

POLUIÇÃO DAS ÁGUAS: A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA NO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA METODOLOGIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Júlio César Vargas Marques¹, Priscila Tamiasso-Martinhon¹, Grazieli Simões¹, Célia Regina Sousa da Silva¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil
(juliocesarmarquesquifri@gmail.com)

Resumo: O presente trabalho consiste em trazer à pauta os problemas relacionados às questões ambientais do mundo contemporâneo, especificamente acerca da poluição das águas, de modo que seja viável utilizar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como uma metodologia ativa que conecte a Educação Ambiental Crítica no Ensino de Química a partir de um plano de aula que possibilite tal abordagem com os jovens, os quais poderão contribuir para o estímulo e a interação dos alunos no trabalho coletivo, desenvolvendo assim, habilidades como senso crítico e poder de argumentação, bem como a criatividade.

Palavras-chave: poluição; ensino; química; educação ambiental crítica; metodologias ativas.

INTRODUÇÃO

No início do século XVIII, com a explosão da Revolução Industrial na Europa, iniciou-se uma fase de acentuada industrialização e urbanização nas grandes cidades e, com o avanço da tecnologia, foi possível ocorrer o desenvolvimento produtivo e econômico nas capitais. Entretanto, um ponto em específico causou inúmeros problemas de infraestrutura, que foi o aumento exacerbado da população nos grandes centros urbanos, haja vista que o suprimento de alimentos e de fontes energéticas atingiu um limite. Assim, alentando e estimulando a sociedade num futuro próspero, buscou-se métodos e técnicas de alinhamento ao desenvolvimento tecnológico junto à sustentabilidade, onde considerou-se que entre os recursos naturais existentes, a escassez de água potável era o fator de maior preocupação popular (Perissinotto, 2014).

Portanto, esse período marcado na história da humanidade a fez questionar sobre a necessidade de conservação da água, e logo, pressionando cada vez mais o governo que houvesse o desenvolvimento de planejamentos de gerenciamento do uso da água, no intuito de reduzir o consumo e o desperdício de um bem que poderia se tornar irrecuperável. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, 3% de toda a água do mundo é doce, enquanto somente 0,01% é direcionada para os rios, sendo possibilitado o seu uso pela população. Dessa forma, infere-se que uma mínima fração total da quantidade de água está disponível para consumo.

Em quase todas as partes do mundo, os problemas ambientais são considerados cada vez mais necessários ao debate, tornando-se mais frequentes em escolas, universidades, locais de trabalho, e denotando uma profundidade mais forte nas discussões, haja vista a importância de tal tema, o qual para muitos, há uma opinião que nem sempre é baseada em solidez e consonância com os fatos, e outras que seguem conforme a ciência apresenta.

Inicialmente, faz-se necessário definir o que seriam esses estudos referentes ao ambiente, e segundo Carapeto (1999), as Ciências do Ambiente são um ramo dos estudos científicos que estão entrelaçados com as alterações físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, que também se conectam com a influência do Homem, pois a maneira com as quais o mesmo dispõem dos recursos postos à seu uso no mundo. E, de forma mais globalizada, tem-se que essas Ciências estão infundadas na aplicação da tecnologia no controle e qualidade do meio em que as espécies habitam, considerando assim, de uma forma lato, todo o planeta Terra.

Em vista disso, a partir da forte influência da humanidade na natureza, vê-se atualmente que o problema da poluição ambiental se torna tão relevante quanto a introdução de tais poluentes, afetando os ecossistemas terrestres e aquáticos. Por conseguinte, é imperioso que considere parâmetros iniciais para se questionar como e porque a poluição das águas é destrutiva. Por exemplo, pode-se questionar o tipo de materiais lançados nos ecossistemas, e seus efeitos na saúde humana, na fauna e na flora; o que se pode



realizar para a redução ou remoção desses efeitos indesejáveis; e as consequências de não libertar tais materiais poluentes em determinados locais seguros aos rios, lagos, mares e oceanos (Carapeto, 1999). Dessa forma, conseguindo responder e elucidar esses parâmetros, torna-se possível entender os malefícios da poluição nas águas, porém, o que define a poluição?

