

## **Bioquímica e Agrotóxicos: o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação de técnicos em química**

### **Biochemistry and Pesticides: The use of Problem-Based Learning (PBL) in the training of chemistry technicians**

**Julio César da Silva**

Instituto Federal Fluminense - Campus Cabo Frio

[pharmakon19288@yahoo.com](mailto:pharmakon19288@yahoo.com)

**Claudia Cristina Machado de Figueiredo de Oliveira**

Universidade Veiga de Almeida - Campus Cabo Frio

[claudiabioq1@gmail.com](mailto:claudiabioq1@gmail.com)

**Rachel Ann Hauser-Davis**

Instituto Oswaldo Cruz - Fundação Oswaldo Cruz

[rachel.hauser.davis@gmail.com](mailto:rachel.hauser.davis@gmail.com)

**Luis Antonio de Pinho**

Instituto Federal do Acre - Campus Rio Branco

[luis.pinho@ifac.edu.br](mailto:luis.pinho@ifac.edu.br)

**Renato Matos Lopes**

Instituto Oswaldo Cruz - Fundação Oswaldo Cruz

[rmatoslopes@gmail.com](mailto:rmatoslopes@gmail.com)

**Manildo Marcião de Oliveira**

Instituto Federal Fluminense - Campus Cabo Frio

[manildodpicf@gmail.com](mailto:manildodpicf@gmail.com)



## Resumo

Nos cursos técnicos em Química, os conhecimentos da bioquímica costumam ser ministradas com ênfase na memorização. Porém, o futuro técnico, por atuar em áreas como a Ecotoxicologia, necessita da integração de diversas áreas do conhecimento, bem como desenvolver uma série de habilidades e competências que são fundamentais para o exercício da sua profissão. Nesta perspectiva, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) apresenta-se como uma alternativa para a formação dos estudantes. O objetivo deste trabalho foi verificar as percepções dos alunos do curso de Técnico em Química sobre a utilização da ABP para o ensino de bioquímica e saúde utilizando o tema agrotóxico. Aos alunos foi apresentado um problema para resolução seguindo a metodologia da ABP e a aplicação de um questionário para avaliação da estratégia de ensino aplicada. Os resultados corroboram que a ABP contribui para a aprendizagem dos discentes e possui potencial para ser utilizada em cursos técnicos.

**Palavras chave:** Aprendizagem baseada em problemas, ensino de bioquímica, agrotóxicos.

## Abstract

In technical Chemistry courses, biochemistry knowledge is usually taught emphasizing memorization. However, future technicians, as they work in areas such as Ecotoxicology, must integrate different knowledge areas, while also developing a series of skills and competences paramount for the exercise of their profession. From this perspective, Problem-Based Learning (PBL) is presented as a student training alternative. The aim of this study was to verify Chemistry Technician student perceptions concerning the use of PBL in teaching biochemistry and health employing the pesticide theme. The students were presented with a problem to be solved following the PBL methodology and the application of a questionnaire to evaluate the applied teaching strategy. The results corroborate that PBL contributes to student learning and displays the potential to be applied in technical courses.

**Key words:** Problem-based learning, biochemistry learning, pesticides.

## Introdução

O ensino da bioquímica pode ser considerado um desafio complexo, pois envolve conteúdos tanto de biologia quanto de química e exige a abstração por parte dos alunos (LEAL et al., 2012). O conhecimento de bioquímica que o aluno do ensino médio recebe não costuma ser adequado, pois, em geral, é superficial e apresenta problemas epistemológicos (NIEBISCH; SOUZA, 2016). Nos cursos técnicos de ensino médio de áreas correlacionadas, como nos cursos técnicos em Química e do campo da Saúde, a bioquímica costuma ser ministrada com ênfase na memorização de conteúdos, alinhado ao modelo taylorista-fordista que ainda caracteriza os cursos técnicos da área (MATSUMOTO; KUWABARA, 2005).

O técnico em Química, por exemplo, por atuar em áreas com alto grau de periculosidade e



