

O CASO DAS ÁRVORES CARECAS: UMA WEBQUEST DE TEMÁTICA AMBIENTAL PARA AS AULAS DE QUÍMICA

THE CASE OF THE BALD TREES: AN ENVIRONMENTALLY THEMED WEBQUEST FOR CHEMISTRY CLASSES

Thayelen Klen dos Santos¹

Ana Carolina Schlindwein²

David Pereira Faraum Junior³

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar uma WebQuest de temática da chuva ácida, elaborada na disciplina de Química e Educação Ambiental, ofertada no curso de Química Licenciatura de uma universidade pública do Oeste do Estado do Paraná, para discutir os aspectos teóricos e práticos da Educação Ambiental nas aulas de Química. Utilizando a plataforma *Google Sites*, a WebQuest oferece uma interface intuitiva e de fácil uso. Focada no ensino de Educação Ambiental, especialmente no conteúdo de ácidos e bases, a atividade visa promover a conscientização e formação crítica socioambiental dos estudantes por meio do estudo de caso "Caso das árvores carecas", cuja resolução é guiada pelo método *Jigsaw*. Consideramos que este método desafia os estudantes a proporem soluções de maneira colaborativa, possibilitando o desenvolvimento do pensamento crítico sobre a chuva ácida, uma vez que podem se envolver ativamente com os temas socioambientais.

Palavras-chave: Estudo de caso; Ácidos e Bases; Meio Ambiente.

Abstract: This work aims to present a WebQuest on the theme of acid rain, developed in the course of Chemistry and Environmental Education, offered in the Chemistry Licentiate program at a public university, to discuss the theoretical and practical aspects of environmental education in chemistry classes. Utilizing the Google Sites platform, WebQuest provides an intuitive and user-friendly interface. Focused on teaching Environmental Education, particularly on the topic of acids and bases, the activity aims to promote students' socio-environmental awareness and critical thinking through the case study "The Case of the Bald Tree", the resolution of which is guided by the Jigsaw method. We consider that this method challenges students to propose solutions collaboratively, enabling the development of critical thinking about acid rain, as they can actively engage with socio-environmental issues.

Keywords: Case Study; Acids and Bases; Environment.

Este artigo deriva de um trabalho completo apresentado no VIII Congresso Paranaense de Educação em Química e encontra-se em uma versão mais ampliada, revisada e detalhada.

¹ Licenciada em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). thayelen.santos@unioeste.br.

² Licencianda em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). anacarolina2002schlindwein@gmail.com.

³ Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Professor no curso de Química Licenciatura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). davidfaraum@gmail.com.

1 Introdução

A produção da WebQuest (WQ) apresentada neste trabalho, foi proposta durante as aulas da disciplina de Química e Educação Ambiental, ofertada no curso de Química Licenciatura de uma universidade estadual. A disciplina com uma carga horária de 48 horas, tem como intuito discutir aspectos teóricos e práticos entre a Química e a Educação Ambiental por meio de uma vertente crítica⁴ e emancipatória, ampliando a discussão em torno dos conteúdos da Química e a conscientização ambiental. Dentre as atividades desenvolvidas ao longo do semestre, a atividade final consistia na elaboração de um Estudo de Caso (EC) postado na forma de uma WQ.

Além disso, foi destacado no decorrer da disciplina as correntes de educação ambiental que, segundo Sauv   (2005), podem ser divididas em sete correntes de longa tradi     ou 8 recentes. Contudo, o enfoque escolhido baseia-se na corrente de Educa     Ambiental Crítica, que “situa-se no horizonte da a     política da educa     voltada para a transforma     social” (Tozoni-reis, 2007, p.1), ou seja, a educa     ambiental como “crítica” pode ser compreendida como “uma a     educativa que seja capaz de contribuir com a transforma     de uma realidade que, historicamente, se coloca em uma grave crise socioambiental” (Guimarães, 2004, p. 25).

Desse modo, durante o andamento da disciplina pudemos compreender a importância de introduzir a educa     ambiental na grade curricular, uma vez que,    preciso promover a conscientiza     e criticidade dos estudantes ao analisar e comparar o processo histórico de rela     social e ambiental, destacando as mudanças ocorridas ao longo dos séculos.

Para explorar os conteúdos atribuídos    educa     ambiental, às legislações e    responsabilidade da sociedade com o meio ambiente, defendemos o uso da WQ, que foi proposta em 1995 por Bernie Dodge, em decorrência da sua insatisfa     com o sistema de busca de informa     que os estudantes tinham para responder perguntas relativamente simples. Assim, a WQ tem o intuito de orientar a busca de informa      es selecionadas pelos docentes.

⁴ A vertente crítica da ementa da disciplina em quest    , apresenta similaridade com o estudo de Sornberger e Lorencini Júnior (2020), que ao estudar os currículos do curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública do Paraná, constataram a predominância da vertente da Educa     Ambiental Crítica nos cursos de Licenciatura e Bacharelado, onde os conteúdos biológicos são priorizados com objetivo de promover mudanças sociais.

Segundo Dodge (1995), a WQ é uma atividade investigativa hospedada no sistema global de redes (internet) que permite o uso mais correto das informações contidas na internet, isto é, “é uma atividade didática que utiliza qualquer artefato tecnológico com acesso à internet para a resolução de uma tarefa que suscite análise, síntese, avaliação e julgamento, que são habilidades cognitivas de ordem superior” (Faraum Junior; Cirino, 2020, p. 1).

A WQ apresenta uma visão construtivista e possui dois modelos de construção, a de curta duração e a de longa duração (Marinho, 2001). Sendo a longa (planejada para ser desenvolvida em um mês, bimestre, trimestre ou semestre) ou a curta (desenvolvida em uma aula ou menos de um mês), as WQs podem, segundo Bottentuit Junior e Santos (2014), serem constituídas por seis componentes: **introdução, tarefa, processo, avaliação, conclusão e créditos** (Página do professor). Abar e Barbosa (2008) incluem os **Recursos** ao componente **Processo**, conforme a descrição a seguir.

