



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

GABRIELA ALENCAR DE SOUSA

**QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUIÇÕES DE JOGOS
PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO CICLO DE CARBONO**

PAULISTANA

2024

GABRIELA ALENCAR DE SOUSA

**QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUIÇÕES DE JOGOS
PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO CICLO DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, *Campus* Paulistana.

Orientadora: Prof^a. Ma. Jocélia de Jesus Rêgo da
Silva.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Maraylla Inácio de
Moraes.

PAULISTANA

2024

QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUIÇÕES DE JOGOS PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO CICLO DE CARBONO

Gabriela Alencar de Sousa ¹
Jocélia de Jesus Rêgo da Silva ²
Maraylla Inácio de Moraes ³

RESUMO

A Educação Ambiental tem sido uma temática bastante discutida na atualidade, dada a sua relevância para tratar das questões ambientais. Nessa direção, o presente trabalho tem como objetivo central analisar as contribuições dos jogos pedagógicos no ensino de Química Ambiental com vistas a contribuir com a promoção da conscientização ecológica dos estudantes. A Metodologia consiste em uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa-ação, adotando abordagens qualitativa e quantitativa. Como instrumento de coleta de dados foram utilizados questionários e o procedimento envolveu a realização de uma aula expositiva, seguida da aplicação do questionário. Em seguida, foi realizado um jogo pedagógico, e, posteriormente, a reaplicação do questionário. A presente pesquisa foi realizada no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Lucinete Santana da Silva em Paulistana Piauí, nas turmas de 3º série do Ensino Médio Integrado ao Técnico dos cursos de Saúde Bucal e Segurança do Trabalho denominadas “X” e “Y”. A partir dos achados da pesquisa conclui-se que jogos pedagógicos no ensino de Química Ambiental revelou-se uma estratégia eficaz para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem com vistas à formar cidadãos conscientes e sustentáveis.

Palavras-chave: Educação Ambiental; jogo pedagógico; ciclo do carbono.

ABSTRACT

Environmental Education has been a much-discussed topic today, given its relevance in dealing with environmental issues. With this in mind, this work addresses the importance of Environmental Chemistry with the content of the carbon cycle in High School, with the central objective of analyzing the contributions of pedagogical games in the teaching of Environmental Chemistry with a view to contributing to the promotion of students ecological awareness. The methodology consists of bibliographical research and action research, adopting qualitative and quantitative approaches. Questionnaires were used as a data collection tool and the procedure involved a lecture followed by the application of the questionnaire. This was followed by an educational game and then the questionnaire was reapplied. This research was carried out at the Lucinete Santana da Silva Full-Time State Center (CETI) in Paulistana Piauí, in classes “X” and “Y”. Based on the findings of the research, it can be concluded that educational games in the teaching of environmental chemistry increase student engagement and contribute to

¹ Acadêmica do curso de Licenciatura em Química. IFPI- Campus Paulistana. capau.2020120lqui0153@aluno.ifpi.edu.br.

² Docente do curso de Licenciatura em Química. Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso II. jocelia@ifpi.edu.br.

³ Docente do curso de Licenciatura em Química. Coorientadora do Trabalho de Conclusão de Curso II. maraylla.moraes@ifpi.edu.br.

promoting the teaching and learning process with a view to forming conscious and sustainable citizens.

Keywords: Environmental education; educational game; carbon cycle.

Data de aprovação: 04/09/2024 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental tem se tornado um tema cada vez mais discutido em todos os níveis educacionais, em virtude da necessidade de formar indivíduos mais conscientes e sensibilizados em relação às suas ações e à preservação do meio ambiente (Gonçalves e Lopes, 2019). No contexto da Química, esse ramo se desmembra para a Química Ambiental, focando no estudo das substâncias químicas no ambiente e seus impactos. Esse enfoque instiga os alunos a compreenderem e abordarem os desafios ambientais com base científica. Nessa direção, pesquisas apontam que o uso de metodologias ativas tem contribuído para aprimorar essas habilidades e promover uma compreensão mais profunda acerca das questões ambientais (Moran, 2021). Assim, a utilização de metodologias ativas contextualizadas pode se apresentar como estratégia importante para o enfrentamento dos desafios de conteúdos densos e abstratos, com vistas à promoção de um ensino de química mais eficaz e significativo. A esse exemplo, os jogos pedagógicos, nos parecem ser um bom caminho.

As Metodologias Ativas são definidas pela concepção de desafios, atividades e jogos que estimulam o desenvolvimento das habilidades específicas para cada fase do ensino. Além disso, elas incentivam a busca por informações relevantes, proporcionam recompensas motivadoras e integram trajetórias individuais com a participação significativa em grupos, promovendo a interação entre os alunos (Souza *et al.*, 2021). “As metodologias ativas propõem a criação de desafios, atividades e jogos que exigem competências necessárias para cada etapa” (Araújo Neto & Santos, 2022, p. 118). Neste contexto, é importante compreender o papel dos jogos pedagógicos no ambiente escolar.

Conforme Kishimoto (2021) destaca, um jogo pedagógico é aquele utilizado no contexto escolar com o propósito de promover integração, diversão, cooperação e, sobretudo, tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficaz. De acordo com Buesa (2023), os jogos pedagógicos podem tornar o processo de aprendizado dos estudantes mais agradável e menos monótono. No entanto, é crucial reconhecer que o jogo é uma ferramenta de suporte e não o elemento central no contexto da aprendizagem significativa. A utilização do jogo deve estar integrada ao conteúdo que se pretende ensinar; caso contrário, os alunos podem se distrair e jogar sem alcançar qualquer propósito pedagógico. Essa integração eficaz de metodologias ativas e conteúdos curriculares pode ser observada em diversas áreas do conhecimento, incluindo a compreensão dos ciclos biogeoquímicos, como o ciclo do carbono. Frota e Vasconcelos (2019), destacam que o ciclo rápido do carbono envolve a produção de CO₂, a presença de carbono na atmosfera sob outras formas gasosas, a incorporação em organismos vivos, a dissolução em oceanos e a formação de minerais carbonatados no fundo oceânico. Na atmosfera, a concentração de CO₂ é de aproximadamente 0,046% em peso e 0,031% em volume. Embora em concentrações pequenas, o CO₂ é fundamental para a vida na Terra, pois participa da fotossíntese realizada pelas partes verdes das plantas e por certas algas. Esse processo remove cerca de 300 mil milhões de toneladas de CO₂ da atmosfera, equivalente a 15% do total, e produz o oxigênio essencial para os seres vivos.

Norteando-se a partir do referencial teórico apresentado, este estudo parte da seguinte

problemática: De que forma a utilização do jogo pedagógico pode contribuir com a aprendizagem dos discentes acerca do conteúdo do ciclo do carbono em Química Ambiental?

A presente pesquisa ressalta a necessidade de adotar métodos pedagógicos interativos, como jogos pedagógicos, que contribuam com a promoção da consciência ecológica dos alunos, especialmente nas aulas de Química do Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Lucinete Santana da Silva.

A escolha do tema se deu, *a priori*, a partir de pesquisa prévia e identificação da inexistência de produções científicas, na biblioteca do IFPI - *Campus* Paulistana, relacionadas à Química Ambiental, bem como diante da vivência da pesquisadora no Programa Residência Pedagógica (PRP) no CETI - Lucinete Santana, e ainda pelo papel crucial que esta representa na formação de cidadãos conscientes e engajados com questões ambientais.

