

Aprendizagem baseada em problemas e construção de problemáticas potencialmente eficazes no ensino de Química

Problem-based learning and the construction of potentially effective problems in Chemistry teaching

Aprendizaje basado en problemas y construcción de problemas potencialmente efectivos en la enseñanza de la Química

Recebido: 24/06/2022 | Revisado: 04/07/2022 | Aceito: 06/07/2022 | Publicado: 15/07/2022

George de Almeida Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0616-798X>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: georgsilva.2207@hotmail.com

Priscila Barros David

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3509-1355>
Instituto UFC Virtual, Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: priscila@virtual.ufc.br

Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6896-7179>
Universidade Federal do Ceará, Brasil
E-mail: elenir.ribeiro@ufc.br

Resumo

O papel social atrelado ao Ensino de Química tomou inúmeros caminhos ao longo dos períodos históricos da sociedade brasileira. Porém, na contemporaneidade, a educação assume o objetivo de desenvolver habilidades e competências durante a formação dos alunos, tendo em vista o exercício profissional no contexto do século XXI. Desse modo, estabelecer uma educação científica que utiliza situações-problemas e metodologias ativas no ensino de Química é de suma importância para construirmos uma aprendizagem mais significativa na vida dos alunos. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa teórica, do tipo revisão da literatura, investigando e analisando os principais aspectos relevantes a respeito da construção de problemáticas na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A partir de uma abordagem qualitativa, classificada como exploratória, utilizou-se do método de pesquisa bibliográfica para realizar uma revisão sistemática em artigos acerca da temática da ABP, especificamente sobre os critérios de escolha e criação das problemáticas utilizadas. Com isso, foi perceptível que tal abordagem pedagógica adequa-se perfeitamente como uma metodologia de ensino ativa e reflexiva, já que possibilita aos discentes, desenvolverem a capacidade de investigar e resolver problemas reais. Além disso, quanto a criação das problemáticas, entende-se que elas devem ser desenvolvidas seguindo um método bem organizado e estruturado, como o *Método 3C3R* (Hung, 2006), que mostra, de forma bastante proveitosa, uma melhora no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, visto que situações-problemas bem escritas propiciam uma melhor compreensão do conteúdo, a partir de um ambiente motivador e cooperativo.

Palavras-chave: Ensino de química; Aprendizagem baseada em problemas; Método 3C3R.

Abstract

The social role linked to the Teaching of Chemistry has taken numerous paths throughout the historical periods of Brazilian society. However, in contemporary times, education assumes the objective of developing skills and competencies during the training of students, with a view to professional practice in the context of the 21st century. In this way, establishing a scientific education that uses problem situations and active methodologies in the teaching of Chemistry is of paramount importance for us to build more meaningful learning in the lives of students. Therefore, the present work aims to present the results of theoretical research, of the literature review type, investigating and analyzing the main relevant aspects regarding the construction of problems in Problem-Based Learning (PBL). From a qualitative approach, classified as exploratory, the method of bibliographic research was used to carry out a systematic review of articles on the PBL theme, specifically on the criteria for choosing and creating the problems used. With this, it was noticeable that such a pedagogical approach is perfectly suited as an active and reflective teaching methodology, as it allows students to develop the ability to investigate and solve real problems. In addition, regarding the creation of problems, it is understood that they must be developed following a well-organized and structured method, such as the *3C3R Method* (Hung, 2006), which shows, in a very fruitful way, an improvement in the cognitive development of

students, since well-written problem situations provide a better understanding of the content, based on a motivating environment.

Keywords: Chemistry teaching; Problem-based learning; 3C3R Method.

Resumen

El papel social vinculado a la Enseñanza de la Química ha tomado numerosos caminos a lo largo de los períodos históricos de la sociedad brasileña. Sin embargo, en la contemporaneidad, la educación asume el objetivo de desarrollar habilidades y competencias durante la formación de los estudiantes, con miras al ejercicio profesional en el contexto del siglo XXI. De esta forma, establecer una educación científica que utilice situaciones problema y metodologías activas en la enseñanza de la Química es de suma importancia para que construyamos aprendizajes más significativos en la vida de los estudiantes. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de una investigación teórica, del tipo revisión de literatura, indagando y analizando los principales aspectos relevantes en cuanto a la construcción de problemas en el ABP. A partir de un enfoque cualitativo, clasificado como exploratorio, se utilizó el método de investigación bibliográfica para realizar una revisión sistemática de artículos sobre el tema ABP, específicamente sobre los criterios de elección y creación de los problemas utilizados. Con esto, se notó que tal enfoque pedagógico se adapta perfectamente como una metodología de enseñanza activa y reflexiva, ya que permite a los estudiantes desarrollar la capacidad de investigar y resolver problemas reales. Además, en cuanto a la creación de problemas, se entiende que deben desarrollarse siguiendo un método bien organizado y estructurado, como es el *Método 3C3R* (Hung, 2006), que muestra, de forma muy fructífera, una mejora en la desarrollo cognitivo de los alumnos, ya que las situaciones problema bien redactadas facilitan una mejor comprensión del contenido, a partir de un ambiente motivador.

Palabras clave: Enseñanza de la química; Aprendizaje basado en problemas; Método 3C3R.

1. Introdução

A partir da Lei n. 9394, de 1996, intitulada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a Educação Básica brasileira, ou seja, a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, passaram a contemplar entre seus objetivos o desenvolvimento de habilidades e competências. Vislumbra-se que durante a formação dos alunos estes possam ser melhor preparados para enfrentarem os desafios do século XXI, cuja educação contemple o aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a viver juntos e o aprender a ser (Delors, 1996).

Além disso, quanto à funcionalidade da educação científica no Ensino Médio, entende-se que esta também é fundamentada na construção de habilidades e competências essenciais, sendo estas delimitadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), segundo a qual os alunos devem ser aptos a:

Analisar situações-problema e avaliar 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, 2017, p. 539).

Diante da análise feita por Marcondes (2018) sobre a BNCC, têm-se que, de maneira geral, o ensino de Ciências da Natureza possui o dever social de formar um aluno crítico e socialmente ativo, compreendendo os fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, para que assim possa exercer sua completa cidadania. Desta forma, Marcondes (2018) expõe que os objetivos educacionais dessas disciplinas elencam-se como sendo: 1) reconhecer a Ciência como um empreendimento humano, histórico e social, mostrando-se como uma construção ininterrupta, com princípios provisórios; 2) possibilitar a interpretação e criação de discussões que relacionam os temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a fim de emitir julgamentos e propor soluções para problemáticas envolvendo o conhecimento científico; 3) além de incitar uma reflexão crítica sobre valores humanos, éticos e morais relacionados à aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Isto é, diante da complexidade do contexto em que vivemos, a educação dos jovens não pode mais se limitar à memorização de aspectos puramente teóricos e extremamente conteudistas (Lima *et al.*, 2022). Exige-se agora um aluno crítico e capaz de agir ativamente dentro do seu processo de ensino-aprendizagem. Como expressou Schwartzman (2010, p. 17), “o

sistema predominante, que é quase o único que existe, tem vícios e defeitos, decorrentes de seu conteúdo muito formal e do modelo muito antiquado de ensino, enciclopedista”.

No entanto, para se distanciar deste modelo enraizado nas escolas brasileiras, o Ensino de Ciências deve ser organizado de forma contextualizada, ou minimamente aplicada e correlacionada com a vida do educando. Segundo Camargo e Daros (2018), quando os alunos estabelecem relações entre o que foi aprendido e alguma situação real, experimental ou profissional, que esteja ligada ao assunto estudado, certamente a aprendizagem será mais significativa e enriquecedora, capacitando-os assim, a alcançarem maiores níveis de compreensão científica e sensibilidade social.

