

A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente

Patrícia A. Falcí e Regina S. Carvalho

Este trabalho apresenta a elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD) para o ensino de conceitos relacionados à Educação Ambiental, com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente (CO₂e) presentes nas atividades cotidianas dos alunos. A elaboração da SD levou em conta os conhecimentos prévios e os conceitos ainda não construídos pelos alunos da segunda série do Ensino Médio. Várias atividades compuseram a SD (discussões de textos, cálculos das emissões CO₂e, exercícios envolvendo o conteúdo e uma blitz ecológica) a fim de possibilitar a melhor compreensão de diversos conceitos como aquecimento global, gases do efeito estufa (GEE), CO₂e, atividades mais emissoras e formas de absorção de CO₂e, entre outros. Os dados da pesquisa foram coletados através da observação participante da professora pesquisadora, análise das respostas dos alunos em diversas atividades e da participação dos mesmos. Mudanças comportamentais dos alunos, transparecendo uma formação mais consciente, crítica e cidadã, foram observadas através dos estímulos propostos nos materiais instrucionais utilizados.

► educação ambiental, sequência didática, CO₂ equivalente, ensino de Química ◀

Recebido em 24/06/2021, aceito em 06/10/2021

Diversos debates e estudos surgiram e ainda se fazem presentes no mundo atual, desde que a organização científica-política conhecida como Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), formada pelos mais respeitados especialistas em clima, declarou, amparada por evidências científicas, que nosso planeta está passando por mudanças climáticas. Independente das divergências, controvérsias e das discussões intermináveis entre ambientalistas e políticos, o aquecimento global tem transformado ambientalmente nosso planeta e o assunto é enfatizado e proposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um dos conteúdos específicos na área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018).

O principal fator para as mudanças climáticas previstas está

relacionado ao aumento exagerado das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO₂e)¹. Os gases carbônico, metano, óxidos de nitrogênio, ozônio e o vapor d'água, conhecidos como "Gases de Efeito Estufa" (GEE), absorvem uma parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e irradiam, por sua vez, uma parte da energia de volta para a superfície. Assim, os GEE são fundamentais no equilíbrio

do planeta e são responsáveis por manter as temperaturas terrestres em valores propícios à vida. O aumento da emissão desses gases, causando as mudanças climáticas globais, como o aumento da temperatura do ar, secas e outras, os transformam em objetos recorrentes de estudo (Pimentel, 2011).

As atividades humanas estão altamente associadas às emissões em grande escala dos GEE. A redução dos valores apresentados

As atividades humanas estão altamente associadas às emissões em grande escala dos GEE. A redução dos valores apresentados pelo país precisa ser incentivada, cada vez mais, já que a mudança nos costumes, na cultura, educação e sociedade ocorrem a longo prazo e, na maior parte das vezes, através das atitudes daqueles que passam pela escola.

pelo país precisa ser incentivada, cada vez mais, já que a mudança nos costumes, na cultura, educação e sociedade ocorrem a longo prazo e, na maior parte das vezes, através das atitudes daqueles que passam pela escola. Faz-se

A seção "Química e Sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

necessário repensar e reestruturar as práticas em Educação Ambiental, criar artifícios e desenvolver material didático que associem o conteúdo com a prática escolar e social.

Um dos objetivos do Ensino Médio (EM), segundo a BNCC, é analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. Todavia, é notório que a maioria dos educandos ainda não contextualizam nem relacionam os conhecimentos químicos referentes ao aquecimento global, adquiridos na escola, com sua vida social e profissional; não adotam atitudes ambientalmente “corretas” no seu cotidiano que, ao longo do tempo, poderiam vir a influenciar os resultados de emissão dos gases no Brasil.

Nesse contexto, foi desenvolvida uma sequência didática (SD) com a temática Educação Ambiental, com ênfase nas emissões de CO₂ presentes nas atividades cotidianas dos alunos. Os conteúdos foram selecionados a partir das respostas coletadas de um questionário previamente aplicado, em uma turma da segunda série do EM, com posterior análise.

A Educação Ambiental

A Educação ambiental, segundo Trevisol (2003), é capaz de levar os indivíduos a reverem suas concepções e seus hábitos, e espera formar as pessoas para uma relação mais harmoniosa e sustentável com o meio onde estão inseridas. Este autor afirma também que a Educação Ambiental não é um tema qualquer que pode ser adiado ou relegado a um segundo plano:

[...] trata-se de uma necessidade histórica latente e inadiável, cuja emergência decorre da profunda crise socioambiental que envolve nossa época. Educar para a sustentabilidade tornou-se um imperativo, sobretudo porque as relações entre sociedade e natureza agravaram-se, produzindo tensões ameaçadoras tanto para o homem quanto para a biosfera (Trevisol, 2003, p.166).