De acordo com Bartsch (1957), pode-se definir a poluição das águas como sendo substâncias ou energia (calor) introduzido pelo Homem, de forma indireta ou direta, que resultem em efeitos nocivos aos recursos dos seres vivos havendo, assim, uma alta periculosidade para a saúde humana, tornando atividades marítimas impossibilitadas de serem realizadas com a devida segurança, diminuindo a qualidade das águas a serem utilizadas, dentre diversos outros fatores maléficis à sociedade. Todavia, mesmo com todos esses pontos retratados acima, será que existe um processo formativo educacional nas escolas, na formação básica dos estudantes, que englobe de forma fiel e crítica a Educação Ambiental (EA), ou até mesmo, alguma elaboração metodológica que permeie tais contextos estimulando aos alunos a uma visão argumentativa mais crítica?

A partir da Lei Federal nº 9795/99, todos os segmentos educacionais no Brasil foram obrigados a implementar a EA (Brasil, 1999), instaurando-se assim uma formalização do ensino na caracterização ambiental, sendo imperiosa a necessidade e a importância de atribuir às instituições de ensino o dever de associar atividades relacionadas ao meio ambiente e sua preservação no currículo escolar (Rodrigues et al., 2020; Camargo et al., 2020 *apud* Tavares et al., 2021).

Nesse sentido, vê-se que, de acordo com Ernst et al., (2020) *apud* Tavares et al., (2021) a Educação Ambiental Crítica, ainda subestimada por muitos, em relação a aprendizagem dos conteúdos de Química, também conhecida como EACAQ, é considerada umas das temáticas mais necessárias à abordagem em sala de aula, haja vista o atual cenário político e social que retrata e representa um retrocesso gradual nas políticas públicas ambientais, o qual foram alertados por meio de previsões da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e pelos Itinerários formativos a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Miranda; Tamiasso-Martinhon, 2020 *apud* Tavares et al., 2021). Assim, faz-se necessário realizar o incentivo da EACAQ em ambientes de ensino diversos, sejam formais, não-formais, e/ou informais de aprendizagem, conectando os conteúdos químicos junto ao contexto contemporâneo do tema tratado, de maneira inter/transdisciplinar.

Somado às questões descritas acima, é sabido que o ensino de química sempre foi visto como um processo árduo e de dificuldade elevada para os estudantes, apontado por grandes desafios e obstáculos devido ao grau exigido de raciocínio por parte dos alunos de modo que fosse possível aos mesmos compreender os temas e conteúdos trabalhados em sala de aula (Fernandes e Saldanha, 2014).

Por conseguinte, os autores deste trabalho entendem ser importante utilizar metodologias ativas no ensino de química que se baseiem no desejo de renovação da educação atual, almejando que o estudante se torne um ser ativo e que esteja no centro do processo de ensino-aprendizagem, sobrepujando as práticas educacionais tradicionais de ensino, como a memorização, por exemplo, uma vez que essas práticas contribuem minimamente para uma aprendizagem significativa, já classificada outrora como uma aprendizagem mecânica (Ausubel, 2003).

Logo, dentre as metodologias ativas existentes, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas, em inglês, *Problem-Based Learning (PBL)*, que finca seus princípios na aprendizagem autônoma do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey (1859-1952) e nas concepções do psicólogo estadunidense Jerome Seymour Bruner (1915-2016). A PBL caracteriza-se pela motivação intrínseca do indivíduo, isto é, pelo estímulo interno do mesmo, que age como uma força natural levando cada um dos seres humanos a compreender a constituição do mundo de uma forma melhorada (Schmidt, 1993), introduzindo assim, na vida dos estudantes, questões e problemáticas referentes aos contextos realísticos da sociedade contemporânea como ferramenta de aprendizagem (Norman et al., 1992).

Atualmente, tem-se uma definição acerca do que consiste ser essa metodologia ativa, e segundo Ribeiro (2008), a *Problem-Based Learning (PBL)*, é uma prática metodológica a qual um problema é utilizado para “iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem, diferentemente das metodologias convencionais que utilizam problemas de aplicação ao final da apresentação de um conceito ou conteúdo.”

Conforme Herbst (2023), na *PBL*, técnicas dialéticas são utilizadas de modo que se trabalhe uma questão problema de vivência contextualizada com as realidades do mundo contemporâneo e de suas vidas, e neste trabalho, representa uma abordagem educacional ambiental crítica utilizando a água como ponto de partida de estudo com os alunos e alguns problemas relacionados à mesma, como a poluição, por exemplo. Assim, afirma-se que as situações e questões problema nunca devem ser improvisadas e sim planejadas com antecedência. Logo, uma



situação-problema exige ser habitada pelo docente, que igualmente deve apropriar-se da mesma após sua caracterização a partir do ponto de vista epistemológico, didático e pedagógico (Perrenoud, 1999, p.62 *apud* Lamb et al., 2019, p.227).

