

## ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS: UMA ABORDAGEM CTSA NO ENSINO MÉDIO

Fabio Henrique de Souza Lima <sup>1</sup>

Lucielen Thais Cordeiro <sup>2</sup>

Andrea Santos Liu <sup>3</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta didática para o Ensino Médio no 1º ano do Ensino Médio, desenvolvida a partir de uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A atividade utilizou como contexto o fenômeno da acidificação dos oceanos para explorar conteúdos de pH, indicadores ácido-base e reações químicas entre gases e soluções aquosas, integrando uma abordagem teórica e prática. A metodologia adotada iniciou com a contextualização do problema ambiental, através da análise de notícias e dados científicos sobre o aumento das emissões do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e seus impactos ambientais, incluindo os ecossistemas marinhos. Em seguida, foi realizada uma aula expositiva e dialogada sobre o conceito de ácido e base, escalas de pH e o papel do dióxido de carbono na alteração da acidez da água do mar. Na sequência, os estudantes leram uma história em quadrinhos (HQ) desenvolvida pelo bolsista do PIBID, para facilitar a compreensão do tema de forma lúdica e, por fim, os alunos participaram do “experimento do sopro químico”, no qual se utilizou água com fenolftaleína, que, ao ser soprada com um canudo, alterou sua coloração, indicando a diminuição do pH e a acidificação do meio, devido à dissolução do gás carbônico que fora expirado pelo sopro do estudante. Como produto final, os alunos elaboraram breves relatos explicativos, relacionando o experimento com o fenômeno real da acidificação dos oceanos. Os resultados demonstraram que a abordagem CTSA foi eficaz para promover uma compreensão mais significativa das interações químicas entre gases e soluções, bem como sua relação com problemas ambientais globais. A atividade mostrou-se como uma estratégia exitosa para articular conceitos químicos com questões de cidadania e sustentabilidade, conforme previsto na habilidade (EM13CNT302) da BNCC, além de corroborar para a formação de futuros professores de Química.

**Palavras-chave:** Ensino Médio; CTSA; Acidificação dos Oceanos; Indicadores ácido-base.

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Química do IFSP - SP, [fabiohenriquectt18@gmail.com](mailto:fabiohenriquectt18@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora supervisora do PIBID, Licenciatura em Química do IFSP - SJC, [lucielen@prof.educacao.sp.gov.br](mailto:lucielen@prof.educacao.sp.gov.br)

<sup>3</sup> Professora orientadora do PIBID, Curso de Licenciatura em Química do IFSP - SJC, [aliu@ifsp.edu.br](mailto:aliu@ifsp.edu.br).

## INTRODUÇÃO

A acidificação dos oceanos é um fenômeno ambiental decorrente do aumento da concentração de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera, associado principalmente à queima de combustíveis fósseis e às mudanças no uso da terra. Ao dissolver-se na água do mar, o  $\text{CO}_2$  reage formando ácido carbônico e seus íons derivados, o que leva à redução do pH dos oceanos. Esse processo compromete o equilíbrio dos ecossistemas marinhos, afetando organismos calcários, como corais e moluscos, e representa uma ameaça à biodiversidade e à sustentabilidade planetária (ORR et al., 2005). Tais características tornam o tema relevante para a Educação Básica, pois conecta conceitos químicos a questões socioambientais contemporâneas.

O presente trabalho relata uma experiência didática desenvolvida em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, utilizando a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A proposta partiu da necessidade de superar práticas de ensino descontextualizadas, priorizando a integração entre conhecimento científico e problemáticas sociais, em consonância com a BNCC (BRASIL, 2018).

A abordagem visa promover um ensino de Ciências, para além de conteúdos teóricos, articulando o conhecimento científico às dimensões sociais, tecnológicas e ambientais da realidade dos estudantes. Essa perspectiva incentiva o desenvolvimento do pensamento crítico, a tomada de decisões conscientes e a formação de cidadãos capazes de compreender e intervir nos desafios contemporâneos. De acordo com Aikenhead (1994), a abordagem CTSA contribui para aproximar a Ciência do cotidiano, tornando o aprendizado mais significativo e relevante. Nesse mesmo sentido, Santos e Mortimer (2002) ressaltam que o tal abordagem favorece a alfabetização científica e tecnológica, ao estimular a reflexão sobre as implicações éticas e sociais do avanço científico, fortalecendo o papel transformador da Educação.