- **Introdução:** apresenta o conteúdo de forma clara e motivadora, que instigue os estudantes a buscarem por soluções ao problema proposto;
- **Tarefa:** Indica o que os estudantes devem resolver; (problema ou argumentação);
- **Processo:** Traduz a dinâmica da atividade. Nele são expostas as informações a serem seguidas pelos estudantes;
- **Recursos:** Apresenta aos estudantes as ferramentas de busca que eles devem consultar, a fim de evitar materiais indevidos e/ou não indicados;
- **Avaliação:** Mostra aos estudantes os parâmetros (quantitativos e qualitativos) que serão avaliados durante a execução da WQ.
- **Conclusão:** Exibe o desfecho da investigação/discussão;
- **Página do Professor:** Expõe os dados do(s) autor(as/es) da WQ e indica a autoria dos recursos e das fontes disponibilizadas.

Dentre as diversas abordagens metodológicas investigativas, Queiroz e Sacchi (2020) destacam o método do Estudo de Casos (EC) no Ensino das Ciências da Natureza e na Educação Ambiental. Para Queiroz e Sotério (2023), o EC são narrativas que trazem, em seu cerne, dilemas vivenciados por indivíduos e que necessitam ser solucionados com o auxílio de estudantes (leitores a quem se destinam).

Desse modo, optamos em elaborar uma WQ de curta duração, que pudesse ser realizada em até três aulas, e que envolvesse o trabalho em grupo pelos estudantes. Com

o enfoque em soluções ambientais para um problema pré-determinado em sala de aula, decidimos pela educação ambiental crítica na execução do projeto, a fim de contribuir na formação de um posicionamento crítico dos estudantes em relação aos graves problemas socioambientais ocorridos atualmente.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma WebQuest de temática da chuva ácida, elaborada durante a disciplina de Química e Educação Ambiental, do curso de graduação em Química Licenciatura, que fomenta a educação ambiental nas aulas de Química de forma crítica, buscando a reflexão de conceitos associados a Química e o meio ambiente. Neste sentido, a WQ é fruto da atividade final da disciplina, cuja a proposta foi de elaborar um Estudo de Caso postado na forma de WebQuest com uma temática ambiental, embasado teoricamente na Educação Ambiental Crítica. Assim, neste trabalho buscamos responder a seguinte questão: “É possível elaborar um estudo de caso no formato de uma WQ para tratar criticamente a temática ambiental da chuva ácida nas aulas de Química?”.

2 Processo de escolha da temática da WebQuest

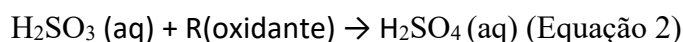
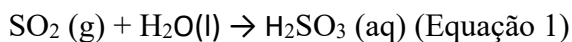
A partir das orientações realizadas pelo docente responsável da disciplina de Química e Educação Ambiental, foi proposto aos acadêmicos, a elaboração de um EC postado na forma de WQ, com uma temática ambiental relacionando algum conteúdo de Química. Logo, foi apresentado uma lista de temas para que cada grupo escolhesse e realizasse a atividade idealizada pelo professor da disciplina.

Ainda de acordo com as orientações, foi indicado que a WQ fosse produzida na plataforma *Google Sites*⁵, pelo fato de a mesma apresentar ferramentas gratuitas e intuitivas. A relação entre a aprendizagem móvel e a Educação Ambiental, na perspectiva de Rodrigues, Gonçalves e Coutinho (2020), demonstram que as tecnologias móveis possuem potenciais recursos de ensino para a temática ambiental, tornando o processo de Ensino e Aprendizagem atrativos.

Após estes encaminhamentos, definimos que o conteúdo abordado seria funções inorgânicas ácidos e bases e, a partir disso, o EC da nossa WQ teria como temática ambiental a chuva ácida, visto que, é um problema ambiental que atinge inúmeras cidades, não somente no Brasil, mas também em outros países. A ocorrência deste

⁵ É uma plataforma da empresa *Google*, em que o usuário pode produzir sites gratuitamente, basta possuir um e-mail com domínio da *Gmail*.

fenômeno é explicada pelo aumento da concentração da poluição na atmosfera, culminando na formação do Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), conforme mostram a equação química 1 e 2, de formação do Ácido Sulfuroso (H_2SO_3) e do Ácido Sulfúrico, respectivamente:



Cardoso e Franco (2002) pontuam que estas reações ocorrem porque o dióxido de enxofre (SO_2), por ser solúvel em água, reage com as gotículas presentes nas nuvens formando o ácido sulfuroso (H_2SO_3), e este, por sua vez, reage com alguma substância oxidante presente na atmosfera, como por exemplo, o gás oxigênio (O_2) ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2), produzindo o H_2SO_4 .

A chuva ácida é um fenômeno do aumento da acidez da água da precipitação que ocorre em diversas regiões do nosso planeta, sendo que se considera “chuva ácida” aquela com pH inferior a 5, podendo variar dependendo da intensidade das atividades industriais. Alguns estudos, constataram valores de pH inferiores a 4,5, chegando a 2 em alguns eventos isolados de regiões específicas (Fornaro, 2006).

Segundo Pompéia (1997) a partir de 1960, a poluição atmosférica tornou-se um fator de degradação da vegetação, isto porque, além de poluir rios e lagos, a poluição atmosférica também atinge a flora, e no caso específico da chuva ácida, sua infiltração no solo auxilia na liberação de metais tóxicos como Alumínio, Chumbo e Cádmio, que quando livres podem se introduzir na cadeia alimentar (Callegaro, *et. al.*, 2015).

Algumas pesquisas monitoraram a incidência da chuva ácida em regiões diferentes no Brasil, como a de Costa *et. al.* (2016) que comprovou da presença da chuva ácida no bairro do Guamá na cidade de Belém, onde o valor da pH da água da chuva foi de 5,84. Segundo os autores, o valor encontrado está relacionado com a presença das indústrias na cidade de Belém mais especificamente no distrito industrial, além da produção de alumínio e seu transporte hidroviário nas proximidades da cidade e com a retirada de madeira nas ilhas localizadas aos arredores da região metropolitana de Belém (Costa *et. al.*, 2016).

Já Costa e colaboradores (2019) coletaram 59 amostras de água de chuva na região central da cidade de Recife e encontraram pH ácido em 22 amostras. A ocorrência abaixo do parâmetro de neutralidade da água da chuva está relacionada possivelmente com o alto

fluxo de veículos e construção civil presentes na cidade do Recife, mais especificamente no centro da cidade onde as coletas foram realizadas (Costa *et. al.*, 2019).