As situações problema devem ser desafiadoras, contudo, não impossíveis de serem atribuídas ao desenvolvimento cognitivo do aluno, de modo que não o desestime ou desmotive, ou seja, devem ser questões reais e concretas contextualizadas com a contemporaneidade desafiadoras aos estudantes apresentando a eles um enigma a ser desvendado, não ao ponto abrupto de ser tão difícil a ponto de desencorajá-los (Alves et al., 2015, p.21 *apud* Lamb et al., 2019, p.227).

Dessa forma, também fazendo o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), como vídeos, jogos, mídias sociais, aplicativos, *podcasts* dentre outros, é possível associar a metodologia ativa da PBL a fim de que se torne a aula dinâmica, lúdica, contextualizada e integrada junto ao ambiente de sala de aula, os quais foram/são importantes desde o tempo da pandemia, auxiliando na interação dos discentes com o conteúdo tornando-o mais claro e elucidativo para a compreensão dos mesmos, desenvolvendo assim, parâmetros como a argumentação, criatividade, trabalho em equipe, comunicação, e transdisciplinaridade (Pereira e Santos-Neto, 2020).

Portanto, os objetivos deste trabalho consistem na revisão da literatura acerca do tema proposto, bem como a elaboração de um plano de aula piloto que possa auxiliar os docentes na prática pedagógica em sala de aula a partir da metodologia ativa citada (PBL), com o intuito de levar reflexão às problemáticas levantadas na Educação Ambiental Crítica no Ensino de Química, especificamente tratando do tema sobre poluição das águas e a necessidade de preservação dos recursos hídricos. Assim, os objetivos específicos focalizam em melhorar a qualidade da educação básica, quiçá superior dependendo da aplicação do docente em sua área de trabalho/pesquisa, visando atualizar as práticas pedagógicas, de modo a torná-las compatíveis com os desafios contemporâneos enfrentados por todos na sociedade. Pretende-se ainda despertar nos estudantes o gosto pela ciência e introduzir/ampliar a criatividade e inovação existente na mente dos estudantes a partir de uma metodologia ativa que os estimule no processo de superação dos desafios impostos no decorrer do estudo da disciplina e seus conteúdos. Esses são os objetivos que este trabalho busca alcançar, mesmo ainda não havendo uma aplicação do mesmo, considerando o fato de ser um “piloto”/uma proposta elaborada a partir da revisão da literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é caracterizado como uma revisão da literatura científica, sendo uma pesquisa de caráter qualitativo, buscando a priori, a subjetividade dos dados coletados para o estudo científico, não havendo significância em questões quantitativas. Contudo, aprofundando a discussão a ser trabalhada e elaborada como um projeto futuro a ser desenvolvido no Ensino Básico, ou até mesmo no Ensino Superior, sendo a Educação Ambiental Crítica um viés contribuinte para o processo formativo-educacional de um indivíduo pertencente a sociedade que busca evolução em quesitos variados, especificamente no intelectual e acadêmico (Marconi e Lakatos, 2017). Em vista disso, tem-se que a pesquisa que aqui se descreve, possui foco especial na ampliação da visão adquirida em relação ao tema proposto por meio de uma investigação bibliográfica, aprofundando-se fielmente e complexamente acerca da problemática delimitada. Logo, cerceia-se que esta pesquisa qualitativa busca como desfecho ímpar, a análise de uma metodologia ativa baseada na problematização que trabalhe de maneira distinta de outros métodos tradicionais de ensino, referente à poluição das águas, mares e oceanos, correlacionando-o com o ensino de química, seja nas escolas ou até mesmo nas universidades. Acredita-se que inserindo-se assim, nos segmentos educacionais brasileiros, esta metodologia vise o engrandecimento da contribuição para o processo de ensino-aprendizagem do(a) discente no contexto a ele(a) apresentados, interdisciplinando com outras contextualizações e realidades comunitárias e sociais distintas (Gil, 2002; Minayo, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para qualquer área profissional, ter um planejamento é essencial para que a meta esperada seja alcançada, e no ensino não poderia ser diferente. Possuir em mente ou em escrito um planejamento de aula conciso que auxilie o professor beneficentemente em sala, é essencial para o aprendizado dos alunos. O planejamento de uma aula é responsável primordialmente por nortear a realização de suas atividades, bem como de suas ações, sendo imprescindível e indispensável na carreira de um professor. Além disso, o planejamento da aula faz com que o êxito no processo de aprendizagem seja alcançado, de tal forma que sejam assim, evitadas aulas monótonas, desestimulantes e desorganizadas, promovendo a eficiência do ensino, com economia de tempo e energia, e também contribuindo para a realização dos objetivos visados.