Nesta perspectiva, o objetivo geral dessa experiência do PIBID consistiu em investigar uma sequência de atividades buscando-se (a) contextualizar os conteúdos de ácidos e bases a partir da problemática ambiental da acidificação dos oceanos; (b) realizar um experimento acessível e de baixo custo para demonstrar o fenômeno de acidificação do meio devido à dissolução de gás carbônico; e (c) analisar a percepção dos alunos sobre a relação entre ação humana e mudanças ambientais. A atividade foi desenvolvida em uma escola pública com



cerca de 30 estudantes, distribuída em quatro etapas: discussão inicial a partir de notícias e dados científicos, aula expositiva e dialogada, leitura de uma história em quadrinhos produzida pelos autores e execução do chamado “experimento do sopro”, que evidenciou a alteração do pH em solução com indicador. Os dados foram coletados por meio de observação participante e relatos escritos dos estudantes, analisados qualitativamente.

## METODOLOGIA

Esse trabalho foi conduzido como um relato de experiência pedagógica, desenvolvido em uma escola pública estadual, localizada em São José dos Campos, com a participação de 30 alunos do 1º ano do Ensino Médio, visando corroborar o processo de ensino-aprendizagem frente à problemática ambiental de acidificação de recursos hídricos, bem como as percepções dos estudantes frente à proposta didática.

A sequência didática ocorreu ao longo de três encontros de 50 minutos, organizados em quatro etapas principais: (i) Contextualização do problema – apresentação de reportagens, gráficos e dados científicos sobre o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera e seus impactos nos oceanos, seguida de um debate inicial; (ii) Aula expositiva e dialogada – retomada de conceitos sobre ácidos, bases, escala de pH e reações entre dióxido de carbono e água, de forma acessível e interativa. (iii) Leitura de uma História em Quadrinhos (HQ) – recurso elaborado pelos autores, com linguagem lúdica, para aproximar os alunos do tema e facilitar a compreensão conceitual; (iv) Experimento do sopro químico, realizado em grupos de 3 estudantes, que adicionaram fenolftaleína a uma solução de NaOH diluída (cor rosa). Ao soprar com canudos, observaram a descoloração gradual, resultado da formação de ácido carbônico e consequente diminuição do pH.

Como instrumentos de coleta de dados, utilizaram-se: observação registrada dos participantes durante as atividades; relatos escritos produzidos pelos alunos ao final da sequência, nos quais deveriam explicar o fenômeno observado e relacioná-lo à acidificação dos oceanos.





## REFERENCIAL TEÓRICO

O Ensino Médio, historicamente, tem enfrentado o desafio de superar práticas centradas na memorização de fórmulas e nomenclaturas, que muitas vezes afastam os estudantes do interesse pelo conhecimento científico (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Nesse contexto, a perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) surge como alternativa metodológica, ao integrar dimensões científicas e sociais, para promover a alfabetização científica e tecnológica e a formação de cidadãos críticos (AULER; DELIZOICOV, 2001).

A abordagem CTSA propõe uma renovação no ensino de Ciências ao incentivar práticas pedagógicas que valorizam a contextualização e a interdisciplinaridade. Diferente do ensino tradicional, centrado na memorização de conceitos, o enfoque CTSA convida os alunos a compreenderem como os avanços científicos e tecnológicos impactam diretamente o meio ambiente e a vida em sociedade. Essa perspectiva também estimula o protagonismo estudantil, uma vez que os alunos passam a investigar problemas reais e a buscar soluções com base no conhecimento científico.

A acidificação dos oceanos configura-se como um tema sociocientífico relevante, pois envolve não apenas conceitos químicos, mas também implicações sociais, éticas e ambientais, demandando posicionamento crítico e tomada de decisão. Esse fenômeno pode ser descrito pela reação de dissolução do dióxido de carbono na água, como redução do pH, o que pode comprometer o equilíbrio de carbonatos, afetando diretamente organismos calcários e, consequentemente, a biodiversidade marinha (ORR et al., 2005). Assim, o tema oportuniza estabelecer conexões entre conteúdos químicos a problemáticas ambientais globais, como defendem Sadler (2011) e Krasilchik (2004).

