

# EXPLORANDO TEMÁTICAS DA SUSTENTABILIDADE NUMA DISCIPLINA DE QUÍMICA INORGÂNICA PARA ENGENHARIAS - UM ESTUDO PILOTO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

EXPLORING SUSTAINABILITY THEMES IN A DISCIPLINE OF INORGANIC CHEMISTRY FOR ENGINEERING - A PILOT STUDY OF PROBLEM BASED LEARNING

Marcelo Hawrylak Herbst<sup>1</sup>, Leonardo da Cunha Ferreira<sup>2</sup>

Recebido: dezembro/2022 Aprovado: abril/2023

**Resumo:** Um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas foi desenvolvido e aplicado com sucesso numa turma de Química Inorgânica para Engenharias de uma universidade pública brasileira. Foram escolhidos temas ligados à química descritiva dos elementos, com um enfoque nos conceitos de sustentabilidade e de economia circular. Em meio à conjuntura adversa da pandemia de Covid-19 que tornou o ensino remoto, a participação dos estudantes foi positiva, com os grupos de estudantes propondo saídas interessantes e economicamente sustentáveis aos problemas apresentados; as respostas a um questionário demonstram ganhos de aprendizagem.

**Palavras-chave:** ABP. Ensino de química inorgânica. Metodologias ativas de ensino.


**Abstract:** A pilot study of problem-based learning was developed and successfully applied to a class of inorganic chemistry for engineering at a public Brazilian university. Themes related to the descriptive chemistry of the elements were chosen, with a focus on the concepts of sustainability and circular economy. Despite the adverse situation of the Covid-19 pandemic that lead us to remote teaching, student participation was positive, with student groups proposing interesting and economically sustainable solutions to the problems presented; responses to a quiz demonstrate learning gains.


**Keywords:** PBL. Teaching inorganic chemistry. Active teaching methodologies.

## 1. Introdução

A pandemia de Covid-19 que já se arrasta por mais de dois anos deixou mais evidentes várias questões sobre o ensino de ciências, seja no nível médio, seja no nível superior. O desconforto de muitos alunos e professores com o formato tradicional das aulas centradas no professor já data de algum tempo, porém poucas investigações sobre como mudar esse cenário no ensino de química para os cursos de engenharia são encontradas na literatura (Mills e Treagust, 2003; Crippen et al., 2016). Com a imposição das aulas remotas, e conseqüentemente das inúmeras possibilidades de interação síncrona e assíncrona, professores e alunos foram chamados a se adaptar e/ou desenvolver novas formas de ensino-aprendizagem.

No ensino de química, entre várias tensões colocadas, uma nos parece central: como preparar as futuras gerações para tratar de complexos problemas como, por exemplo, a

<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-9435-5125> - Doutor em Ciências (Unicamp). Professor Associado (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil. Instituto de Química, Departamento de Química Fundamental, BR465, km 47, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: [herbst@ufrj.br](mailto:herbst@ufrj.br)

<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-8327-9147> - Doutor em Química (UFRRJ). Professor Adjunto (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil. Instituto de Química, Departamento de Química Fundamental, BR465, km 47, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: [mravel4@yahoo.com.br](mailto:mravel4@yahoo.com.br)

poluição, o esgotamento de fontes de matérias-primas, a produção sustentável, sem despertar nos alunos o senso de urgência que o desenvolvimento sustentável coloca? Certamente não será reproduzindo apenas a mesma aula expositiva e conteudista que muitos de nós, professores, tivemos quando éramos alunos, muito embora nossos professores tenham sido excelentes mestres, e muito embora tenhamos vários recursos audiovisuais à nossa disposição.

De fato, os fatores que tornam uma aula no ensino superior “boa” são múltiplos (Quadros e Mortimer, 2018).