A utilização da temática da chuva ácida no ensino das Ciências da Natureza está respaldada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) na habilidade EM13CNT105 de “analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida” (Brasil, 2018, p. 555), que na componente curricular de Química, cabe as discussões sobre as modificações da ciclagem dos elementos químicos a partir de interferências humanas, que causam efeitos no meio ambiente, como chuva ácida, mudanças climáticas, aquecimento global, poluição das águas, solo e outros. Nesse sentido, trabalhar conteúdos de Química a partir de um aspecto ambiental permite inúmeras possibilidades de atividades que possam ser realizadas em sala de aula, envolvendo o pensamento crítico e social dos estudantes.

A Educação Ambiental Crítica (EAC) se direciona, justamente, para esse princípio, em proporcionar o desenvolvimento do indivíduo por meio de suas relações com a sociedade, individualmente ou coletivamente, destacando o posicionamento de responsabilidade para si próprio, com os demais e com o meio ambiente, sem enaltecer hierarquias.

Destacamos que o intuito da EAC em sala de aula é possibilitar a construção e mudanças de valores éticos e sociais, contribuindo significativamente para a formação de um sujeito que tenha um olhar crítico para a sociedade, com a capacidade de compreender as interações entre sociedade e natureza, além de intervir e solucionar problemas e conflitos ambientais com segmentos de ética e justiça ambiental.

Diante disso, a EAC pode apresentar pretensões que estimulem o diálogo, o pensamento lógico e a troca de ideias entre os estudantes. Sendo algumas delas a compreensão de que os problemas socioambientais abrangem outras áreas educacionais além das ciências, como geografia, história, biologia e dentre outras. Além do mais, também é um método que contribui para a formação de atitudes ecológicas, gerando uma sensibilidade em identificar problemas e soluções às questões ambientais em seu meio social.

A EAC, promove ainda a construção e o ampliamento de conhecimentos sobre a cidadania ambiental, atuando dentro e fora do cotidiano escolar por meio do incentivo à

resolução de problemas, compreendo que o meio ambiente e a sociedade formam um meio de convívio, sendo preciso dispor de ética e respeito à esta relação.

Para tanto, iniciamos com a produção do EC intitulado “O Caso das Árvores Carecas”⁶, que é constituinte da introdução da nossa WQ. Destacamos ainda que a WQ foi produzida para ser desenvolvida como uma atividade complementar aos estudos realizados em sala de aula, ou seja, foi pensada para ser trabalhada com estudantes que já tenham conhecimentos sobre o conteúdo de ácido e base, com o intuito de relacionar este conteúdo à temática ambiental da chuva ácida. Na próxima seção apresentaremos detalhadamente as componentes da WQ.

3 As componentes da WebQuest

A WQ, intitulada como “Chuva Ácida e o Meio Ambiente”, foi composta de sete componentes: introdução, material complementar, tarefa, avaliação, conclusão, página do professor e referências, sendo que a resolução do EC é justamente a tarefa. Para tanto, realizamos algumas adaptações das componentes da WQ e, para isto, aglutinamos processo e recursos, na página de material complementar e as referências que utilizamos para elaborar a WQ foram separadas da página do professor.

Realizamos estas modificações por considerarmos que os estudantes têm mais facilidade em navegar neste formato e, além disso, Dodge (2006) pontua que, para além do formato de introdução, tarefa, processo, avaliação, os desenvolvedores das WQs precisam focar na produção de tarefas que suscitem a análise, a síntese, a avaliação, o julgamento, a solução de problema e/ou criatividade das informações disponibilizadas.

Ao acessar o *site* da WQ “Chuva Ácida e o Meio Ambiente”, iniciamos com a aba de introdução⁷, em que abordamos o tema exemplificando como a produção industrial afeta a qualidade da chuva, sendo um dos fatores para a formação da chuva ácida. Tendo como intuito, induzir os estudantes a refletirem se o avanço tecnológico e o aumento demasiado de indústrias interferem em as questões ambientais (Figura 1).

⁶ A escolha do título “O Caso das Árvores Carecas” para a EC, ocorreu em alusão à perca das folhas das árvores ao serem atingidas por águas ácidas, ou seja, com níveis de pH muito baixos, em que, pode ocasionar amarelecimento das folhas, rompimento da superfície das folhas, ocasionando perda nutricional, corrosão do tecido ceroso, que protege os cloroplastos, dentre outros danos estruturais.

⁷ <https://sites.google.com/view/chuvacidasesefeitos/introdu%C3%A7%C3%A3o>

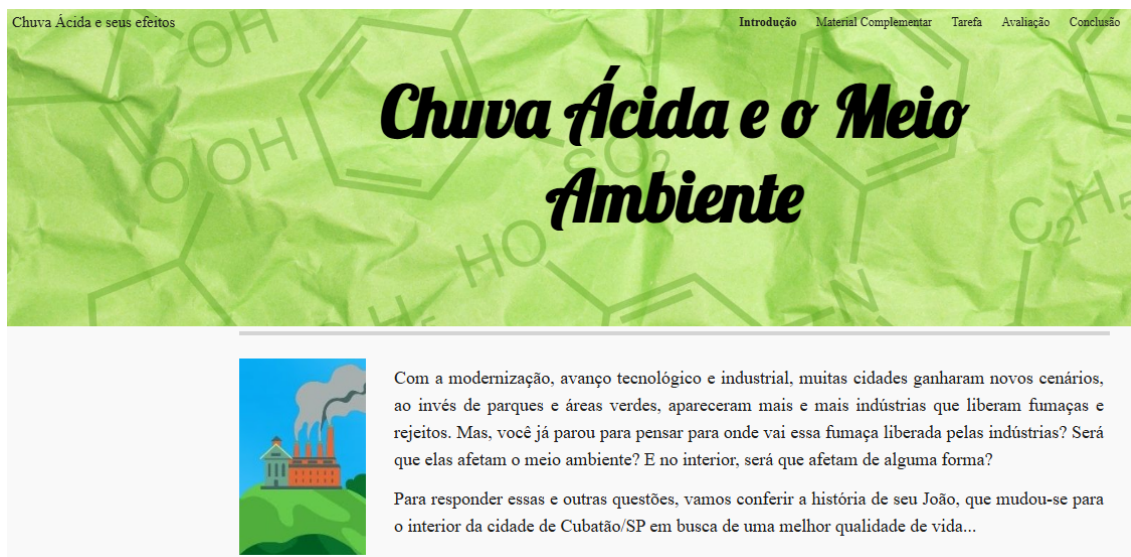


Figura 1: Componente Introdução
Fonte: Autores (2023).