Andriguetto (2010, p. 213) afirma que: “Um programa de educação ambiental para ser efetivo deve promover, simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, de atitudes e de habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental”. Utiliza-se, como laboratório, o metabolismo urbano e seus recursos naturais e físicos, iniciando-se pela escola, expandindo-se pela circunvizinhança e sucessivamente até a cidade, a região, o país, o continente e o planeta. A aprendizagem será mais efetiva se a atividade estiver adaptada às situações da vida real da cidade, ou do meio em que vivem aluno e professor.

A Educação ambiental, segundo Trevisol (2003), é capaz de levar os indivíduos a reverem suas concepções e seus hábitos, e espera formar as pessoas para uma relação mais harmoniosa e sustentável com o meio onde estão inseridas.

Dentro desse contexto, é clara a necessidade de mudar o comportamento do homem em relação à natureza, no sentido de promover, sob um modelo de desenvolvimento sustentável (processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo, atender as necessidades das gerações atuais), a compatibilização de práticas econômicas e conservacionistas, com reflexos positivos evidentes junto à qualidade de vida de todos.

Jacobi (2005) também ressalta que a Educação Ambiental é importante para a construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo:

Os educadores têm um papel estratégico e decisivo na inserção da educação ambiental no cotidiano escolar, qualificando os alunos para um posicionamento crítico face à crise socioambiental, tendo como horizonte a transformação de hábitos e práticas sociais e a formação de uma cidadania ambiental que os mobilize para a questão da sustentabilidade no seu significado mais abrangente (Jacobi, 2005, p. 1).

Giordan e Galli (2014) relatam que a escola é o principal local na construção dos conhecimentos e que os educadores devem estar cada vez mais preparados para reelaborar as informações que recebem. Dentre elas, as ambientais, para poder transmitir e decodificar para os alunos a expressão dos significados em torno do meio ambiente e da ecologia nas suas múltiplas determinações, e promovendo, assim a interdisciplinaridade. Torna-se necessário pensar em práticas educativas contextualizadoras e problematizadoras que aportem para a escola e para outros ambientes pedagógicos com uma atitude de ação-reflexão em torno da problemática ambiental.

Aprendizagem e as mudanças comportamentais

Os principais problemas que afetam o meio ambiente, além de serem transversais aos conteúdos ministrados em sala de aula e serem recorrentes nos vestibulares e nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), estão também entre os assuntos mais debatidos no mundo atualmente, uma vez que estão diretamente relacionados com todo o ciclo de vida do ser humano na Terra e com todas as atividades aplicadas.

Por outro lado, Barboza, Brasil e Conceição (2016) enfatizam que, muitas vezes, os espaços escolares, bem como o material didático, não contemplam, em sua totalidade, a realidade do aluno, ou seja, não oferecem oportunidades que o façam perceber o meio no qual está inserido. A ausência dessas oportunidades pode dificultar a percepção e a compreensão das pessoas em relação aos problemas ambientais existentes na comunidade.

- No contexto escolar, na maioria das vezes os alunos:
- Não se identificam como atuantes nos problemas ambientais enfrentados pelo mundo;
 - Julgam suas atividades como insignificantes diante dos valores de emissões apresentados;
 - Acreditam que, para deixar de contribuir com altas emissões, teriam que se desfazer de toda tecnologia e evolução social;
 - Não mudam o comportamento referente às atividades propostas pelas pesquisas, mesmo recebendo diversas orientações;
 - Não contextualizam nem relacionam os conhecimentos químicos referentes ao aquecimento global, adquiridos na escola, com sua vida social e profissional; não adotam atitudes ambientalmente “corretas” no seu cotidiano.

As questões ambientais são apresentadas de maneira reducionista aos alunos e não os levam a compreender o que é preciso preservar e como utilizar de forma consciente os recursos naturais que se tem no planeta. Assim, os alunos acabam sendo apenas ouvintes e não praticantes, quando deveriam ser estimulados através de atividades e projetos a exercer essa consciência a partir de sua realidade e comunidade (Asano; Poletto, 2017).

Enfatiza-se assim a importância de conteúdos procedimentais e atitudinais no ensino das ciências e seus temas transversais (Pozo e Crespo, 2009).