Destarte, a pesquisa busca contribuir para mitigar essa lacuna identificada na abordagem da Química Ambiental com o uso de jogos pedagógicos. Esta lacuna motivou a investigação sobre como os jogos podem influenciar a conscientização ambiental dos estudantes, visando contribuir não apenas para as demandas acadêmicas, mas também para a promoção de um futuro sustentável. Assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar as contribuições dos jogos pedagógicos no ensino de Química Ambiental com vistas a contribuir com a promoção da conscientização ecológica dos estudantes. Para alcançar esse propósito, foram conduzidas aulas teóricas sobre o Ciclo do Carbono nas turmas X e Y, seguidas da aplicação de questionários e de um jogo pedagógico para avaliar a compreensão dos estudantes, no intuito de proporcionar uma abordagem eficiente no ensino da Química Ambiental, incentivando a conscientização ambiental dos alunos.

2 METODOLOGIA

O presente estudo se configura como pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação, com abordagem qualitativa e quantitativa. Como mencionado por Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de materiais previamente elaborados, consistindo principalmente em livros e artigos científicos. Conforme Thiollent (1985), a pesquisa-ação trata-se de um tipo de pesquisa de base empírica que é planejada e executada em estreita colaboração com uma ação ou a solução de um problema coletivo, no qual pesquisadores e participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de forma cooperativa ou participativa.

De acordo com Gil (2002), a análise qualitativa é influenciada por diversos fatores, como a natureza dos dados coletados, a amplitude da amostra, os instrumentos de pesquisa utilizados e os pressupostos teóricos que orientaram a investigação. Esse processo pode ser descrito como uma sequência de atividades que inclui a redução dos dados, sua categorização, interpretação e a elaboração do relatório. Com relação às pesquisas quantitativas partem do princípio de que tudo pode ser quantificado, ou seja, que é possível gerar informações a partir de números, a fim de classificá-los e analisá-los.

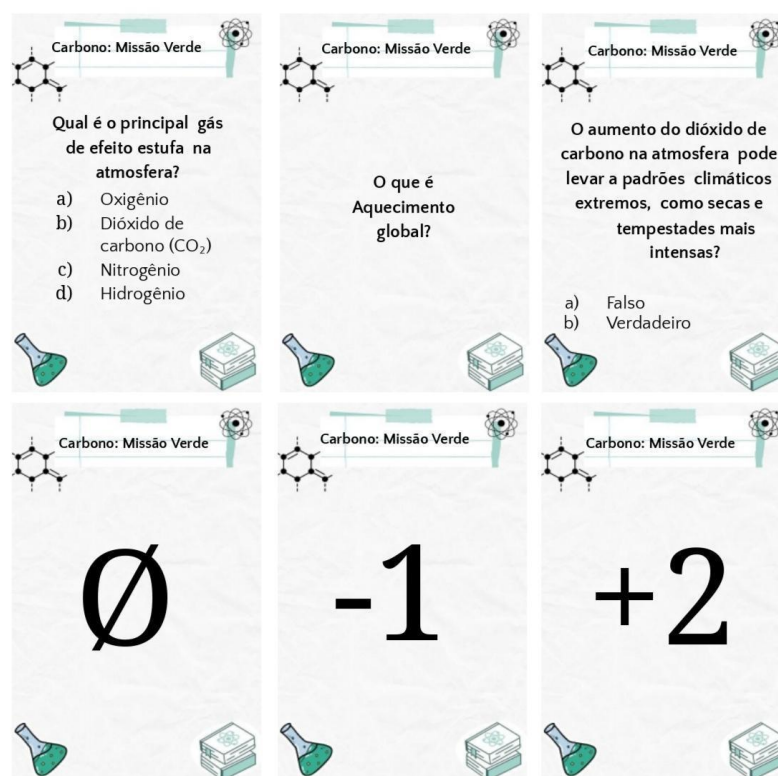
A pesquisa foi desenvolvida no Centro Estadual de Tempo Integral (CETI) Lucinete Santana da Silva, localizada na cidade de Paulistana-PI, tendo como participantes 20 estudantes, sendo 10 alunos por cada turma regularmente matriculados na 3º série do Ensino Médio Integrado ao Técnico dos cursos de Saúde Bucal e Segurança do Trabalho. A participação dos alunos ocorreu mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que abordava o objetivo da pesquisa, os riscos e benefícios envolvidos ao participarem da pesquisa, além de garantir o sigilo e o anonimato dos participantes. O presente trabalho buscou investigar o nível de conhecimento dos discentes em relação ao Ciclo do Carbono.

O jogo de cartas intitulado “Carbono: Missão Verde” teve como objetivo acumular o maior número de pontos ao longo de várias rodadas, gerenciando o ciclo do carbono. O jogo

possui 45 cartas, divididas entre questões objetivas, subjetivas, verdadeiro ou falso, além de cartas especiais que inclui bloqueio, -1 ponto e +2 pontos. Os pontos são registrados com fichas, e um marcador acompanha o avanço das rodadas, tornando a experiência ainda mais dinâmica e envolvente.

Para jogar, as cartas são embaralhadas e distribuídas sobre a mesa. É possível formar equipes com até 5 jogadores. O marcador de rodadas começa em "1", e as fichas de pontuação ficam no centro da mesa. O jogador mais jovem inicia, e o jogo segue no sentido horário. A equipe escolhe uma carta, responde à pergunta ou passa a vez, e ao final de cada rodada, os pontos são contabilizados. Após a última rodada, a equipe com mais pontos vence. O presente jogo possui algumas cartas especiais que incluem a carta de bloqueio, que impede a equipe de jogar naquela rodada; a carta -1, que subtrai um ponto da equipe e passa a vez; e a carta +2, que adiciona dois pontos à equipe antes de passar a vez, conforme pode ser visualizado na Figura 1 um exemplo de cartas com questões objetivas, subjetivas, verdadeiro e falso, bloqueio, -1 e +2. O jogo completo de autoria própria pode ser apreciado no Apêndice B.

Figura 1. Jogo Pedagógico



Fonte: Autoria própria (2024).

As etapas da pesquisa foram divididas em quatro momentos: Inicialmente, foi realizada uma aula sobre o Ciclo do Carbono, utilizando slides para abordar os conceitos fundamentais do ciclo do carbono por meio de um método tradicional expositivo, para uma turma da 3ª série do Ensino Médio Integrado ao Técnico do curso de Saúde Bucal, denominada turma "X". Em seguida, aplicou-se um questionário composto por oito perguntas para a turma "X", acerca do conteúdo abordado na aula teórica, a fim de avaliar se os discentes da turma compreenderam o conteúdo apresentado pelo método tradicional expositivo. Como instrumento de coleta de dados foram utilizados questionários e por questionário entende-se "um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisador" (Gil, 2002, p. 114). Após isso,

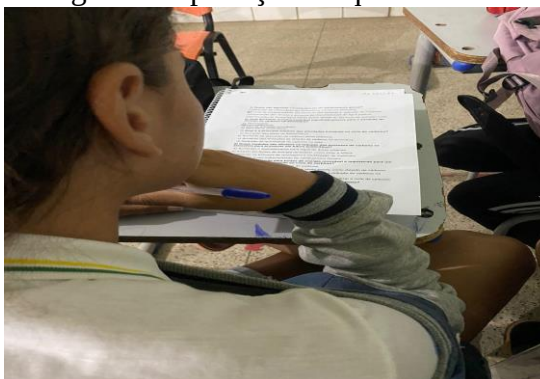
realizou-se a aplicação de um jogo pedagógico acerca do ciclo do carbono e por fim aplicou novamente o questionário para verificar os conhecimentos finais dos alunos. Esse mesmo processo foi aplicado na turma da 3º série do Ensino Médio Integrado ao Técnico Segurança do Trabalho, denominada turma “Y”.