Desse modo, apesar de atualmente reconhecermos a importância e o papel social que o conhecimento científico assume dentro da nossa sociedade, entende-se que as complicações e dificuldades quanto à aprendizagem dos conteúdos de Química para os estudantes, dá-se por diversos motivos, entre eles, a falta de contextualização com a vida pessoal e profissional e os recursos pedagógicos pouco atraentes que são utilizados nas aulas, os quais acabam desmotivando os alunos durante o processo de ensino-aprendizagem (Camargo & Daros, 2018; Lima *et al.*, 2022).

Esse modelo de educação tem raízes na chamada “*educação bancária*”, conforme Freire (2005), a qual se caracteriza pela simples transmissão de informação de forma passiva, hierárquica, autoritária e centrada no professor, não possibilitando aos alunos a aplicação prática dos seus saberes, nem os capacitando a realizarem uma síntese, uma análise ou um julgamento de suas ideias bem como das informações que os cercam (Battistel *et al.*, 2022; Santos & Soares, 2011).

Assim, destacam-se como possíveis soluções para tais dificuldades no ensino de Química: a utilização de situações-problemas contextualizadas, junto a metodologias de ensino que maximizem e propiciem aos alunos uma aprendizagem mais ativa. A inserção de tais metodologias, principalmente nos conteúdos de Química do Ensino Médio, pode favorecer a construção de uma educação científica mais significativa na vida dos alunos.

2. Metodologia

Este estudo apresenta uma revisão da literatura realizada a partir de uma pesquisa bibliográfica integrativa, com uma abordagem exploratória, descritiva e investigativa baseada na proposta de Galvão e Pereira (2014). Tendo como foco, uma análise qualitativa diante da busca de artigos científicos que tratassem a respeito da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e dos pontos mais relevantes na construção de problemáticas a serem utilizadas no ensino de Química. Ou seja, trata-se de uma pesquisa cujos objetivos foram identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis retratadas na literatura nacional e internacional (Galvão & Pereira, 2014; Lüdke & André, 2013).

Para tanto, foram utilizadas como bases de dados os Periódicos da Capes e o Google Acadêmico, buscando publicações tanto em português, como em inglês. Com isso, a fim de padronizar a pesquisa, os seguintes descritores foram utilizados para realizar as buscas nas bases de dados: “APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS”, “PROBLEMÁTICAS”, “CONSTRUÇÃO DE PROBLEMAS”, “ESCRITA DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS”, “ABP NO ENSINO DE QUÍMICA” e “PROBLEMÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA”. Além disso, a busca limitou-se a artigos publicados no período de 2000 a 2020.

A pesquisa foi realizada verificando se os termos constavam no título e/ou resumo dos artigos, publicados na língua inglesa e portuguesa. Após o levantamento bibliográfico, selecionou-se determinadas publicações que relatavam o desenvolvimento ou critérios de escolha de situações problemas, casos ou problemáticas, a serem aplicadas no método da ABP.

3. O Processo de Ensino-Aprendizagem à Luz das Metodologias Ativas

A partir da análise apresentada na seção introdutória quanto a possíveis razões para os constantes problemas que os alunos enfrentam durante o processo de ensino-aprendizagem, entende-se que, primeiramente, existe a necessidade de que os

educadores tenham um novo olhar sobre a educação dos jovens. Esse novo olhar deve vislumbrar um maior engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, considerando a necessidade de que os educadores entendam a real importância de propor e aplicar métodos de ensino que busquem tornar os alunos agentes transformadores e construtores de seus próprios conhecimentos.

Diante desse cenário, compreende-se que as metodologias ativas de ensino podem representar um caminho promissor para a integração ao Ensino de Química. De acordo com Bacich e Moran (2018), o método ativo se caracteriza por conjugar pontos cruciais necessários à formação do cidadão capaz de viver de forma harmônica e atuante na sociedade haja vista que os alunos se desenvolvem de forma ativa, crítica e criativa, mediante a elevação de seu interesse nos temas em discussão pelo professor.

Por outro lado, ao olharmos para os métodos ativos na atualidade, vemos que, apesar de serem constantes objetos centrais de diversos estudos e pesquisas no campo da educação, de acordo com Ariès (2006), esta concepção de uma educação mais ativa e libertária, teve seu início logo após o século XVIII, devido às revoluções liberais pelo mundo e o surgimento de um olhar mais crítico sobre a pedagogia da época.

Porém, para Bacich e Moran (2018), foi apenas no século XX que a educação alcançou novos posicionamentos, principalmente influenciada pelo movimento da Escola Nova e pela contribuição dos diversos pensadores e pensadoras da educação, da psicologia e das ciências sociais, que tinham como foco a defesa de uma metodologia de ensino onde o ponto central fosse favorecer uma aprendizagem realizada pelo aluno, por meio de experimentações práticas e reais, propiciando assim, o desenvolvimento da capacidade de autonomia dos estudantes.

Dentre os vários pensamentos importantes para a concepção de uma educação ativa, os estudos realizados por John Dewey (1976) se destacam, pois, concebem a ideia de que a aprendizagem é um processo constante de reconstrução e reorganização, a partir de uma busca ativa do conhecimento por parte do aluno (Camargo & Daros, 2018; Teixeira & Oliveira, 2016).

Entendendo, assim, a aprendizagem como um processo contínuo, compreende-se que ela esteja sempre presente ao longo de todo o desenvolvimento do indivíduo, uma vez que os alunos estariam habilitados e capacitados a serem sujeitos autônomos, que gerenciam suas liberdades e aprendem por meio de suas experiências e reflexões. Nesse processo, estabelecem novas relações, a fim de construir e reconstruir o seu próprio conhecimento (Bacich & Moran, 2018).

Logo, conforme Bacich e Moran (2018), para que esses objetivos possam ser alcançados, os métodos de ensino utilizados devem propiciar sempre a participação ativa dos alunos, propondo desafios que incitem a curiosidade e engajem os estudantes a agirem e pensarem diante do ato de fazer e produzir algo, além de propiciar a colaboração e o desenvolvimento da autonomia de cada participante.

Em outras palavras, as metodologias ativas requerem um olhar diferente e necessário para o processo de ensino-aprendizagem, no qual o aluno deve assumir o papel de protagonista central, sendo retirado de uma posição cômoda e passiva, e levado para um novo ambiente que o possibilite desenvolver importantes competências e habilidades (Borges & Alencar, 2014; Camargo & Daros, 2018; Mitre *et al.*, 2008).

As metodologias ativas de ensino herdaram forte influência das teorias pedagógicas de John Dewey (1976) nesse novo olhar sobre a educação. Pois, além de suas teses se pautarem no desenvolvimento ativo e contínuo do aluno, este educador também propõe a pedagogia da ação, voltada para o “*aprender fazendo*”, a qual preconiza que o início da aprendizagem deve estar focado na utilização e na aplicação de situações-problemas que possibilitem aos alunos se questionar e investigar, levantando ideias e hipóteses diante os desafios encontrados.

Isso posto, entende-se que é por meio dessas experiências reais, vividas pelos indivíduos, que os problemas surgem e instigam a investigação e a resolução criativa das situações. Nesse sentido, a construção de novos conhecimentos teria início no

reconhecimento e na interpretação de um problema, enquanto o seu fim dá-se apenas mediante a sua resolução adequada, permeando um processo reflexivo e questionador, por meio de uma sequência coesa e ordenada de ideias (BorochoVICIUS & Tortella, 2014; Sampaio *et al.*, 2020).

Neste artigo, dentre as várias metodologias ativas disponíveis na atualidade, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP, ou *PBL – Problem-Based Learning*), adequa-se perfeitamente como um método de ensino ativo, reflexivo, criativo e investigativo para o Ensino de Química. Ou seja, trata-se de uma metodologia que possibilita aos alunos de áreas e níveis distintos, o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, questionar, investigar e raciocinar na busca de resoluções para problemáticas reais (Souza & Dourado, 2015). Mostrando-se ser um método muito promissor na construção de um conhecimento mais sólido, completo e significativo para o aluno.