insalubridade, tem a necessidade de entender o valor da sua formação. Esta reflexão está relacionada diretamente a importância da Toxicologia Ambiental na formação deste técnico (MOZETO; JARDIM, 2002). Essa área, relacionada com a Química Ambiental, compreende uma vertente conhecida como Ecotoxicologia, que visa identificar os efeitos dos contaminantes, principalmente os químicos, na biosfera e em todos os seus diversos componentes (LEAL et al., 2012). Por outro lado, diante de sua proposta de integração curricular, a Ecotoxicologia requer da integração de diversas áreas do conhecimento para abordar as questões de profunda relevância da Saúde Pública e Ambiental (MAGALHÃES; FILHO, 2008). Nesse contexto, um dos fatores de podem dificultar o avanço da Ecotoxicologia é a formação dos futuros cientistas e técnicos que irão atuar neste campo (LEAL et al., 2012). Nesta perspectiva, a estratégia de ensino e de organização curricular conhecida como PBL (*Problem-Based Learning*), e em português ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), apresenta-se como uma alternativa interessante para o ensino de Ecotoxicologia (LOPES et al., 2020). A ABP busca tornar o aluno mais ativo no processo ensino-aprendizagem, valorizando o seu conhecimento prévio sobre determinado assunto –bem como o estudo colaborativo e autogerido na busca de solução de problemas próximos à sua realidade, a fim de estimular o desenvolvimento de pensamento crítico e habilidades de solução de problemas (LOPES et al., 2011; SOUZA; DOURADO, 2015). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar as percepções dos alunos do curso de Técnico em Química sobre a utilização da ABP para o ensino de bioquímica aplicando o tema “agrotóxicos”.

### **Metodologia**

O método de ABP utilizado em nosso estudo é baseado em Lima e colaboradores (2003). Foi desenvolvida uma proposta de ensino aplicando a ABP em uma disciplina de Bioquímica para onze alunos do terceiro módulo do Curso Técnico subsequente de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Campus Cabo Frio, em seis encontros/aulas (50 min/aula). A atividade foi realizada entre o dia 19 de fevereiro a 26 de março de 2018. Nas aulas, os alunos foram expostos a situações motivadoras a partir da leitura do problema, práticas em laboratório e grupos tutoriais, que levaram a construção autogerida e coletiva do conhecimento. Foi necessário acrescentar alguns itens aos “Sete passos” clássicos da ABP (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014), para melhor atender as especificidades do curso (Tabela 1). Assim, os itens 3, 5 e 10 foram os adicionados e possibilitaram a atribuição de aprendizagem de novos conceitos, de vivência na prática do laboratório e a avaliação do método.

**Tabela 1:** Desmembramento dos sete passos da ABP para o estudo atual

Etapas		Atividades
1ª Sessão Tutorial	1	Exposição e análise do problema
	2	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos ( <i>Brainstorming</i> )
	3	Levantar conceitos não conhecidos
	4	Estabelecimento do plano de trabalho para a resolução do problema
Prática no laboratório	5	Experimentação e atividade no laboratório
Estudo Autodirigido	6	Estudo individual e em grupos tutoriais
2ª Sessão Tutorial	7	Reequacionar o problema
3ª Sessão Tutorial	8	Análise de dados e conclusão
Avaliação	9	Apresentação das hipóteses (solução do problema)
	10	Avaliação do curso e do método através de questionário qualitativo

Na primeira sessão tutorial, houve a apresentação dos tutores que orientaram durante o curso, compreendendo o professor titular da disciplina e uma aluna da Pós-Graduação *lato sensu* em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Cabo Frio. Após esse momento, a turma se dividiu em três grupos e houve a eleição de um coordenador e um secretário por grupo. O coordenador é o responsável pela motivação do grupo e na obtenção das informações científicas que podem resolver as questões levantadas pelo problema. O secretário teve a responsabilidade de registrar todas as pesquisas, debates, entrevistas e reuniões do grupo, relacionados com a resolução do problema no diário de bordo (um instrumento pedagógico importante onde os estudantes realizam seus relatórios de pesquisa).

Na segunda sessão tutorial, os alunos aprenderam as estratégias necessárias para a criação de um Mapa Conceitual (MC) como uma opção de escolha na apresentação final para os grupos. Campelo e Piconez (2018) destacam que o MC é, possivelmente, uma das melhores ferramentas para visibilidade das ideias complexas, demonstrando como conceitos estão relacionados para criar significado. Segundo Novak e Cañas (2003), os MC podem ajudar o grupo a capturar e chegar a um consenso sobre o conhecimento coletivo, alguma questão específica ou conjunto de questões de interesse para o grupo. Serve, portanto, tanto como um instrumento de apresentação dos resultados como para auxiliar os alunos no processo de raciocínio e reflexão sobre o tema a ser abordado. Na última etapa do estudo, foi solicitado aos estudantes que voluntariamente dessem um depoimento acerca da experiência acadêmica e que respondessem a um questionário de avaliação do método, com as seguintes questões:

1. Os tutores criaram um clima favorável de aprendizagem?
2. O problema apresentado despertou em você a busca pela investigação?
3. A visita ao Laboratório colaborou com o processo investigativo?



4. Foi possível estabelecer uma relação entre a teoria e a prática?
5. Os dados coletados e analisados foram uteis para solucionar o problema?
6. Você conseguiu visualizar, através do problema, a área de atuação (profissional) do Técnico em Química?
7. Você conseguiu compreender, através do problema, a responsabilidade do indivíduo por suas ações que afetam o ambiente (socioambiental)?