No intuito de causar uma efetiva mudança nas escolhas e no comportamento social dos educandos, através das aulas de Educação Ambiental no contexto da Química, foram aplicadas metodologias de ensino diversificadas na SD, visando

No intuito de causar uma efetiva mudança nas escolhas e no comportamento social dos educandos, através das aulas de Educação Ambiental no contexto da Química, foram aplicadas metodologias de ensino diversificadas na SD, visando a participação ativa e construtora dos educandos no processo de ensino e aprendizagem [...].

a participação ativa e construtora dos educandos no processo de ensino e aprendizagem, conforme delineado na Figura 1.

Percurso metodológico

Podemos caracterizar este estudo como uma pesquisa qualitativa, na qual os dados são coletados no ambiente natural, campo de atuação da própria pesquisadora, a escola, e também participante, com envolvimento dos sujeitos (Godoy, 1995). Os dados foram coletados através de questionários, questões norteadoras e avaliativas e observações da professora-pesquisadora. A SD foi aplicada em uma escola pública de Itaperuna no Rio de Janeiro em três turmas do ensino médio, mas os dados foram coletados em uma única turma com trinta sujeitos participantes. O projeto de pesquisa foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, obtendo a aprovação, acompanhada do parecer (nº 2.801.869) substanciado.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema e, posteriormente, elaborado

um questionário com questões abrangentes. O questionário foi aplicado e os trinta alunos responderam. Os resultados quantitativos obtidos possibilitaram desvelar a realidade dos alunos e as suas atividades cotidianas emissoras de CO₂e.

Após a análise das respostas do questionário, foram planejados os outros momentos da SD, explicitados a seguir:

1º Momento: Leitura e discussão dos textos, previamente elaborados pela professora, em diferentes grupos. Resolução de questões norteadoras seguidas de questões do ENEM.

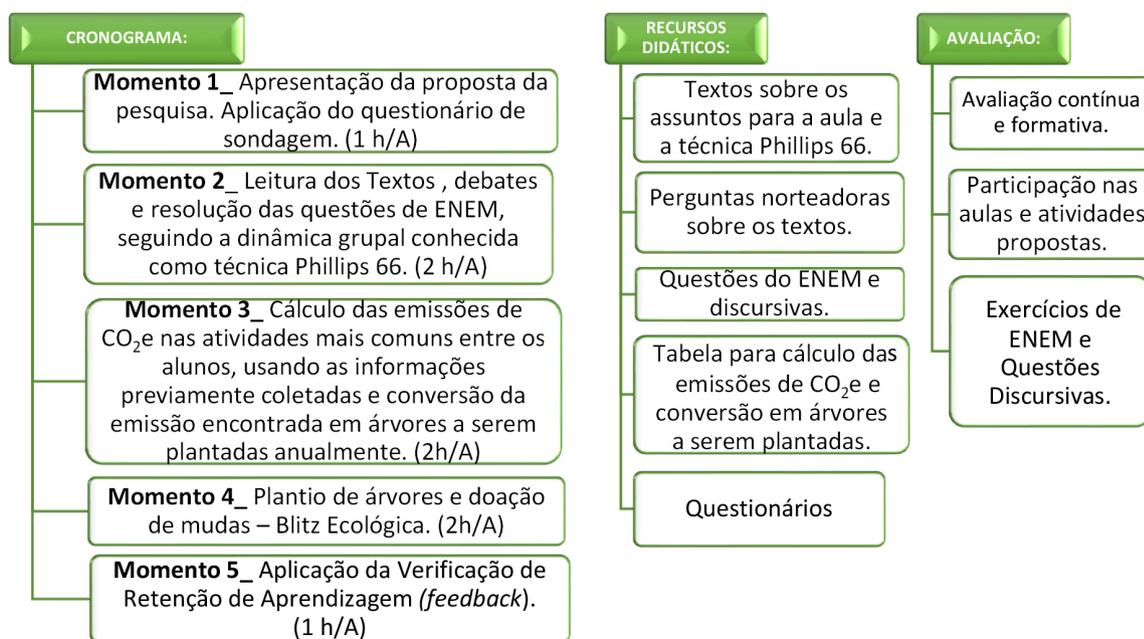


Figura 1: Cronograma de momentos, recursos didáticos e métodos avaliativos propostos na sequência didática.

2º Momento: Cálculo de CO_2e das atividades mais comuns entre os alunos a partir de uma tabela confeccionada pela professora.

3º Momento: Plantio de árvore e blitz ecológica com confecção de cartazes e distribuição de mudas.

4º Momento: Aplicação da Verificação de Retenção de Aprendizagem – *Feedback*.