Segundo BorochoVICIUS e Tortella (2014), a origem da ABP data-se do final da década de 60, quando John Evans, logo após assumir a reitoria da McMaster University Medical School, em Hamilton, no Canadá, organizou um pequeno grupo de professores e elencou como sendo seu principal objetivo: mudar a forma como os conhecimentos da medicina estavam sendo ensinados na instituição. Dentre os integrantes do grupo, destaca-se o professor Howard Barrows, ao entender que a aplicação e a utilização prática dos conhecimentos teóricos eram de fundamental importância para o desenvolvimento das habilidades essenciais dos futuros médicos em formação (O’Grady *et al.*, 2012).

Diante do que foi exposto nos escritos de Schmidt (1993), a partir das pesquisas realizadas por esses professores, a construção de seu novo currículo teve como inspiração o método de *Estudo de Casos* aplicado na Escola de Negócios de Harvard (Harvard Business School), nos Estados Unidos. A metodologia utilizada envolvia, basicamente, estimular discussões usando casos práticos em pequenos grupos de alunos dos últimos semestres, relacionando, assim, a prática com a teoria estudada ao longo dos anos anteriores. No entanto, a concepção curricular que Evans implementou na McMaster, tinha como objetivo desenvolver os conceitos teóricos, somente após a apresentação da situação problema aos alunos, e não antes, como era feito em Harvard (BorochoVICIUS & Tortella, 2014).

Portanto, na concepção construída por Barrows (1986), o ponto de partida da metodologia da ABP deve ser a aplicação de um problema, para que assim o processo de ensino-aprendizagem possa ser de fato ativo e construtivo (Souza & Dourado, 2015). Por outro lado, nos estudos de Barell (2007), a ABP tangencia uma outra interpretação, entendendo a “curiosidade” com sendo o principal agente iniciador, que leva o aluno a se questionar diante de suas dúvidas sobre o funcionamento de fenômenos complexos e do contexto que o cerca. Os problemas apresentados são apenas estímulos na busca de sua resolução, desafiando os alunos a serem ativos e adotarem uma postura investigativa, a fim de construir um conhecimento mais significativo e aplicável em suas vidas (Barell, 2007; Souza & Dourado, 2015).

De maneira geral, é perceptível que inúmeros educadores admitam que a ABP promove uma construção de conhecimentos integrados, contextualizados, aplicados e significativos na vida dos alunos, sendo estruturada em torno de problemáticas reais que fazem ou farão parte do cotidiano profissional ou pessoal dos estudantes. Além disso, também propicia o desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes essenciais, em todo processo de ensino-aprendizagem, como a capacidade de autonomia, de adaptabilidade, de colaboração, de resolução de problemas, de criatividade e criticidade (BorochoVICIUS & Tortella, 2014; Ribeiro *et al.*, 2020; Souza & Dourado, 2015).

Ou seja, a metodologia da ABP torna o aluno de fato o protagonista da sua própria aprendizagem de forma significativa, ao se sentir motivado e valorizado, pois de acordo com Ausubel (1977), este usará de seus conhecimentos prévios e suas experiências de vida como aspectos importantes e fundamentais durante a construção do seu saber, atrelando a este novo conhecimento um significado pessoal e intrínseco ao estudante (Barell, 2007; BorochoVICIUS & Tortella, 2014; Souza & Dourado, 2015).

Além do mais, diante de uma perspectiva colaborativa, Wood (2003) detalha que a ABP, ao ser aplicada em pequenos grupos, variando de 5 a 10 membros, facilita não só a aquisição de novos conhecimentos, mas também de vários outros atributos extremamente importantes para o indivíduo e para sociedade, como as habilidades colaborativas de comunicação, cooperação, apresentação, liderança, escuta, compreensão e respeito. Além de desenvolver também a habilidade de aprendizagem autorreflexiva e autodirigida, devido à necessidade de o aluno ser crítico quanto às informações e suas fontes, e de ser responsável, tanto pela sua aprendizagem, quanto pela do outro (Hung *et al.*, 2008; Savery, 2006; Wood, 2003).

Ainda na percepção de Wood (2003), na ABP os alunos são apresentados a problemas ou situações reais, que devem causar “gatilhos” suficientes para que eles se motivem e comecem a elencar e definir quais serão os seus próprios objetivos de aprendizagem. Sendo posteriormente conduzidos, de forma individual, a realizarem um estudo independente e autodirigido, seguido por discussões em grupo sobre os conhecimentos adquiridos previamente, a fim de refinar as informações e determinar os pontos convergentes e divergentes entre os pensamentos da equipe.

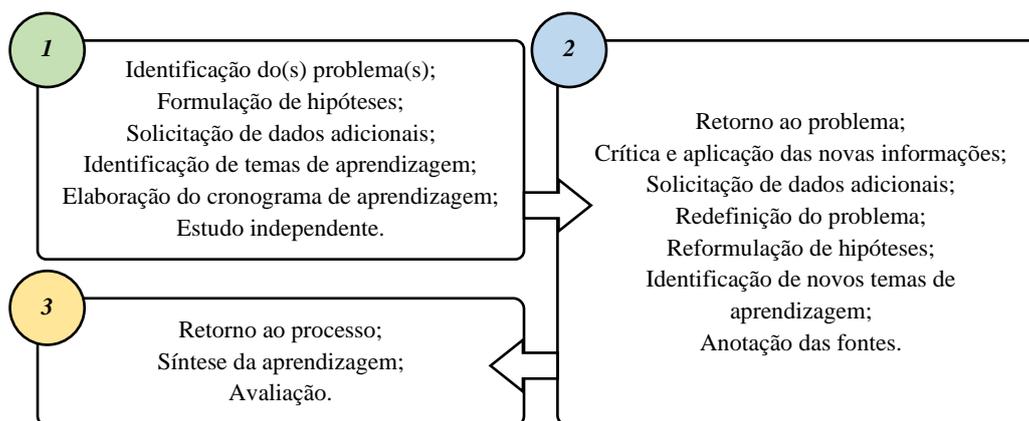
Dessa forma, nota-se que a ABP não compreende apenas de uma metodologia focada na resolução de problemas, mas entende que a utilização de problemas apropriados, propicia um aumento do conhecimento prático e da compreensão teórica de um determinado assunto. Em suma, a ABP tem como premissa básica a utilização de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal dos discentes.

Assim, o principal foco apresentado nessa metodologia de ensino é o desenvolvimento de pesquisas, por meio de uma investigação científica, a fim de solucionar problemáticas, que simulem uma situação real, prática e cotidiana para os alunos (Bacich & Moran, 2018). Com isso, entende-se que a ABP contribui significativamente para conferir mais relevância e aplicabilidade aos conhecimentos teóricos a serem aprendidos, pois, além de possibilitar aos alunos um processo complexo de interpretação e reconhecimento de problemáticas, propicia também a realização de discussões reflexivas em grupo e uma investigação colaborativa, sendo constantemente acompanhados e orientados pelos professores e tutores responsáveis (Mitre *et al.*, 2008; Souza & Dourado, 2015).

Diante do exposto, percebe-se que a ABP viabiliza ao ensino de Química diversas possibilidades e caminhos para o desenvolvimento de uma aprendizagem ativa e significativa para os alunos. Com isso, o procedimento para a aplicação dessa metodologia em sala de aula deve ser analisado. Wetzel (1994) e Bacich e Moran (2018) conseguiram identificar e resumir os processos que ocorrem na utilização desta metodologia de ensino na Faculdade de Medicina de Harvard (Harvard Medical School), nos Estados Unidos.

