

Tendências de pesquisa sobre aprendizagem baseada em problemas no periódico Journal of Chemical Education

Resumo: Este estudo traz uma revisão de literatura sobre Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) realizada no Journal of Chemical Education. Os dados foram coletados diretamente no site do referido periódico e, em seguida, analisados. As categorias de análise foram divididas em três aspectos: bibliográficos, teóricos, metodológicos. Os resultados mostraram que a tendência das pesquisas analisadas está na direção de proposição e aplicação de intervenção didática, particularmente em espaços de laboratório químico. Os resultados sugerem a necessidade de mais estudos sobre ABP com a participação de estudantes dos ensinos fundamental e médio; a formação continuada de professores e a construção de currículos de Química em disciplinas e/ou cursos pautadas na ABP.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em problemas. Journal of chemical education. Tendências de pesquisa.

Research trends on problem-based learning in the Journal of Chemical Education

1

Abstract: This study features a literature review on Problem Based Learning (PBL) conducted in the Journal of Chemical Education. The data were collected directly on the website of that periodical and then analyzed. The analysis categories were divided into three aspects: bibliographic, theoretical, methodological. The results showed that the trend of the analyzed researches is towards the proposition and application of didactic intervention, particularly in chemical laboratory spaces. The results suggest the need for further studies on PBL with the participation of students from elementary and high school; the continuous training of teachers and the construction of Chemistry curricula in disciplines and / or courses based on PBL.

Keywords: Problem-based learning. Journal of chemical education. Research trends.

Tendencias de investigación sobre aprendizaje basado en problemas en el Journal of Chemical Education

Recebido em 21/06/2020
Aceito em 03/08/2020
Publicado em 05/08/2020

eISSN 2675-1933
doi 10.37853/pqe.e202023



Desquisa
e Ensino

Angela Fernandes Campos

Doutora em Química Inorgânica (UFPE).
Professora da Universidade Federal Rural
de Pernambuco (UFRPE). Pernambuco,
Brasil.

orcid.org/0000-0002-1294-3124

afernandescampos@gmail.com

Lucas dos Santos Fernandes

Doutor em Ensino, Filosofia e História das
Ciências (UFBA). Professor da
Universidade Federal do Vale do São
Francisco (UNIVASF). Piauí, Brasil.

orcid.org/0000-0002-9433-724X

lucas.fernandes@univasf.edu.br

Resumen: Este estudio presenta una revisión de la literatura sobre el aprendizaje basado en problemas (PBL) realizada en el Journal of Chemical Education. Los datos fueron recopilados directamente en el sitio web de esa publicación y luego analizados. Las categorías de análisis se dividieron en tres aspectos: bibliográfico, teórico, metodológico. Los resultados mostraron que la tendencia de las investigaciones analizadas es hacia la proposición y aplicación de intervención didáctica, particularmente en espacios de laboratorio químico. Los resultados sugieren la necesidad de más estudios sobre PBL con la participación de estudiantes de primaria y secundaria; la formación continua de docentes y la construcción de currículos de Química en asignaturas y / o cursos basados en PBL.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas. Journal of chemical education. Tendencias de investigación.

1 Introdução

2

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma metodologia de ensino que tem sido amplamente utilizada em diversas áreas do saber: Medicina, Engenharia, História, Direito, Administração, Biologia, Física, Química, dentre outras. É considerada uma metodologia ativa, pois o processo educativo é centrado no aprendiz. Nesta perspectiva, o estudante participa ativamente de todas as atividades propostas pelo professor ou tutor. A literatura da área de Educação / Ensino tem mostrado que a ABP possibilita a construção, por parte dos estudantes, de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Laredo, 2013; Shultz, & Zemke, 2019). Também, atua como mobilizadora no desenvolvimento de diversas competências exigidas atualmente na formação dos estudantes ao longo da vivência deles na Educação Básica (Brasil, 2018), tais como: pensamento crítico, comunicação, autonomia, busca adequada de informações, capacidade para pesquisa.

A origem sistematizada da ABP remonta ao Hospital e Escola de Medicina da Universidade McMaster (Canadá) nos anos finais da década de 1960. Nessa época, percebeu-se que os estudantes de Medicina eram expostos a enormes volumes de conteúdos e que se formavam sem as habilidades necessárias para realizar diagnósticos (Ribeiro, 2008). Diante dessas dificuldades e inspirados no método de estudo de casos

da área jurídica da Universidade de Harvard (EUA) e no modelo de ensino empregado na Universidade Case Western Reserve (EUA), os estudantes de Medicina da Universidade de McMaster foram os primeiros a experimentar a ABP.

A utilização bem sucedida da ABP na Medicina impulsionou a disseminação dessa metodologia de ensino em outros países e nas mais diversas áreas de conhecimento. Em relação à Química, foco desta pesquisa, vários estudos desenvolvidos recentemente, obtiveram êxito em termos de aprendizagem e desenvolvimento de competências e habilidades (Valdez & Bungihan, 2019; Sugihart et al, 2019; Rusmansyah, et al, 2019). Em face desse cenário, se faz necessário investigar e sistematizar a produção acadêmica relativa à ABP no ensino de Química. Para atingir esses objetivos, foi escolhido um periódico representativo da área de Educação Química para realizar uma pesquisa bibliográfica sobre esse tema: o *Journal of Chemical Education* (J. Chem. Educ.).