As respostas do questionário eram fechadas, com três possibilidades (sim, razoavelmente e não) e foram quantificadas para análise.

O problema que se apresenta no Quadro 1 foi elaborado tendo em mente orientações de Massena e colaboradores (2013), que indicam que um bom problema deve conter as seguintes características: a) apresenta uma questão interessante para resolver; b) mostra um tema ou assunto atual e importante para discussão; c) possui diálogos e provoca empatia pelos personagens por parte dos alunos; d) tem aplicação pedagógica e apresenta um conflito que força a tomada de decisões por parte dos estudantes; e) apresenta generalizações e é curto. Portanto, a disciplina teve como situação problema a *“Intoxicação de pessoas que se alimentam de hortaliças, legumes e frutas”*. A mesma foi escolhida por fazer parte do cotidiano profissional dos técnicos em Química e da área agrícola.

Resumidamente, o problema elaborado e apresentado buscou abordar os seguintes conteúdos: enzimas, inibidores enzimáticos, agrotóxicos, métodos analíticos para detecção de agrotóxicos, Saúde Pública e políticas de vigilância ambiental. Desta forma, os estudantes foram estimulados a participarem em um processo investigativo de aprendizagem fundamentado nos passos de execução da ABP (Tabela 1).



**Quadro 1:** O Problema para a aplicação da ABP sobre o tema: Agrotóxicos

**O PROBLEMA:**

Pedro Borges, trabalhador rural de uma cidade no interior do Rio de Janeiro, depois de três anos sem tirar férias já com muita irritação e ansiedade, viu que era hora de descansar. Resolveu aproveitar os trinta dias de suas férias na cidade do seu primo Basílio, que também trabalhava na roça, numa região agrícola do centro oeste do Brasil. Como era primeira vez na região, ficou encantado com a beleza natural, e com extensas áreas com plantações de soja. Pedro, gosta de esporte (pescar), aventura, tem uma vida vegana e quando pode costuma frequentar restaurantes veganos. Ele também gosta de preparar seu próprio alimento, com muitas hortaliças, legumes e frutas. Porém, na metade de suas férias, após preparar e comer seu almoço contendo principalmente pimentão, arroz, banana, morango, uva, pepino, ervilha, alface, cenoura, milho e tomate, se sentiu mal, com cianose, tremores no corpo, indisposição, fraqueza, mal-estar, dor de cabeça, náuseas, vômitos, respiração difícil, com dores no peito e falta de ar, dando entrada na emergência do hospital da cidade. Em função do possível diagnóstico de intoxicação, foi realizada lavagem gástrica, administração de carvão ativado e atropina, ficando internado por cinco dias. Após toda esta inesperada situação, foi melhorando sendo liberado em seguida. Basílio, ainda em estado de aflição e tomado de angústia, inicia uma conversa com o primo:

- O que acha que sucedeu primo? Você quase empacotou!!!

Pedro responde:

- Ainda não sei é um mistério. Os médicos perguntaram se eu queria tirar a própria vida. Só sei que como de costume eu preparei meu rango com um pouco de cada coisa (carboidrato, proteína e lipídio) que tirei da sua horta, tão bonitas elas estavam.

Então, Basílio respondeu em tom de desalento:

-Hiii!!! Meu primo aquela horta eu não uso pra mim não!!! Eu coloquei venenos para eliminar pragas e ervas daninhas!!! Não faz nem uma semana que castiguei os pés de uva, banana e milho, com um defensivo famoso o tal “rundupe”, acho que é isso.

E Pedro por curiosidade pergunta:

-E os outros legumes e verduras também usou “rundupe”?

-Primo, acho que não, mas são tantas vezes que aplico, além deste tem outros também que as vezes eu erro a mão!!! Respondeu Basílio.

- Seria bom se tivesse alguém pra tirar nossa dúvida!!! O que foi que me fez tanto mal? Complementou Pedro.

**PERGUNTAS:**

1. O que aconteceu com Pedro Borges neste caso?
2. Quais atitudes deverão ser implementadas para evitar repetição deste problema?
3. Se as amostras que fizeram mal ao Pedro fossem encaminhadas a um laboratório, quais análises um técnico em química poderia realizar para ajudar a solucionar estas dúvidas?
4. Por que o primo Basílio usa o veneno famoso?
5. Como os alimentos que o Pedro comeu podem se incluir na classificação bioquímica (proteínas, carboidratos e lipídios)?
6. No Brasil, o que se faz para analisar e obter informações sobre contaminações em alimentos?

**AVALIAÇÃO:**

Os grupos deverão apresentar as respostas para as perguntas do problema sob forma de um: seminário, mapa conceitual, apresentação cênica, entre outros.