Como pode ser observado na *Figura 1*, a aplicação da metodologia em Harvard se divide em três partes principais, sendo a primeira fase aquela em que o aluno consegue identificar o problema, possibilitando que ele formule suas hipóteses, que serão analisadas e testadas posteriormente no processo; após esse momento, para que haja uma aprendizagem autodirigida, o próprio aluno verifica e organiza os pontos importantes a serem estudados, iniciando, assim, sua investigação individual. Na segunda etapa, vê-se que há uma necessidade de retorno ao problema analisado, considerando que o aluno estará mais preparado e capacitado para criticar e aplicar as informações recém adquiridas em suas pesquisas, redefinindo o problema e reformulando suas hipóteses, para assim, identificar quais serão os novos objetivos de sua aprendizagem. Por fim, há um retorno ao processo de resolução do problema, com o intuito de sintetizar sua aprendizagem em um relatório ou apresentação final, a qual irá figurar como uma avaliação, tanto de seu desempenho, quanto da qualidade dos conhecimentos construídos ao longo da atividade realizada.

Figura 1: Fases da ABP na Faculdade de Medicina de Harvard (Harvard Medical School).



Nota. Texto extraído de Bacich e Moran (2018), a partir dos estudos de Wetzel, 1994.

Em consonância com essa metodologia, Barrows e Tamblyn (1980) sugerem que o processo de aplicação da ABP em sala de aula pode se fragmentar em mais etapas e processos, sendo resumido nos seguintes pontos levantados por Lovato *et al.* (2018): 1) inicialmente os alunos são apresentados a uma situação-problema e devem, em grupo, organizar suas ideias, tentando definir o problema e solucioná-lo usando os seus conhecimentos prévios; 2) após realizarem esta primeira discussão, os alunos devem se questionar quanto aos aspectos do problema que não compreenderam; 3) planejando e elencando *quem, quando, como e onde*, os questionamentos levantados serão investigados; 4) em um novo momento, os alunos se reencontram em grupo, para explorarem as questões anteriores, fazendo uso de seus novos conhecimentos obtidos para assim poderem elencar novas hipóteses diante da resolução do problema; 5) por fim, os alunos devem sintetizar o conhecimento aprendido e realizar uma autoavaliação de seu aprendizado.

Portanto, no ensino de Química, a ABP destaca-se como uma metodologia bastante satisfatória tanto no desenvolvimento das habilidades científicas essenciais, como a capacidade de resolver problemas reais, a criatividade, a adaptabilidade e a autorreflexão, quanto na compreensão dos conteúdos abordados, principalmente, por propiciar uma aplicação dos conhecimentos teóricos em situações contextualizadas de forma mais significativa para os alunos.

3.1 A Construção de Problemáticas Potencialmente Eficazes no Ensino de Química

Após a discussão realizada na seção anterior sobre as especificidades da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, verifica-se que a utilização de uma situação problema no ensino de Química, consiste, basicamente, na apresentação ou descrição de um fenômeno, que requer dos alunos uma resolução ou explicação, buscando assim, motivá-los e instigá-los a construir um conhecimento mais concreto sobre um determinado conteúdo (Almeida & Passos, 2021; Dolmans *et al.*, 1997; Lima & Linhares, 2008).

A pesquisa bibliográfica realizada neste artigo identificou que a escrita das problemáticas usadas na ABP já foram muito bem discutidas por pesquisadores da educação como Dolmans *et al.* (1997), Wood (2003), Weiss (2003), Hung (2006 e 2016), Tawfik *et al.* (2013), Ribeiro *et al.* (2020), os quais sistematizaram ou identificaram os pontos mais importantes durante a escolha e definição de um problema. Essa preocupação é relevante pois quando uma situação é mal descrita ela pode ocasionar uma leitura pobre do problema, trazendo resultados insatisfatórios e gerando uma desmotivação no aluno. Por outro lado, um problema bem descrito e estruturado, desperta no aluno um desejo de interligar cada vez mais o conhecimento recém adquirido com outros que sejam correlacionados a ele, ampliando assim o seu horizonte de aprendizagem (Lima & Linhares, 2008; Ribeiro *et al.*, 2020).

Diante disso, nota-se que a construção de um problema deve ser um ponto muito bem refletido e estudado, para que assim os objetivos de aprendizagem possam ser alcançados da forma correta. Logo, faz-se necessário investigar como se deu o processo de sistematização das problemáticas ao longo dos anos, a fim de entendermos como construir problemas que propiciem uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

A pesquisa realizada por Dolmans *et al.* (1997) com base nos conhecimentos sobre a natureza da aprendizagem e da cognição das crianças estabelece sete princípios a serem observados na criação de casos, no apoio ao processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Os princípios e suas definições constam na *Tabela 1*, os quais foram organizados de maneira sistematizada, enfatizando os seus pontos mais importantes.

Tabela 1: Os sete princípios de uma elaboração (design) de caso eficaz.

Princípios	Definição
1) Conhecimento Prévio	Garantir que o conteúdo do caso se adapte bem ao conhecimento prévio dos alunos, pois isso os ajudará a mobilizar o que já sabem sobre o conteúdo a ser estudado
2) Elaboração	Certificar de que o caso contenha várias pistas que estimulem a discussão e incentivem os alunos a buscarem as explicações
3) Contexto Relevante	De preferência, apresentar o caso em um contexto que seja relevante para a futura profissão, ou pelo menos mostre a ligação com a futura profissão do aluno
4) Integração de Conhecimento	Apresentar conceitos científicos básicos relevantes no contexto do problema
5) Aprendizagem Autônoma	Certificar de que o caso incentive os alunos a gerar e resolver problemas de aprendizagem, conduzindo a pesquisas eficientes na literatura
6) Interesse no Assunto	O caso deve sustentar a discussão sobre possíveis soluções e facilitar os alunos a explorarem alternativas a fim de aumentar seu interesse no assunto
7) Objetivos de Ensino	Determinar qual(is) objetivo(s) de aprendizagem os alunos serão confrontados enquanto analisam e estudam o caso

Nota. Construída pelo autor a partir da leitura de Dolmans *et al.* (1997).

Seguindo a mesma linha de Dolmans *et al.* (1997), Wood (2003) expressa que a validade do método de ABP só é completa quando os cenários apresentados aos alunos são de alta qualidade. O autor aponta que, primeiramente, os alunos devem analisar o problema e estabelecer quais serão os objetivos de estudo e caminhos para a obtenção das informações requeridas. Porém, para guiar os alunos aos objetivos propostos pelo professor, o papel de um tutor ganha extrema importância, mediando o processo de resolução do problema e garantindo que o grupo atinja os objetivos de aprendizagem apropriados.

No entanto, para que os alunos consigam analisar o problema, este deve ter um conteúdo estruturado de forma apropriada ao nível dos estudantes. Além disso, diferentemente de simples questões, os casos caracterizam-se por: 1) serem intrinsecamente interessantes e relevantes para a prática futura; 2) promoverem a participação e a procura por informações de qualidade; 3) serem suficientemente abertos, para possibilitar uma discussão mais completa e duradoura; e 4) conterem gatilhos que estimulem as discussões e encorajem os estudantes a procurarem as explicações (Wood, 2003).

Outra visão interessante a respeito da construção de um problema mais efetivo no processo de ensino-aprendizagem do aluno é a de Weiss (2003), que apesar de se assemelhar às já citadas anteriormente, por ter reafirmado a necessidade de um caso ser adequado aos conhecimentos prévios dos alunos, para que, assim, o aluno seja desafiado e estimulado a ter um pensamento crítico; ele também expõe a importância do problema se apresentar relativamente “*mal estruturado*”. Visto que, ao serem mais “confusos”, terem informações desconhecidas e possuírem algumas soluções distintas, se assemelham aos que serão enfrentados na vida cotidiana ou profissional do aluno.