Os questionamentos realizados incentivam os estudantes a buscarem por respostas ou por situações já vivenciadas em seu cotidiano, ou até mesmo, assistindo em um telejornal ou outras mídias de comunicação.

Ilustrando que esses problemas ambientais podem ser pertencentes a região em que moram, ou seja, estimula a percepção e conscientização dos estudantes a avaliarem se o local em que vivem passa por problemas socioambientais ou se é um local ético e respeitoso com o meio ambiente e a sociedade.

Ao final da aba “Introdução”, chamamos os estudantes para ajudarem o Sr. João a solucionar o problema referente à baixa produtividade de seu pomar, incluindo-os ao início do EC, conforme a Figura 2, que apresenta a transcrição do EC “Caso das árvores carecas”.

O caso das árvores carecas

Há um ano, João se mudou para o interior da cidade de Cubatão/SP.

Em um belo dia, ele resolveu fazer um pomar em seu sítio, em busca de frutas mais saudáveis, suculentas e gostosas para comer.

João percebeu que havia passado mais de um ano que plantou suas árvores, e elas não tinham se desenvolvido ainda!! Só ficavam "carecas" a cada chuva que acontecia na cidade.

Quando havia algum sinal de melhora, as árvores ficavam "carecas" novamente....

-Boa tarde minha filha!! Tudo bem contigo? Seu velho pai aqui está com um problema gigantesco no pomar!! E estou ficando cada dia mais preocupado...Será que podemos conversar um pouquinho?

-Boa tarde pai, tudo bem, e com o senhor? Claro que podemos! Me conta o que está acontecendo e vamos ver como posso ajudá-lo...

-As minhas árvores estão "carecas", acredita minha filha?! Quando resolvem crescer, vem a chuva e ficam "carecas" DE NOVO. Já até adubei a terra, e nada delas crescerem, minha filha! Estou cada dia mais preocupado com o meu pomar...

-Eiita meu pai!! Como assim carecas?! hahahah

Mas, acho que sei o que pode estar acontecendo com seu pomar!! Eu e meus amigos vamos até o seu sítio para realizar uma pesquisa, e te explicar o que está acontecendo.

Figura 2: Transcrição do EC “O Caso das árvores carecas”

Fonte: Autores (2023).

Ainda na página da introdução, após o EC, indicamos aos estudantes os materiais complementares que os auxiliarão na resolução da atividade proposta na aba “Tarefa”. Desse modo, sugerimos seguir a WQ para a página “Material Complementar” (Figura 3), para acessar os recursos disponíveis ao estudo, indicando por quais caminhos os estudantes podem iniciar suas pesquisas, debates e hipóteses para o solucionamento do problema proposto no EC.

Contudo, é imprescindível esclarecer aos estudantes que não é preciso se limitar aos materiais disponíveis nesta aba, mas incentivá-los a buscar por outros recursos, a fim de contribuir em sua formação de habilidades e autonomia em sala de aula, uma vez que esta aba atua como um direcionador e incentivador aos estudantes em buscar por outros materiais de pesquisa.

Agora vocês são os amigos de Júlia e vão embarcar nessa aventura para solucionar o problema de Seu João, estão preparados?

Como vimos, seu João vendo sofrendo consequências de um grave problema ambiental! Você já parou para pensar se em sua cidade este problema também ocorre? Será que ele afeta somente o meio ambiente ou a nossa qualidade de vida está em perigo?

Vamos descobrir mais sobre o assunto: Acesso o [Material Complementar](#) para ficar por dentro de todos os detalhes para solucionar esse caso!!!

Figura 3: Final da página da Introdução
Fonte: Autores (2023).

Ao seguirmos pelo *site*, acessaremos a aba “Material Complementar” (Figura 4), na qual tem como intuito contribuir, ampliar e transpor os conhecimentos dos estudantes sobre o tema chuva ácida, bem como suas relações com o conteúdo de ácido e base e as suas consequências no cotidiano. Além disto, possibilita ainda incentivar os estudantes a buscarem por novos materiais de estudo sobre este assunto, a fim de contribuir positivamente para a resolução da atividade proposta na aba seguinte, isto é, na “Tarefa”.

Os materiais complementares são constituídos por *links* que direcionam para ferramentas digitais, como artigos, vídeos, simulador e infográfico. Por conseguinte, os artigos relatam sobre a chuva ácida, suas causas e consequências, e os efeitos acarretados ao meio ambiente. Já os vídeos apresentam os conceitos e a história da chuva ácida no Brasil, e os seus efeitos visuais a partir da demonstração de uma atividade experimental.

Também indicamos um simulador de ácidos e bases, para que os estudantes compreendam as interações entre as concentrações, diluição e pH, com os conceitos de ácido e base estudados em sala de aula e estimular a correlação com o estudo de caso desta WQ. Ainda nesta aba, disponibilizamos um infográfico (Figura 5) para demonstrar o ciclo de formação da chuva ácida.

Material Complementar

*Leia esse artigo sobre a importância de conhecer
mais sobre a chuva ácida - causas e consequências*

[periodicos.uefs.br/index.php/sitientibus/article/
view/9960/8287](http://periodicos.uefs.br/index.php/sitientibus/article/view/9960/8287)

*Vamos conhecer mais um pouco sobre os efeitos da
chuva ácida?! Leia este artigo!*

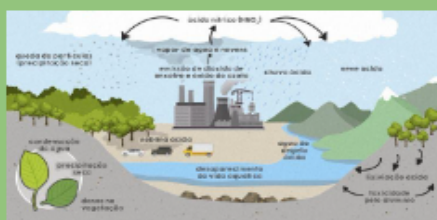
core.ac.uk/download/pdf/228489132.pdf

Chuva ácida no Brasil - Conceitos e Contexto Histórico

www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13533/15351



*Efeitos visuais da chuva ácida - Confira o
experimento!*



Infográfico e Resumo - Chuva Ácida

[www.ufmg.br/ciencianear/wp-
content/uploads/2018/10/CPT-10-9.pdf](http://www.ufmg.br/ciencianear/wp-content/uploads/2018/10/CPT-10-9.pdf)

Simulador de ácidos e bases - phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/ph-scale

*Agora que você está **expert** sobre o assunto, vamos colocar
em prática! Clique em [Tarefa](#)*

Figura 4: Componente Material Complementar
Fonte: Autores (2023).⁸

⁸ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/material-complementar?authuser=0>