## Resultados e discussão

A apresentação dos resultados foi realizada de acordo com a sequência de atividades desenvolvidas na proposta (Tabela 1). Na primeira sessão, foram realizados os passos de apresentação descritos anteriormente e feita a leitura conjunta da situação-problema e busca das palavras desconhecidas. A seguir foi realizado um *brainstorming*, momento da ABP de reflexão e no qual os tutores estimulam a participação de todos os alunos. Dentre os termos desconhecidos, os alunos apresentaram: Roundup<sup>®</sup>, atropina e cianose. Já entre as possíveis causas de intoxicação, os alunos apontaram: Alteração do pH, contaminação na água, pragas nas hortaliças, soja transgênica, venenos, estresse, tempo de exposição, cólera, reação alérgica, Roundup<sup>®</sup> e falta ou excesso de vitamina (B12). Nesta fase, percebemos a participação de todos e uma atmosfera descontraída.

Uma importante questão foi notada por uma aluna sobre a pesca, atividade esportiva do Pedro Borges, personagem do problema, pois, sendo ele “vegano”, não seria coerente tal atividade. A estudante foi parabenizada pela ótima observação. Embora a atividade de pesca no problema tenha sido especificada como sendo esportiva, este fato demonstrou também a importância dos cuidados necessários para construção do problema para que não possibilite interpretações fora do contexto. De toda forma, a observação feita pela aluna, demonstra claramente o que Ausubel defendia, o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa (AGRA et al., 2019), e assim, cabe ao docente valorizar tal conhecimento, para favorecer a aprendizagem pelo discente, tornando-o ativo no processo.

Após o *Brainstorming* os estudantes, auxiliados pelos tutores, traçaram suas hipóteses de resolução para o problema apresentado. Essas se concentraram nas seguintes: alergia, contaminação na água, intoxicação por agrotóxico (Roundup<sup>®</sup>) e falta ou excesso de vitamina (B12). Com base nestas, foram traçadas metas de estudo, segundo um plano de trabalho que consistiam em: i) pesquisar informações em biblioteca digital, artigos, livros, revistas etc., no intuito de criar argumentos científicos para testar a hipótese do grupo; ii) realizar aula prática dentro do contexto agrotóxicos. A atividade do laboratório foi o estudo de uma enzima afetada por agrotóxicos organofosforados, a acetilcolinesterase (AChE).

No laboratório, os alunos determinaram a atividade específica da enzima acetilcolinesterase (AChE), através de duas práticas, utilizando como amostra parte cerebral e muscular do peixe tilápia (*Oreochromis niloticus*). Foram utilizadas enzimas extraídas dos peixes no laboratório de Ecotoxicologia e Microbiologia Ambiental (LEMAM) da Instituição. O LEMAM realiza pesquisas com esta espécie e este fato promove a interlocução entre a pesquisa de bancada e o ensino na Instituição.

Para Lopes e colaboradores (2011), a experiência em ABP favorece o rompimento da dicotomia teoria e prática, possibilitando aos alunos uma reflexão sobre seus processos e contextos da sua área profissional. Na primeira prática, os estudantes visualizaram a atividade da AChE segundo Silva e colaboradores (2019), utilizando o substrato acetiltiocolina e o reagente de cor DTNB (reagente de Ellman, 5,5'-Ditiobis (2-Ácido Nitrobenzoico) pelo espectrofotômetro em 412 nm. Na segunda prática, acrescentou-se um inibidor da enzima acetilcolinesterase, o Masoten<sup>®</sup> (um composto organofosforado) e observou-se que os valores da absorvância foram menores, indicando a inibição da enzima. A AChE tem papel fundamental na regulação do mecanismo de transmissão do impulso nas sinapses colinérgicas do sistema nervoso (ARAÚJO; SANTOS; GONSALVES, 2016). Segundo Interaminense (2019) as aulas práticas no ensino de biologia



como estratégia didática e promotora do processo de ensino aprendizagem trazem benefícios aos estudantes, com o prazer pelo conhecimento e o trabalho em equipe. Currículos baseados em ABP estimulam a construção de laboratórios integrados de prática para facilitar a participação dos grupos na execução de experimentos que forneçam a visão prática que o problema pode oferecer, desenvolvendo o aprender a fazer e possibilitando o aprendizado de longa duração (AZER et al., 2013).

Na fase de estudo autogerido houve reuniões tutoriais, nas quais os grupos apresentavam as informações obtidas em suas pesquisas individuais. Foi observado o andamento um pouco lento das pesquisas e a tendência dos grupos em definir a hipótese do Roundup® como o causador da intoxicação aguda de Pedro Borges. Os tutores solicitaram que os estudantes fossem atentos e que buscassem conseguir argumentos científicos para sustentarem esta hipótese. Também foi indicado para que refletissem sobre a aula prática realizada. Nesta reunião também ocorreu a segunda eleição dos coordenadores e secretários dos grupos de estudo. Constatou-se que o diário de bordo foi pouco utilizado e os tutores alertaram aos grupos de que isso seria um problema, pois o diário é um instrumento a ser usado como parte do processo avaliativo.