Para Borochovicus e Tortella (2014), os atuais estudantes universitários compõem a geração dos *Millennials*, exposta a grande volume de informação, principalmente oriunda de ferramentas da internet. Nessa mesma linha de argumentação, Kloepper (2014), afirma que

*Millennial students are team-oriented and prefer non-traditional lecture methods, yet convincing the current generation of undergraduates to participate productively in class can be challenging. Common traits for Millennials include a preference for structure and an interest in building peer networks.*

Os desafios colocados pela sociedade demandam novas abordagens para o ensino, considerando que a abundância de informação não resulta necessariamente em conhecimento. Com a pandemia de Covid-19, o excesso de informação trouxe o questionamento sobre a qualidade da informação, principalmente através do debate sobre as *fakenews* e o negacionismo da ciência. Como as informações são transmitidas instantaneamente, pode-se dizer que o próprio ambiente da sala de aula - principalmente com a imposição do ensino remoto, foi profundamente transformado, assim como o papel do professor.

Arruda e Siqueira (2021) relatam que o uso de ferramentas on-line como aulas síncronas e assíncronas, uso de fóruns, chats, web conferências, repositórios, videoaulas e outros foi a alternativa encontrada para alcançar o maior número de alunos. Honorato e Marcelino (2020) analisaram a visão dos professores sobre o ensino remoto e relataram que a maioria se sentiu desafiada a testar novas estratégias com uso das tecnologias, embora se sentissem despreparados e preocupados com o aprendizado dos alunos.

Nas Instituições Públicas de Ensino Superior, atender aos anseios dessa nova geração de estudantes não tem sido tarefa fácil. Ainda são raras as discussões sobre metodologias de ensino que garantam qualidade do ensino, ao mesmo tempo que desloquem a centralidade do conhecimento do professor para o aluno, e propostas nesse sentido enfrentam resistências, desconfianças e burocracia.

Para Médici et al. (2020), sob a ótica dos alunos, entre os pontos positivos do ensino remoto está a maior flexibilidade de horário, e como dificuldade a ausência de acesso à internet presente para a maior parte dos alunos da rede pública em contraste com os da rede privada.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino-aprendizagem têm se mostrado abordagens pedagógicas muito úteis, por explicitamente deslocar o protagonismo da construção do conhecimento do professor para o aluno. Desta forma, os alunos escolhem os caminhos a seguir de forma mais autêntica e, ao longo do processo de busca por soluções para

o problema, eles vão em direção às expectativas e aos objetivos educacionais (Lopes, Silva-Filho e Alves, 2019).

Evidentemente esse deslocamento não ocorre sem ruídos, resistências e atritos de ambos os lados da sala/tela.

Relatamos a experiência com um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas (ABP) numa disciplina de Química Inorgânica para Engenharias Química e de Materiais utilizando somente atividades remotas, visando cobrir uma parte da ementa da disciplina que trata da química descritiva dos elementos químicos.

A ABP é uma metodologia ativa de ensino bem conhecida em áreas como ciências da saúde, na qual se originou (Barrows, 1996), porém é relativamente menos explorada no ensino de química, em particular no ensino de Química Inorgânica (Carriazo, 2011; Williams et al., 2010; Overton e Randles, 2015; Strollo e Davis, 2017). Em contraste, a metodologia PBL tem sido aplicada em outras áreas da química, como química orgânica (e.g. Lianda e Joyce, 2018), química ambiental (e.g. Jansson et al., 2015), química analítica (e.g. Matilainen et al., 2021) e físico-química (e.g. Günter e Alpat, 2017), além de ser empregada na formação inicial e continuada de professores de química (Oliveira et al., 2020; Yoong et al., 2014).

Nagarajan e Overton (2019) apontam que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPJ) são estratégias de aprendizagem centradas no estudante, que têm como objetivo uma aprendizagem aprofundada através da exploração de problemas do mundo real.

A literatura aponta que um bom planejamento de ABP deve priorizar alguns aspectos, tais como pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, colaboração e autogerenciamento. Além disso, deve conter alguns elementos-chave, como um problema autêntico que seja desafiador, promovendo a investigação sustentada e reflexão, e que esteja ligado a um conhecimento-chave vinculado à disciplina, a criação de um espaço para que os alunos possam se manifestar livremente, construindo a confiança entre alunos e professores, e, não menos importante, desenvolvendo o senso de crítica e autocrítica. Finalmente, o produto - tangível ou não, deve ser publicizado, reforçando assim a autenticidade da aprendizagem (Larmer et al., 2015; Lopes et al., 2019).