Figura 2. Aula teórica.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 3. Aplicação do questionário.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 4. Aplicação do jogo pedagógico.



Fonte: Autoria própria (2024).

Após a coleta dos dados, foi realizada uma análise tanto qualitativa quanto quantitativa das respostas obtidas nas questões fechadas do questionário. Esta análise incluiu a categorização dos dados e sua apresentação em quadros. Dessa forma, foi possível identificar as características dos alunos, além de destacar as respostas mais frequentes entre os participantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão detalhados e analisados os dados obtidos a partir de um questionário aplicado após a aula teórica, em turmas distintas, com o propósito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao Ciclo do Carbono. Os quadros abaixo apresentam uma visão quantitativa dos resultados.

Quadro 1: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 1: O que é o Ciclo do Carbono		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Processo pelo qual o carbono é trocado entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra.	3 Respostas	3 Respostas
B) Um ciclo de chuvas ácidas.	2 Respostas	2 Respostas
C) Um método de armazenamento de carbono no solo.	1 Resposta	2 Respostas
D) Um processo de gases poluentes.	4 Respostas	3 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos dados obtidos na turma (X), observou-se que 3 alunos responderam a alternativa (A), 2 alunos responderam a alternativa (B), 1 alunos respondeu a alternativa (C) e por fim 4 alunos responderam a alternativa (D). É possível observar que na turma (Y) foram obtidos os seguintes resultados, 3 alunos responderam a alternativa (A), 2 alunos responderam a alternativa (B), 2 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 3 alunos responderam a alternativa(D).

Os resultados do questionário aplicado nas turmas X e Y revelam importantes percepções sobre a compreensão do ciclo do carbono. A resposta correta, a alternativa A, descreve o ciclo como uma troca entre biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera, obteve 3 respostas na turma X e 3 respostas turma Y, indicando que os alunos possuem um entendimento mediano sobre esse conceito fundamental. No entanto, a alternativa B, referente às chuvas ácidas, recebeu 2 respostas da turma X e 2 respostas da turma Y, sugerindo confusão entre diferentes fenômenos ambientais. Isso aponta para a necessidade de clareza na diferenciação

entre os ciclos e processos ambientais. As alternativas C e D, que abordam o armazenamento de carbono e a emissão de poluentes, tiveram menos respostas. A alternativa C obteve apenas 1 resposta na turma X e 2 respostas na turma Y, indicando uma compreensão limitada dos alunos sobre esse aspecto do ciclo do carbono. Já a alternativa D teve 4 respostas na turma X e 3 respostas na turma Y. Essa distribuição sugere que os alunos podem não compreender totalmente as implicações práticas do ciclo do carbono na realidade.

Conforme mencionado por Cole *et al.*, (2021), o carbono é constantemente trocado entre a biosfera, a geosfera, a hidrosfera e a atmosfera terrestre. Esse ciclo tem início com a absorção de energia solar e (CO₂) atmosférico pelas plantas durante a fotossíntese, gerando oxigênio e carboidratos, como a glicose. Posteriormente, tanto animais quanto plantas utilizam na respiração, liberando a energia neles contida e emitindo (CO₂) de volta para a atmosfera.

Quadro 2: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 2: Qual é o principal gás de efeito estufa associado ao ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Metano.	1 Resposta	1 Resposta
B) Dióxido de carbono (CO ₂)	5 Respostas	4 Respostas
C) Ozônio	3 Respostas	3 Respostas
D) Óxido nitroso.	1 Resposta	2 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Como podemos observar na turma (X), foi possível observar que 1 aluno respondeu a alternativa (A), 5 alunos responderam a alternativa (B), 3 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D). Na turma (Y), os resultados encontrados foram os seguintes: 1 aluno respondeu a alternativa (A), 4 alunos responderam a alternativa (B), 3 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D).

A análise do questionário aplicado aos alunos na 3º série do ensino médio nas turmas X e Y revela que, na questão supracitada, a alternativa correta, letra B (Dióxido de Carbono - CO₂), foi a mais escolhida, indicando que os alunos reconhecem sua importância como gás de efeito estufa no ciclo do carbono. Contudo, a diversidade nas respostas aponta uma confusão com outros gases, especialmente em relação à letra C (ozônio). As alternativas A e D, que tratam do metano e óxido nitroso, receberam menos respostas, indicando lacunas no conhecimento sobre esses gases.

Como afirmou Martins *et al.*, (2022), ao longo das últimas décadas, observou-se um

aumento significativo nas emissões e concentrações de gases poluentes na atmosfera, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), devido principalmente ao uso de combustíveis fósseis, ao desmatamento e às atividades agropecuárias. Essas ações têm alterado rapidamente o equilíbrio dos ecossistemas, provocando mudanças climáticas globais por meio do aumento do efeito estufa e do conseqüentemente aquecimento global.

Quadro 3: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 3: Qual é a definição correta de efeito estufa?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Processo pelo qual a Lua reflete calor na Terra, aquecendo-a.	1 Resposta	1 Resposta
B) Fenômeno causado pela superexposição dos oceanos à luz solar direta.	1 Resposta	1 Resposta
C) É um fenômeno natural e essencial para que o planeta permaneça em sua temperatura adequada.	8 Respostas	4 Respostas
D) Resultado da atividade vulcânica, liberando gases na atmosfera que esfriam o planeta.	0 Respostas	4 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos resultados obtidos na turma (X), notou-se que 1 aluno respondeu a alternativa (A), 1 aluno respondeu a alternativa (B), 8 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). É possível observar que na turma (Y), 1 aluno respondeu a alternativa (A), 1 aluno respondeu a alternativa (B), 4 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 4 alunos responderam a alternativa (D).

O quadro 3 apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a compreensão do efeito estufa por alunos da 3ª série do ensino médio. A questão apresenta quatro alternativas, sendo a correta a letra C: "É um fenômeno natural e essencial para que o planeta permaneça em sua temperatura adequada.". O grupo X teve 8 respostas corretas para essa alternativa, enquanto o grupo Y teve 4. As demais alternativas receberam poucas ou nenhuma resposta correta, demonstrando que os alunos dominaram o conceito de efeito estufa como um fenômeno natural fundamental para a regulação térmica do planeta.

De acordo com Lucon (2022), os gases de efeito estufa são compostos que retêm o calor na atmosfera, impedindo sua dissipação para o espaço. Esse processo, conhecido como aquecimento global, é resultado do aumento das concentrações globais desses gases, um fenômeno que tem se intensificado desde a Revolução Industrial devido às ações humanas.