Para o segundo momento da SD foram elaborados cinco textos tratando dos temas ambientais, com linguagem adequada ao nível das turmas. Para estimular a leitura dos textos e a fim de desenvolver diferentes habilidades e competências, buscou-se incorporar atividades dinâmicas e em grupo. Cada texto, trazendo figuras, esquemas e gráficos, priorizou conceitos relacionados à temática ambiental e estão apresentados a seguir:

Texto 1 – Atmosfera Terrestre, o buraco da camada de ozônio.

Texto 2 – O Efeito Estufa, Gases do Efeito Estufa (GEE) e CO_2 equivalente.

Texto 3 – As previsões climáticas do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC) para as próximas décadas.

Texto 4 – Atitudes mais verdes e dilemas ambientais.

Texto 5 – Aquecimento Global e Brasil.

Cada texto continha no máximo três páginas e eram acompanhados das questões norteadoras. Os conceitos trabalhados relacionam as causas e consequências dos problemas ambientais e visavam proporcionar aos alunos uma melhor compreensão e capacidade na construção de outros futuros conceitos mais complexos, tais como reações fotoquímicas e absorção no infravermelho, entre outros, também propostos no Ensino Médio.

Para a leitura dos textos e resolução das questões norteadoras, seguiram-se as ideias propostas pela dinâmica grupal conhecida como técnica Phillips 66, ideal para dinâmicas que envolvam um grande número de pessoas. Consiste em dividir os participantes em subgrupos com seis pessoas cada, para que discutam durante seis minutos um tema pré-estabelecido. Em seguida, cada elemento de cada subgrupo recebe um número para, depois, reunir-se novamente, dessa vez, os de números 1 (um) num grupo; os de número 2 (dois) em outro e assim por diante (Bordenave; Pereira, 2008).

A turma foi dividida em 5 grupos, sendo cada um composto por 6 alunos. Para a primeira etapa da atividade cada grupo, num intervalo de 30 minutos, deveria ler, de forma dinâmica, o texto informativo elaborado pela professora que foi entregue a todos os integrantes do grupo, discutir e responder as questões norteadoras em uma folha separada. Na etapa seguinte, os novos grupos formados deveriam ser compostos por 1 (um) aluno de cada subgrupo anteriormente formado, dispondo de informações e conhecimentos dos conceitos abordados no texto lido. Os novos grupos, por cerca de 15 a 20 minutos fizeram uma integração dos

Para a leitura dos textos e resolução das questões norteadoras, seguiram-se as ideias propostas pela dinâmica grupal conhecida como técnica Phillips 66, ideal para dinâmicas que envolvam um grande número de pessoas.

conceitos entre os novos integrantes, através do compartilhamento dos conceitos anteriores e debate de novas ideias para que, juntos, pudessem dar significado ao maior número de conceitos e informações e resolverem as seis questões do ENEM entregues a esse novo grupo.

No terceiro momento foi desenvolvida a atividade “Calculando as emissões de CO_2e ”. Nessa atividade, foi proposto o cálculo das emissões de CO_2e de dez atividades mais corriqueiras entre os alunos, possibilitando assim que eles refletissem sobre o quanto emitem nessas atividades e compreendessem que suas atitudes, escolhas e emissões influenciam os valores de GEE do Brasil e do mundo.

A tabela, contendo os valores de algumas emissões, foi elaborada pela professora com uma linguagem adequada e de fácil compreensão, uma vez que o público-alvo não apresentava maturidade nem pré-requisitos para realizar cálculos aprofundados. Foram utilizadas médias aproximadas de valores encontrados em diversos estudos, a partir de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás de cozinha, etc.) e modais utilizados (carro, moto, ônibus, etc.), tendo como principais referências os relatórios disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS), pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologias (INMETRO), além de alguns estudos específicos referentes às atividades de consumo de carne, uso de celular e transporte. O último item de cálculo relacionava a neutralização do CO_2 e ao plantio de árvores, possibilitando que cada aluno fizesse a conversão da sua emissão total, decorrente de suas atividades rotineiras, em árvores que poderiam ser plantadas, incentivando o protagonismo desses sujeitos.

O quarto momento da SD compreendeu o plantio de árvore e a blitz ecológica com confecção de cartazes e distribuição de mudas. Para tanto, foi previamente solicitado o apoio da Secretaria Municipal do Ambiente e a ONG Sociedade Amigos da Natureza, que visa a preservação ambiental no município no qual se localiza a escola, foi convidada para ministrar uma palestra sobre o tema e para colaborar na doação de mudas.