Considerando a metodologia *Problem-Based Learning (PBL)* como forma pedagógica, e a elaboração de um plano de aula que consiste conectar o ensino de química ao contexto da Educação Ambiental Crítica com o tema de poluição das águas, tem-se o escopo do trabalho inicial.

Tabela 1. Informações logísticas sobre o plano de aula. (Fonte: elaborado pelos(as) autores(as))

Planejamento de aula	Informações
Tempo de Duração	3 aulas de 50 min cada
Etapas de Ensino	Ensino Médio
Ano ou Série	2º ano / 2ª série
Tema Químico	Soluções
Tema Ambiental	Poluição das Águas

As aulas deverão seguir de acordo com a competência específica 3 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o qual retrata a análise de situações-problema e considera a avaliação de “aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).” (Brasil, 2018)

Diante da realidade imposta pela pandemia no ano de 2019 a 2021 com o ensino 100% remoto, isolamento social de todos determinado pelo *Lockdown* (Kariny, 2020), e das experiências obtidas pelos autores deste trabalho acerca da exacerbada dificuldade dos alunos, até mesmo da graduação ao aplicar outras dinâmicas de cunho inter/transdisciplinar, em compreender os conceitos químicos, seja pela defasagem dos períodos on-line, seja pelas lacunas no decorrer do próprio ensino, viu-se a necessidade em se criar um planejamento de aula utilizando a metodologia ativa focada na aprendizagem baseada em problemas, isto é, a *Problem-Based Learning (PBL)*, criando-se assim, a expectativa de aplicação no futuro, obtendo êxito, nas escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, com o tema acerca das soluções, a priori, havendo a expectativa de elaborar outras mais com temas químicos variados, como Termoquímica, Química Orgânica, Eletroquímica, dentre outros (Marques et al., 2023).

Na primeira aula, os alunos serão instigados a refletir, pesquisar, e debater em sala, sobre a temática, de forma particular, a um questionamento referente ao cerne que inspirou esse trabalho e elaboração da proposta da *PBL*, a saber: *qual a importância da água na vida humana?*, estimulando a eles também a alguns questionamentos apresentados em *Post-it* em uma parte ampla a visão na sala de aula, a saber:

- Como você definiria poluição? E o que é a poluição da água?
- O que ocorre com o lixo que descartamos em rios, mares e/ou oceanos? Ele é prejudicial?
- Quais são as consequências da poluição da água?
- Como buscar soluções hídricas que reduzam tal efeito?
- Qual(is) conexão(ões) entre soluções e água surge(m) na mente ao ouvir/ler essas duas palavras juntas?
- Diluição e dissolução possuem o mesmo significado?

Sobre o conteúdo de soluções químicas a ser introduzido neste processo de elaboração da *PBL*, o tema pode ser tratado a partir da definição do que vem a ser soluções, e suas caracterizações nos estados físicos de um solvente (sólido, líquido e gasoso), a diferenciação conceitual entre dissolução, diluição e solubilização e, correlacionar didaticamente no quadro e com o auxílio de vídeos do processo de dessalinização de mares, isto é, com a remoção dos sais dissolvidos na água do mar ou nas águas salobras subterrâneas.

Na segunda aula, os alunos serão divididos em grupos, e visando desenvolver o ideal da *PBL*, devem apresentar as causas e consequências da poluição da água, trazendo na aula seguinte (terceira e última aula) informações fáticas, como dados investigativos ou notícias jornalísticas que se correlacionem com a identificação do problema socioambiental e, assim, trazer propostas elaboradas para soluções sobre poluição das águas. Abaixo são apresentadas as causas e consequências a serem refletidas:

Tabela 2. Causas e consequências da poluição das águas. (Fonte: elaborado pelos(as) autores(as))

CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS
Aquecimento Global	Diminuição do nível de oxigênio