Além disso, ainda segundo Weiss (2003), um problema deve ser trabalhado de forma colaborativa, possibilitando que os alunos sintetizem as ideias e tomem decisões em equipe; ademais, sua descrição deve configurar um texto autêntico, ou seja, ser baseado nas experiências do cotidiano dos alunos, evitando, assim, uma abordagem muito teórica, o que dificultaria o envolvimento durante a resolução da problemática.

Apesar de inúmeras pesquisas terem sido realizadas ao longo dos anos a respeito da construção de problemáticas, infelizmente, tratam-se apenas de discussões genéricas, não fornecendo nenhuma estrutura conceitual necessária para criar problemas potencialmente eficientes para a metodologia ABP. Além do mais, nota-se que muitos professores que utilizam esta metodologia em suas aulas apresentam a mesma dificuldade: a criação ou a seleção de problemas que se adequem ao currículo das suas disciplinas (Morey *et al.*, 2021).

Diante disso, no trabalho desenvolvido por Hung (2006), é possível identificar um método com uma estrutura bem definida, suficiente para guiar os educadores no processo de construção de problemáticas que sejam efetivas na mediação dos conhecimentos de seus alunos. O método de Hung (2006) é denominado Design de Problema 3C3R (*3C3R Method*), e se divide em duas classes de componentes, os Componentes Principais (*Core Components*) e os Componentes de Processamento (*Processing Components*).

Para Hung (2006), os Componentes Principais são constituídos por três elementos: *conteúdo*, *contexto* e *conexão*; sendo esses responsáveis por adequar de forma suficiente, os conhecimentos presentes nos conteúdos, a contextualização do conhecimento e a integração do mesmo. Por sua vez, os Componentes de Processamento se dividem em: *pesquisa*, *raciocínio* e *reflexão*. Tais componentes se relacionam com os processos cognitivos e as habilidades necessárias à resolução dos problemas. Portanto, a partir desses componentes, é possível construir um problema que contemple mais habilidades necessárias à formação profissional e ao futuro dos alunos.

Com isso, analisando o componente *Conteúdo*, entende-se que este correlaciona à profundidade e à amplitude de um assunto a ser estudado, além da relação entre o conhecimento e as habilidades de pensamento. A partir desse ponto, podemos identificar a necessidade de uma atenção ao alinhamento com os padrões curriculares das disciplinas e no escopo do problema apresentado, já que serão esses elementos que manterão o equilíbrio do dilema profundidade *versus* amplitude (Hung, 2006). Portanto, o primeiro passo durante a concepção de um problema para a metodologia ABP é a definição de metas e objetivos que estejam de acordo com o currículo dos alunos, pois, a partir dessa delimitação, a escolha de um escopo fica mais apropriada.

Dando continuidade à análise do estudo realizado por Hung (2006), outro Componente Principal importante é o *Contexto*, o qual, segundo as teorias cognitivistas temos que naqueles conteúdos abordados dentro de um contexto semelhante ao que será aplicado pelo aluno no seu dia a dia ou futuro profissional, as habilidades e o conhecimento construído durante o processo, serão lembrados e guardados com mais facilidade quando comparados àqueles cujo conteúdo não foi contextualizado da forma correta.

Além disso, quando os alunos acessam as informações dos problemas inseridos em um contexto próximo à sua realidade, o conhecimento construído os tornam mais conscientes na aplicação desse novo conhecimento em uma situação na vida real. Por isso, um problema deve ser criado de forma única e autêntica, pois cada contexto possibilitará uma forma diferente de pensar, abrindo novos caminhos para as suas diversas resoluções (Affeldt, 2017; Hung, 2006; 2016).

Com isso, a utilização de um problema contextualizado propicia que o estudante atribua significado àquilo que aprende, relacionando o que está sendo discutido com sua experiência de vida, ou seja, faz com que o aluno associe o conhecimento teórico à prática. Desse modo, a contextualização aplicada ao Ensino de Ciências assume um papel importante ao impedir que o conhecimento científico dos estudantes fique fragmentado e desconexo da realidade (Ribeiro *et al.*, 2020).

Outro aspecto de suma importância durante a resolução de problemas, é a capacidade de os alunos de detectarem e considerarem informações que estejam explícitas e implícitas ao longo do texto. Por isso, o grau de contextualização, ou seja,

quantas informações são entregues, ou quantas considerações precisam ser feitas durante a resolução, deve ser realizado de forma adequada, para que o excesso de contexto não acabe sobrecarregando os alunos com dados desnecessários, e nem a falta dele faça com que eles não considerem informações implícitas que seriam importantes (Duré *et al.*, 2020; Hung, 2006; 2016).

O último Componente Principal apresentado por Hung (2006), é a *Conexão*, que de forma breve, indica como os alunos devem associar e conectar os conhecimentos que estão sendo trabalhados nos problemas. Isto é, a ABP possibilita aos alunos organizarem os seus conhecimentos em torno de problemas, pois assim, ao se depararem com situações semelhantes, eles poderão recuperar a informação relevante e aplicar na vida real com mais facilidade e propriedade (Aquilante *et al.*, 2011).

Em consonância a isso, entende-se que o aspecto da conexão, especificamente entre os conteúdos aprendidos e os problemas aplicados, possibilita aos alunos agirem como protagonistas de seus próprios conhecimentos ao aproximá-los de questões cotidianas, preparando-os para refletir e intervir na sua realidade (da Silva & Goi, 2019). Na sociedade atual, os indivíduos necessitam da capacidade de agir ativamente no desenvolvimento da humanidade, intervindo de forma crítica e criativa, a fim de construir uma sociedade mais justa, com melhores condições de vida para os cidadãos (Ribeiro *et al.* 2020).

No entanto, existe um grande problema que os professores precisam ter ciência: poucos alunos conseguem conectar e integrar os conhecimentos aprendidos de forma ativa e voluntária, causando assim uma aprendizagem dividida em “compartimentos”, que dificulta o acesso aos conhecimentos quando forem necessários aplicá-los (Hung, 2006; Locatelli, 2020). Diante disso, durante a resolução de problemas, o aluno precisa, além de um repertório rico de conhecimentos prévios sobre os assuntos, estar disposto a interligar diferentes fontes e informações em uma rede eficaz e muito bem conectada.

Para isso, este componente tem como função entrelaçar os conceitos e as informações adquiridas em uma estrutura contextualizada, fazendo com os alunos entendam que os assuntos estudados podem se manifestar de maneiras diferentes, dependendo do contexto que o problema esteja situado (Hung, 2006; 2016).

Dessa maneira, os três Componentes Principais que foram apresentados anteriormente (*Conteúdo*, *Contexto* e *Conexão*) estabelecem a estrutura que os problemas aplicados na ABP devem ter, a fim de proporcionar que as metas e objetivos de aprendizagem sejam atingidos de maneira precisa, que o conhecimento construído durante a resolução seja contextualizado, e que o aluno seja capaz de formar estruturas conceituais de forma integrada (Hung, 2006).

Porém, mesmo havendo um problema bem construído e estruturado, utilizando corretamente todos os três Componentes Principais, que motive e engaje durante o processo de resolução, isto infelizmente ainda não garante os melhores resultados na aprendizagem dos alunos. Isso posto, vale analisar que um dos motivos para esse ocorrido é a falta de direcionamento no processo de aprendizagem dos alunos, não havendo perguntas que os incitem a iniciar uma linha de pesquisa ou pensamento, para que os guie aos objetivos previamente estabelecidos (Borochovcicius & Tassoni, 2021; Borochovcicius & Tortella, 2014).