Um aluno representante de cada uma das turmas foi convidado para, juntamente com a professora, plantar uma árvore no próprio pátio do colégio. A blitz ecológica foi organizada incluindo a elaboração de cartazes com material reciclado e sua exposição nas proximidades do prédio escolar, trazendo incentivo às mudanças “ambientalmente corretas”. Somando-se às iniciativas, mudas de plantas foram doadas para motoristas que trafegavam pela avenida em frente à escola.

O principal objetivo da atividade proposta foi o de despertar o interesse e a responsabilidade dos alunos sobre suas próprias atitudes, enfatizando que mudanças de hábitos simples podem gerar menores emissões de CO_2 . Outras informações que os alunos puderam analisar foram algumas

escolhas ecologicamente corretas, visando a formação de cidadãos mais conscientes que futuramente poderão influenciar novos grupos, a empresa ou indústria onde irão trabalhar ou até mesmo implementar as ideias em seu próprio negócio.

Embora o incentivo à mudança no estilo de vida e nos costumes para proteger o meio ambiente estejam presentes em diversas campanhas e projetos, é importante, sempre que possível, ampliar a discussão do tema nas mais variadas áreas e níveis, das instituições científicas e universitárias às escolas, visando a promoção da educação e treinamento destinados a estimular a participação da sociedade, inclusive na busca de soluções para os problemas decorrentes da mudança do clima (Soares, Higughi, 2006).

O quinto momento constituiu-se de uma última atividade: uma aplicação de verificação de retenção de aprendizagem, um *feedback*, que surge como uma ferramenta de comunicação essencial entre professores e alunos, e que procura promover um processo reflexivo que ajude estes últimos a analisar o que são ou não capazes de fazer, compreender as suas dificuldades e tornar-se aptos a identificar os mecanismos necessários para as superarem (Avões, 2015). Aplicar os conceitos de formas diversificadas, visando maior interação e relação do conteúdo com as práticas sociais dos alunos envolvidos, contribui para a aprendizagem efetiva.

Resultados e discussão

A aplicação da sequência didática foi enriquecedora e promoveu maior integração dos alunos entre si, e deles com a professora e a escola. As respostas das atividades apresentadas pelos alunos demonstraram que as metodologias de ensino e os materiais didáticos utilizados contribuíram para a resolução das questões de forma satisfatória, sendo considerados mínimos os desvios ou erros nas atividades propostas. Com relação ao momento dois da SD, das seis questões do ENEM propostas, quatro grupos acertaram todas e apenas dois grupos erraram duas das questões.

Passados 3 meses de aplicação das atividades correspondentes aos quatro primeiros momentos da SD, foi proposto

aos educandos participantes que respondessem algumas questões (*feedback*), avaliando as atividades desenvolvidas. Deveriam ser atribuídas notas de 0 (zero) a 5 (cinco) para avaliarem as atividades.

Os participantes desta atividade apresentaram maturidade e disposição de analisar com seriedade os itens apontados. Vinte e sete alunos estavam presentes nesse dia, responderam às questões e atribuíram notas acima da média (Gráfico 1) para todas as atividades, demonstrando satisfação com relação às atividades desenvolvidas na SD.

O processo de ensino e aprendizagem se torna muito mais prazeroso e interessante quando o professor analisa se as ações e metodologias aplicadas são bem aceitas ou não pelos educandos. A nota atribuída às atividades incentiva o uso de práticas diversificadas para o ensino de Química, visando maior interesse e participação do público-alvo.

Comparando os resultados referentes ao primeiro questionário e à última atividade (*feedback*), verifica-se que a quantidade de

alunos que responderam ter conhecimento **razoável ou nenhum** diminuiu para todos os itens abordados na sequência didática, conforme explicitado na Tabela 1. Assim, pode-se constatar que as atividades desenvolvidas na SD contribuíram para o estudante adquirir habilidades e conceitos, além de auxiliarem a promoção de uma imagem da Química mais contextualizada, promovendo uma melhor formação teórica, social e ambiental.

Um número significativo de educandos julgou ter um conhecimento não desejável a respeito dos temas abordados nesse estudo, mas uma análise mais detalhada das atividades propostas demonstra a importância de se considerar que no primeiro questionário existia um maior número de alunos que registraram não ter conhecimento **nenhum** sobre um determinado item. Essa opção (nenhum) foi pouco registrada na última atividade, havendo um aumento, consequentemente, da quantidade de alunos que registraram a opção **razoável**, evidenciando, assim, que o processo de aprendizagem se desenvolveu mesmo que de forma parcial.