Quadro 4: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 4: Quais são algumas consequências do aquecimento global?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Redução da intensidade dos fenômenos climáticos extremos.	3 Respostas	2 Respostas
B) Perda de biodiversidade, derretimento das geleiras e extinção de espécies.	3 Respostas	1 Resposta
C) Diminuição das chuvas e aumento da disponibilidade de água potável.	2 Respostas	7 Respostas
D) Diminuição da temperatura média global devido ao aumento da radiação solar.	2 Respostas	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme exposto acima, na turma (X), é possível notar que 3 alunos responderam a alternativa (A), 3 alunos responderam a alternativa (B), 2 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D). Nota-se que na turma (Y), 2 alunos responderam a alternativa (A), 1 aluno respondeu a alternativa (B), 7 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

O quadro analisado apresenta os resultados de uma pesquisa sobre as consequências do aquecimento global. A alternativa correta, letra B, que menciona a "Perda de biodiversidade, derretimento das geleiras e extinção de espécies", foi escolhida por 3 alunos do curso de Segurança do Trabalho e apenas 1 do curso de Saúde Bucal. Essa diferença sugere que os alunos de Segurança do Trabalho têm uma compreensão mais sólida sobre os impactos ambientais. Por outro lado, o baixo número de respostas corretas entre os alunos de Saúde Bucal indica lacunas no conhecimento sobre o tema. Além disso, a escassez de respostas corretas revela a necessidade de aprimorar o ensino sobre o aquecimento global em ambos os cursos.

Os impactos do crescimento dos gases de efeito estufa são abrangentes e significativos. O aumento da temperatura média global resulta no derretimento de geleiras, elevação do nível do mar, aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, mudanças nos padrões de chuva e perturbações nos ecossistemas (IPCC, 2022).

Quadro 5: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 5: Qual atividade humana contribui significativamente para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera?

Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Reciclagem	2 Respostas	1 Resposta
B) Desmatamento	4 Respostas	3 Respostas
C) Uso de energias renováveis	2 Respostas	4 Respostas
D) Agricultura sustentável	2 Respostas	2 Respostas

Fonte: Autoria própria 2024.

Conforme os resultados obtidos na turma (X), identificou-se que 2 alunos responderam a alternativa (A), 4 alunos responderam a alternativa (B), 2 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D). Verifica-se que na turma (Y), 1 aluno respondeu a alternativa (A), 3 alunos responderam a alternativa (B), 4 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D).

A análise dos resultados sobre as atividades humanas que aumentam o dióxido de carbono na atmosfera. A alternativa correta, letra B, aponta o desmatamento como a principal causa, o que indica uma boa compreensão desse impacto entre os estudantes, especialmente na turma X. Entretanto, as respostas nas demais alternativas indicam uma maior necessidade das instituições de ensino ampliarem a educação ambiental, devido a insatisfação das respostas, revelando lacunas significativas nos conhecimentos.

No contexto geral, ao considerar as contribuições do desmatamento e da agropecuária, é possível constatar que juntas são responsáveis por 70% das emissões de gases de efeito estufa (UNEP, 2021).

Quadro 6: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 6: Qual é o principal impacto das atividades humanas no ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Aumento das taxas de fotossíntese.	2 Respostas	2 Respostas

B) Aumento da absorção de carbono pelos oceanos.	3 Respostas	1 Resposta
C) Aumento das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.	3 Respostas	5 Respostas
D) Redução da quantidade de carbono no solo.	2 Respostas	2 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme os dados mencionados no quadro acima na turma (X), percebeu-se que 2 alunos responderam a alternativa (A), 3 alunos responderam a alternativa (B), 3 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D). Observa-se que na turma (Y), 2 alunos responderam a alternativa (A), 1 aluno respondeu a alternativa (B), 5 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 2 alunos responderam a alternativa (D).

O quadro 6 mostra que a maioria dos alunos das turmas de Segurança do Trabalho e Saúde Bucal compreende a relação entre as atividades humanas e o aumento das emissões de dióxido de carbono, uma vez que a alternativa correta sobre esse impacto foi a mais escolhida. No entanto, a escolha significativa da alternativa C pela turma X, que menciona a absorção de carbono pelos oceanos, revela uma certa confusão sobre os papéis da atmosfera e dos oceanos no ciclo do carbono. Além disso, as respostas relacionadas ao aumento das taxas de fotossíntese (alternativa A) e à redução do carbono no solo (alternativa D) evidenciam lacunas no entendimento dos alunos. Embora os estudantes apresentem uma boa percepção geral, essas questões ressaltam a necessidade de uma educação ambiental mais abrangente nas instituições.

Segundo Khan *et al.*, (2023) os efeitos ambientais da indústria abrangem as consequências adversas das operações industriais no meio ambiente, tais como a poluição atmosférica e hídrica, o desmatamento, as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e a redução da biodiversidade.

Quadro 7: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 7: Quais medidas são eficazes na redução das emissões de carbono na atmosfera para promover um futuro sustentável?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Aumentar o desmatamento para expandir áreas urbanas.	2 Respostas	1 Resposta
B) Investir em fontes de energia renovável, como solar e eólica.	6 Respostas	6 Respostas

C) Diminuir os esforços de reciclagem e reutilização de materiais.	1 Resposta	2 Respostas
D) Incentivar o uso indiscriminado de combustíveis fósseis.	1 Resposta	1 Resposta

Fonte: Autoria própria (2024).

Analisando os resultados obtidos na turma (X), registrou-se que 2 alunos responderam a alternativa (A), 6 alunos responderam a alternativa (B), 1 aluno respondeu a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D). Fica evidente que na turma (Y), 1 aluno respondeu a alternativa (A), 6 alunos responderam a alternativa (B), 2 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D).

A interpretação do quadro 7 revela que a alternativa B, considerada a correta por propor investir em fontes de energia renovável, como solar e eólica, foi a mais escolhida pelos alunos, demonstrando uma forte conscientização sobre a importância da transição para uma matriz energética sustentável. Essa escolha reflete a compreensão dos estudantes acerca da necessidade de reduzir as emissões de carbono para mitigar as mudanças climáticas. Além disso, essa preferência sugere que os alunos estão atentos às soluções práticas e viáveis que podem ser adotadas para promover um futuro mais sustentável.

Com o propósito de reduzir o aumento da temperatura global, é fundamental adotar várias medidas. A utilização de energias renováveis, como solar e eólica, é crucial para diminuir a dependência de combustíveis fósseis e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A prática de agricultura sustentável, incluindo a rotação de culturas e o uso eficiente da água, ajuda a preservar os recursos naturais e minimizar o impacto ambiental. Além disso, incentivar a eficiência energética em todos os setores é essencial para reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono (ONU, 2023).

Quadro 8: Resultados obtidos com a aula teórica.

Questão 8: Por que a transição para fontes de energia renovável é importante para um futuro sustentável em relação ao ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Porque não tem impacto no ciclo do carbono.	1 Resposta	5 Respostas
B) Porque reduz a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono.	2 Respostas	4 Respostas
C) Porque aumenta a poluição do ar, o que favorece a redução do carbono na atmosfera.	6 Respostas	1 Resposta

D) Porque promove o desmatamento, o que ajuda a estabilizar o ciclo do carbono.	1 Resposta	0 Respostas
---	------------	-------------

Fonte: Autoria própria (2024).