Com base nesse encontro, os tutores realizaram uma reunião de planejamento para prever os possíveis cenários que poderiam encontrar na reunião com os alunos. Assim foi possível traçar uma estratégia adequada para cada cenário. Os cenários previstos entre os tutores foram: i) os grupos não apresentariam acréscimos nas informações para resolução do problema, indicando desmotivação; ii) os grupos apresentariam mais dados de pesquisa, mas ainda não estão conseguindo visualizar a resolução, ou seja, ainda usando a hipótese de que o Roundup® seria o responsável pela intoxicação; e iii) os grupos estão começando a perceber que não conseguem argumentos científicos que sustentem a hipótese escolhida e verificam outro caminho, a partir das informações obtidas do problema e da aula prática.

Uma segunda reunião tutorial foi marcada pelo cansaço indicado pelos participantes, pois os mesmos estavam em véspera de provas do método tradicional e ainda tinham que desvendar o problema. Deste modo, apenas parte dos estudantes conseguiram realizar os estudos individuais. Apesar das dificuldades, a tutoria teve avanços e os estudantes conseguiram novos resultados que contribuíram para a investigação. Por outro lado, os mesmos estavam desempenhando esforços em caminhos que não ajudariam solucionar o problema. Tal cenário foi previsto pelos tutores, (cenário ii). Neste momento a tutoria foi envolvida por debates entre alunos e tutores para que os primeiros pudessem pensar cientificamente, e não pelo senso comum. O mais fácil seria acreditar que o Roundup® fosse o responsável pela intoxicação, entretanto os dados dos sintomas e tratamento dados pelo problema não eram condizentes com este composto. Os tutores reforçaram aos grupos que pesquisassem mais, olhando os dados fornecidos pelo problema. Para ajudar os discentes na busca de um raciocínio investigativo, criou-se um segundo *Brainstorming* e iniciando uma segunda rodada de investigações. Em seguida, ocorreu novas eleições dos coordenadores e secretários.

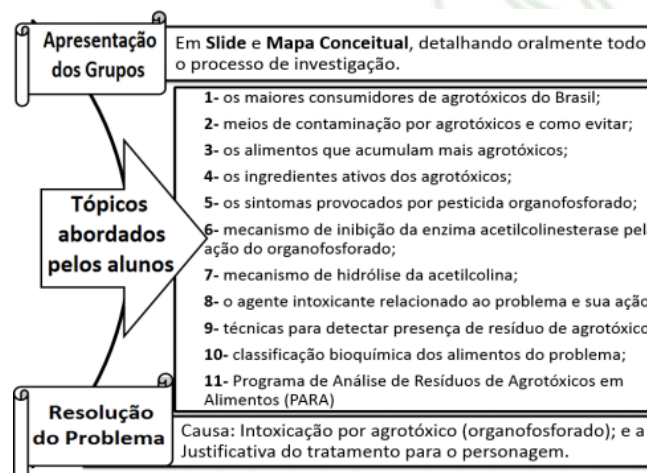
As reuniões tutoriais são importantes na ABP, pois são nelas que os tutores conseguem orientar as discussões. Tal relevância é confirmada por Azer (2005), as sessões tutoriais objetivam promover e acompanhar a construção coletiva do conhecimento, a partir da participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Nelas, os tutores orientam as discussões e o uso de materiais diversos e de várias áreas do conhecimento. No segundo *Brainstorming*, o objetivo foi identificar na classe, as palavras novas que eles se depararam em suas buscas caracterizando



assim uma aprendizagem oriunda da pesquisa individual e do grupo. Foram encontradas: enzima acetilcolinesterase, composto organofosforado, piruvato, acetilcolina, hidrolisar, neurotransmissor, enzimas, glifosato e receptores muscarínicos. Nesta etapa, ainda observamos grupos que correlacionavam a intoxicação do Pedro Borges ao glifosato (Roundup®). Mas, os organofosforados inibidores de acetilcolinesterases começam a aparecer como possíveis hipóteses. O papel do tutor foi solicitar ao grupo que lessem novamente o problema e ficassem atentos aos detalhes.

Na terceira reunião tutorial, os diários de bordo foram mais utilizados, destacando-se a presença de muitas informações de artigos científicos. Os grupos estavam todos caminhando para mudanças de suas hipóteses para descartar o glifosato e incluir o organofosforado inibidor de colinesterase. Já trabalhando com a hipótese adequada, os grupos passaram a organizar o material para ser apresentado na avaliação final. Na etapa de avaliação, os grupos apresentaram as hipóteses para cada questionamento feito no problema gerador. A Figura 1 mostra um resumo geral dos tópicos abordados pelos alunos. Os três grupos concluíram acertadamente que os agrotóxicos do grupo dos organofosforados foram os responsáveis pela intoxicação aguda de Pedro Borges.