O *Journal of Chemical Education* é um periódico internacional pioneiro na publicação de investigações sobre Educação Química no mundo. Ele foi lançado em 1924 e pertence à Divisão de Educação Química da American Chemical Society. O *Journal of Chemical Education* constitui um meio de comunicação científica para as pessoas que têm interesse no ensino e aprendizagem da Química, a saber: professores do ensino superior, professores do ensino médio e pesquisadores. Está classificado no estrato A2 da área de Ensino no sistema de classificação de periódicos (Qualis) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ficando abaixo apenas do maior estrato (A1).

No *Journal of Chemical Education*, os estudos sobre Educação Química compreendem atividades, conteúdos químicos, experimentos de laboratório, métodos instrucionais, propostas diferenciadas e inovadoras de ensino, tais como a ABP, que constitui o núcleo central do presente estudo.

A utilização da ABP no ensino de Química é recente, data da década de noventa (90). Desde então, a sua utilização para a abordagem de conteúdos nos diferentes ramos da Química, como, Química Geral e Inorgânica (Shultz & Zemke, 2019), Orgânica (Costantino & Barlocco, 2019), Físico-Química (Hicks & Bevsek, 2012), Analítica (Bellová et al, 2018) tem crescido ao longo dos anos. Também há estudos que trazem a

ABP como metodologia diferenciada em sala de aula para discussão de temas que envolvem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), tais como: energia, saúde, meio ambiente (Nagarajan & Overton, 2019).

A ABP tem como principal fundamento o construtivismo que se apoia na ideia que a partir da reflexão de nossas experiências podemos construir um entendimento sobre o mundo em que vivemos (Maudsley, 2000). Neste sentido, Yew e Schmidt (2012) destacam alguns aspectos relacionados ao processo de construção cognitiva que pode ocorrer quando os estudantes vivenciam a metodologia de ensino ABP: (i)- os estudantes ativam seus conhecimentos prévios quando se deparam com um problema e também por meio da discussão com seus pares; (ii)- a discussão em grupo possibilita que os estudantes elaborem possíveis teorias e criem hipóteses para explicar o problema. Juntos, eles identificam o que é necessário em termos de conteúdos e informações a serem pesquisadas e constroem uma solução inicial para o problema. Nesse momento, o professor ou tutor atua como facilitador, auxiliando-os na construção do conhecimento relacionado ao problema; (iii)- após a discussão inicial, os estudantes trabalham independentemente, mas sob orientação para realização da pesquisa ou busca de informações; (iv)- finalmente, os estudantes retornam aos grupos, com as informações adquiridas para uma discussão coletiva e revisão das ideias iniciais apresentadas para solucionar o problema.

Pelo exposto, podemos inferir que a ABP é uma metodologia que se distancia do modelo de ensino por transmissão-recepção, também conhecido como tradicional, frequentemente criticado nos estudos sobre Ensino de Ciências/Química no Brasil (Freitas, 2017). Este modelo tem o professor como figura central no processo educativo, sendo ele detentor e transmissor do “conhecimento” para os estudantes. Os estudantes são indivíduos passivos e têm tímida participação durante as aulas. Cabe a eles atuarem de forma passiva, sendo receptores de informações, modelo bancário (Freire, 2013).

É importante comentar que além de uma proposta metodológica de ensino, a ABP consiste numa tendência de pesquisa internacional da Didática das Ciências, sendo objeto de estudo por pesquisadores internacionais e também por pesquisadores brasileiros (Batinga, 2010; Fernandes & Campos, 2017; Freitas 2017; Freire et al, 2012;

(Goi & Santos, 2019; Souza & Dourado, 2015; Silva & Silva, 2020). Os estudos envolvem diferentes linhas de pesquisa como: formação continuada de professores, processos de construção de significados e conceitos em Química, proposição, intervenção e avaliação de estratégias didáticas, revisão da literatura, discussão teórica sobre os aportes teórico-metodológicos da ABP, estratégias no processo de resolução de problemas, dentre outras.

Sob esta perspectiva e considerando a importância do Journal of Chemical Education para a disseminação e divulgação científica de pesquisas sobre Educação Química que envolvem a ABP, este trabalho tem como questão de pesquisa: Quais as tendências de pesquisa sobre a ABP em estudos selecionados a partir do Journal of Chemical Education? Para responder a essa questão de pesquisa, formulamos os seguintes objetivos: Identificar e analisar as tendências de pesquisa sobre a ABP em estudos selecionados a partir do Journal of Chemical Education.

Além disso, buscaremos discutir o conteúdo dessas pesquisas e apontar os desdobramentos para novos estudos na área de Educação/Ensino de Química. A justificativa para a realização desta pesquisa é a ausência de estudos de revisão da literatura nacionais recentes sobre a APB, bem como a carência de investigações nacionais sobre essa estratégia didática que, conforme exposto, pode se tornar uma excelente aliada dos professores de Ciências.