Além disso, Silva e Dias (2022) realizaram revisão sistemática da literatura sobre o uso da ABP e a aprendizagem colaborativa, aplicadas ao Ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio e Ensino Fundamental. As autoras concluem que, nos trabalhos que compõem a revisão, a ABP apresentou resultados positivos no que tange aos efeitos de aprendizagem. Porém, a partir dessa revisão da literatura, percebemos que há uma carência de relatos de experiências, nas quais os alunos possam se manifestar sobre a metodologia de ensino.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver e realizar um estudo-piloto de aplicação da ABP numa turma da disciplina de Química Inorgânica para Engenharias numa universidade pública brasileira.

## 2. Metodologia

A pesquisa aqui relatada é de cunho qualitativo, uma vez que é um relato de experiência sobre um estudo piloto que visava a reunir subsídios para análise da viabilidade de implantação da metodologia ABP na disciplina de Química Inorgânica para Engenharias oferecida pelo Departamento de Química Fundamental do Instituto de Química da UFRRJ. O estudo piloto foi realizado no segundo período letivo de 2020<sup>1</sup>, e devido à pandemia de Covid-19, as atividades foram integralmente remotas, alternando encontros síncronos com atividades assíncronas. Ao todo, 18 alunos participaram do estudo piloto com temas ligados à sustentabilidade, e a eles foram distribuídos em três grupos de seis alunos cada. Um tema inicial foi atribuído por sorteio a cada grupo, com um link para uma matéria jornalística, a saber:

O fósforo está acabando! (<https://theconversation.com/phosphorus-350-years-after-its-discovery-this-vital-element-is-running-out-109535>)

Está chovendo microplásticos! (<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/a-chuva-de-plastico-pode-ser-um-grande-problema-no-futuro-microplasticos.html>)

O cobre é o novo petróleo. (<https://exame.com/negocios/boom-do-cobre-estimula-busca-de-trilhoes-de-dolares-em-residuos/>)

A proposta dos temas teve a intenção de forjar uma conexão com a realidade, simulando situações que envolvem conhecimentos químicos e expertise tecnológica característica de profissionais das Engenharias. A intenção foi despertar o interesse dos alunos pelas narrativas, pois assim tenderiam a atuar como parte interessada na resolução dos problemas (Lopes, Silva-Filho e Alves, 2019).

No primeiro encontro síncrono do período foram explicadas aos alunos como seriam as atividades, bem como os fundamentos da metodologia ABP. Foi esclarecido que a participação no estudo piloto seria computada como uma das avaliações da disciplina, além de duas outras avaliações convencionais, focadas exclusivamente no conteúdo da disciplina. É necessário esclarecer que não seria possível introduzir a metodologia ABP integralmente na disciplina sem prévia discussão com a coordenação dos cursos envolvidos, e desta forma, foi feita a opção por introduzir uma avaliação não convencional, para colher subsídios para discussão e futura implantação dessa metodologia.

A carga horária da disciplina foi dividida de modo a disponibilizar duas horas por semana para encontros síncronos relacionados aos temas da ABP. Nesses encontros, o professor estava disponível para discutir com os alunos, de maneira a esclarecer dúvidas e orientar na tomada de decisões quanto aos percursos teóricos, porém sem intervir diretamente nas escolhas, uma vez que são parte da ABP. Em linhas gerais, foi destacado que, como uma metodologia ativa de aprendizagem, no estudo piloto o protagonismo seria dos alunos, e que os professores atuariam como orientadores ou mentores dos grupos. Foi também esclarecido que na metodologia ABP o processo é tão ou mais importante que o produto, ou seja, que habilidades interpessoais, a capacidade de iniciativa e o senso de responsabilidade eram esperados dos alunos. Foi dito que os professores não iriam intervir em questões internas dos grupos, os quais deveriam ser