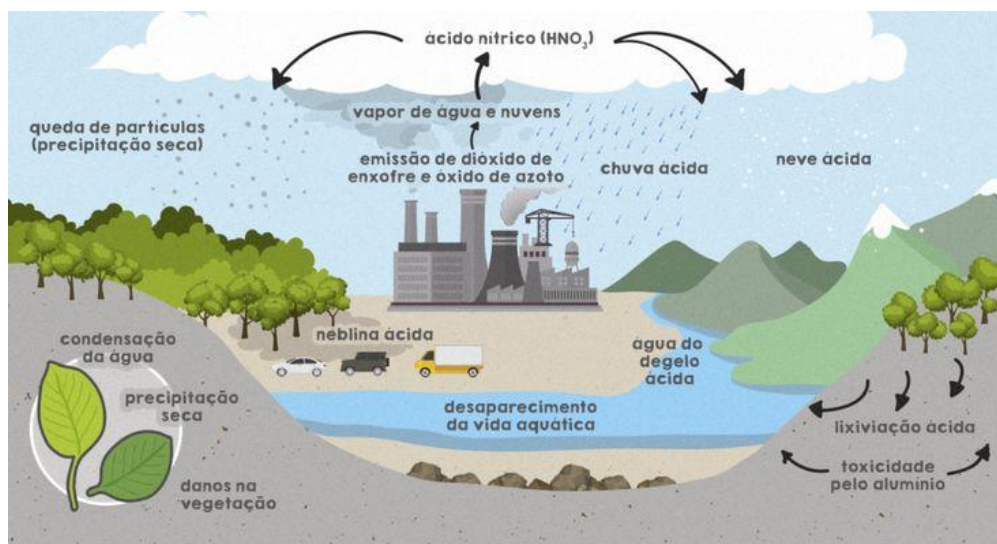


Figura 5: Imagem Ampliada do Infográfico
Fonte: Autores (2023).

Após as leituras e acessos aos recursos visuais, sugerimos aos estudantes de exporem seus conhecimentos adquiridos em prática no componente “Tarefa” (Figura 6).

Tarefa

Com o auxílio do aplicativo *Flippity*, organize os alunos em grupos, totalizando 4 grupos.

Grupo α Grupo β Grupo γ Grupo δ

Grupo A Grupo B Grupo C Grupo D

Mãos na massa!

Para resolver o problema, usaremos o método cooperativo *jigsaw* (ilustrado ao lado).
Os grupos de base irão sortear com o aplicativo anterior os tópicos seguintes:

Ambientais

Políticos

Indústrias

Cientistas

- Cada botão contém um texto de apoio, que auxiliarão para formar posições de acordo com cada grupo. Após as opiniões formadas, troquem os integrantes do grupo, de tal modo que, cada grupo tenha um integrante de cada grupo base para que seja discutida uma solução final.
- Os integrantes dos novos grupos formados, devem pesquisar outros materiais de apoio, como manchetes, documentários, vídeos e dentre outros, para auxiliar na discussão e resolução do problema.
- Depois dos grupos de especialistas pesquisarem os grupos de base devem se reunir novamente para a atividade seguinte.
- Cada grupo deverá construir um mapa conceitual sobre as soluções encontradas para o problema de Seu João. E sobre as medidas preventivas podem ser utilizadas pelas pessoas na cidade e no interior.

Figura 6: Componente Tarefa
Fonte: Autores (2023).⁹

Na aba Tarefa propomos para que utilizassem o método *Jigsaw* que, traduzido livremente para sala de aula, seria um quebra-cabeças, um método de ensino cooperativo desenvolvido no

⁹ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/tarefa?authuser=0>

início dos anos 1970 por Elliot Aronson nas Universidades do Texas e da Califórnia (Aronson, 2000).

A dinâmica do Jigsaw exige que haja interdependência entre os grupos de estudantes, como mostrada da Figura 7.

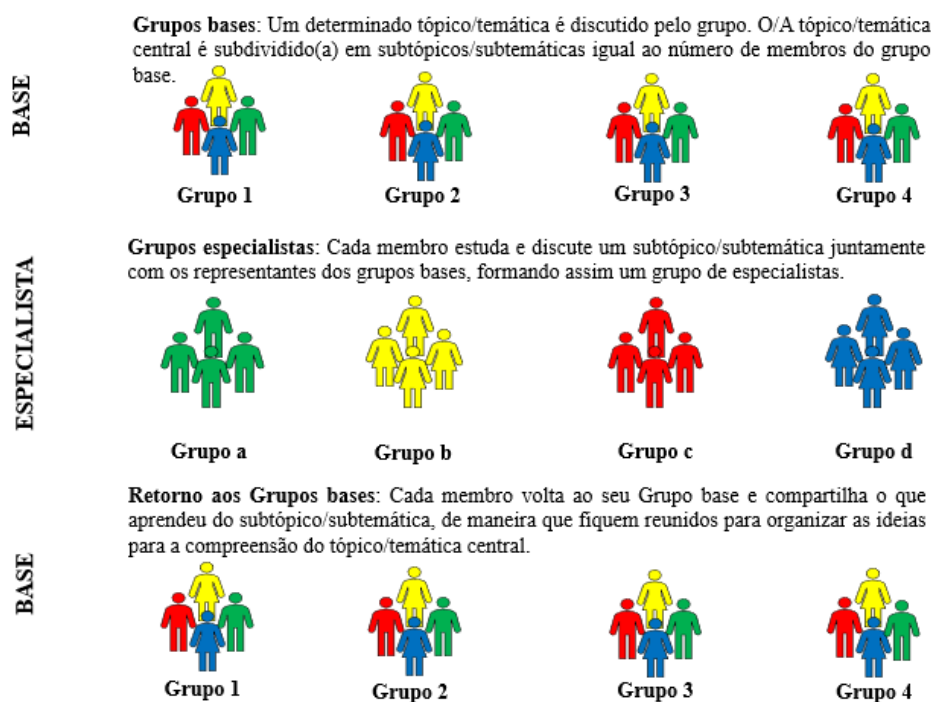


Figura 7: Representação do método *Jigsaw*
Fonte: Adaptado de Fatareli, *et. al.* (2010).