Ao analisar os resultados obtidos na turma (X), constatou-se que 1 aluno respondeu a alternativa (A), 2 alunos responderam a alternativa (B), 6 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D). Na turma (Y), observa-se que, 5 alunos responderam a alternativa (A), 4 alunos responderam a alternativa (B), 1 aluno respondeu a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

A análise das respostas dos alunos mostra que a alternativa B sendo a correta, que fala sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa, foi escolhida por 2 alunos da turma X e 4 da turma Y, indicando que muitos estudantes não compreenderam a importância das fontes de energia renovável nessa questão. A alternativa A, que sugere que a transição para fontes renováveis não impacta o ciclo do carbono, demonstra que alguns alunos ainda têm uma visão limitada sobre como essas fontes podem afetar o meio ambiente. A escolha da alternativa C, que afirma que as energias renováveis aumentam a poluição do ar, reflete um equívoco comum e uma falta de entendimento sobre os benefícios das energias limpas. Já a alternativa D, que menciona o desmatamento como algo positivo para o ciclo do carbono, revela uma noção errada sobre as consequências do desmatamento, que na verdade agrava as emissões de CO₂. Esses resultados mostram que, apesar do reconhecimento da importância das energias renováveis no quadro anterior, há uma necessidade clara de aprofundar o ensino sobre esses temas.

A mudança para fontes de energia sustentáveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, é essencial para diminuir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), um dos principais fatores das alterações climáticas (IRENA, 2020).

Ao analisar e interpretar os 8 (oito) quadros referentes ao questionário, observa-se que o desempenho dos alunos em relação à aula teórica foi mediano. Na primeira etapa, foi ministrada uma aula teórica sobre o ciclo do carbono, utilizando slides como recurso didático. Em seguida, aplicou-se um questionário composto por oito perguntas relacionadas ao conteúdo abordado. Os resultados indicam que os alunos apresentaram um desempenho intermediário, sugerindo que a compreensão do tema abordado na aula teórica necessita de estratégias pedagógicas complementares para um melhor aproveitamento.

Nesse viés, Saviani (2018) afirma que o modelo tradicional de ensino caracteriza-se por uma estrutura hierárquica, em que o professor ocupa uma posição de superioridade como detentor exclusivo do conhecimento, enquanto os alunos desempenham um papel passivo, limitando-se a ouvir e posteriormente reproduzir o conteúdo. Nesse contexto, as funções de cada um são claramente delineadas: ao professor compete ensinar, e ao aluno, aprender.

A seguir, serão apresentados os dados obtidos a partir do questionário aplicado após a aula teórica e a aplicação do jogo pedagógico sobre o ciclo do carbono, em turmas distintas. Os quadros a seguir oferecem uma visão quantitativa dos resultados.

Quadro 9: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 1: O que é o Ciclo do Carbono		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do	3º ano (Y)

	Trabalho	Saúde Bucal
A) Processo pelo qual o carbono é trocado entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra.	8 Respostas	10 Respostas
B) Um ciclo de chuvas ácidas.	1 Resposta	0 Respostas
C) Um método de armazenamento de carbono no solo.	0 Respostas	0 Respostas
D) Um processo de gases poluentes.	1 Resposta	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos dados obtidos na turma (X), foi possível visualizar que 8 alunos responderam a alternativa (A), 1 aluno respondeu a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D). É possível observar que na turma (Y) foram obtidos os seguintes resultados, 10 alunos responderam a alternativa (A), 0 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

Como citado por Pereira Júnior *et al.*, (2016) e Morandi *et al.*, (2021), o ciclo do carbono é essencialmente determinado pela interação entre a emissão e a absorção de (CO₂) pelos ecossistemas.

Quadro 10: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 2: Qual é o principal gás de efeito estufa associado ao ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Metano.	0 Respostas	1 Resposta

B) Dióxido de carbono	8 Respostas	8 Respostas
C) Ozônio	1 Resposta	1 Resposta
D) Óxido nitroso.	1 Resposta	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Como podemos observar na primeira turma (X), foi viável identificar que 0 alunos responderam a alternativa (A), 8 alunos responderam a alternativa (B), 1 aluno respondeu a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D). Na turma (Y), os resultados encontrados foram os seguintes: 1 aluno respondeu a alternativa (A), 8 alunos responderam a alternativa (B), 1 aluno respondeu a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

O dióxido de carbono (CO₂) é o principal gás responsável pelo aquecimento global, sendo o mais abundante nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e permanecendo na atmosfera por pelo menos 100 anos, provocando impactos climáticos que perduram por séculos. Em contrapartida, embora a quantidade de metano (CH₄) liberada seja menor, seu poder de aquecimento é 21 vezes maior que o do (CO₂). Já o óxido nitroso (N₂O), apesar de ter uma concentração reduzida, possui um potencial de aquecimento 265 vezes superior ao do CO₂ (WWF, 2023).

Quadro 11: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 3: Qual é a definição correta de efeito estufa?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Processo pelo qual a Lua reflete calor na Terra, aquecendo-a.	1 Resposta	1 Resposta

B) Fenômeno causado pela superexposição dos oceanos à luz solar direta.	0 Respostas	0 Respostas
C) É um fenômeno natural e essencial para que o planeta permaneça em sua temperatura adequada.	9 Respostas	8 Respostas
D) Resultado da atividade vulcânica, liberando gases na atmosfera que esfriam o planeta.	0 Respostas	1 Resposta

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos resultados obtidos na turma (X), foi possível verificar que 1 aluno respondeu a alternativa (A), 0 alunos responderam a alternativa (B), 9 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). Nota-se que na turma (Y), 1 aluno respondeu a alternativa (A), 0 alunos responderam a alternativa (B), 8 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 1 aluno respondeu a alternativa (D).

Conforme Villanueva *et al.*, (2019) e Rizzoli *et al.*, (2019), a dinâmica das mudanças climáticas envolve o aquecimento global, que é resultado do chamado efeito estufa. Esse mecanismo auxilia na regulação da temperatura do planeta para viabilizar a vida. Tratado como um fenômeno natural decorrente da retenção de gases na atmosfera, essa camada gasosa propicia a penetração dos raios solares e a retenção do calor.

Quadro 12: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 4: Quais são algumas consequências do aquecimento global?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Redução da intensidade dos fenômenos climáticos extremos.	0 Respostas	0 Respostas
B) Perda de biodiversidade, derretimento das geleiras e extinção de espécies.	10 Respostas	10 Respostas
C) Diminuição das chuvas e aumento da disponibilidade de água potável.	0 Respostas	0 Respostas

D) Diminuição da temperatura média global devido ao aumento da radiação solar.	0 Respostas	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme exposto acima na turma (X), considerou-se que 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). É possível observar que na turma (Y), 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

O aumento da temperatura tem graves consequências para todos os seres vivos, incluindo os seres humanos. As mudanças climáticas causam impactos significativos, como extinção de espécies, mudanças nas chuvas, elevação do nível do mar e intensificação de fenômenos meteorológicos. Essas conclusões são resultado da análise de diferentes cenários de emissões de gases do efeito estufa para os próximos 100 anos por cientistas do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (INPE, 2023).