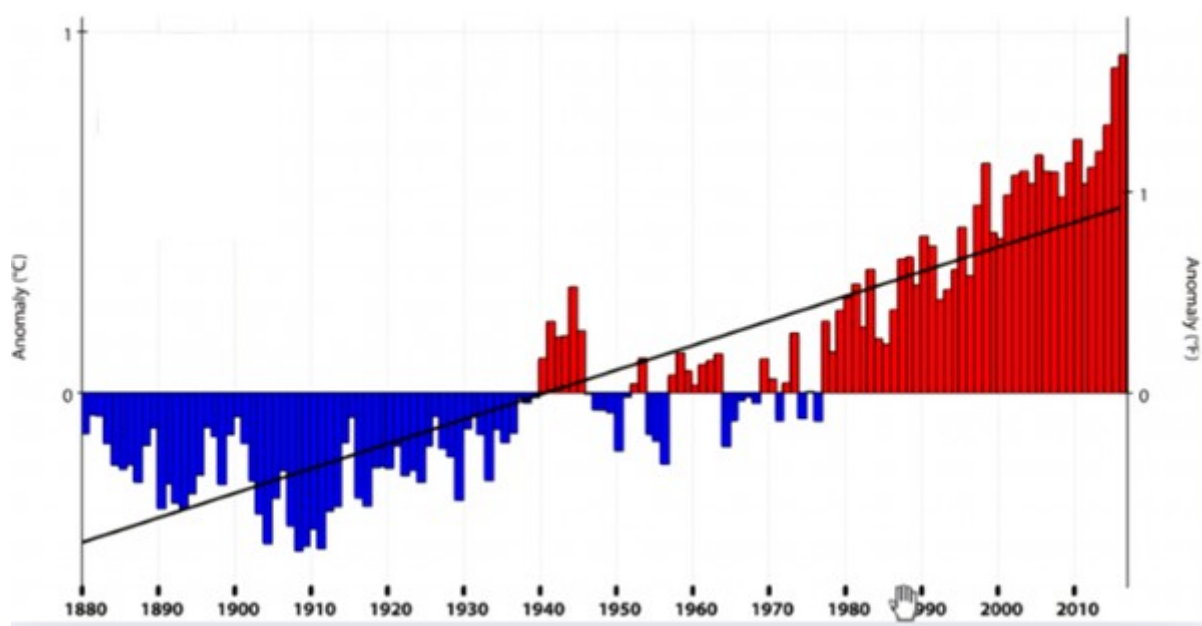
Recursos didáticos diversificados, como experimentos de baixo custo e materiais lúdicos (Histórias em Quadrinhos, jogos, debates), favorecem a motivação dos estudantes e a construção de significados (LORENZETTI, 2001). Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) orienta o ensino de Ciências da Natureza para a análise das interações humanas com o meio ambiente, em especial por meio da habilidade EM13CNT302, que aborda os impactos das atividades antrópicas sobre os ecossistemas.



Portanto, ao utilizar a acidificação dos oceanos como temática, busca-se não apenas trabalhar conteúdos de ácidos e bases, mas também desenvolver competências relacionadas à compreensão de problemas socioambientais, ao pensamento crítico e à formação cidadã. Esse referencial sustenta a trajetória da pesquisa relatada, fundamentando as escolhas metodológicas e a análise dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, a contextualização do tema acidificação dos oceanos foi introduzida por meio de dados científicos sobre os impactos do aumento da concentração do  $\text{CO}_2$  nos oceanos. A Figura 1 apresenta o gráfico usado para nortear as discussões sobre recordes de Temperatura a partir de 2016.



**Figura 1:** Evolução do aquecimento global Fonte:

<https://www.ecodebate.com.br/2017/01/23/aquecimento-recorde-em-2016-e-os-seis-anos-de-contiuo-aumento-da-temperatura-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>

Ademais, conceitos de acidez e basicidade e de pH foram retratados na aula expositiva e dialogada para corroborar conhecimentos relacionados à acidificação dos oceanos por meio da dissolução de gás carbônico proveniente de ações antropogênicas. Em seguida, a leitura da





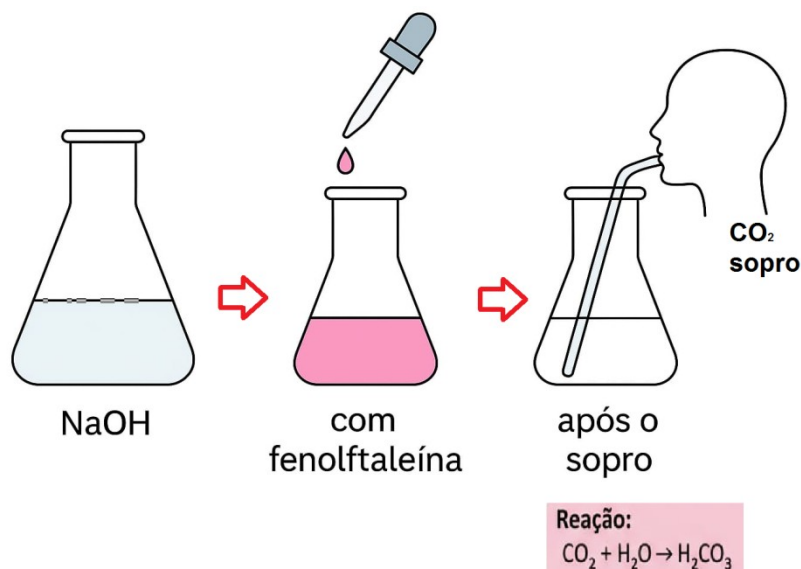
História em Quadrinhos foi realizada com a turma, para abordar de forma lúdica a temática acidificação dos oceanos. A Figura 2 apresenta um trecho desta HQ, intitulada “Cherlock: conservar para sobreviver”