Conforme indicado na Figura 7, o primeiro passo do método *Jigsaw* é a divisão da turma em grupos bases (representados na Figura 6 como Grupo 1, 2, 3 e 4) que possuem a mesma temática/tópico a ser estudada, no nosso caso a chuva ácida. No passo seguinte acontece a separação dos estudantes dos grupos bases nos chamados grupos de especialistas (Grupo a, b, c e d), com esta divisão cada grupo especialista deve contar com um representante de cada do grupo base, no caso da nossa WQ foram estipulados 4 grupos especialistas: ambientais, políticas, indústrias e cientistas, assim os participantes destes grupos devem estudar especificamente estes subtópicos/subtemáticas para ajudar na resolução final do estudo de caso, que é a última etapa, quando os estudantes voltam para seus grupos bases para compartilhar o que foi estudado especificamente.

No Ensino de Química, o método *Jigsaw* vem ganhando cada vez mais espaço, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Fatareli *et. al.* (2010) utilizaram-no ensino de cinética química; Oliveira *et. al.* (2013) no ensino de atomística; Oliveira *et. al.* (2017) na química do chocolate; e Berger *et. al.* (no prelo) no ensino das interações intermoleculares. Todos estes relatos de sala de

aula apontaram que a aprendizagem colaborativa proporcionada pelo método *Jigsaw* favoreceu o processo ativo de construção do conhecimento nas aulas de Química.

Diante disto, justifica-se a escolha do método de aprendizagem colaborativa *Jigsaw* para a nossa WQ, além do mais, sua dinâmica permite que cada grupo busque soluções diferentes para o problema apresentado pelo Sr. João, o agricultor personagem do nosso Estudo de Caso.

A resolução do problema ambiental da chuva ácida nas plantações do Sr. João proposta pelos estudantes, pode ser sistematizada a partir das informações contidas na aba “Avaliação” (Figura 8).

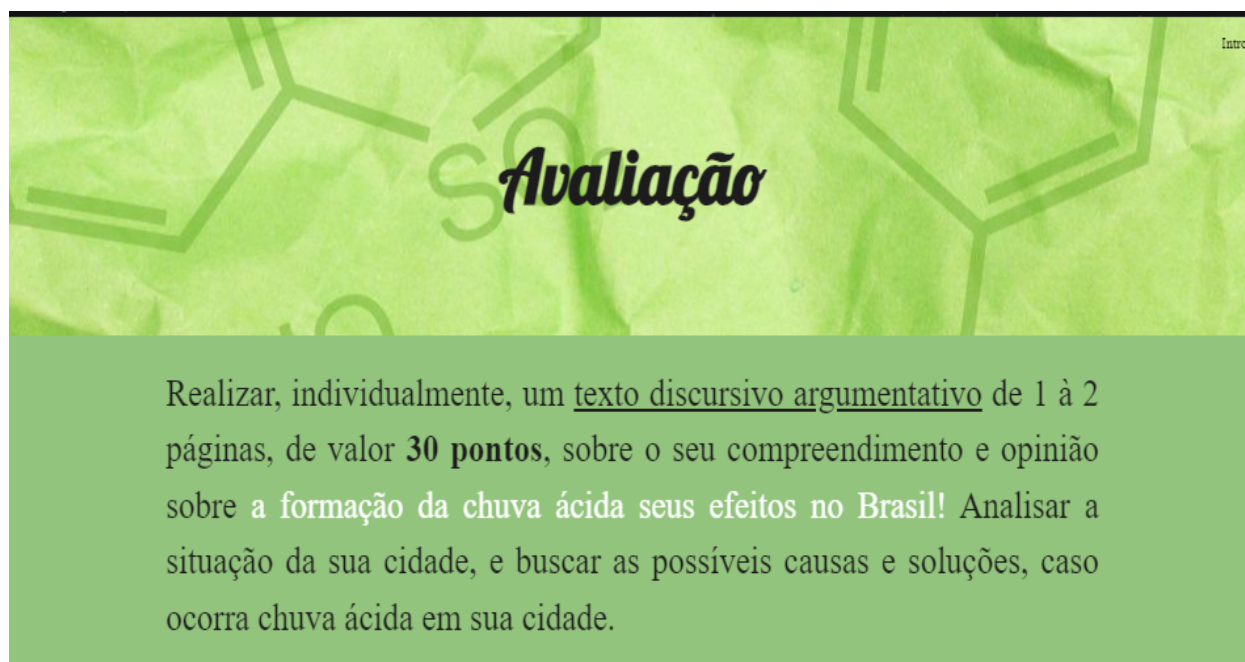


Figura 8: Componente Avaliação
Fonte: Autores (2023).¹⁰

Nesta componente, propomos uma atividade, que pode ser desenvolvida em conjunto com a disciplina de Língua Portuguesa, de elaboração de um texto dissertativo argumentativo sobre a formação da chuva ácida e seus efeitos no Brasil, enfocando nas causas e possíveis soluções para este fenômeno.

Propomos esta atividade com intuito de ajudar os estudantes em expressarem suas ideias, hipóteses e conclusões sobre o fenômeno estudado, bem como ajudar nos estudos para avaliações como vestibulares, provas públicas, concursos e dentre outros meios de avaliação e classificação de estudantes para o Ensino Superior.

¹⁰ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/avalia%C3%A7%C3%A3o?authuser=0>

Para a finalização da WQ, na aba Conclusão (Figura 9) dispomos de questões que instigam a reflexão, a curiosidade e o interesse dos estudantes em buscarem por novos conhecimentos, contribuindo com a formação escolar destes.