2 Origem da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

A ABP surgiu inicialmente em 1969 como uma metodologia de ensino inovadora na área de Medicina na Universidade McMaster no Canadá (Overton & Randles, 2015). O neurologista Howard S. Barrows (1996) é considerado um dos pioneiros na proposição da ABP e em apresentar aos estudantes pacientes com problemas de saúde para que eles em pequenos grupos busquem informações relevantes na tentativa de resolver os problemas apresentados pelos pacientes. Nesse contexto, solucionar o problema consistia em apresentar um diagnóstico preciso para o paciente em função dos sintomas apresentados. De acordo com Tawfik (2015), o trabalho de Barrows contribuiu para que a ABP expandisse para outros países e áreas do saber com desdobramentos de questões

e linhas de pesquisa relacionadas à ABP. Souza & Dourado (2015) comentam que a ABP nos últimos anos tem conquistado espaço em inúmeras instituições educacionais de ensino superior, em cursos de graduação e pós-graduação e no ensino básico em várias disciplinas.

Segundo Günter & Alpat (2017), a ABP é uma metodologia ativa de aprendizagem utilizada no processo educativo a fim de desenvolver indivíduos criativos, capazes de realizar trabalhos em grupo e que são capazes de encontrar soluções para os problemas do cotidiano usando os conhecimentos e as habilidades adquiridas no processo de resolução dos problemas. Dessa forma, o contexto da resolução do problema desencadeia o processo de aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades e competências. Mais do que a solução final do problema, o contexto da resolução é de interesse do professor ou tutor, pois nessas circunstâncias os objetivos educacionais podem ser atingidos em termos de conceitos, procedimentos e atitudes (Campos & Nigro, 1999).

6

2.1 Características da ABP

Souza & Dourado (2015) consideram a ABP como uma estratégia de ensino centrada no aluno, que por meio da pesquisa e da cooperação com seus pares realizam uma análise crítica para a compreensão e resolução de problemas de forma significativa e em interação contínua com o professor.

Pelo exposto, parece haver um consenso na literatura sobre as características básicas da ABP: uso de um contexto do mundo real para o cenário do problema, trabalho em grupo, resolução de problemas complexos, aquisição de novos conhecimentos e avaliação através da apresentação de resultados ou produtos (Overton & Randles, 2015).

Apesar da ABP ter sido aplicada inicialmente na década de 60, sua utilização no ensino de Ciências/Química é relativamente recente. Segundo Overton & Randles (2015) os profissionais dessas áreas estão desenvolvendo modelos flexíveis e implementando-os de maneira adequada ao seu contexto particular.

Nesta perspectiva é importante comentar que o sentido dado ao problema na ABP é de um enunciado que a princípio o indivíduo não dispõe de meios imediatos para resolvê-lo. Situação diferente, por exemplo, quando o estudante se depara com uma questão dita como exercício. No exercício, o indivíduo resolve de forma rápida, pois dispõe de conhecimentos já organizados em sua estrutura cognitiva. A fim de melhor elucidar a diferença entre problema, no contexto da ABP e exercício, num modelo de ensino tradicional, considere o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Exemplos em Química de exercício e problema

Exercício	Problema
<p>Exemplo:</p> <p>1) Efetue o balanceamento das equações químicas a seguir:</p> <p>a) $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$</p> <p>b) $N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow NH_{3(g)}$</p> <p>c) $SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)}$</p>	<p>Exemplo:</p> <p>O diamante é uma substância que apresenta uma dureza elevada. Por isso, é utilizado na perfuração de rochas. Na sua composição apresenta apenas átomos de carbono. O grafite é uma substância que possui resistência baixa. É empregada na fabricação de lápis e também é constituída apenas por átomos de carbono. Na escala de dureza o diamante é o mais duro com valor igual a 10 e a grafite é um dos materiais mais moles com dureza igual a 1. O grafite é um condutor elétrico ao contrário do diamante que é considerado um isolante. Por conduzir eletricidade a grafite é utilizada em fornos elétricos. Por que há diferença de dureza tão acentuada nessas substâncias uma vez que ambas são constituídas apenas por carbono? Por que só o grafite conduz corrente elétrica? Que tipo de ligação química ocorre nessas substâncias?</p>

Fonte: Fernandes & Campos, 2017.

Pode-se observar no Quadro 1 que, no tocante ao exercício, o estudante de Química necessita apenas realizar o balanceamento das equações químicas nos itens a) b) e c) da questão. O que o estudante necessita mobilizar em termos conceituais para realização da tarefa é conhecimento básico sobre balanceamento. Além disso, o percurso ou caminho seguido para resolução do enunciado não se altera (Fernandes & Campos, 2017).

Em relação ao problema, o estudante necessita realizar a articulação entre vários conceitos. Há uma maior exigência cognitiva do estudante. Também, o professor pode estabelecer caminhos diferenciados na forma de orientações para que os estudantes realizem o processo de resolução. Ainda, vale ressaltar que o enunciado traz uma articulação entre conhecimento químico teórico (submicroscópico) e o conhecimento

químico fenomenológico (macroscópico): estrutura submicroscópica interna das ligações químicas x propriedades físicas dos compostos covalentes. Nesse sentido, a resolução desse problema permite que os estudantes transitem entre os aspectos teóricos e fenomenológicos do conhecimento químico.