É importante ressaltar que, para se trabalhar em prol da melhoria do meio ambiente, é necessário que haja

As respostas das atividades apresentadas pelos alunos demonstraram que as metodologias de ensino e os materiais didáticos utilizados contribuíram para a resolução das questões de forma satisfatória, sendo considerados mínimos os desvios ou erros nas atividades propostas.

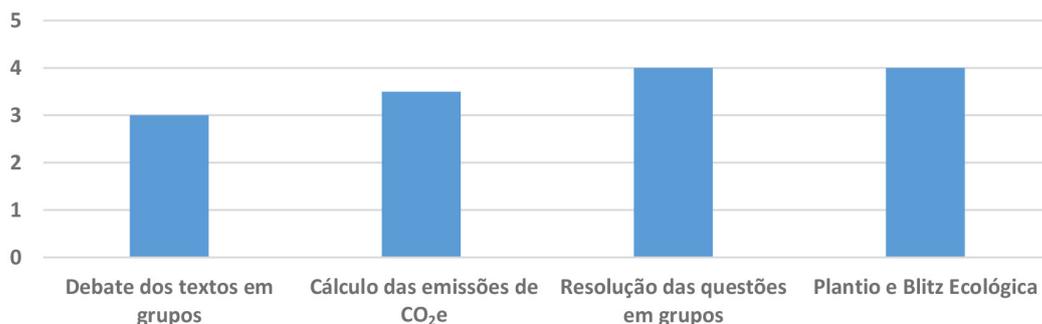


Gráfico 1: Média das notas atribuídas pelos alunos às atividades desenvolvidas na sequência didática.

Tabela 1: Número de alunos que julgam ter “um conhecimento razoável ou nenhum conhecimento” nos assuntos especificados, antes e após a aplicação da SD.-

Assuntos	Questionário 1	Atividade Avaliativa (<i>feedback</i>)
Efeito Estufa	20	13
Gases do Efeito Estufa (GEEs)	20	12
CO ₂ equivalente	20	14
Atividades mais emissoras de CO ₂	22	12
Buraco na camada de ozônio	25	14
IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)	28	16
Formas de absorver CO ₂ emitido	29	12

transformações de valores, comportamentos, condutas e hábitos. É certo que essas mudanças devem começar pela própria pessoa, pois assim será mais fácil o indivíduo incorporar, através da adoção e da valorização de novos comportamentos, outros valores e estilos de vida mais adequados e capazes de reverter o processo de deterioração do meio ambiente e promover a todos uma melhor qualidade de vida (Bezerra *et al.*, 2014).

As atividades desenvolvidas tiveram como finalidade melhorar a capacidade de compreensão dos conceitos abordados: efeito estufa, gases do efeito estufa, buraco na camada de ozônio, aquecimento global, IPCC, CO₂ (equivalente), atividades emissoras de CO₂ e formas de absorver o CO₂. Tal compreensão pode facilitar a execução de atividades pelos alunos no EM e nos exames de seleção. Além disso, pode colaborar com a formação de conhecimento crítico acerca da problemática ambiental a partir da reflexão sobre os problemas ambientais vivenciados na escola e sobre os motivadores sociais e econômicos que propiciaram a degradação ambiental, reconhecendo a necessidade da sustentabilidade da vida planetária (Araújo *et al.*, 2015).

Considerações Finais

As dificuldades observadas no ensino e na aprendizagem de conceitos e temas relacionados à Educação Ambiental no EM e o nível reduzido de conhecimento sobre os mesmos, diagnosticados em debates e resoluções de exercícios, ao longo dos meus quinze anos de exercício da docência em Química, acrescidos dos dados coletados no questionário aplicado previamente à elaboração dessa SD, foram motivações para este trabalho. Considerando também a relevância de educadores e instituições escolares aplicarem os conceitos usando metodologias que despertem o interesse dos alunos e proporcionem uma educação de qualidade em prol de uma aprendizagem significativa e da formação de

cidadãos que contextualizem as habilidades desenvolvidas com o cotidiano social.

Os resultados aqui descritos são importantes para a melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Educação Ambiental no EM, uma vez que partiu da análise das formas de relação da química com o ambiente, tendo em vista ser um componente da ciência que se manifesta na sociedade em ampla confluência com a tecnologia, para, então, propor uma abordagem e um produto educacional voltados para o uso em sala de aula, laboratório e espaços não formais.

Com a aplicação dessa SD, os alunos desenvolveram as habilidades destacadas por eles mesmos como necessárias para uma melhor compreensão da Química Ambiental, sendo que os conceitos foram aplicados de formas diversificadas visando uma maior interação e relação do conteúdo com as práticas sociais dos alunos envolvidos.