Portanto, a fim de incrementar os problemas, facilitando o envolvimento consciente do aluno e gerando uma aprendizagem significativa por meio da ABP, faz-se necessário abordar os elementos que constituem os Componentes de Processamento, pois sua principal função é instruir e guiar os alunos para que possam aproveitar o máximo do *conteúdo* utilizado, do *contexto* inserido e das *conexões* realizadas durante a resolução.

Além de servir para orientar a aprendizagem dos alunos em direção aos objetivos e metas pretendidos, esses outros três componentes (*pesquisa*, *raciocínio*, *reflexão*), ajustam o nível de processos cognitivos necessários para resolver os problemas e aliviam a falta de familiaridade dos alunos com a metodologia da ABP. Em suma, Hung (2006) entende que o objetivo destes componentes é “facilitar o envolvimento significativo na investigação científica e nos processos de soluções de problemas, cultivando habilidades de resolução eficientes nos alunos” (p. 63).

Dito isso, o primeiro ponto necessário para a resolução de problemas é a compreensão do problema relatado (Barrows & Tamblyn, 1980; Bransford & Stein, 1984). Somente assim, será possível que os alunos realizem um processo de pesquisa de

informações úteis dentro do problema. No entanto, devido à possibilidade de múltiplos caminhos a serem seguidos, os alunos devem ser direcionados de maneira adequada, para que assim o foco no conteúdo estudado seja possível.

Portanto, preferencialmente, o ponto final do texto contendo a problemática deve direcionar a aprendizagem dos alunos, deixando claro e especificando qual é o objetivo principal da atividade para, assim, concentrar os esforços e as pesquisas dos alunos no conhecimento do conteúdo que deve ser aprendido por eles (Barron *et al.*, 1998; Borochovicus & Tassoni, 2021).

Além da especificação necessária dos objetivos, também é de suma importância a especificação do contexto a ser trabalhado na problemática pois, o conhecimento de um determinado conteúdo é altamente específico ao contexto aplicado. No entanto, apesar dos conceitos iniciais e princípios básicos serem a base de muitos conteúdos, campos e profissões, suas aplicações são extremamente diferentes, dependendo do contexto em que o problema está inserido.

Ou seja, a partir dos seus conhecimentos prévios ou profissões/capacitações, os alunos terão uma bagagem inicial diferente, influenciando assim, a pesquisa de informações e a resolução do problema (Hung, 2006). Portanto, é importante salientar que durante a apresentação da problemática, o texto deve situar o aluno dentro de um contexto que seja próximo a ele, seja quanto aos seus interesses profissionais futuros ou quanto às informações ou conteúdos que já possua um certo entendimento prévio.

Além do mais, o segundo Componente de Processamento é o *Raciocínio*, que possui como principal objetivo a possibilidade de promover a aplicação do conhecimento adquirido nas pesquisas ao longo do processo de resolução da problemática. O raciocínio leva o aluno a analisar as informações encontradas, criando e testando as diferentes hipóteses construídas, para que possam desenvolver, de forma efetiva, suas habilidades de resolução de problemas, colocando o novo conhecimento em prática (Borochovicus & Tortella, 2014; Cesar, 2005; Hung, 2006; 2016).

Ao longo de todo o processo de resolução, o raciocínio requer algumas atividades cognitivas que capacitam os alunos a resolverem os problemas, como a necessidade de analisar todas as variáveis e suas inter-relações, vincular o conhecimento adquirido com o já existente, compreender as relações causais entre as variáveis e os acontecimentos relatados, além de raciocinar logicamente, sabendo criar e testar hipóteses, identificando, assim, possíveis soluções e eliminando soluções incorretas (Furtado & Leonel, 2020; Hung, 2006; 2016).

Vale ressaltar que tanto o processo de pesquisa, como o de raciocínio, ocorrem simultaneamente, possibilitando que os alunos possam processar o conhecimento teórico em conhecimento significativo, aplicável e conceitualmente integrado (Hung, 2016). Em suma, estes dois componentes são extremamente importantes para a construção de problemas mais significativos dentro da ABP, pois além de ativarem efetivamente os Componentes Centrais, eles direcionam os alunos a construir o seu conhecimento de forma ativa, desenvolvendo, principalmente, a habilidade de resolução de problemas.

Diante do protocolo de perguntas escrito por Tawfik *et al.* (2013), pode-se ainda relatar que para desenvolver um problema efetivo para a aprendizagem do aluno, o texto construído deve possuir recursos que forneçam informações importantes para que o processo de pesquisa e raciocínio seja iniciado corretamente.

Além disso, faz-se necessário entender que, quanto menos informações para guiar os alunos estiver contida no problema, de forma explícita ou implícita, mais capacidades cognitivas eles deverão ter para resolver a problemática, haja vista a necessidade de realizarem pesquisas e conexões lógicas entre as informações que serão de fato importantes para a resolução. Por isso, é de extrema importância analisar o nível da turma antes de construir ou escolher um problema a ser aplicado na ABP, pois, para aqueles alunos com capacidades cognitivas menores, os recursos iniciais devem ser apresentados de forma mais completa ao longo do texto (Hung, 2016; Rodriguez *et al.*, 2019).

Por fim, o último Componente de Processamento estipulado por Hung (2006) é a *Reflexão*, que enfatiza a importância de refletir sobre o conhecimento construído ao longo de todo processo de resolução do problema, pois, assim, os alunos possuem a oportunidade de organizar e integrar sua aprendizagem em uma estrutura conceitual e sistemática.

Basicamente este componente de reflexão é realizado com a orientação de tutores e atua como sendo um guia metacognitivo, otimizando os processos da ABP e garantindo que os efeitos dos outros componentes sejam maximizados. Além de possibilitar que o aluno busque pontos externos ao escopo do problema, criando um interesse sobre os assuntos correlacionados e desenvolvendo a habilidade de aprendizagem autodirigida, sendo um dos principais pontos que deve ser estimulado pelo método ABP, pois, ensina o aluno a buscar, de forma autônoma e independente, novos conhecimentos e saberes, capacitando-o a estar sempre atualizado e em constante processo de aprendizado (Martins *et al.*, 2018).

Diante da necessidade deste componente, dois pontos importantes na construção do problema devem ser analisados: os processos reflexivos formativos e os somativos. Sendo o primeiro aquele que deve ocorrer ao longo de todo o processo de estudo, correlacionando-se diretamente com os componentes de pesquisa e raciocínio, pois, os alunos devem sempre estar avaliando e refletindo sobre o seu processo de aprendizagem e suas estratégias de resolução de problemas, para assim, adequá-lo corretamente de acordo com os problemas a serem trabalhados (Hung, 2006; 2016).

Com o intuito de melhorar ainda mais o processo de desenvolvimento dos problemas, Tawfik *et al.* (2013) estruturou, para cada componente, uma série de perguntas que guiam o professor ao longo da criação dos problemas. Na *Tabela 2* a seguir, pode ser visto o protocolo de perguntas para todos estes componentes. A partir deste questionário, um problema com profundidade e complexidade pode ser desenvolvido com mais facilidade. Além disso, possibilita também a criação de um escopo relativamente “*mal estruturado*”, que devido aos múltiplos caminhos existentes, fornece ao aluno uma oportunidade para explorar outras alternativas durante a resolução dos problemas, compreendendo assim, o conteúdo de forma mais aprofundada (Hung, 2006).

Portanto, diante do questionamento feito por Tawfik *et al.* (2013), apresentado na *Tabela 2*, vale pontuar dois grandes conceitos dentro da ideia da contextualização do problema:

- 1) a validade contextual;
- 2) a motivação que é proporcionada ao longo da resolução da problemática.

Tabela 2: Protocolo de perguntas para auxiliar na criação dos problemas.