<sup>1</sup> Devido à defasagem no calendário acadêmico da UFRRJ ocasionado pela pandemia de Covid-19, o segundo período letivo de 2020 ocorreu no primeiro semestre de 2021.

formados pelos alunos, segundo critérios que lhes parecessem adequados. Também foi esclarecido que os temas iniciais eram provocações, e que a leitura dos problemas deveria nortear o desenvolvimento das atividades, mas que a solução de cada problema seria aberta, fruto de uma construção coletiva e dos percursos teóricos escolhidos pelo grupo. Para balizar a escolha desses percursos teóricos, alguns critérios foram elencados, a saber: técnicos, econômicos, éticos e socioambientais. O formato escolhido para os trabalhos foi o de um projeto de pesquisa, com número máximo de vinte páginas, com os itens obrigatórios a seguir:

- A. Título do projeto;
- B. Resumo;
- C. Introdução, com revisão da literatura pertinente, e justificativa (hipótese científica);
- D. Objetivos (gerais e específicos);
- E. Método (materiais e métodos);
- F. Resultados esperados;
- G. Orçamento detalhado e justificado de todos os itens orçamentários;
- H. Referências Bibliográficas;
- I. Cronograma de execução (proposta).

Por fim, foi estabelecido um cronograma para as atividades da ABP, com disponibilidade semanal de encontros síncronos com os professores e com entrega de material parcial e de material final, o qual seria apresentado na última semana do período, em ordem também sorteada. Na semana final, foram também coletadas as impressões dos alunos, sobre a participação, os temas, os prós e contras da metodologia ABP testada nas condições de ensino remoto. Tal coleta foi feita mediante questionário on-line, de preenchimento voluntário, e no qual foi garantido o anonimato.

Os temas foram escolhidos tanto por sua relevância do ponto de vista da sustentabilidade, sob a ótica da economia circular, como também por integrarem o escopo da ementa da disciplina.

A respeito dos aspectos éticos, por se tratar de relato de experiência, fruto de um estudo piloto em condições totalmente remotas de ensino, os autores deste trabalho entendem que a garantia do anonimato dos participantes nas respostas seja suficiente. A devolutiva do estudo piloto se deu primeiramente na forma das apresentações, assistidas remotamente por toda a turma, e posteriormente na forma deste texto, de livre circulação.

### 3. Resultados e discussão

Ao longo do período letivo, houve encontros semanais com o professor para tratar das questões da ABP. Nesses encontros, diferentes grupos se colocaram de forma organizada, e houve troca de conhecimentos entre os grupos. O professor atuou como mentor, sem intervir nas escolhas ou na organização dos trabalhos. Cabe destacar que por se tratar de alunos de cursos de engenharia, as escolhas dos percursos teóricos naturalmente foram direcionadas para

aspectos ligados aos processos da indústria. Isso ficou evidente nos materiais parciais, enviados para o professor em data acordada no início do período, cujos títulos foram:

- Recuperação do fósforo por precipitação química em efluentes sanitários;
- Degradação catalítica de resíduos plásticos com fabricação de produtos de alto valor agregado;
- A problemática acerca da extração de cobre e sua crescente demanda.

Nesses materiais, o professor pode pela primeira vez mensurar o empenho, a iniciativa e a criatividade dos alunos na ABP, ficando claro que a metodologia recebeu boa acolhida entre os alunos. É importante também destacar que até a devolutiva dos materiais parciais, os alunos se mostraram tensos e inseguros, o que é natural tendo em vista a novidade da ABP e as condições do ensino remoto na pandemia. Foram dadas orientações e sugestões para o melhor encaminhamento dos trabalhos, visando os relatórios finais, sempre respeitando as escolhas dos alunos. Por fim, na última semana do período, os relatórios finais foram entregues e cada grupo apresentou seu trabalho para toda a turma e para os professores, ocorrendo novamente troca de conhecimentos entre os alunos.

Ao término das apresentações, os professores arguíram os grupos tanto sobre os temas dos trabalhos como sobre questões ligadas à química subjacente. As apresentações foram todas gravadas e disponibilizadas no canal do Youtube de um dos professores, de modo que todos tivessem acesso.