**Figura 1:** Resumo das apresentações dos grupos



Os organofosforados compõem o princípio ativo de agroquímicos responsáveis por uma intoxicação aguda denominada síndrome colinérgica (JOKANOVIĆ; KOSANOVIĆ, 2010). O tratamento envolve atropina (anticolinérgico) e oximas (reativadores de AchE), entre outras drogas de ação sintomática, alinhadas a contínua observação clínica (CAVALCANTI et al., 2016). A intoxicação ocupacional é mais comum em trabalhadores de áreas rurais nas plantações que culturalmente utilizam agrotóxicos no controle de pragas (SOARES; ALMEIDA; MORO, 2003).

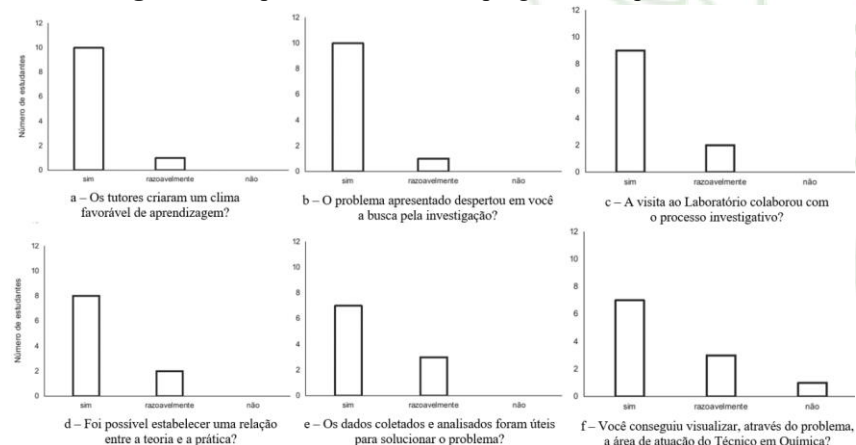
Na avaliação do método pelos estudantes através de questionário, consideramos que os alunos majoritariamente responderam positivamente a todas as perguntas (Figura 2). Sobre a percepção destes em relação aos tutores, apesar do *feedback* positivo (Figura 2a), percebemos que em alguns momentos os discentes tentaram induzir os tutores a informar a solução do problema. Neste caso, a tutoria precisou convencer os estudantes que o método só traz

benefícios se forem adquiridos o hábito da leitura e da pesquisa, o que requer um amadurecimento acadêmico aliado a prática nova de processo de ensino-aprendizagem.

Sobre o problema (Figura 2b), as percepções dos alunos se aproximam do que foi almejado, considerando que para mobilizar o interesse do aluno pela investigação, o problema deve ser capaz de estimular a pesquisa para aprofundar os conceitos, ser autêntico, proporcionar a ligação do conteúdo programático da disciplina com situações do cotidiano dos alunos (CARVALHO, 2009).

A percepção dos alunos de que a proposta da ABP aliou fortemente a teoria com a prática (Figura 2d), vai de encontro com resultados da literatura. Reis e Vitalino (2017) realizaram uma análise qualitativa comparativa entre a ABP e o ensino tradicional e concluíram que a ABP potencializou o ensino-aprendizagem dos estudantes do Nível Médio do Instituto Federal do Espírito Santo no campus Vitória. Entretanto, estudo realizado com formação de profissionais de enfermagem indicou que a ABP, como currículo básico, proporcionou competências que visam promover o gosto e a necessidade do buscar aprender, mas não conseguiu resolver questões de deficiência de conhecimento teórico (BOYER, 2003). Este ponto pode expressar algumas importantes fragilidades do método que podem produzir resistência se o objetivo da formação for apresentar forte base teórica.

**Figura 2:** Respostas dos alunos às perguntas do questionário



As perguntas com menor índice de concordância foram as relacionadas à relação aos dados coletados e analisados para solucionar o problema (Figuras 2e) e de identificar no problema a área de atuação profissional do técnico em química (Figuras 2f). Acreditamos que a dificuldade dos alunos em tratar os dados está relacionada à mudança do método de ensino: do convencional para uma metodologia ativa (ABP). Segundo Souza e Dourado (2015) este método cria uma insegurança inicial nos alunos, ocorrendo dúvidas e questionamentos na análise dos dados em relação ao problema. Todavia, consideramos os resultados satisfatórios em relação a utilização do problema para identificar a área de atuação profissional, embora neste quesito percebamos que seja possível atuar com estratégias mais eficazes para melhorar este entendimento. Lopes e colaboradores (2011) ressaltam que a ABP, além de estimular a autonomia, a criatividade e o senso crítico, também promove competências específicas da prática profissional.