A avaliação dos progressos e das atividades propostas podem ocorrer durante todas as etapas ou aulas envolvidas no projeto, podendo ocorrer na avaliação formativa, processual, contínua e sistematizada, valorizando a participação ativa dos educandos

nas atividades propostas, nas questões orais, nos debates, na blitz e até na prática de novas atitudes dentro da escola, ou na forma de análise qualitativa, que valorize os exercícios escritos e resolvidos em grupo como as questões de ENEM ou individuais, como o cálculo das emissões individuais de CO₂ equivalente.

A aplicação da SD apresentou diversos pontos positivos, já que possibilitou um maior conhecimento a respeito da realidade dos educandos e uma maior interação entre eles para a construção de novos conceitos, além de incentivar a prática de atitudes “verdes” e ambientalmente corretas que auxiliam na formação de cidadãos que conhecem e relacionam as atividades antrópicas de uma sociedade com os problemas ambientais que cercam o mundo contemporâneo. Visto que a

Os resultados aqui descritos são importantes para a melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Educação Ambiental no EM, uma vez que partiu da análise das formas de relação da química com o ambiente, tendo em vista ser um componente da ciência que se manifesta na sociedade em ampla confluência com a tecnologia, para, então, propor uma abordagem e um produto educacional voltados para o uso em sala de aula, laboratório e espaços não formais.

apropriação do conhecimento não ocorre de forma igualitária em um grupo de pessoas expostas às mesmas explicações e práticas pedagógicas, evidencia-se a importância do contínuo estímulo e aprimoramento de metodologias que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem e na formação de cidadãos mais conscientes das consequências de suas atitudes.

A SD proposta privilegia os conceitos relacionados ao estudo da Química Ambiental, sendo mais uma ferramenta que o professor pode utilizar para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. A análise do número de acertos relativos às questões de ENEMs propostas, como uma das atividades avaliativas, mostrou um ótimo resultado.

Nota

¹CO₂ equivalente é uma medida utilizada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa, baseada no potencial de aquecimento global de cada um. O CO₂e é

o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de GEE pelo seu potencial de aquecimento global (a saber, CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310). Fonte: https://www.mma.gov.br/opnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/1_Mudancas_Climaticas/AMC_1_1/Metadado_AMC_1_1.pdf

Patrícia Amaro Falci (patricia.amarofalci@yahoo.com.br), graduada em Ciências com habilitação em química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Santa Marcelina, pós-graduada em Metodologia para o Ensino de Química, mestrado em Química pelo Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Viçosa. É professora da rede estadual do Rio de Janeiro. Muriaé, MG – BR. **Regina Simplicio Carvalho** (resicar@ufv.br), licenciada e bacharel em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestrado e doutorado em Química pelo Departamento de Química da UFMG e pós-doutorado em História (História da Ciência) pela FAFICH-UFMG. Professora no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa e coordenadora do PROFQUI- Polo UFV. Viçosa, MG – BR.

Referências

ABREU, D. G.; CAMPOS, M. L. A. M. e AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): Concepções orientadas da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de Química. *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 688, 2008.

ANDRIGHETTO, A. Meio Ambiente e Educação. *Direito em Debate*, v. 19, n. 33-34, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/625>, acesso em mai. 2019.

ARAÚJO, M. S. M.; ALVES, R. M.; GEGLIO, P. C.; LUSTOSA, M. S e FARIAS, M. J. R. *Educação ambiental para a sustentabilidade*: relato de uma sequência didático-pedagógica. V Seminário Internacional sobre Profissionalização docente. *Anais...* UEPB. 2015. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17265_7569.pdf, acesso em jan. 2019.

ASANO, J. G. P. e POLETTO, R. S. Educação Ambiental: Em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios enfrentados nas escolas. *Revista Caderno Pedagógico*, Lajeado, RS, v. 14, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1418>, acesso em set. 2021.

AVÔES, P. M. *O Feedback dos professores e o Envolvimento dos alunos na escola*: Um estudo com alunos do 9º ano. 2015. 171f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

BARBOZA, L. A. S.; BRASIL, D. S. B. e CONCEIÇÃO, G. S. Percepção ambiental dos alunos do 6º e do 9º anos de uma escola pública municipal de Redenção, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, Belém, PA, v. 7, p. 12, 2016. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232016000400002, acesso em set. 2021.