Para ter um *feedback* dos alunos sobre a metodologia, foi enviado convite para preenchimento de um questionário on-line, garantindo o anonimato e deixando claro o caráter voluntário, o qual foi atendido pela maioria dos grupos. A seguir, transcrevemos algumas respostas (denominadas R#) representativas. As perguntas (denominadas P#) foram tomadas de (Lopes et al., 2019).

**P1 - O que eu achei mais difícil foi...**

R1 - A busca pelo tema do trabalho, orçamentos.

R2 - Conciliar os horários para discussão do trabalho com os meus colegas.

R3 - Contar com a responsabilidade de pessoas que não conheço e que não sei se tem comprometimento ou pelo menos o objetivo de fazer um bom trabalho. No caso, além de difícil, foi burrice também. Salvo duas pessoas que se empenharam.

**P2 - O que eu mais gostei foi...**

R1 - Poder estudar sobre um assunto que atualmente ainda não se tem muita coisa concreta mas que no futuro pode ser comum.

R2 - Mesmo tendo minhas responsabilidades triplicadas eu gostei de trabalhar com esse tipo de abordagem, foi um desafio completo e acho que nós precisamos de mais projetos como esse, porque fazem a gente pensar como pesquisador, entender mais sobre todo esse meio, treinar apresentações, aprender a de tudo um pouco, ainda mais na nossa grade de engenharia

química, que temos poucas disciplinas que exigem seminários e afins. Com certeza vou sair dessa disciplina com muitos conhecimentos agregados.

R3 - Compartilhar e discutir as ideias com os membros do grupo. Ter conhecimento na parte da química que envolve o problema que até mesmo despertou interesse em "trabalhar" na área.

**P3 - O que me ajudou quando tive dificuldade foi...**

R1 - Meu grupo, e o auxílio do professor.

R2 - Pesquisar objetivos similares em trabalhos científicos.

R3 - Conversar com os membros do grupo, que me ajudaram muito a enfrentar as dificuldades. Nós nos ajudamos muito!

**P4 - Com relação à participação dos seus colegas de equipe ou grupo, você...**

R1 - Foi muito legal conversar e ver a ideia de todos integrantes, como todos faziam as pesquisas ao mesmo tempo, cada um contribuiu para o resultado final.

R2 - Avalio como excelente, apesar da dificuldade para conciliar horários, todas as nossas reuniões foram bastante proveitosas e todos se mostraram participativos.

R3 - Acho que foi excelente, pois fomos um grupo muito entrosado e através do trabalho criamos mais laços de amizade.

**P5 - Com relação à sua participação, você...**

R1 - Tive uma dificuldade no início com o tema em questão de participação.

R2 - Contribui muito, inclusive auxiliando meus colegas em relação à confecção do trabalho seguindo as normas ABNT e em outras questões que extrapolam o conteúdo.

R3 - Entreguei todas as tarefas no prazo estipulado por nós e ajudava os outros, com notícias, artigos etc.

**P6 - Com relação ao formato adotado no estudo piloto de ABP, você...**

R1 - neutro. Não gostou nem desgostou.

R2 - gostou muito.

R3 - gostou.

**P7 - O espaço abaixo é livre para seus comentários, críticas e sugestões.**

R1 - O modelo de aprendizado durante esse semestre foi bom, muito exaustivo mas bem desafiador. A disciplina de Inorgânica foi muito pesada. é difícil assistir todas as aulas semanalmente também é difícil. ainda mais tendo outras matérias no período, então fica difícil poder conciliar tudo. Algumas coisas que foi pedido foi muito complicado encontrar. então tudo isso saturou a disciplina num todo.

R2 - Excelente proposta, promove o desenvolvimento do aluno e estimula sua visão como pesquisador.

R3 - O projeto foi excelente. Pois, trabalhos assim nos ajudam despertar mais interesse em saber sobre os problemas que afligem o país e ver como nossas áreas de atuação podem contribuir para que haja mais mudanças.