Por fim, foi unânime entre os alunos a compreensão de que foi possível enxergar, através do problema, a responsabilidade do indivíduo por suas ações que afetam o meio ambiente e a



saúde. Paulo Freire (1987) defendia como objetivo da escola ensinar o aluno a “ler o mundo” para poder transformá-lo. Assim, a educação não pode ser uma prática de depósito de conteúdos apoiada numa concepção de homens como seres vazios, mas de problematização dos homens em suas relações com o mundo. A ABP busca promover este resgate.

Os depoimentos de 10 alunos foram obtidos a respeito da experiência obtida pela metodologia ABP (Quadro 2). Observamos, de maneira geral, que os alunos tiveram percepções favoráveis em relação à ABP. Alguns depoimentos avaliam questões importantes do método ABP e do ensino de bioquímica para o técnico em química. O aluno 1 ressalta a importância das aulas teórico-prática aplicado ao tema enzimas. A tutoria é criticada pelo aluno 3, embora sem maiores detalhes este ponto da ABP é determinante para o sucesso do método. O aluno 4 destacou o cansaço vivido durante o processo. Este importante relato deve ser considerado, pois a ABP exige um esforço de pesquisa e reflexões que podem sobrecarregar o estudante se a metodologia for aplicada, por exemplo, junto ao período de avaliações escritas realizadas pelo método de ensino tradicional.

**Quadro 2:** Depoimentos dos alunos sobre ABP

Aluno 1	“Foi muito proveitoso, e me senti muito animado e motivado, pois fui por vontade própria buscar um conhecimento que eu não conhecia, e como foi por vontade própria eu aprendi muito mais. Sugestão: Na aula de bioquímica ministrada em sala e no laboratório, foi-se abordados temas que eu vi ligação direta com o problema. Ou seja, acredito eu que o ideal seria ter a aula da matéria antes do problema, pois enzima e coenzima é difícil entender sozinho”.
Aluno 2	“Parabenizo os tutores com o excelente trabalho desenvolvido, pois através do mesmo adquirimos um conhecimento riquíssimo, instigando-nos a buscar sempre mais. Obrigada! Classifico como magnífico o método ABP, sem hipérbole. Parabéns! Acrescentou-nos muito”.
Aluno 3	“Em relação a técnica de aprendizado, achei um bom jeito de incentivar a pesquisa, porém, acho deve ser aprimorado o modo como deve fazer a tutoria dos alunos”.
Aluno 4	“Foi uma atividade muito interessante, despertando fatos baseados no problema apresentado para a solução do problema que estava relacionado a matéria requerida dando um melhor entendimento sobre o assunto. Gostei! Nota 9, porque foi cansativo!”
Aluno 5	“A atividade foi muito produtiva, tendo em vista que os problemas apresentados não eram conhecidos, levando a busca para sua resolução; quanto ao apoio foi muito preciso e esclarecedor”.
Aluno 6	“Foi bem interessante, pois pesquisei e aprendi coisas que jamais imaginaria”.
Aluno 7	“Foi muito bom, desperta a vontade de saber o que realmente aconteceu com Pedro”.
Aluno 8	“Achei proveitoso, gostei de aprender mais e relembrar coisas sobre o sistema nervoso”.
Aluno 9	“Achei muito interessante essa metodologia, de ensino aprendizagem pois, nos ‘instiga’ a pesquisar e, quanto mais se pesquisa mais vontade temos de pesquisar”.
Aluno 10	“O método de aprendizado é excelente. Poderia ter sido mais completo se fosse o módulo todo”.
Aluno 11	Sem comentário.

Os demais depoimentos destacam a eficiência do método enquanto promovedor do incentivo à pesquisa e ao estudo interdisciplinar. Destacamos também o depoimento do Aluno 10, que vislumbrou o uso da ABP em todo módulo, ou seja, um currículo inteiro baseado em ABP. Tais depoimentos demonstram que a ABP foi eficaz como instrumento pedagógico, visando a aquisição de conhecimentos úteis na área profissional.



## Considerações finais

Ao finalizar este trabalho, foi possível constatar que os objetivos foram cumpridos. Os alunos exploraram os conteúdos propostos pela ementa do curso, além de compreender a importância do profissional frente o problema apresentado.

Quanto ao método de ensino ABP, há dois pontos fundamentais. Primeiramente, não é possível adotar a ABP como uma única estratégia para resolver todos os problemas do ensino de bioquímica. O ensino é uma atividade complexa para adotar uma abordagem única e a ABP, por sua vez, não é um modelo fixo e acabado, abrange muitas variantes e adaptações. Necessitando desta forma, de uma proposta curricular mais abrangente, com usos de etapas planejadas para a implementação em todo curso da disciplina Bioquímica e para o curso Técnico em Química em geral.