2.2 Etapas metodológicas para a implementação da ABP

Na ABP não há um caminho metodológico definido, rígido e inflexível a ser seguido no contexto escolar e/ou universitário. No entanto, há etapas que são bem características e estabelecidas. Por exemplo, na ABP, O problema é o ponto de partida, ou a primeira etapa metodológica. O enunciado de um problema, de preferência deve estar: relacionado a um contexto real, ter a presença de um obstáculo; e ser motivador para o estudante. Mas, o que está presente no enunciado, qual(is) contexto (s) e obstáculo(s) serão inseridos pelo professor, são escolhas pessoais, que podem variar dependendo do contexto da sala de aula, do nível cognitivo dos estudantes, das condições materiais para a resolução, do conteúdo abordado, dentre outras variáveis. A Figura 1 mostra uma sequência de etapas relacionadas ao processo de resolução de problemas segundo a ABP.

No momento em que o estudante se depara com um problema é desencadeado um estado inicial de dificuldade intelectual, situação que possibilita ao estudante lançar mão dos seus conhecimentos prévios e juntamente com as ideias levantadas por seus pares (discussão em grupo) realizar um processo de levantamento de hipóteses.

Como foi dito anteriormente, a proposição ou enunciado do problema é o ponto de partida do processo educativo. Em seguida, há o processo de levantamento de hipóteses, a realização de atividades didáticas a fim de dar condições para o estudante construir os conhecimentos necessários e os procedimentos adequados para resolução do problema. Na etapa seguinte, há a necessidade de um posicionamento, uma tomada de decisão em relação ao problema proposto, ou seja, uma possível solução. Na última etapa, o professor juntamente com os estudantes, avaliam o processo, analisam as possíveis soluções apresentadas pelos estudantes e os conhecimentos produzidos ao longo de todas as etapas envolvidas na resolução.

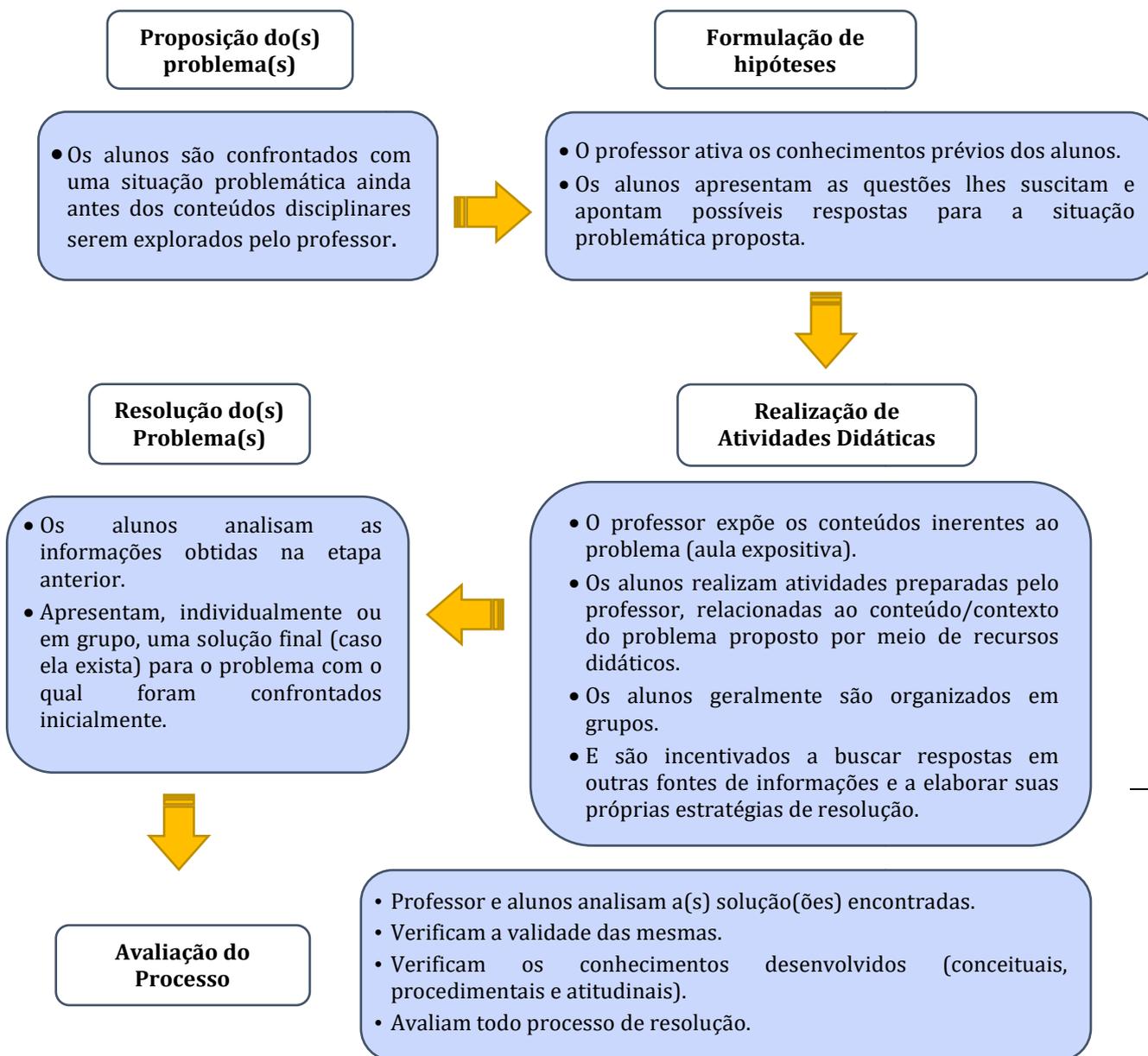


Figura 1 – Sequência metodológica da resolução de problemas em sala de aula
 Fonte: Freitas, 2017