É importante destacar que o preenchimento do questionário foi encerrado antes da divulgação das notas pelos professores, e que as notas atribuídas aos projetos e apresentações foram todas altas, atestando a excelente qualidade dos trabalhos. Dessa forma, esta terceira avaliação, não convencional, contribuiu para que os alunos alcançassem a média para aprovação na disciplina, mas as respostas ao questionário avaliativo não foram influenciadas por esta contribuição.

As respostas deixam claro que o estudo piloto foi bem-sucedido, ainda que numa conjuntura adversa de ensino totalmente remoto e em meio aos desdobramentos da pandemia de Covid-19.

Com a ABP foi possível perceber que a participação dos alunos nos grupos incentivou uma maior interação, seja com seus pares, seja com os professores, permitindo que mesmo no ensino remoto se trabalhasse habilidades interpessoais. Outra vantagem percebida foi que, como as soluções apontadas pelos grupos para os problemas não eram únicas e nem prontas, houve elaboração teórica, ou seja, não se tratava de respostas coletadas na internet. Houve um estímulo ao pensamento crítico na resolução das situações problema envolvendo a questão da sustentabilidade e, também, nas habilidades de tomada de decisão, argumentação, trabalho em equipe e criatividade, reforçando a importância da utilização das situações problema relacionadas a situações da vida real como ferramentas de aprendizagem, como proposto por Norman et al. (1992).

#### 4. Considerações finais

Foi aplicado com sucesso um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas, ABP, para a disciplina de Química Inorgânica para Engenharias do IQ-UFRRJ. Apesar de o ensino ter sido exclusivamente remoto, foi possível interagir com os alunos e estimular o trabalho em equipe, contribuindo para mitigar os efeitos do isolamento social que caracterizou o ensino durante a pandemia de Covid-19. Os temas dos problemas aqui relatados tangenciam a importante questão da sustentabilidade, e as soluções apresentadas pelos alunos mostram claramente que a utilização das metodologias ativas é um caminho para fomentar o pensamento crítico em disciplinas formalmente neutras, como a Química Inorgânica. O público-alvo formado por estudantes de engenharias se mostrou interessado, responsável, competente e criativo, ultrapassando inclusive as expectativas iniciais dos professores. Ainda que as condições de aplicação da metodologia ABP não tenham sido as ideais, e possa ter ocorrido sobrecarga de atividades para os alunos, este estudo piloto cumpriu seu propósito de mostrar a viabilidade da proposta metodológica.

Como sugestão de trabalhos futuros, temos a intenção de refazer a pesquisa em condições presenciais.



## 5. Referências

- ARRUDA J. S., SIQUEIRA L. M. R. Metodologias Ativas, Ensino Híbrido e os Artefatos Digitais: sala de aula em tempos de pandemia. **Rev. Remo**, Fortaleza, v. 3, n. 1, e314292, 2021. Disponível em: < <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/4292>>. Acesso em: 02 fev. 2023.
- BARROWS H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 68, p. 3-12, 1996. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tl.37219966804>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- BOROCHOVICIUS, E., TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, v. 22, (83), p. 263-294, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- CARRIAZO, J. G. Laboratory projects using inquiry-based learning: an application to a practical inorganic course. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 6, p. 1085-1088, 2011. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=4511](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4511)>. Acesso em: 18 out. 2022.
- CRIPPEN, K. J., WU, C., BOYER, T., TORRES, T., KOROLEV, M., BRUCAT, P. J. A Pilot Study of Project-Based Learning in General Chemistry for Engineers. **ASEE Annual Conference & Exposition**, 2016. Disponível em:<<https://peer.asee.org/a-pilot-study-of-project-based-learning-in-general-chemistry-for-engineers>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- LARMER, J., MERGENDOLLER, J., BOSS, S. Setting the standard for project based learning. 2015. Disponível em:<[https://www.ascd.org/publications/books/114017/chapters/A\\_n-ASCD-Study-Guide-for-Setting-the-Standard-for-Project-Based-Learning.aspx](https://www.ascd.org/publications/books/114017/chapters/A_n-ASCD-Study-Guide-for-Setting-the-Standard-for-Project-Based-Learning.aspx)>. Acesso em: 18 out. 2022.
- LIANDA, R. L. P., JOYCE, B. Applying Project-Based Learning (Pbl) In The Organic Chemistry Course While Studying Honey. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, 13, 407-420, 2018. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/journal/6198/619866305016/html/>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- LOPES, R. M., ALVES, N. G., PIERINI, M. F., SILVA FILHO, M. V. Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. In: **Aprendizagem baseada em problemas : fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores** / Renato Matos Lopes, Moacelio Veranio Silva Filho, Neila Guimarães Alves (organizadores). – Rio de Janeiro : Publiki, 2019; ebook.
- MATILAINEN, R., NUORA, P., VALTO, P. Student experiences of project-based learning in an analytical chemistry laboratory course in higher education. **Chemistry Teacher International**, 3, 229-238, 2021. Disponível em:<<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cti-2020-0032/html>>. Acesso em: 18 out. 2022.
- MÉDICI M. S., TATTO E. R, LEÃO M. F. Percepções de estudantes do Ensino Médio das redes pública e privada sobre atividades remotas ofertadas em tempos de pandemia do coronavírus. **Rev. Thema**, v. 18, Especial, 2020, p. 136-155. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1837>>. Acesso em 02 fev. 2023.