Em segundo lugar, é preciso reiterar que o objetivo deste trabalho é investigar a eficácia da ABP. Sendo assim, observou-se que este método contribuiu para a aprendizagem dos discentes a partir da investigação do problema. Sendo oportuno com o atual cenário de recursos tecnológicos permitindo aos alunos diversas fontes de pesquisa.

Por fim, foi possível constatar que a ABP favorece o desenvolvimento para a vida profissional dos futuros Técnicos em Química, tais como habilidade de solucionar problemas, trabalho em equipe, autonomia do indivíduo, entre outras. Diante dos conteúdos abordados e das vivências possibilitadas pelo método, acreditamos que a ABP pode ser uma opção promissora para cursos técnicos, que visem despertar sobre a utilização de metodologias ativas na formação de indivíduos críticos e conscientes de suas responsabilidades enquanto cidadãos.

## Referências

- AGRA, G. et al. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 1, p. 258–265, 2019.
- ARAÚJO, C. R. M.; SANTOS, V. L. A.; GONSALVES, A. A. Acetylcholinesterase - AChE: A pharmacological interesting enzyme. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 6, p. 1818–1834, 2016.
- AZER, S. A. Challenges facing PBL tutors: 12 tips for successful group facilitation. **Medical teacher**, v. 27, n. 8, p. 676–681, 2005.
- AZER, S. A et al. Introducing integrated laboratory classes in a PBL curriculum: impact on student's learning and satisfaction. **BMC medical education**, v. 13, n. 1, p. 71, 2013.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: Um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, n. 83, p. 263–294, 2014.
- BOYER, R. Concepts and skills in the Biochemistry/Molecular Biology lab. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 31, n. 2, p. 102–105, 2003.
- CAMPELO, L. F.; PICONEZ, S. C. B. **Os Mapas Conceituais Como Metodologia Ativa No Ensino De Geografia**. CIET:EnPED. **Anais...**São Carlos: 2018.
- CARVALHO, C. J. **O ensino e a aprendizagem das ciências naturais através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema sistema digestivo**. [s.l.] Universidade do Minho, 2009.
- CAVALCANTI, L. P. A. N. et al. Organophosphorous poisoning: Treatment and analytical methodologies applied in evaluation of reactivation and inhibition of acetylcholinesterase. **Revista**

**Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 739–766, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

INTERAMINENSE, B. DE K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 342–354, 2019.

JOKANOVIĆ, M.; KOSANOVIĆ, M. Neurotoxic effects in patients poisoned with organophosphorus pesticides. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 29, n. 3, p. 195–201, 2010.

LEAL, M. C. et al. Analogias para o ensino de bioquímica no nível médio. p. 195–208, 2012.

LIMA, G. Z. DE et al. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) Construindo a Capacitação em Londrina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 27, n. 1, p. 5–11, 2003.

LOPES, R. M. et al. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química. **Química Nova**, v. 34, p. 1275–1280, 2011.

LOPES, R. M. et al. Principles of problem-based learning for training and professional practice in ecotoxicology. **Science of the Total Environment**, v. 702, p. 134809, 2020.

MAGALHÃES, D. DE P.; FILHO, A. DA S. F. A ECOTOXICOLOGIA COMO FERRAMENTA NO BIOMONITORAMENTO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 355–381, 2008.

MASSENA, E. P.; DE GUZZI FILHO, N. J.; SÁ, L. P. Produção de casos para o ensino de química: Uma experiência na formação inicial de professores. **Química Nova**, v. 36, n. 7, p. 1066–1072, 2013.

MATSUMOTO, L. T. J.; KUWABARA, I. H. A formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 350–359, 2005.

MOZETO, A. A. .; JARDIM, W. DE F. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, v. 25, p. 7–11, 2002.

NIEBISCH, C. H.; SOUZA, L. C. B. A. Bioquímica nos livros didáticos de Biologia : análise da presença de obstáculos epistemológicos epistemological obstacles presence. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 24, p. 14–25, 2016.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, ALBERTO J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9–29, 2003.

REIS, H.; VITALINO, J. Análise Qualitativa Comparativa entre o Método PBL e o Tradicional na Educação Profissional Tecnológica de Nível Médio para Jovens e Adultos. **Investigação Qualitativa em Educação**, v. 1, p. 1892–1902, 2017.

SILVA, E. S. *et al.* Efeito protetor das esterases em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) expostas ao organofosforado Masoten®. In: **Engenharia & Ciências Ambientais : contribuições à gestão ecossistêmica**. Editora Essentia. 1ª ed. p. 283–295, 2019.

SOARES, W.; ALMEIDA, R. M. V. R.; MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 4, p. 1117–1127, 2003.

SOUZA, S. C. DE; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada Em Problemas (Abp): Um Método De Aprendizagem Inovador Para O Ensino Educativo. **Holos**, v. 5, p. 182, 2015.