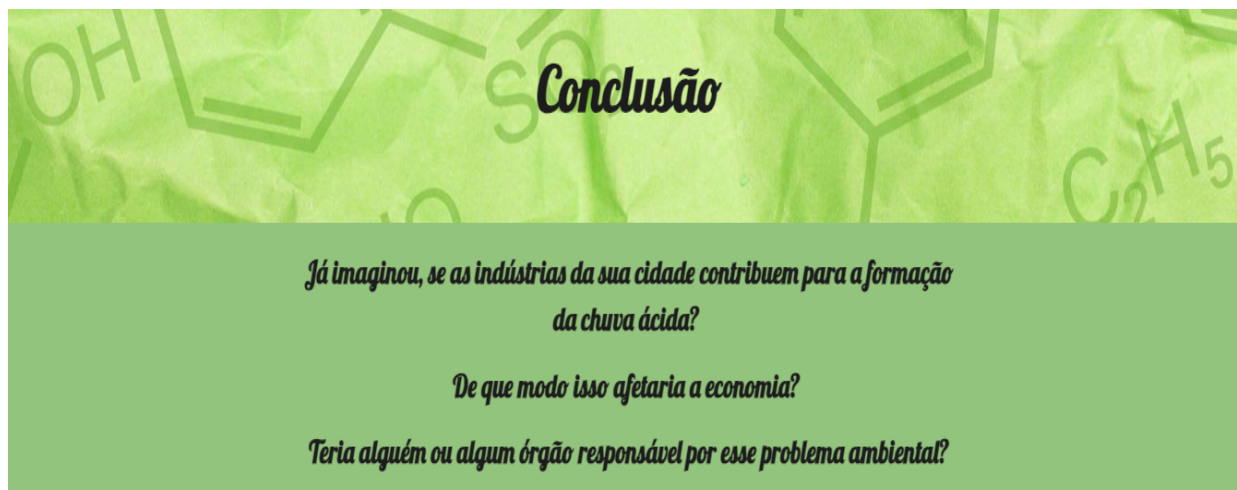


Figura 9: Componente conclusão
Fonte: Autores (2023).¹¹

Por sua vez, a aba “Página do Professor” (Figura 10) foi criada com o intuito de investigar as informações principais do professor que utilizará esta WQ em sala de aula, a fim de descobrirmos dados como sua formação, a disciplina que ministra, o público-alvo que irá utilizar a WQ, além do contato e outras informações que o professor achar pertinente expor. Para obter essas informações, disponibilizamos nesta aba um *link*¹² de um questionário elaborado na plataforma *Google Forms*, para que o professor possa relatar suas experiências e contribuir com sugestões, críticas, dentre outros comentários para posteriores melhorias na WQ.



Figura 10: Componente Página do Professor
Fonte: Autores (2023).¹³

Ao final da WQ dispomos a aba “Referências” (Figura 11), disponibilizando vídeos, reportagens e artigos de onde foram retiradas todas as informações utilizadas na elaboração da

¹¹ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/conclus%C3%A3o?authuser=0>

¹² https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeYWMQvWyLJ0EmjO4cW0WdF67GsI03iPC4xQReyeQo_UL7-bw/viewform

¹³ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/p%C3%A1gina-do-professor?authuser=0>

WQ, para que todos que a utilizarem possam verificar e certificar a veracidade das informações, sendo facilmente acessadas com clique na página.

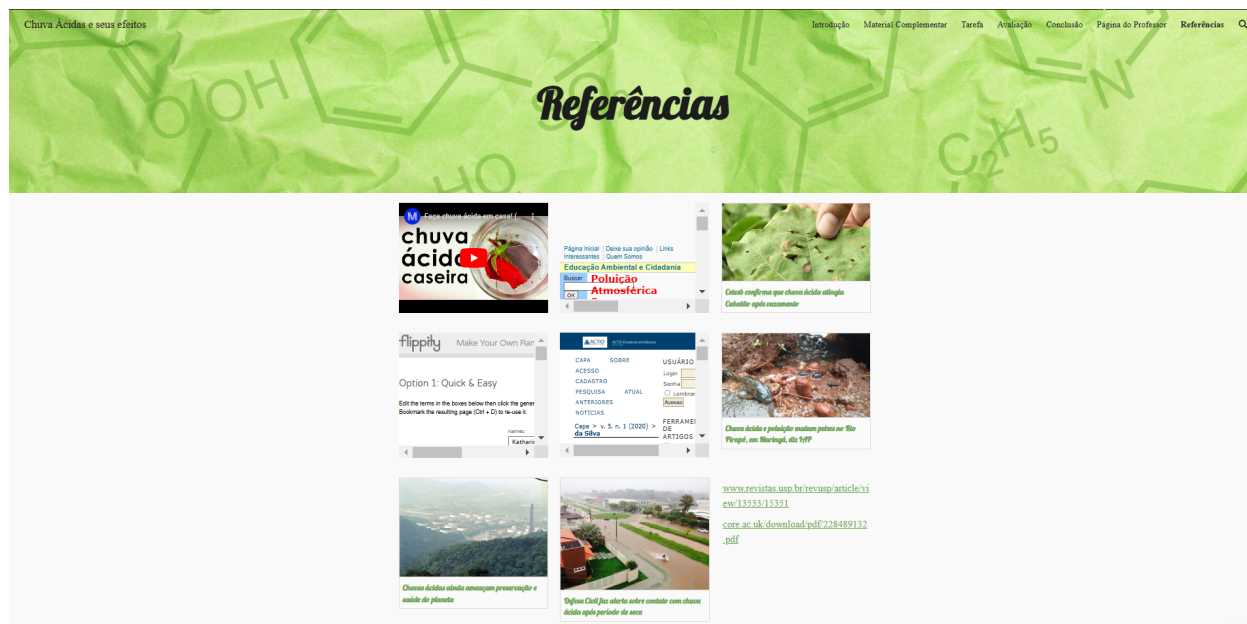


Figura 11: Componente Referências
Fonte: Autores (2023).¹⁴

Nas linhas anteriores apresentamos a WQ elaborada para a atividade final de disciplina de Química e Educação Ambiental do curso de Química Licenciatura de uma universidade pública do Oeste do Paraná, que tinha como obrigatoriedade a elaboração de um Estudo de Caso de temática ambiental postado na forma de WQ. Vale pontuar ainda, que esta WQ foi selecionada em votação pelos acadêmicos e docente, para representar a turma na Mostra do Estágio Curricular ocorrida no ano de 2023.

4 Considerações finais

Considerando que estamos vivenciando o tempo onde a tecnologia pode ser uma ferramenta de grande ajuda para o docente e, por isso, a WQ é uma possibilidade de ajudar na estruturação das aulas, além de ter a vantagem de ser utilizada mais de uma vez, em outros anos subsequentes.

É pertinente mencionar que os discentes, em meio ao ciberespaço, acabam ficando perdidos, pois há muitas opções de sites, artigos e outros recursos que, por sua vez, nem sempre

¹⁴ <https://sites.google.com/view/chuvacidaseseusefeitos/refer%C3%A2ncias?authuser=0>

são fidedignos. Logo, a WQ estabelece recursos (materiais de pesquisa) que já foram analisados pelo docente previamente durante a elaboração da atividade.

O processo de criação desta WQ nos permitiu explorar nossas criatividade, de forma que necessitávamos explorar o conteúdo de ácidos e bases de modo atrativo e correlacionado ao cotidiano para ajudar os estudantes no desenvolvimento das habilidades cognitivas e sociais.