MILLS, J. E., TREAGUST, D. F.. Engineering education – is problem-based or project-based learning the answer? **Australasian J. of Engng. Educ.**, online publication 2003-04 Disponível em:<[http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills\\_treagust03.pdf](http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2022.

NAGARAJAN, S., OVERTON, T. Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. **J. Chem. Educ.** 96, p. 2901–2909, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00358>>. Acesso em: 18 out. 2022.

NORMAN G. T., SCHMIDT H. G. The psychological basis of problem-based learning:

A review of the evidence. **Acad. Med.**, v. 67, n. 9, p. 557-565, 1992. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1520409/>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

OLIVEIRA, F. V. DE, CANDITO, V., GUERRA, L., CHITOLINA, M. R. Problem-Based Learning (PBL) linked to initial and continuing education for chemistry teachers. **Research, Society and Development**, 9, e551985642, 2020. Disponível em:<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5642>>. Acesso em: 18 out. 2022.

OVERTON, T. L., RANGLES, C. A. Beyond problem-based learning: using dynamic PBL in chemistry. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v.16, p.251-259, 2015. Disponível em:<<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/rp/c4rp00248b>>. Acesso em: 18 out. 2022.

QUADROS, A. L., MORTIMER, E. F. **Aulas no Ensino Superior** - Estratégias que envolvem os estudantes - Curitiba: Appris, 2018.

SILVA, L. G., DIAS, L. F. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de ciências da natureza com foco na colaboração: Uma revisão sistemática da literatura. **ENCITEC – Santo Ângelo –** v. 12, n. 3., p. 86-102, set./dez. 2022. Disponível em:<<https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/download/528/466>>. Acesso em: 04 abril 2023.

STROLLO, C., DAVIS, K. L. Incorporating Problem-Based Learning (PBL) Into the Chemistry Curriculum: Two Practitioners' Experiences. In: Kloepper and Crawford; **Liberal Arts Strategies for the Chemistry Classroom ACS Symposium Series**; Washington: American Chemical Society. 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.1021/bk-2017-1266.ch008>>. Acesso em: 18 out. 2022.

YOONG, H., WOO, A. J., TREAGUST, D. F., CHANDRASEGARAN, A. L. The Efficacy of Problem-based Learning in an Analytical Laboratory Course for Pre-service Chemistry Teachers. **International Journal of Science Education**, 36, 79-102, 2014. Disponível em:<<https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F09500693.2012.727041>>. Acesso em: 18 out. 2022.

WILLIAMS, D. P., WOODWARD, J. R., SYMONS, S. L., DAVIES, D. L. A Tiny Adventure: the introduction of problem based learning in an undergraduate chemistry course. **Chem. Educ. Res. Pract.**, 11, 33–42, 2010. Disponível em:<<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2010/rp/c001045f>>. Acesso em: 18 out. 2022.