Desmatamento	Geração de resíduos orgânicos para bactérias
Atividades industriais, agrícolas e pecuárias	Poluição da cadeia alimentar prejudiciais à pesca
Lixo (plásticos) e efluentes de águas fecais	Escassez de água potável e saneamento básico
Derramamento de combustíveis	Destruição da biodiversidade

Na terceira aula, a tarefa final dos alunos consiste em utilizar a criatividade para desenvolver um projeto ou uma idealização que auxilie uma empresa ou o próprio governo federal de modo a solucionar o problema da poluição nas águas brasileiras. Nesse sentido, para que este fato se concretize, é necessário que os estudantes se reúnam e entrelaçem entre os seus devidos grupos sobre tudo o que fora debatido nas atividades passadas e decidam em união, ao final da aula, qual projeto/ideia foi a melhor para solucionar esta crise hídrica.

Para finalizar as atividades que buscam conectar o tema de soluções químicas à problemática da crise ambiental, específica para a poluição das águas, será solicitado aos alunos que façam uma autoavaliação em suas residências, e uma avaliação de projetos de cada grupo, apresentando suas opiniões sobre os trabalhos finais dos outros grupos, seu desempenho pessoal e de seu grupo original. Infelizmente este plano de aula ainda não foi aplicado em nenhuma instituição, mas há uma forte expectativa de aplicação em breve para aferir os resultados esperados, como o desenvolvimento da criatividade, argumentação crítica, elaboração de soluções para um problema apresentado, bem como a conexão entre o conteúdo de soluções químicas com a Educação Ambiental Crítica a partir de uma metodologia ativa que consiste na aprendizagem baseada em uma problemática. Espera-se também que haja uma interação e participação efetiva dos alunos, entre os grupos e com o professor, viabilizando assim, a ocorrência do aprimoramento das habilidades interpessoais. Logo, a partir desta aplicação utilizando a *PBL* como metodologia principal, espera-se autenticidade por parte dos discentes ao longo do processo de busca de soluções à problemática apresentada, caminhando ao encontro das expectativas e objetivos educacionais dos autores deste presente trabalho.

CONCLUSÃO

Atualmente, os seres humanos têm poluído e contaminado cada vez mais o meio ambiente, principalmente os recursos hídricos e, consequentemente, provocando vários fatores negativos para o mundo, como a destruição da natureza e a impossibilidade de se consumir águas de rios, mares e igarapés (Amazônia), por exemplo, que em muitos dos casos são a única fonte de água de populações locais.

Assim, torna-se mais que imperiosa a necessidade de realizar um trabalho pedagógico desde a educação básica que gere conscientização por parte dos alunos, estabelecendo assim atividades que conectem os contextos do ensino de química com as problemáticas sociais contemporâneas, viabilizando uma Educação Ambiental Crítica na Aprendizagem de Química (EACAQ) à luz das metodologias ativas, em específico neste trabalho: a *Problem-Based Learning* (PBL). A aplicação efetiva deste trabalho, visando os objetivos a serem alcançados, está em processo de andamento ainda enquanto que, as etapas de revisão da literatura e elaboração de um plano de aula já foram iniciadas.

Espera-se que a metodologia PBL possa ser empregada em outros âmbitos, outros contextos sociais, temas e áreas de estudo, com o intuito de verificar um resultado além e complementar do que se tem descrito na literatura atualmente, expandindo os estudos recentes acerca da Educação Ambiental Crítica e cooperando, assim, para processos de ensino-aprendizagem mais eficientes no âmbito científico.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e aos grupos de trabalho (GT) e pesquisa Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC), Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e ao Laboratório de Ensino, Pesquisa e Extensão de Danos Induzidos por Radiação (LEPEDIR), por apoiarem a ideia pensada e formulada, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Alves, F. Gamification – Como criar experiências de aprendizagem engajadoras: Um guia completo: Do conceito à prática. 2ªed. São Paulo, DVS Editora, 2015.



Ausubel, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

Bartsch, A. F. Water Pollution Biology; The Institute of Inter-American Affairs. Operations Mission to Brazil. Cincinnati, U.S.A. 1957.

Brasil. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Planalto, [1999]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

Camargo, J. B.; Rocha, A. S.; Silva, F. A. N. G.; Sousa, C.; Tamiasso-Martinhon, P. Educação Ambiental & Ensino de Química: rodas de conversa sobre a importância da reciclagem de polímeros para a economia circular. Regnellea Scientia, v. 6, p. 167-183, 2020.