Parâmetros	Perguntas
Conteúdo	<ol style="list-style-type: none">1. Qual é o objetivo de aprendizagem dos alunos após a conclusão deste módulo?2. Quais são os objetivos específicos?3. Qual é o escopo do problema?4. Quantas soluções podem resultar desse tipo de problema?
Contexto	<ol style="list-style-type: none">1. Como o problema que estamos atribuindo é realmente válido e autêntico para o contexto?2. Quão contextualizado é esse problema?3. Os alunos conseguem ver facilmente como esses conceitos podem ser aplicados a outros tipos de problemas semelhantes?4. De que forma este tópico é motivador para os alunos?5. Por que esse problema parece importante para eles?
Conexão	<ol style="list-style-type: none">1. Os conceitos atuais se baseiam em aprendizados anteriores no curso?2. Os novos conceitos e objetivos ampliam os conceitos anteriores?3. Como o problema permite que os alunos testem ideias em diferentes contextos?
Pesquisando	<ol style="list-style-type: none">1. Como articulamos explicitamente o objetivo geral do problema?2. Que tipo de pesquisa é necessária para este tipo de contexto e problema?
Raciocínio	<ol style="list-style-type: none">1. Existe um protocolo de solução de problemas que podemos implementar ou incorporar?2. Que recursos de informação estamos fornecendo aos alunos?3. Como estamos incentivando os alunos a:<ul style="list-style-type: none">- Analisar a natureza inter-relacionada das variáveis?- Vincular os novos conhecimentos com os conhecimentos anteriores?- Pensar nas relações de causa e consequência?- Gerar e testar suas hipóteses?
Refletindo	<ol style="list-style-type: none">1. O problema requer:<ul style="list-style-type: none">- Alta pesquisa de informações e alto raciocínio (complexidade)?- Alta pesquisa de informações e baixo raciocínio (complexidade)?- Pouca pesquisa de informação e alto raciocínio (complexidade)?- Pouca pesquisa de informação e baixo raciocínio (complexidade)?2. Como permitimos que os alunos reflitam sobre o que aprenderam nos módulos anteriores?

Nota. Tabela extraída de Tawfik *et al.* (2013), a partir dos estudos de Hung (2006).

Primeiramente, o contexto presente nos problemas que forem selecionados ou criados para serem aplicados na ABP, devem ser validados quanto ao objetivo instrucional pretendido. Ou seja, se o contexto utilizado é, de fato, relevante para uma futura aplicação prática na vida profissional ou pessoal dos alunos. Sendo necessário também que essa relevância seja abordada de forma explícita ao longo do problema, deixando o aluno ciente da importância do assunto, do conhecimento e do contexto trabalho na atividade (Mendonça *et al.*, 2019).

Para Ribeiro *et al.* (2020), a utilização de enunciados semiabertos, ou seja, de situações problemas que fornecem as informações necessárias de forma clara, concisa e coesa, possibilitam aos estudantes se mobilizarem a fim de elaborar diferentes hipóteses, realizando inúmeras pesquisas, investigações e discussões em grupos.

Além desse ponto, a questão da motivação também se faz presente na escolha do contexto que o problema estará situado. Pois, uma motivação intrínseca leva o aluno a maximizar a compreensão de um determinado assunto, seja satisfazendo sua curiosidade ou pelo pleno interesse no conteúdo estudado. Além do mais, o aspecto motivacional se mostra bastante importante, pois é ele que leva o aluno a iniciar, realizar, manter e finalizar uma determinada atividade investigativa (Battistel *et al.*, 2022; Ribeiro *et al.*, 2020).

Segundo Ribeiro *et al.* (2020), um aluno motivado realiza pesquisas e investiga de forma mais aprofundada, constrói hipóteses e soluções diferentes, ou seja, apresenta um maior empenho e vontade ao longo da atividade. Visto que, o processo de ensino-aprendizagem dos jovens se torna mais interessante ao fazê-los buscarem respostas para as situações desafiadoras que são criadas. Diante disso e da necessidade de um contexto autêntico, nota-se que a dificuldade, a relevância e a proximidade à vida dos alunos, influenciam bastante o quanto eles irão se apropriar dos problemas, ou seja, o quão ativo e engajados estarão durante o processo de resolução (Hung, 2006; 2016).

Segundo pesquisadores de ABP (Czeszak & Mattar, 2020; Phye & Andre, 1986; Raaijmakers *et al.*, 2019), as principais atividades realizadas durante a resolução do problema deve ser a abstração do conhecimento e a capacidade de resumir e de se autoavaliar, pois, estes processos aumentam a integração conceitual dos alunos e a retenção do conteúdo estudado. Além disso, ao realizar o processo de autoavaliação, o aluno questiona a eficiência de suas estratégias de resolução e seus resultados de hipóteses ou soluções, fazendo assim com que este melhore ainda mais a sua habilidade de resolução de problemas e possibilite um maior aprendizado.

Em suma, o componente de reflexão tem como objetivo tornar a aprendizagem um processo contínuo e aprofundado, estimulando a curiosidade dos alunos e fazendo com que eles busquem adquirir e ampliar seus conhecimentos de forma autônoma e autoavaliativa.

4. Considerações Finais

Diante do que foi analisado e exposto no presente trabalho, entende-se que utilizar uma problemática desenvolvida pelo *Método 3C3R*, se mostra bastante proveitosa e significativa quanto ao desenvolvimento das habilidades socioemocionais dos estudantes. Pois, seguindo essa estrutura, é possível construir um problema contemporâneo, atraente e motivador para os alunos, que possibilita uma construção de conexões significativas entre os seus conhecimentos prévios e os adquiridos ao longo da resolução.

Portanto, acredita-se que a utilização de textos bem estruturados e desenvolvidos como gatilhos na ABP, contendo situações problemas relevantes e bem contextualizadas ao redor do aprendiz, mostra-se uma alternativa bastante interessante para motivar e instigar a cooperação dos alunos durante a resolução de problemáticas. Desse modo, a partir do estudo realizado, podemos acreditar que a metodologia ativa de ensino conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), deve ser desenvolvida utilizando métodos de construção de problemáticas adequadas e bem planejadas, como o *Método 3C3R*.

Visto que, ao utilizar uma situação próxima ao cotidiano do aluno, este terá um melhor desenvolvimento cognitivo, pois, possibilitará a construção de um conhecimento mais significativo, por meio de um ambiente motivador, atrativo e cooperativo. Além disso, propiciará ao aluno uma melhora nas habilidades e nas competências de resolução de problemas reais, de aprendizagem autodirigida e da autoavaliação constante.

Por fim, entende-se que este trabalho se trata apenas de um pequeno recorte sobre o gigantesco mundo da pesquisa voltada ao Ensino de Ciências. Dessa forma, salienta-se a necessidade de novas investigações e estudos, serem feitas sobre o tema de problemáticas desenvolvidas como gatilhos na Aprendizagem Baseada em Problemas. Por isso, deixarei ao fim deste trabalho os seguintes questionamentos aos educadores e pesquisadores entusiastas pelas metodologias ativas: Será que existe a possibilidade de aplicar um curso ou uma disciplina inteira, somente com a abordagem da ABP? Será que existem outras formas que possibilitem uma melhor eficiência no desenvolvimento de problemas motivadores e atrativos para os jovens alunos? Por último, me questiono, o que será necessário para que estes métodos ativos sejam de fato aplicados no Ensino Médio?