Quadro 13: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 5: Qual atividade humana contribui significativamente para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Reciclagem	0 Respostas	0 Respostas
B) Desmatamento	10 Respostas	10 Respostas
C) Uso de energias renováveis	0 Respostas	0 Respostas
D) Agricultura sustentável	0 Respostas	0 Respostas

--	--	--

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme os resultados obtidos na turma (X), discerniu-se que 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). Verifica-se que na turma (Y), 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

As emissões de CO₂ no mundo têm suas principais fontes na utilização de combustíveis fósseis em veículos automotores, na produção de energia, em processos industriais, no desmatamento e nas mudanças no uso do solo. No Brasil, especificamente, destacam-se a produção agropecuária e o desmatamento como contribuintes significativos para essas emissões (IPCC, 2022).

Quadro 14: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 6: Qual é o principal impacto das atividades humanas no ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Aumento das taxas de fotossíntese.	0 Respostas	0 Respostas
B) Aumento da absorção de carbono pelos oceanos.	0 Respostas	1 Resposta
C) Aumento das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.	10 Respostas	9 Respostas
D) Redução da quantidade de carbono no solo.	0 Respostas	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme os dados mencionados no quadro acima na turma (X), foi viável registrar que 0 alunos responderam a alternativa (A), 0 alunos responderam a alternativa (B), 10 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). Observa-se

que na turma (Y), 0 alunos responderam a alternativa (A), 1 alunos responderam a alternativa (B), 9 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

De acordo com o INEP (2021), a Amazônia brasileira e dos países vizinhos apresentam uma dinâmica mista em relação ao sequestro de Gases de Efeito Estufa (GEE) da atmosfera, onde certas áreas se tornam fontes de emissão de CO₂ em determinadas épocas do ano. Esse fenômeno é principalmente causado por queimadas, abertura de pastagens e desmatamento. A liberação de CO₂ para a atmosfera está aumentando a um ritmo que excede a capacidade de absorção da floresta (INPE, 2021).

Quadro 15: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 7: Quais medidas são eficazes na redução das emissões de carbono na atmosfera para promover um futuro sustentável?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Aumentar o desmatamento para expandir áreas urbanas.	0 Respostas	0 Respostas
B) Investir em fontes de energia renovável, como solar e eólica.	10 Respostas	10 Respostas
C) Diminuir os esforços de reciclagem e reutilização de materiais.	0 Respostas	0 Respostas
D) Incentivar o uso indiscriminado de combustíveis fósseis.	0 Respostas	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Analisando os resultados obtidos na turma (X), foi possível verificar que 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). Fica evidente que na turma (Y), 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

Cardoso (2022), ressalta que uma das estratégias de mitigação mais amplamente adotadas envolve a promoção do uso de energias renováveis e a transição para uma matriz energética com baixa emissão de carbono. Isso implica estimular a utilização de fontes de

energia sustentáveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, ao mesmo tempo em que se reduz a dependência de combustíveis fósseis, tais como carvão mineral, petróleo e gás natural.

Quadro 16: Resultados obtidos com a aplicação do jogo pedagógico.

Questão 8: Por que a transição para fontes de energia renovável é importante para um futuro sustentável em relação ao ciclo do carbono?		
Alternativas	3º ano (X) Segurança do Trabalho	3º ano (Y) Saúde Bucal
A) Porque não tem impacto no ciclo do carbono.	0 Respostas	1 Resposta
B) Porque reduz a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono.	10 Respostas	9 Respostas
C) Porque aumenta a poluição do ar, o que favorece a redução do carbono na atmosfera.	0 Respostas	0 Respostas
D) Porque promove o desmatamento, o que ajuda a estabilizar o ciclo do carbono.	0 Respostas	0 Respostas

Fonte: Autoria própria (2024).

Ao analisar os resultados obtidos na turma (X), foi possível visualizar que 0 alunos responderam a alternativa (A), 10 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D). Na turma (Y), observa-se que, 1 aluno respondeu a alternativa (A), 9 alunos responderam a alternativa (B), 0 alunos responderam a alternativa (C) e por fim 0 alunos responderam a alternativa (D).

Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (International Renewable Energy Agency) a questão da mudança climática é urgente, levando diversos países a elaborarem planos e estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e adotar a descarbonização. Por meio da integração de energias renováveis, armazenamento de energia, eficiência energética e tecnologias inteligentes de rede, prevê-se que grande parte das atividades de consumo final será livre de carbono nas próximas décadas. IRENA (2022). Para garantir um futuro sustentável para o planeta e combater o aquecimento global, é crucial reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa, especialmente o CO₂ (Etene, 2021).

Os resultados observados indicam uma melhoria significativa no desempenho dos alunos. As respostas ao questionário mostraram que a combinação da aula teórica com essas

metodologias ativas facilitou a compreensão do conteúdo, promovendo uma assimilação mais eficaz dos conceitos abordados. Isso evidencia a importância de integrar diferentes abordagens pedagógicas no processo de ensino, visando otimizar o aprendizado e o engajamento dos alunos. Conforme indicado por Ceretta (2021), as metodologias ativas (MA) são definidas como abordagens que rompem com os métodos tradicionais, com o propósito de incentivar o aluno a sair de uma posição passiva e assumir um papel central no seu próprio processo de aprendizagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos achados da pesquisa, conclui-se que a utilização de jogos pedagógicos como ferramenta didática no ensino de Química Ambiental, em particular no estudo do Ciclo do Carbono, revelou-se uma estratégia eficaz para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa realizada com as turmas X e Y demonstrou que a aplicação de metodologias ativas, aliadas às abordagens teóricas tradicionais, contribui significativamente para uma melhor compreensão dos conceitos abordados, além de fomentar a conscientização ecológica dos discentes.

Os resultados obtidos nas turmas X e Y, onde o jogo pedagógico foi implementado, evidenciaram que essa metodologia promoveu um maior engajamento e participação dos alunos, facilitando a assimilação dos conteúdos e tornando o aprendizado dinâmico e significativo. Verificou-se, também, que o uso de jogos pedagógicos não apenas reforça o entendimento dos conceitos, mas também estimula o desenvolvimento de competências fundamentais, como a cooperação, o pensamento crítico e a resolução de problemas, contribuindo para uma formação completa e integrada dos alunos.

Assim, conclui-se que a integração de metodologias ativas, como os jogos pedagógicos, no ensino de Química Ambiental, é uma abordagem relevante que não só enriquece a prática pedagógica, mas também desempenha um papel crucial na formação de cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. A adoção dessas práticas pedagógicas, portanto, é essencial para a promoção de uma educação voltada para a sustentabilidade, capaz de responder às exigências de uma sociedade em constante transformação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, Renato Américo de; SANTOS, Nádson Araújo dos. Metodologias ativas na educação profissional e tecnológica: Revisão sistemática da literatura. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 12, n. 1, 2022.

BRASIL. Organização das Nações Unidas (ONU). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15: Vida terrestre**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/15>. Acesso em: 13 jul. 2024.

BUESA, N. Y. **Aprendizagem ativa via tecnologias**. [E-book] Flórida. Must University, 2023.

CARDOSO, A. O. et al. **Comunidades de energia renovável como mecanismo de mitigação ambiental no setor industrial**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2022. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/140429/2/541400.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2024.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; DIRZO, R. **Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 117, n. 24, p. 13596-13602, 2020.