Carapeto, C. Poluição das águas: causas e efeitos. Lisboa: Universidade Aberta. p.241. ISBN 972-674-265-X. 1999.

Ernst, D. C.; Wolff, A. D.; Kauffmann, L.; Soares, L. G. O Contexto da Educação Ambiental no Ensino de Química: uma análise de livros didáticos de química do ensino médio. Revista Amor Mundi, v. 1, n. 1, p. 121-129, 2020.

Fernandes, D. M. S.; Saldanha, G. C. B. Dificuldades de aprendizagem no nível superior: estudo de caso com graduandos de licenciatura em química. In: V ENALIC e IV Seminário Nacional do Pibid. Anais... Natal, RN, 2014. Acesso em: 25 de mar. 2024.

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Herbst, M.; Silva, L. C. P. da; Lopes, D. C.; Santos, A. M. dos.; Riger, C. J. Ensino de Química em tempos de pandemia: experiências, desafios e êxitos no núcleo de residência pedagógica de química da UFRRJ. Revista Debates em Ensino de Química. DOI: 10.53003/redequim.v9i2.5084. 9(2-especial), p.264-279. 2023.

Kariny, I. Ruas ficam desertas em Fortaleza após casos confirmados de Coronavírus no Ceará. O Povo Online, 2020.

Lamb, D. I. et al.; A pedagogia da pergunta e a fluidez curricular: os operadores da educação 3.0. Educação, Ciência e Cultura, 24(2), p.221-235. 2019.

Lopes, R. M.; Silva-Filho, M. V.; Alves, N. G. (Org.). Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na

formação de professores. Publiki. Rio de Janeiro. 2019.

Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. Metodologia do Trabalho Científico. 8a ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Marques, J. C. V.; Simões, G.; Martinhon, P. T. A psicologia da arte na educação em tempos de pandemia: o HCTE e a ciência como modelos impulsionadores.. In: Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Anais...Diamantina(MG) Online, 2023. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/cobicet2023/651960-A-PSICOLOGIA-DA-ARTE-NA-EDUCACAO-EM-TEMPOS-DE-PANDEMIA--O-HCTE-E-A-CIENCIA-COMO-MODELOS-IMPULSIONADORES>>. Acesso em: 26/03/2024.

Ministério do. Meio Ambiente, Brasília. Site oficial do Ministério do Meio Ambiente (MMA) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. 2024.

Miranda, J. L.; Tamiasso-Martinhon, P. Química Ambiental. Notas de Aula de IQP713 (Disciplina Eletiva) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Minayo, M. C. S. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 19a ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

Norman, G. R., Schmidt, H. G., The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. Academic medicine, 67(9), 557-565. 1992.

Pereira, A. R., Santos-Neto, F. A. Podcast como estratégia de aprendizagem no ensino superior. Pensar Acadêmico, 18(4), 769-782. 2020.

Perissinotto, R. et al. Elites estatais e industrialização: ensaio de comparação entre Brasil, Argentina e México (1920-1970). Brazilian Journal of Political Economy, v. 34, p. 503-519, 2014. Acesso em: 25 de mar. 2024.

Perrenoud, P. Construindo as competências desde a escola. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

Ribeiro, L. R. de C. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. UFSCar. São Paulo. 2008.

Rodrigues, A. G. G.; Tamiasso-Martinhon, P.; Rocha, A. S.; Sousa, C. Atividades pedagógicas com licenciandos em química sobre os impactos ambientais do desastre de Mariana (MG). Brazilian Journal of Development, v. 6, p. 82929-82939, 2020. Acesso em: 25 de mar. 2024.



Schmidt, H. G. Foundations of problem-based learning: some exploratory notes. Medical education, 27 (5), 422-432. 1993.

Tavares, Y. V., de Souza, C. O., Soares, M. M., Tamiasso-Martinhon, P., Sousa, C., & da Silva, N. de A. L. (2021). Educação Ambiental Crítica para aprendizagem de Química empregando resíduos eletrônicos como Tema Gerador: impactos e perspectivas a partir da tríade consumo, legislação e logística reversa / Critical Environmental Education for Chemistry learning using electronic waste as a Generating Theme: impacts and perspectives from the triad of consumption, legislation and reverse logistics. Brazilian Journal of Development, 7(7), 68654–68672. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-171>. Acesso em: 25 de mar. 2024.