BEZERRA, Y. B. S.; PEREIRA, F. S. P.; SILVA, A. K. P. e MENDES, D. G. P. S. Análise da percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental II em uma escola do município de Serra Talhada (PE). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (REVBEA)*, v. 9, n. 2, p. 472-488, 2014.

BORDENAVE, J. D. e PEREIRA, A. M. *Estratégias de Ensino-aprendizagem*. 29ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

BRASIL – Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. *PCN+ Ensino Médio*: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CASTELLANO, G. R.; MORENO, L. X.; MENEGÁRIO, A. A.; GOVONE, J. S. e GASTMANS, D. Quantificação das emissões de CO₂, pelo solo em áreas sob diferentes estágios de restauração no domínio da Mata Atlântica. *Química Nova*, v. 40, n. 4, p. 407, 2017.

CASTRO, A. C.; ORLANDI, A. S. e SCHIEL, D. (org.). *Estados físicos da água*. Ensino de ciências por investigação. São Carlos: CDCC- USP, 2009.

GIORDAN, M. Z. e GALLI, V. B. Educação Ambiental Um Eixo Norteador na Mudança de Comportamento. XANPED SUL. *Anais...* Florianópolis, outubro de 2014. Disponível em: http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/191-1.pdf, acesso em nov. 2018.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). *Tabelas de consumo / eficiência energética*. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp?iacao=imprimir>, acesso em jul. 2019.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 2, p. 244, 2005.

MACHADO, A. H. e MORTIMER, E. F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L. B. e MALDANER, O. A. (Org.). *Fundamentos e propostas de ensino de Química para Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Unijuí, 2012. p. 21-41. (Coleção Educação em Química)

NOVA iniciativa da ONU incentiva uso de eletrodomésticos e eletrônicos mais eficientes. *Nações Unidas Brasil*. 2014. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/nova-iniciativa-da-onu-incentiva-uso-de-eletronicos-e-eletronicos-mais-eficientes/>, acesso em abr. 2018.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA - IPCC. *Sumário para os Formuladores de Políticas Quarto Relatório de Avaliação do IPCC*, Grupo de Trabalho III. Genebra, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg3-spm.pdf>, acesso em out. 2018.

PAIVA, T. Os desafios da educação ambiental. *Carta Educação*, 22 mai. 2015. Disponível em: <http://www.cartaeducacao.com.br/reportagens/os-desafios-da-educacao-ambiental/>, acesso em fev. 2019.

PESSOA, G. P. e BRAGA, R. B. O trabalho de campo como estratégia de educação ambiental nas escolas: uma proposta para o ensino médio. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 101-119, 2012.

POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SOARES, T. J. e HIGUCHI, N. A convenção do clima e a legislação brasileira pertinente, com ênfase para a legislação

ambiental no Amazonas. *Acta Amazonas*, Manaus, v. 36, n. 4, p. 573-580, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000400021>, acesso em jan. 2019.

TILIO NETO, P. *Ecopolítica das Mudanças Climáticas: O IPCC e o ecologismo dos pobres*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010.

THOMAZ, L. e OLIVEIRA, R. C. *A Educação e a Formação do Cidadão Crítico, Autônomo e Participativo*. 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1709-8.pdf>, acesso em jan. 2019.

TOLENTINO, M. e ROCHA FILHO, R. C. A Química no efeito estufa. *Química Nova na Escola*, n. 8, p. 10-14, 1998.

TREVISOL, J. V. *A educação em uma sociedade de risco: tarefas e desafios a construção da sustentabilidade*. Joaçaba: UNOESC, 2003.

WALVY, O. W. C. *Construindo saber docente interdisciplinar: a termogravimetria em um laboratório didático*. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

Abstract: *Environmental Education in High School: challenges and possibilities from the elaboration of a didactic sequence with emphasis on CO₂ equivalent emissions.* This paper presents the elaboration and application of a didactic sequence (DS) for the teaching of concepts related to Environmental Education, with an emphasis on CO₂ equivalent emissions (CO₂e) present in the students' daily activities. The preparation of the DS took into account previous knowledge and concepts not yet constructed by second grade, high school students. The DS included several activities (discussions of texts, calculations of CO₂e emissions, exercises involving the content and an ecological blitz) in order to enable a better understanding of various concepts such as global warming, greenhouse gases (GHG), CO₂e, most emitting activities and forms of absorption of the CO₂e, among others. Data were collected through participant observation of the researcher teacher, analysis of student responses in various activities and their participation. Behavior changes of students, showing more conscious, critical and citizenship-oriented attitudes were observed through the stimuli proposed in the instructional materials used.

Keywords: environmental education, didactic sequence, CO₂ equivalent, chemistry teaching