Pelo exposto, pode-se inferir que o trabalho com ABP exige um professor que tenha formação adequada para realizar atividades didáticas dentro dessa estratégia de ensino. É necessário um planejamento prévio realizado pelo professor que envolverá a escolha de um contexto, a elaboração de um enunciado que constituirá o problema, a construção de atividades didáticas que ofereçam aos estudantes as condições

necessárias para a resolução do problema e, por fim, a capacidade de análise e avaliação das soluções apresentadas pelos estudantes. Assim, é importante que a formação inicial possibilite a preparação dos futuros professores para trabalharem segundo os pressupostos teórico-metodológicos da ABP, expostos na Figura 1, por Freitas (2017), ou em outras propostas elaboradas por outros pesquisadores (Barrows, 1996; Campos & Nigro, 1999).

Segundo Souza & Dourado (2015) a insegurança inicial diante da mudança da prática docente, antes focada na metodologia tradicional, para a metodologia ABP traz inquietações, dúvidas e questionamentos. Além das lacunas na formação inicial de professores, ainda existem outras dificuldades relacionadas à implementação da ABP no contexto escolar: tempo, inadequação do currículo, limitação dos recursos financeiros e avaliação.

Finalmente, pode-se inferir que três aspectos são primordiais para que a ABP possa ser implementada como uma metodologia inovadora no ensino de Química: 1)- formação dos professores; 2)- construção do conhecimento sobre a prática no ensino de Química (planejamento das atividades); 3)- e apoio institucional, que pode auxiliar de forma decisiva na implementação da ABP no currículo escolar.

3 Metodologia

O presente estudo é de natureza qualitativa, sendo caracterizado como uma pesquisa bibliográfica e exploratória (Lüdke & André, 2014). Nesta perspectiva buscamos realizar uma leitura na íntegra de todos os artigos sobre ABP encontrados e selecionados no J. Chem. Educ. que estão publicados e disponibilizados no site desse periódico (<https://pubs.acs.org/journal/jceda8>). A pesquisa bibliográfica e a exploração detalhada dos estudos encontrados permitiram que obtivéssemos informações relevantes sobre como a ABP tem sido empregada por diferentes pesquisadores em diferentes partes do mundo. A seguir discutiremos sobre os procedimentos metodológicos envolvendo a coleta e análise dos dados.

3.1 Procedimentos de coleta e análise dos dados

A análise foi realizada seguindo os critérios que constam na Figura 2, tendo como referencial o estudo de Fernandes & Campos (2017), adaptado para este trabalho.

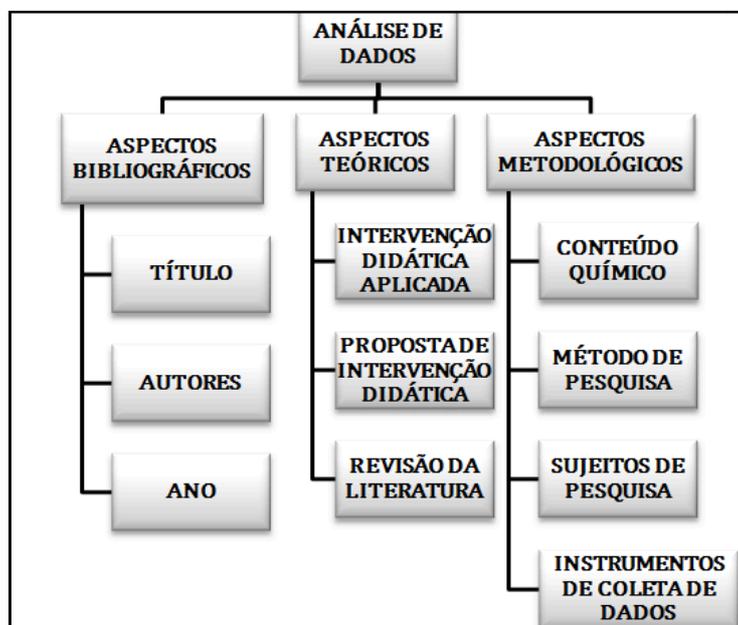


Figura 2 – Critérios de análise dos artigos sobre ABP no J. Che. Educ.
Fonte: Elaborado pelos autores

Os critérios de análise foram divididos em três aspectos: bibliográficos, teóricos e metodológicos. Nos aspectos bibliográficos buscou-se identificar o título, os autores e o ano dos estudos analisados. Os aspectos teóricos compreendem ao objetivo principal das pesquisas coletadas: apresentar uma proposta de intervenção didática com aplicação e análise dos resultados; apresentar uma proposta de intervenção didática sem aplicá-la no contexto escolar; ou ainda, realizar uma revisão da literatura envolvendo a ABP, com identificação dos pressupostos teóricos assumidos pelos autores e sua pertinência para a realização das pesquisas dentro dessa linha de investigação (Fernandes & Campos, 2017). Os aspectos metodológicos envolvem: a identificação dos conteúdos químicos presentes nos estudos, tendo em vista as subdivisões didáticas da Química: Geral, Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-Química; os métodos de pesquisa utilizados; os sujeitos participantes nesses estudos; os níveis de ensino aos quais essas investigações estão direcionadas; e, por fim, quais foram os instrumentos de coleta de dados adotados.

