tempo, simule o transporte de gases entre o pulmão e os tecidos do corpo humano, considerando a presença de monóxido de carbono nesse processo". | "Sabendo que o gás cianídrico (HCN) é transportado pelo sangue tanto no plasma quanto nas hemácias, onde compete com o oxigênio pelos sítios de ligação na hemoglobina, simule o transporte de gases entre o pulmão e os tecidos do corpo humano, considerando a presença de cianeto nesse processo." |

Analizando as tentativas de resolução das situações apresentadas (Figura 2), notei que, na Simulação I, apesar de os estudantes demonstrarem conhecimento prévio sobre os gases envolvidos na troca gasosa — conforme observado nas respostas à pergunta norteadora —, todos apresentaram dificuldades ao representar a quantidade de bolinhas de cada cor

direcionadas aos tecidos e o retorno aos alvéolos pulmonares. O mesmo aconteceu nas Situações II e III. Contudo, como realizei intervenções após cada simulação apresentada pelos estudantes, os equívocos foram diminuindo gradualmente. Essa progressiva superação dos erros indica que a aprendizagem estava de fato ocorrendo, ampliando a compreensão dos alunos. Tal ampliação pode ser percebida na maior clareza na representação dos processos simulados e na crescente participação em discussões que exigiam o uso dos novos conhecimentos adquiridos, como já relatado por Moreira (1999).

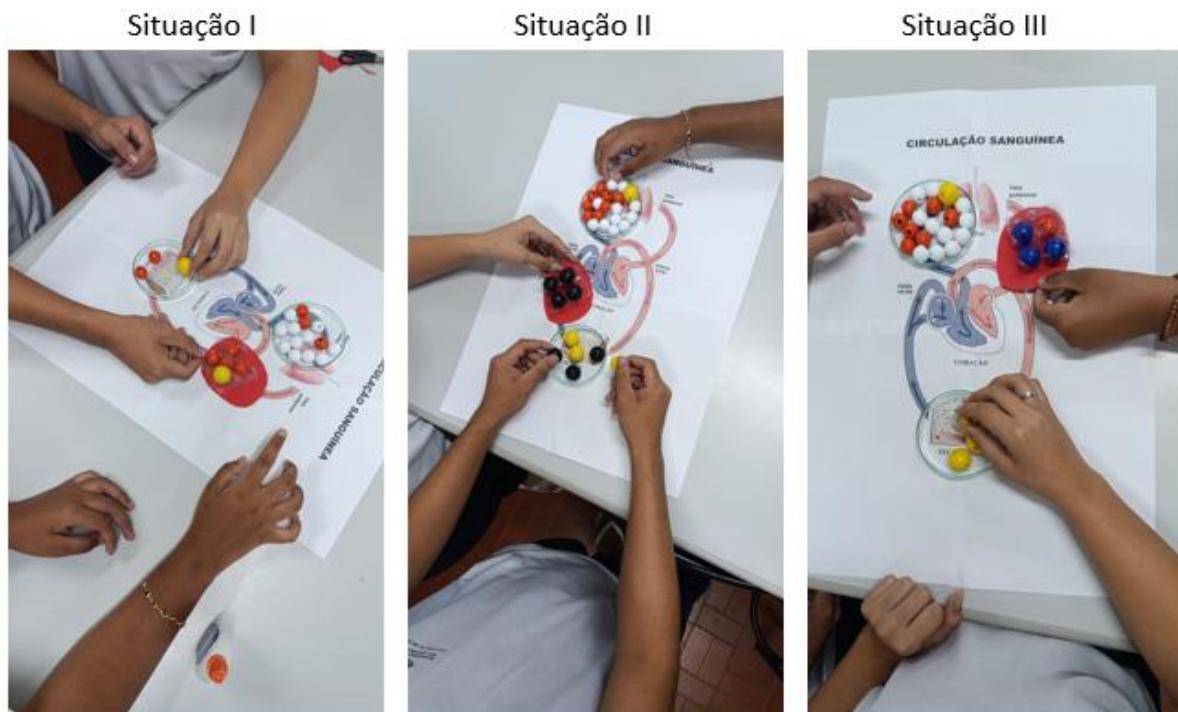


Figura 2. Resultado das simulações realizadas pelos estudantes de uma escola da rede Estadual do município de Ibiraçu, Espírito Santo, Brasil, 2024.