CERETTA, S. B. N. Possibilidades de engajamento discente na Educação Profissional e Tecnológica através da aprendizagem vivencial. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [s.l.], v. 2, n. 21, p. e11102, out. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/rbept.2021.11102>. Acesso em: 18 jul. 2024.

COLE, J. J.; Hararuk, O.; Solomon, C. T. Chapter 7 - The Carbon Cycle: With a Brief Introduction to Global Biogeochemistry. In: Kathleen C. Weathers, David L. Strayer, Gene E. Likens. **Fundamentals of Ecosystem Science**, Academic Press. 2nd ed. 131-160, 2021.

ETENE - **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste**. Hidrogênio verde: nasce um gigante no setor de energia. n. 212, 2021.

FROTA, Evanise Batista; VASCONCELOS, Nadja Maria Sales. Química: Química ambiental. EdUECE, 2ª ed. Fortaleza, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, G. C. O.; LOPES, M. M. As práticas pedagógicas em Educação Ambiental aplicadas a Educação Infantil. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 69, 2019.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Desmatamento na Amazônia Legal**. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5876. Acesso em: 12 jul. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY [IRENA]. Renewable Energy and Jobs: **Annual Review** 2020. [S. l.]: IRENA, 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2020>. Acesso em: 13 jul. 2024.

IPCC, **Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas. Alterações Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade**. Relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas. Cambridge University Press, 2022.

JIA, X.; Mu, Y.; Zha, T.; et al. **Seasonal and interannual variations in ecosystem respiration in relation to temperature, moisture, and productivity in a temperate semi-arid shrubland**. Science of the Total Environment, v. 709, p. 136210, 2020.

KHAN, Nadia et al. **Sustainable practices to reduce environmental impact of industry using interaction aggregation operators under interval-valued Pythagorean fuzzy hypersoft set**. AIMS Mathematics, v. 8, n. 6, p. 14644-14683, 2023.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Cengage Learning, 2021.

LUCON, Oswaldo dos Santos. **Mudanças Climáticas: roteiro de estudos**. Universidade de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.11606/9786588109144>. Disponível em:
www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/854. Acesso em 24 jul. 2024.

MARTINS, E. de O. et al. Recuperação de áreas degradadas da cafeicultura sob manejo de sistema agroflorestal. In: SOUZA, M. N. (org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. v. 3. Canoas, RS, Mérida Publishers, 2022. p. 137-157. Disponível em:
<http://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c4>. Acesso em: 13 jul. 2024.

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso**: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda. [S.l.]: Arco 43, 2021. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, p. 2–25, 2021.

RIZZOLI, A. et al. Parasites and wildlife in a changing world: The vector-host-pathogen interaction as a learning case. **Rev. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 9, p. 394-401, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.05.011>. Acesso em: 13 jul. 2024.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 43. ed. Autores associados, 2018.

SOUZA, G. H. S.; JARDIM, W. S.; MARQUES, Y. B.; JUNIOR, G. L.; SANTOS, A. P. S.; LIBERATO, L. P. **Educação Remota Emergencial (ERE)**: Um estudo empírico sobre Capacidades Educacionais e Expectativas Docentes durante a Pandemia da COVID-19. *Research, Society and Development*. V. 10, N.1, 2021.

UNEP_United Nations Environment Programme; WWO – **World Meteorological Organization**. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2021: the Physical Science Basis*, 2021. Disponível em:
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf. Acesso em: 13 jul. 2024.

VILLANUEVA, Salvador M. B.; Huelgas, R. G. Change climate and health. **Rev. Clínica Española**, v. 219, p. 260-265, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rceng.2019.02.009>. Acesso em: 13 jul. 2024.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). **As mudanças climáticas**. Disponível em:
https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas/. Acesso em: 22 abr. 2024.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL SOBRE O CICLO DO CARBONO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa está relacionada ao Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUTOS DE UM JOGO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM ACERCA DO CICLO DO CARBONO.” que está sendo desenvolvida pela pesquisadora Gabriela Alencar de Sousa (matrícula 2020120LQUI0153) do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Piauí, sob orientação da professora Me. Jocélia de Jesus Rêgo da Silva (matrícula SIAPE 1000517, Instituto Federal do Piauí *Campus* Paulistana) e coorientação da professora Dra. Maraylla Inácio de Moraes (matrícula SIAPE 1149077, Instituto Federal do Piauí *Campus* Paulistana, Paulistana – PI).

Questionário

1) O que é o ciclo do carbono?

- a) Processo pelo qual o carbono é trocado entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra.
- b) Um ciclo de chuvas ácidas.
- c) Um método de armazenamento de carbono no solo.
- d) Um processo de gases poluentes.

2) Qual é o principal gás de efeito estufa associado ao ciclo do carbono?

- a) Metano.
- b) Dióxido de carbono
- c) Ozônio.
- d) Óxido nitroso.

3) Qual é a definição correta de efeito estufa?

- a) Processo pelo qual a Lua reflete calor na Terra, aquecendo-a
- b) Fenômeno causado pela superexposição dos oceanos à luz solar direta.
- c) É um fenômeno natural e essencial para que o planeta permaneça em sua temperatura adequada
- d) Resultado da atividade vulcânica, liberando gases na atmosfera que esfriam o planeta.

4) Quais são algumas consequências do aquecimento global?

- a) Redução da intensidade dos fenômenos climáticos extremos.
- b) Perda de biodiversidade, derretimento das geleiras e extinção de espécies.
- c) Diminuição das chuvas e aumento da disponibilidade de água potável.
- d) Diminuição da temperatura média global devido ao aumento da radiação solar.

5) Qual atividade humana contribui significativamente para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera?

- a) Reciclagem
- b) Desmatamento
- c) Uso de energias renováveis
- d) Agricultura sustentável

6) Qual é o principal impacto das atividades humanas no ciclo do carbono?

- a) Aumento das taxas de fotossíntese.
- b) Aumento da absorção de carbono pelos oceanos.
- c) Aumento das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.
- d) Redução da quantidade de carbono no solo.

7) Quais medidas são eficazes na redução das emissões de carbono na atmosfera para promover um futuro sustentável?

- a) Aumentar o desmatamento para expandir áreas urbanas.
- b) Investir em fontes de energia renovável, como solar e eólica.
- c) Diminuir os esforços de reciclagem e reutilização de materiais.
- d) Incentivar o uso indiscriminado de combustíveis fósseis.

8) Por que a transição para fontes de energia renovável é importante para um futuro sustentável em relação ao ciclo do carbono?

- a) Porque não tem impacto no ciclo do carbono.
- b) Porque reduz a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono.
- c) Porque aumenta a poluição do ar, o que favorece a redução do carbono na atmosfera.
- d) Porque promove o desmatamento, o que ajuda a estabilizar o ciclo do carbono.

Fonte: Autoria própria (2024).

APÊNDICE B – JOGO PEDAGÓGICO SOBRE O CICLO DO CARBONO

Carbono: Missão Verde

Qual é o principal gás de efeito estufa na atmosfera?

a) Oxigênio
b) Dióxido de carbono (CO₂)
c) Nitrogênio
d) Hidrogênio

Carbono: Missão Verde

Qual processo libera dióxido de carbono (CO₂) no solo?

a) Fotossíntese
b) Respiração
c) Decomposição
d) Combustão

Carbono: Missão Verde

Como as plantas absorvem dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera?

a) Por meio da fotossíntese
b) Por meio da respiração
c) Por meio da transpiração
d) Por meio da decomposição

Carbono: Missão Verde

Qual é a principal fonte de dióxido de carbono (CO₂) liberada na atmosfera?

a) Fotossíntese
b) Queima de combustíveis fósseis
c) Decomposição de matéria orgânica
d) Evaporação dos oceanos

Carbono: Missão Verde

Como as atividades humanas afetam os ciclos do carbono?