Consideramos que a análise das investigações sobre ABP no J. Chem. Educ. segundo os critérios estabelecidos a priori e também que emergiram da análise, mostrados na Figura 2, podem nos dar indícios das tendências de pesquisa que têm sido realizadas, o que elas indicam e quais os direcionamentos para futuros estudos.

A busca pelos estudos sobre a ABP no J. Chem. Educ foi realizada por meio das palavras-chave, PBL do inglês, Problem-based learning, ou Problem-based approach e também da sigla PBL, na caixa de busca (Quick search) do site do periódico. Apenas os artigos que traziam no título Problem-based learning, PBL ou Problem-based approach foram considerados. A identificação dessas pesquisas foi realizada usando a codificação: E1, E2, E3... e assim, progressivamente.

4 Resultados e discussão

A busca inicial pelos estudos sobre ABP no J. Chem. Educ. revelou 96 pesquisas. No entanto, apenas 19 artigos traziam a palavra-chave 'Problem-based learning', PBL ou Problem-based approach no título. Assim, foram selecionados 19 estudos para análise.

4.1 Aspectos bibliográficos

O Quadro 2 mostra os aspectos bibliográficos dos estudos sobre ABP identificados e selecionados no J. Chem. Educ.

Quadro 2 – Aspectos bibliográficos dos estudos sobre ABP selecionados.

Estudo	Título	Autores	Ano
E1	Teaching an Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Course with a Tailored Problem-Based Learning Approach	Luca Costantino/Daniela Barlocco	2019
E2	Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning	Subhalakshmi Nagarajan/Tina Overton	2019
E3	"I Wanna Just Google It and Find the Answer": Student Information Searching in a Problem-Based Inorganic Chemistry Laboratory Experiment	Ginger V. Shultz/Jennifer M. Zemke	2019
E4	Using Potentiometric Electrodes Based on Nonselective Polymeric Membranes as Potential Universal Detectors for Ion Chromatography: Investigating an Original Research Problem from an Inquiry-Based-Learning Perspective	María Cuartero/Gastón A. Crespo	2018

E5	Approximate Relations in pH Calculations for Aqueous Solutions of Extremely Weak Acids: A Topic for Problem-Based Learning	Renata Bellova/Danica Melicherčíková/Peter Tomčík	2018
E6	Tailoring Clicker Technology to Problem-Based Learning: What's the Best Approach?	Russell J. Pearson	2017
E7	Learn on the Move: A Problem-Based Induction Activity for New University Chemistry Students	Dylan P. Williams	2017
E8	Student Development of Information Literacy Skills during Problem-Based Organic Chemistry Laboratory Experiments	Ginger V. Shultz/Ye Li	2016
E9	Interdisciplinary Explorations: Promoting Critical Thinking via Problem-Based Learning in an Advanced Biochemistry Class	Chapel D. Cowden/Manuel F. Santiago	2016
E10	Implementation of Problem-Based Learning in Environmental Chemistry	Stina Jansson/Hanna Söderström/Patrik L. Andersson/Malin L. Nording	2015
E11	Changing the First-Year Chemistry Laboratory Manual to Implement a Problem-Based Approach That Improves Student Engagement	Thamara Laredo	2013
E12	The Development and Implementation of a Problem-Based Learning Format in a Fourth-Year Undergraduate Synthetic Organic and Medicinal Chemistry Laboratory Course	Alison B. Flynn/Robyn Biggs	2012
E13	Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments	Randall W. Hick/Holly M. Bevsek	2012
E14	Effect of Cooperative Problem-Based Lab Instruction on Metacognition and Problem-Solving Skills	Santiago Sandi-Urena/Melanie Cooper/Ron Stevens	2012
E15	Use of Wikis in Chemistry Instruction for Problem-Based Learning Assignments: An Example in Instrumental Analysis	Robert Clougherty/Mona Wells	2008
E16	Problem-Based Learning in Undergraduate Education - A Sophomore Chemistry Laboratory	Preetha Ram	1999
E17	Synthesis of Complex Natural Products as a Vehicle for Student-Centered, Problem-Based Learning	Kevin C. Cannon/Grant R. Krow	1998
E18	A problem-based learning design for teaching biochemistry	Richard F. Dods	1996
E19	A Problem-Based Approach to Organic Chemistry	Karl De Jesus	1995
Total	19 estudos		

Fonte: Elaborado pelos autores

Podemos observar, a partir do Quadro 2 que no Journal of Chemical Education, os estudos pioneiros sobre PBL publicados datam da década de 90. O primeiro deles foi realizado por De Jesus (1995), seguido por Dods (1996). Até o final da década de 90 e os

anos 2000 a produção sobre PBL no referido jornal era tímida, situação diferente do que se observa a partir de 2010. Por exemplo, há artigos publicados nos anos 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, sendo que em 2012 e 2019 foram publicados três artigos nessa direção. Em 2020, até o momento não há registros de pesquisas sobre ABP, no entanto, os dados apontam para o crescimento do número de trabalhos nos últimos anos.