**Figura 2:** Trechos extraídos da HQ elaborada pelo estudante de Licenciatura em Química

Posteriormente, o experimento do sopro químico (Figura 3) foi utilizado para demonstrar o efeito da dissolução do CO<sub>2</sub> na acidez do meio.





**Figura 3:** Esquema representativo do experimento do sopro químico

Por fim, foi proposta a produção de um texto argumentativo acerca da problemática ambiental abarcada na atividade proposta.

A análise dessas produções escritas e das observações em sala de aula permitiu identificar três categorias analíticas principais, que sintetizam os resultados alcançados:

### 1. Compreensão conceitual

A maioria dos alunos explicou corretamente a descoloração da fenolftaleína como resultado da diminuição do pH, causada pela dissolução do CO<sub>2</sub> expirado na solução. Esse resultado indica que os estudantes conseguiram relacionar o experimento à reação química de formação do ácido carbônico e aos conceitos de ácidos e bases, o que reforça a eficácia de atividades experimentais de baixo custo na construção do conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2006);

### 2. Contextualização socioambiental

Nos relatos, aproximadamente 80% dos estudantes mencionaram consequências da acidificação dos oceanos, como o branqueamento de corais e as dificuldades de

formação de conchas por moluscos. Esse resultado mostra que os alunos conseguiram extrapolar o ambiente experimental e relacionar o fenômeno a impactos ambientais globais, corroborando a importância de trabalhar temas sociocientíficos em sala de aula (SADLER, 2011).

### 3. Engajamento e atitudes

Durante a leitura da HQ e a realização do experimento, observou-se a participação dos estudantes, curiosidade e interação entre os grupos. Muitos estudantes relataram que a atividade os ajudou a perceber a relação entre ações humanas e mudanças ambientais. Isso reforça o papel do enfoque CTSA na promoção da cidadania e da consciência ambiental (AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

De forma geral, a integração entre recursos didáticos diversificados, como mídias educativas, experimentos e debates, potencializou a aprendizagem, oportunizando que os conceitos teóricos fossem diretamente relacionados à prática e ao contexto social. Essa articulação está em consonância com a BNCC (BRASIL, 2018), que prevê o desenvolvimento de competências voltadas à análise crítica das interações entre ciência, tecnologia e ambiente.

Embora não tenham sido aplicados instrumentos quantitativos, os dados qualitativos apontam que a sequência didática cumpriu seu papel de ampliar a compreensão dos conteúdos de ácido-base e, ao mesmo tempo, fomentar reflexões sobre a problemática ambiental. Tais resultados sugerem que a proposta é replicável em outros contextos escolares, com outros temas ambientais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados revelaram que os alunos compreenderam o fenômeno químico envolvido, relacionaram-no a impactos ambientais globais e demonstraram engajamento durante as atividades. A produção textual dos estudantes evidenciou a capacidade de articular conceitos de química ácido-base com a problemática da acidificação dos oceanos. Assim, a experiência mostrou-se eficaz não apenas para consolidar aprendizagens conceituais, mas também para fomentar reflexões críticas sobre sustentabilidade e cidadania científica.







Conclui-se, portanto, que o Ensino Médio, quando pautado em temas socioambientais e estratégias didáticas contextualizadas, pode contribuir de forma significativa para a formação de estudantes mais conscientes e preparados para compreender e intervir na realidade em que vivem.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa do PIBID concedida e aos professores, equipe gestora e alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Dorival Monteiro pela parceria estabelecida, que oportunizou a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 2, p. 1-19, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília: MEC, 2018.
- KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.
- LORENZETTI, L. *Ensino de ciências e cidadania: na perspectiva CTS*. Ijuí: Unijuí, 2001.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2006.
- ORR, J. C. et al. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. **Nature**, v. 437, p. 681-686, 2005.
- SADLER, T. D. (Ed.). *Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research*. Dordrecht: Springer, 2011.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.
- AULER, Décio. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências*. 2002. 262 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- PEDRETTI, E.; HODSON, D. From rhetoric to action: Implementing STS education through action research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 463–485, 1995.