Carbono: Missão Verde

O que é Aquecimento global?

Carbono: Missão Verde

O aumento do dióxido de carbono pode afetar a agricultura, reduzindo os rendimentos das colheitas devido a mudanças nos padrões climáticos?

Carbono: Missão Verde

O que acontece com o carbono quando os seres vivos morrem?

Carbono: Missão Verde

O aumento do dióxido de carbono pode afetar a saúde humana, causando problemas respiratórios e agravando condições como a asma?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

De onde são extraídos os combustíveis fósseis, como petróleo e carvão?

a) Do ar
b) Do solo
c) Dos oceanos
d) Das plantas

Carbono: Missão Verde

O que é liberado quando a biomassa é queimada?

a) Dióxido de carbono (CO₂)
b) Oxigênio
c) Nitrogênio
d) Glicose

Carbono: Missão Verde

Qual atividade humana libera grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera?

a) Plantar árvores
b) Queimar combustíveis fósseis
c) Reciclar resíduos
d) Conservar áreas naturais

Carbono: Missão Verde

Cite uma forma para promover um futuro mais sustentável?

Carbono: Missão Verde

O que é queima de combustíveis fósseis?

Carbono: Missão Verde

O que ocorre com as queimadas descontroladas?

Carbono: Missão Verde

A queima de florestas libera carbono na atmosfera, contribuindo para o aumento do efeito estufa.

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

A queima de combustíveis fósseis, como carvão e petróleo, libera dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

A decomposição de matéria orgânica libera dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera?

a) Falso
b) Verdadeiro

Carbono: Missão Verde

O que é o efeito estufa?

a) É um fenômeno natural e essencial para que o planeta mantenha sua temperatura adequada.
b) É um fenômeno para aumentar a temperatura do planeta.
c) Produção de algas marinhas.
d) Desenvolvimento sustentável.

Carbono: Missão Verde

O que é fotossíntese?

a) Aumento das emissões de gases de efeito estufa.
b) Processo de quebra de matéria orgânica em compostos mais simples.
c) Dependência de alimentos.
d) Processo pelo qual as plantas convertem CO₂ e água em glicose usando a luz solar.

Carbono: Missão Verde

O que é o ciclo do carbono?

a) É um fenômeno da temperatura do planeta.
b) Processo pelo qual o carbono é trocado entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra.
c) Desenvolvimento do oxigênio.
d) Aumento das queimadas.

Carbono: Missão Verde

Cite consequências do aquecimento global?

Carbono: Missão Verde

Desligar aparelhos eletrônicos quando não estão em uso pode contribuir para a conservação de energia e a redução das emissões de dióxido de carbono?

Carbono: Missão Verde

Quais os processos do Ciclo do Carbono?

Carbono: Missão Verde

O desmatamento contribui para o aumento do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, pois reduz a quantidade de árvores que absorvem esse gás?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

A fotossíntese é um processo que ocorre apenas durante o dia, quando há luz solar disponível?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

A queima de biomassa, como florestas e plantações, não tem impacto significativo na quantidade de dióxido de carbono (CO₂) liberado na atmosfera?

a) Falso
b) Verdadeiro

Carbono: Missão Verde

A queima de combustíveis fósseis é a principal razão para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera desde a Revolução Industrial?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

O aumento do dióxido de carbono na atmosfera contribui para o aquecimento global?

a) Verdadeiro
b) Falso

Carbono: Missão Verde

O aumento do dióxido de carbono na atmosfera pode levar a padrões climáticos extremos, como secas e tempestades mais intensas?

a) Falso
b) Verdadeiro

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

0

Carbono: Missão Verde

-1

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Carbono: Missão Verde

+2

Fonte: Autoria própria (2024).

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL SOBRE O CICLO DO CARBONO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa está relacionada ao Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUTOS DE UM JOGO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM ACERCA DO CICLO DO CARBONO.” que está sendo desenvolvida pela pesquisadora Gabriela Alencar de Sousa (matrícula 2020120LQUI0153) do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Piauí, sob orientação da professora Me. Jocélia de Jesus Rêgo da Silva (matrícula SIAPE 1000517, Instituto Federal do Piauí *Campus* Paulistana) e coorientação da professora Dra. Maraylla Inácio de Moraes (matrícula SIAPE 1149077, Instituto Federal do Piauí *Campus* Paulistana, Paulistana – PI).

Questionário

1) O que é o ciclo do carbono?

- a) Processo pelo qual o carbono é trocado entre a biosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra.
- b) Um ciclo de chuvas ácidas.
- c) Um método de armazenamento de carbono no solo.
- d) Um processo de gases poluentes.

2) Qual é o principal gás de efeito estufa associado ao ciclo do carbono?

- a) Metano.
- b) Dióxido de carbono
- c) Ozônio.
- d) Óxido nitroso.

3) Qual é a definição correta de efeito estufa?

- a) Processo pelo qual a Lua reflete calor na Terra, aquecendo-a
- b) Fenômeno causado pela superexposição dos oceanos à luz solar direta.
- c) É um fenômeno natural e essencial para que o planeta permaneça em sua temperatura adequada
- d) Resultado da atividade vulcânica, liberando gases na atmosfera que esfriam o planeta.

4) Quais são algumas consequências do aquecimento global?

- a) Redução da intensidade dos fenômenos climáticos extremos.
- b) Perda de biodiversidade, derretimento das geleiras e extinção de espécies.
- c) Diminuição das chuvas e aumento da disponibilidade de água potável.
- d) Diminuição da temperatura média global devido ao aumento da radiação solar.

5) Qual atividade humana contribui significativamente para o aumento do dióxido de carbono na atmosfera?

- a) Reciclagem
- b) Desmatamento
- c) Uso de energias renováveis
- d) Agricultura sustentável

6) Qual é o principal impacto das atividades humanas no ciclo do carbono?

- a) Aumento das taxas de fotossíntese.
- b) Aumento da absorção de carbono pelos oceanos.
- c) Aumento das emissões de dióxido de carbono na atmosfera.
- d) Redução da quantidade de carbono no solo.

7) Quais medidas são eficazes na redução das emissões de carbono na atmosfera para promover um futuro sustentável?

- a) Aumentar o desmatamento para expandir áreas urbanas.
- b) Investir em fontes de energia renovável, como solar e eólica.
- c) Diminuir os esforços de reciclagem e reutilização de materiais.
- d) Incentivar o uso indiscriminado de combustíveis fósseis.

8) Por que a transição para fontes de energia renovável é importante para um futuro sustentável em relação ao ciclo do carbono?

- a) Porque não tem impacto no ciclo do carbono.
- b) Porque reduz a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono.
- c) Porque aumenta a poluição do ar, o que favorece a redução do carbono na atmosfera.
- d) Porque promove o desmatamento, o que ajuda a estabilizar o ciclo do carbono.

Fonte: Autoria própria (2024).