Em relação aos autores, observa-se apenas que o nome Ginger Shultz aparece duas vezes no Quadro 2 (Shultz & Zemke, 2019; Shultz & Li, 2016). Esse dado revela que a ABP vem sendo pesquisada por diversos autores filiados a várias instituições de diferentes países, tais como: Eslováquia (Bellová et al, 2018), Estados Unidos (Cannon & Krow, 1998), Itália (Constantino & Barlocco, 2019), Suécia (Cuartero & Crespo, 2018) e Canadá (Flynn & Biggs, 2012).

4.2 Aspectos teóricos

14

Observamos que os artigos E1 a E19 trazem as discussões teóricas e metodológicas sobre PBL fundamentadas principalmente nos proponentes do método, Barrows e Kelson (Barrows, 1996). Porém há estudos realizados com algumas adaptações da ABP original. Por exemplo, segundo a ABP (Barrows, 1996) os estudantes participam ativamente no processo de elaboração dos problemas a partir de um contexto ou de uma temática sugerida pelo professor. No entanto, há estudos reportados aqui em que o professor traz uma problemática como ponto de partida para aprendizagem e a partir das orientações do professor os alunos participam do processo de resolução.

Nessa perspectiva, o estudo de Ram (1999), E16, ele considera a escolha do problema pelo professor como fundamental para o sucesso da ABP. Neste sentido, ele traz para os estudantes um problema real que estava acontecendo na cidade de Atlanta em 1996. O rio naquela cidade apresentava altos índices de poluição. O órgão federal responsável pelas análises entrou em contato com a universidade, realizou uma palestra para os estudantes e os “contrataram” para selecionarem as análises e os produtos químicos adequados. Também, os estudantes foram desafiados a realizarem a coleta da

amostra da água e efetuarem o tratamento analítico a fim de confirmar se realmente o rio estava poluído.

O confronto dos estudantes com um problema real foi motivador, possibilitou que eles se engajassem no processo de resolução e se identificassem com o projeto estabelecido pelo professor. Ainda, nessa direção, Laredo (2013), E11, coloca para os estudantes um problema que envolve bebidas com dióxido de carbono, CO₂. Os estudantes a partir das discussões realizadas em sala de aula e no laboratório sobre marchas analíticas tinham que propor um caminho para remover o CO₂ das soluções.

É importante ressaltar que a maioria das pesquisas analisadas (Quadro 2) sobre ABP foram aplicadas, ou seja, envolvem a proposição e a intervenção didática utilizando a metodologia ABP em sala de aula. Dos 19 estudos, 17 deles envolveram aplicação do método ABP no contexto universitário. Apenas um estudo, versou sobre proposta de intervenção didática, E17, e outro abordou sobre revisão da literatura relacionada a ABP, E2. O artigo E17 traz como proposta de intervenção didática, a construção de um projeto relacionado à síntese de produtos naturais complexos.

Como primeira etapa, os estudantes são estimulados a realizarem, sob a supervisão do professor, uma pesquisa bibliográfica na biblioteca da universidade a fim de buscarem informações sobre reagentes e rotas sintéticas apropriadas para o projeto em questão. Os estudantes são divididos em grupos com o objetivo de estimular a cooperação na execução da pesquisa orientada pelo professor. Os autores finalizam o texto comentando que os projetos de síntese construídos proporcionaram autoconfiança, orgulho e apreciação das habilidades de seus colegas de classe.

O artigo E2 versa sobre uma revisão de literatura, conforme dito anteriormente, voltada para ABP. Os autores comentam que os desafios do século XXI precisam ser enfrentados com um olhar mais global que extrapola a aprendizagem de conteúdos de uma disciplina. Os estudantes de Química necessitam desenvolver um pensamento sistêmico, ou seja, a aprendizagem dos estudantes necessita ser ampliada para além dos conceitos químicos e teorias, no sentido de compreender as interrelações entre sistemas, físicos, biológicos e ambientais.

Os pesquisadores afirmam e a natureza interdisciplinar e conectiva é crucial para resolução de vários problemas globais. Eles também acrescentam que o número crescente de desafios globais relacionados ao meio ambiente, água, saúde pública, energia, doenças, por exemplo, precisam ser incluídos no currículo de Química, particularmente em nível de graduação para que essa Ciência seja ensinada num contexto mais amplo de problemas reais, a fim de preparar os alunos para cidadania e capacitá-los em direção a um futuro sustentável. Segundo os autores, a ABP é uma metodologia de ensino centrada no estudante que visa promover um aprendizado mais profundo por meio da exploração ativa dos problemas do mundo real e dessa forma possibilitar o desenvolvimento do pensamento sistêmico dos estudantes.