Após a conclusão dessa etapa da sequência de aulas, na qual os estudantes aprenderam como o gás cianídrico atinge os tecidos e, consequentemente, as células, uma nova proposta pedagógica foi apresentada. Nessa atividade, foi utilizada a metodologia de “role play”, ou dramatização com papéis atribuídos, em que cada aluno assumiu o papel de um componente da cadeia transportadora de elétrons, como as proteínas da membrana mitocondrial, os elétrons, os íons hidrogênio e o oxigênio, incluindo a interferência do cianeto nesse processo.

Logo após a entrega do roteiro da dramatização, observou-se que os estudantes estavam um pouco distantes da proposta. Acredita-se que esse comportamento tenha sido causado pela complexidade do texto, que mantinha uma linguagem científica mais robusta para o

entendimento deles. Por essa razão, o meu papel foi essencial para orientar e conduzir todo o processo de construção da apresentação. Braga (2022) destaca que em conteúdo que envolve conceitos bioquímicos e microscópicos, muitos conhecimentos ainda estão em um estágio de desenvolvimento inicial, o que impede os alunos de abordarem as questões de forma totalmente autônoma, exigindo a mediação do professor para explorar e compreender esses fenômenos celulares.

À medida que a proposta se desenrolava, com a escolha dos elementos do cenário, a distribuição dos papéis e a realização dos primeiros ensaios, observou-se o crescente engajamento e participação dos estudantes que começaram a se familiarizar com os termos e conceitos bioquímicos abordados. No dia da apresentação da dramatização (Figura 3), todas as cenas foram sequencialmente fotografadas e editadas pelos próprios alunos, com o objetivo de produzir um vídeo a ser exibido posteriormente para a turma. Esse vídeo foi exibido para promover o momento de revisitação às hipóteses levantadas pelos estudantes sobre como a intoxicação por cianeto causou a morte por asfixia no incêndio da Boate Kiss, permitindo uma discussão na turma sobre a refutação ou confirmação das hipóteses levantadas na primeira aula aplicada.



Figura 3. Dramatização da cadeia respiratória pelos estudantes de uma escola da rede Estadual do município de Ibiraçu, Espírito Santo, Brasil, 2024.

Apesar de todas as hipóteses terem sido consideradas refutadas pelos grupos, após a participação na sequência de aulas propostas, os estudantes entenderam como o gás cianídrico chega às células, entra na matriz mitocondrial, se liga a citocromo C oxidase e impede o fluxo de elétrons pela cadeia transportadora, levando a não formação de ATP, com consequente morte celular. Também foram capazes de identificar os elementos que aumentam ou diminuem sua concentração celular em decorrência da toxicidade do cianeto.

O uso da metodologia do “role play” permitiu que os estudantes vivenciassem uma situação real, porém analisada a nível molecular, transformando o que em aulas tradicionais seria abstrato e difícil de compreender. Ao adotarem esse formato, os alunos puderam expressar suas ideias, percepções, sentimentos e valores prévios, o que facilitou a interiorização do aprendizado. Assim, o “role play” desempenhou o papel de uma metodologia ativa, impulsionando o processo de ensino-aprendizado, permitindo a construção e o desenvolvimento do conhecimento e das habilidades práticas de forma significativa. Hattie (2014) destaca que práticas pedagógicas que envolvem os alunos de maneira ativa e reflexiva têm um impacto considerável no aprendizado, pois permitem que eles se apropriem do conteúdo de forma mais profunda e duradoura.

CONCLUSÃO

A proposta investigativa para o ensino da respiração celular, centrada na contextualização do incêndio da Boate Kiss e nos impactos da intoxicação por cianeto, demonstrou ser uma abordagem inovadora e promissora. Por meio de atividades práticas, como simulações e dramatizações, foi possível engajar os estudantes e proporcionar-lhes uma visão sistêmica e integrada dos processos biológicos, indo além do ensino fragmentado comumente adotado nos materiais didáticos tradicionais.