Referências

- Affeldt, F. S. (2017). Problem based learning: Desenvolvimento e aplicação de um modelo de para o ensino e a aprendizagem de teorias organizacionais. *Encontro da ANPAD*, 41, 1-16.
- Almeida, R. S., & Passos, M. L. S. (2021). Interação e Aprendizagem com a Resolução de Problemas na Educação a Distância. *EaD em Foco*, 11(1), 1-14.
- Aquilante, A. G., Silva, R. F. D., Avó, L. R. D. S. D., Gonçalves, F. G. P., & Souza, M. B. B. D. (2011). Situações-problema simuladas: Uma análise do processo de construção. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(2), 147-156.
- Ariès, P. (2006). *História social da criança e da família*. LTC.
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational Psychologist*, 12(2), 162-178.
- Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática*. Penso Editora.
- Barell, J. (2007). *Problem-based learning. An inquiry approaches*. Corwin Press.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Journal of the Learning Science*, 7(3-4), 271-311.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Spring Publishing Company.
- Battistel, O. L., Holz, S. M., & Sauerwein, I. (2022). Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e202102781-10.
- Borges, T. S., & Alencar, G. (2014). Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: O uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. *Cairu em Revista*, 3(4), 119-143.
- Borochovicus, E., & Tortella, J. C. B. (2014). Aprendizagem baseada em problemas: Um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: aval. pol. públ. Educ.*, 22(83), 263-294.
- Borochovicus, E., & Tassoni, E. C. (2021). Aprendizagem baseada em problemas: Uma experiência no ensino fundamental. *Educação em Revista*, 37(e20706), 1-22.
- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1984). *The IDEAL problem solver*. Freeman.
- Camargo F., & Daros, T. (2018). *A sala de aula inovadora: Estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Penso.
- Cesar, A. M. R. V. C. (2005). Método do estudo de caso (case studies) ou método do caso (teaching cases)? Uma análise dos dois métodos no ensino e pesquisa em administração. *REMAC Revista Eletrônica Mackenzie de Casos*, 1(1), 1-23.
- Czeszak, W., & Mattar, J. (2020). Autoavaliação e colaboração na formação online: revisão de literatura e estudo de caso. *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, 12(22), 1-29.
- da Silva, É. R. A., & Goi, M. E. J. (2019). Articulação entre resolução de problemas e temáticas no Ensino de Ciências: Uma análise em periódicos da área. *VIDYA*, 39(1), 195-214.
- Delors, J. (1996). *Learning - The treasure within: Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century*, UNESCO Publishing.
- Dewey, J. (1976). *Experiência e educação*. Nacional.
- Dolmans, D. H., Snellen-Balendong, H., & Van Der Vleuten, C. P. (1997). Seven principles of effective case design for a problem-based curriculum. *Medical Teacher*, 19(3), 185-189.
- Duré, R. C., de Andrade, M. J. D., & Abílio, F. J. P. (2018). Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: Quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 259-272.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do oprimido*. Editora Paz e Terra.
- Furtado, U. J., & LeoneI, A. A. (2020). Resolução de problemas e problemas abertos: Uma investigação no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(2), 467-487.
- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: Passos para sua elaboração. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 23(1), 183-184.
- Hung, W. (2006). The 3C3R model: A conceptual framework for designing problems in PBL. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 55-77.
- Hung, W. (2016). All PBL starts here: The problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2).
- Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). Problem-Based Learning. In M. Spector, M. D. Merrill, & M. J. Bishop (Orgs.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 485-506). Lawrence Erlbaum Associates.

- Lei n. 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. (1996). *Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional*. Diário Oficial da União. MEC.
- Lima, G. Z., & Linhares, R. E. C. (2008). Escrever bons problemas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 32(2), 197-201.
- Lima, L. P., Pinheiro, E. B. F., Gois, K. M. S., Silva, N. C. O., & Silva, C. Y. (2022). The use of natural products as an alternative for teaching chemistry: A review. *Research, Society and Development*, 11(7), e2111729588.
- Locatelli, T. (2020). A utilização da tecnologia, oficinas e jornadas interdisciplinares para desenvolver a aprendizagem significativa da educação ambiental: um ato de cidadania. *Revista Monografias Ambientais*, 19(e14), 1-32.
- Lovato, F. L., Michelotti, A., & Loreto, E. L. S. (2018). Metodologias ativas de aprendizagem: Uma breve revisão. *Acta Scientiae*, 20(2), 154-171.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. E.P.U.
- Marcondes, M. E. R. (2018). As ciências da natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular. *Estudos Avançados*, 32(94), 269-284.
- Martins, A. C., Falbo Neto, G., & Silva, F. A. M. D. (2018). Características do Tutor Efetivo em ABP—uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 42, 105-114.
- MEC (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Secretaria da Educação Básica.
- Mendonça, D., & Tiago Filho, G. L. (2019). Práticas de metodologias ativas de aprendizado baseadas em problemas, para a abordagem da energia solar fotovoltaica no ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 271-289.
- Mitre, S. M., Siqueira-Batista, R., Girardi-de-Mendonça, J. M., de Moraes-Pinto, N. L., Meirelles, C. A. B., Pinto-Porto, C., Moreira, T., & Hoffmann, L. M. A. (2008). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: Debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(2), 2133-2144.
- Morey, A. T., da Silva, D. R., Marangon, T., & de Miranda, T. R. D. S. (2021). A aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação básica: Análise de problemas elaborados durante um curso de formação para professores de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(3), 457-471.
- O'Grady, G., Yew, E. H. J., Goh, K. P. L., & Schmidt, H. G. (2012). *One-day, one-problem. An approach to problem-based learning*. Springer.
- Phye, G. D., & Andre, T. (1986). *Cognitive classroom learning: Understanding, thinking, and problem solving*. Academic Press.
- Raaijmakers, S. F., Baars, M., Paas, F., van Merriënboer, J. J., & Van Gog, T. (2019). Effects of self-assessment feedback on self-assessment and task-selection accuracy. *Metacognition and Learning*, 14(1), 21-42.
- Ribeiro, D. D. C. D. A., Passos, C. G., & Salgado, T. D. M. (2020). A metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: As características de um problema eficaz. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 22, 1-21.
- Rodriguez, J. M. G., Bain, K., Hux, N. P., & Towns, M. H. (2019). Productive features of problem solving in chemical kinetics: More than just algorithmic manipulation of variables. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 175-186.
- Sampaio, C. G., Silva, F. T. C., Barroso, M. C. S., & Benigno, A. P. A. (2020). Approach of the agrototoxic theme in teaching chemistry from the STS/STSE perspective and Significant Learning: a bibliographic study. *Research, Society and Development*, 9(8), e300984482.
- Santos, C. P., & Soares, S. R. (2011). Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: Duas faces da mesma moeda. *Estudos em Avaliação Educacional*, 22(49), 353-370.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
- Schmidt, H. G. (1993). Foundations of problem-based learning: Some explanatory notes. *Medical Education*, 27(5), 422-432.
- Schwartzman, S. (2010). O ensino médio no Brasil é formal, acadêmico, voltado para o vestibular. Não atende jovens com outros interesses. *Entrevista - Revista Ensino Superior Unicamp*, 2, 16-25.
- Souza, S. C. de., & Dourado, L. (2015). Aprendizagem baseada em problemas (ABP): Um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *Holos*, 31(5), 182-200.
- Tawfik, A., Trueman, R., & Lorz, M. (2013). Designing a PBL environment using the 3C3R method. *International Journal of Designs for Learning*, 4(1), 11-24.
- Teixeira, B. M., & Oliveira, G. C. G. de. (2016). Atividades experimentais em Química utilizando a metodologia da aprendizagem baseada em problemas. In L. M. Moreira (Org.), *Ensino de química em revista: Vol. 1. Das teorias às propostas de ação* (pp. 130-152). Instituto de Química da UFRJ.
- Weiss, R. E. (2003). Designing problems to promote higher-order thinking. *New Directions for Teaching and Learning*, 95, 25-31.
- Wetzel, M. (1994). Problem-based learning: An update on problem-based learning at Harvard Medical School. *Annals of Community-Oriented Education*, 7, 237-247.
- Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Clinical review*, 326(3), 328-330.