No que se refere às dificuldades encontradas durante a realização da WQ Chuva Ácida e o Meio Ambiente, destacamos o ponto de apresentar o conteúdo de modo sucinto, para não o tornar cansativo de ler e de executar as atividades propostas. Por outro lado, a plataforma *Google Sites* oferece instrumentos intuitivos para a construção da WebQuest, ou seja, permite que, mesmo não tendo conhecimentos avançados sobre a plataforma, seja possível sua criação sem muitas dificuldades.

Enfatizamos a importância de atividades, como esta WQ na educação ambiental, uma vez que ela propicia à formação de uma visão crítica aos efeitos e consequências da chuva ácida para o meio ambiente, incentivando os estudantes a buscarem por soluções plausíveis ao seu alcance, demonstrando que pequenos gestos e atitudes podem fazer a diferença para o futuro ambiental. Além disso, buscamos contantes melhorias e atualizações da WQ, com a inclusão de materiais de apoio atualizados, diferentes metodologias como o *Jigsaw*, e os feedbacks incluindo sugestões e críticas, pertinentes, de professores que utilizarem a WQ, dentre outras modificações.

Ao final da WQ, com a resolução do caso das árvores carecas, acreditamos que os estudantes consigam olhar criticamente para fenômeno da chuva ácida no pomar do seu João, não só para perda das folhas e a baixa de produção de frutos, mas também para as questões sociais, políticas e econômicas que permeiam a ocorrência das precipitações ácidas.

Portanto, a resposta para a questão desta pesquisa é sim. É possível elaborar um estudo de caso no formato de uma WQ para tratar criticamente a temática ambiental da chuva ácida nas aulas de Química, cuja sua resolução está relacionada com a análise e avaliação de informações contidas na internet, oportunizando por meio do método da aprendizagem colaborativa o protagonismo do estudante na construção de conhecimentos nas aulas de Química.

Referências

- ABAR, C. A. A. P.; BARBOSA, L. M. **Webquest**: um desafio para o professor! uma solução inteligente para o uso da internet. São Paulo: Avercamp, 2008.
- ARONSON, E. **The Jigsaw Classroom**. Social Psychology Network, 2000. Disponível em: <https://www.jigsaw.org/>. Acesso em: jun. de 2024.
- BERGER, C. S.; DAMM, B. M.; MOURA, P. R. G.; SILVA, A. R. #Nanoteam: o ensino da nanociência por meio do método Jigsaw e da Atividade Experimental Problematizada (AEP). **Química Nova na Escola**, São Paulo/SP, p. 1-9, 2023.
- COSTA, C. E.; OLIVEIRA, D. C.; SOUZA, G. D. S. C.; SILVA, G. R. A.; OLIVEIRA JUNIOR, J. M.; MENDONÇA, N. M. Chuva ácida: estudo de caso na região metropolitana de Belém/PA. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. **Anais...** 4, Congestas: 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; SANTOS, C. G. Revisão sistemática da literatura de dissertações sobre a metodologia Webquest. **Revista EducaOnline**, v. 8, n. 2, p. 1-41, 2014.
- CARDOSO, A. A.; FRANCO, A. Reações de enxofre de importância ambiental. **Química Nova na Escola**. n. 15, 2002.
- CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; GOMES, D. R.; TURCHETTO, F.; MEZZOMO, J. C.; GRIEBELER, A. Efeitos da chuva ácidas em recursos florestais. **Caderno de Pesquisa**, v. 27, n. 3, p. 13-20, 2015.
- CARVALHO, I. C. de M. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 13-24.
- DODGE, B. Webquests: A technique for internet-based learning. **The Distance Educator**, London, v. 1, n. 2, p. 10-13, 1995.
- FARAUM JUNIOR, D. P.; CIRINO, M. M. Webquest x Webexercises: Uma Análise das Produções de Estagiários do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) de Química Utilizando a Taxonomia Digital de Bloom. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. 3-15, 2020.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, 2010.
- FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil? **Revista USP**, v. 70, p. 78-87, 2006.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P.P. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, MMA. Diretoria de Educação Ambiental, 2004.
- POMPÉIA, S. L. **Sucessão secundária da Mata Atlântica em áreas afetadas pela poluição atmosférica de Cubatão, SP**. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

QUEIROZ, S. L.; SACCHI, F. G. **Ensino de Ciências Naturais e Educação Ambiental**: abordagem baseada em estudos de caso. São Carlos: Diagrama Editorial, 2020.

QUEIROZ, S. L.; SOTÉRIO, C. **Estudos de caso**: abordagem para o ensino de química. São Carlos: Diagrama Editorial, 2023.

RODRIGUES, J. M.; GONÇALVES, F. T.; COUTINHO, C. Aplicativos educacionais como proposta para abordagem da temática ambiental. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática (ReBECeM)**, v. 4, n.2, p.189-201, 2020.

LINS, E. A. M.; PAIVA, S. C.; SILVA, L. R. A.; BARBOSA, A. C. A.; FERREIRA, J. S. Análise da qualidade da água de chuva no bairro da Boa Vista, Recife/PE. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** 30, ANBES: 2019.

MARINHO, S. P. P. WebQuest um uso inteligente da Internet na escola. **Caderno do Professor**, v. 7, p. 55-64, 2001.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 147-151, 2013.

OLIVEIRA, B. R. M.; KIOURANIS, N. M. M.; EICHLER, M. L.; QUEIROZ, S. L. Chocoquímica: construindo conhecimentos acerca do chocolate por meio do método de aprendizagem cooperativa Jigsaw. **Química Nova na Escola**, v. 39, N° 3, p. 277-285, 2017.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das Correntes em educação ambiental. In: SATO, M; CARVALHO, I. C. M. (org.). **Educação Ambiental**. Porto Alegre: Artmed. p. 17-45, 2005.

SORNBERGER, N. A.; JÚNIOR LORENCINI, Á. Educação ambiental, formação de professores de ciências e biólogos: vertentes reveladas no currículo de um curso de ciências biológicas em uma universidade pública do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática (ReBECeM)**, v. 4, n. 2, 296-322, 2020.

TOZONI-REIS, M. F. C. Fundamentos teóricos para uma pedagogia crítica da educação ambiental: algumas considerações. In: Reunião anual da ANPED. **Anais...** 30, ANPED, 2007. Disponível em: <https://www.anped.org.br/sites/default/files/gt22-3311-int.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Recebido em: 15 de julho de 2024

Aceito em: 17 de janeiro de 2025