Embora desafios tenham sido identificados, como a necessidade de maior mediação docente em conteúdos bioquímicos complexos, a sequência de aulas possibilitou avanços significativos na compreensão de conceitos científicos e na correlação entre a teoria e a prática. O uso de metodologias ativas, como o ensino por investigação e o “role play”, favoreceu a construção de uma aprendizagem significativa, promovendo o protagonismo estudantil e o desenvolvimento de habilidades críticas e colaborativas.

Os resultados sugerem que a utilização de situações-problema contextualizadas,

associadas a metodologias interativas, pode ser uma estratégia eficaz para superar barreiras conceituais e despertar o interesse dos alunos por temas científicos desafiadores. Assim, recomenda-se a aplicação e adaptação dessa sequência de aulas em outros contextos educacionais, além do aprofundamento de pesquisas que avaliem os impactos a longo prazo desse tipo de abordagem no ensino de bioquímica e outras disciplinas de complexidade similar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABEDITEHRANI H, DIJK C, NEYSHABOURI MD, ARNTZ A. Beneficial Effects of Role Reversal in Comparison to role-playing on negative cognitions about Other's Judgments for Social Anxiety Disorder. *J. behav. ther. exp. psychiatry* 70: 1-5, 2021.
2. BAÊTA FJM, HORNINK GG. As aventuras de Kreber: jogo digital sobre o metabolismo energético. *REB* 17(1): 16-36, 2019.
3. BARDIN L. Análise de conteúdo, 4.ed., Lisboa: Edições70-Almedina, 2010, 288p.
4. BRAGA ABT. Convertendo medo em possibilidades: plataforma de ensino para o conteúdo de fotossíntese. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica), Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2022, 144f.
5. BONDÍA JL. Notas sobre a experiência e o saber da experiência. *Rev. bras. educ* 19: 20-28, 2002.
6. CAMPOS JG, SENA DRC. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. *Ensino em Re-Vista* 27 (n. especial): 1467-1491,2020.
7. CARVALHO AMP, OLIVEIRA CMA, SCARPA DL, SASSERON LH, SEDANO L, SILVA MB, CAPECCHI MCVM, ABIB MLVS, BRICCIA V. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: CARVALHO AMP. Ensino de Ciências por Investigação: condições para a implementação em sala de aula, 1.ed., São Paulo: Cengage Learning, 2013, p.1-20.
8. FRAGKOS KC. Reflective practice in healthcare education: An umbrella review. *Educ. Sci* 6(3): 27; doi:10.3390/educsci6030027, 2016.
9. HATTIE J. Aprendizado Visível: O que os professores precisam saber sobre a aprendizagem dos alunos, 1.ed., Porto Alegre: Artmed, 2014, 379p.
10. MINAYO, M. C. S. O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde., 4.ed., São Paulo: Hucitec, 1996, 269p.

11. MOREIRA MA. Aprendizagem significativa, Brasília: Editora da UnB, 1999, 129p.
12. NELSON DL, COX MM. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 6.ed., Porto Alegre: Artmed, 2014, 1328p.
13. RODWELL VW. Bioquímica Ilustrada de Harper, 30.ed., Porto Alegre: AMGH, 2017, 832p.
14. SEDU. Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo. O esporte, a ciência e suas linguagens: caderno de práticas dos aprofundamentos. Vitória: SEDU, 2023. Disponível em: <https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/wp-content/uploads/2023/12/O-esporte-a-ciencia-e-suas-linguagens-Final.pdf>. Acesso em 17 de novembro de 2023.
15. SILVA RCF, SOUZA VCA. Investigação das habilidades e competências trazidas nas questões de química do ENEM 2009-2017 a partir da análise de conteúdo de Bardin. *Rev Ciências & Ideias* 9(3): 125-139, 2018.
16. STERNBERG RJ, STERNBERG K. Psicologia Cognitiva, 7.ed., São Paulo: CENGAGE Learning Ltda, 2016, 680p.
17. VANZELA EC, BALBO SL, DELLA JUSTINA LAA. Integração dos sistemas fisiológicos e sua compreensão por alunos do nível médio. *Arquivos do Mudi* 11(3): 12-19, 2013.