O artigo traz uma revisão das principais pesquisas que utilizam a ABP e a aprendizagem baseada em projetos. Analisando o artigo E2 percebemos que a tendência de pesquisa relacionada a ABP aponta na direção de pesquisa aplicada. Mais de 30 estudos retratados pelos autores mostram a aplicação da ABP particularmente no contexto universitário como forma de desenvolver diversas competências e habilidades nos estudantes que cursam a graduação e pós-graduação. Os estudos apontam para a necessidade de considerar um modelo de ensino que se distancia da prática docente voltada para transmissão-recepção (ensino tradicional).

Sob esta perspectiva, resultados obtidos em pesquisas brasileiras foram similares. Medeiros & Goi (2018) realizaram uma revisão da literatura sobre ABP nos trabalhos produzidos no Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC) no período de 2011 a 2017. Os resultados mostraram que a ABP também sido bastante utilizada como intervenção didática aplicada a experimentos investigativos e abrange praticamente estudantes do ensino superior. No entanto, diferente do que observamos em E2, as autoras relataram vários estudos sobre ABP nas formações inicial e continuada de professores.

4.3 Aspectos metodológicos

Como foi dito anteriormente, a maioria das pesquisas sobre ABP no J. Chem. Educ. que identificamos e selecionamos para análise neste trabalho é relacionada à

pesquisa aplicada, categoria aqui denominada intervenção didática aplicada, seja em espaços formais ou não formais de ensino. Em relação aos aspectos metodológicos, para a categoria conteúdo químico, identificamos algumas subcategorias mostradas a seguir, que emergiram da leitura dos artigos:

- *Pesquisas sobre ABP realizadas no contexto de laboratório.* Nesta subcategoria, encontramos estudos voltados para Química Orgânica com ênfase em síntese orgânica, E1, E11; reações orgânicas, E8; Química Analítica relacionada a métodos eletroanalíticos, E4, instrumentação analítica, E15, e análise qualitativa, E13, E16; Química Inorgânica com ênfase em organometálicos, E3; Química Geral para a instrução dos manuais de laboratório, E11, E14 (utilizando aprendizagem cooperativa).

- *Pesquisas sobre ABP no contexto de sala de aula.* Nesta subcategoria há estudos sobre Química Orgânica abordando espectroscopia, compostos aromáticos e estereoquímica, E6, síntese orgânica, E17, E19; Química Analítica com ensino de pH em soluções ácidas muito fracas, E5; Tópicos de Química Inorgânica e Química, E7.

- *Pesquisas relacionadas à construção de um currículo pautado na ABP.* O artigo E10 aborda sobre os aspectos práticos relacionados a implementação da ABP em nível de mestrado sobre Química Ambiental; o estudo E18 versa sobre a construção de um currículo do curso de Bioquímica; o artigo E9, aborda sobre o processo de elaboração de vários módulos para a disciplina Bioquímica. Um desses módulos discute sobre a natureza interdisciplinar da ciência como forma de melhorar as habilidades de pesquisa, desenvolvimento do pensamento sistêmico e visão holística da pesquisa química.

As categorias supracitadas mostram que tem ocorrido duas formas de implementação da ABP no contexto escolar. Uma das categorias refere-se a experiências envolvendo a ABP de forma pontual, em determinados momentos de vivência dos estudantes numa disciplina ou num curso. A ABP neste caso é vista como uma estratégia didática. A outra forma refere-se aquela situação em que um curso ou uma disciplina é todo orientado segundo os pressupostos teórico-metodológicos da ABP (Ross, 1997).

É importante comentar que todos os estudos analisados descrevem experiências exitosas com ABP, seja no laboratório, em sala de aula ou em outros espaços não formais. Os autores relatam que a ABP proporcionou o desenvolvimento nos estudantes de habilidades diversas como: busca pela informação por meio de pesquisa em diferentes mídias eletrônicas; pensamento crítico, tomada de decisão, atitudes de cooperação, aprofundamento de conceitos, entre outros.

Um fato importante, do ponto de vista didático, é que todos os estudos analisados são voltados para estudantes do ensino superior. Parece haver um consenso que a maturidade acadêmica dos estudantes favorece a implementação da ABP. Este resultado sugere a necessidade de experiências utilizando a ABP em outros níveis de ensino, médio e fundamental para abordagem de Ciências.

Na maior parte dos estudos analisados, os pesquisadores empregaram elementos da pesquisa qualitativa para analisar os resultados. Eles fizeram uso da sala de aula e do laboratório como ambiente natural para coleta de dados; os dados obtidos foram descritos e interpretados pelos pesquisadores buscando sentido e significado aos dados coletados; a preocupação dos pesquisadores foi voltada não apenas na busca de um resultado ou produto final, mas houve o olhar para o processo, ou seja, para o desenvolvimento da pesquisa (Lüdke & André, 2014). Apenas um estudo fez uso de metodologia quantitativa, E6. É válido ressaltar que a preocupação metodológica com o processo mais do que com o resultado é um elemento que aproxima o método qualitativo com um dos principais pressupostos da ABP, que valoriza mais o processo de resolução do que a solução apresentada pelos estudantes. Dessa forma, fica evidenciado o alinhamento entre pressupostos metodológicos e teóricos na grande maioria dos estudos analisados.

Como a maior parte dos estudos analisados estava relacionados com intervenção didática aplicada e em laboratório, o instrumento de coleta de dados mais frequentemente utilizado foi o relatório escrito pelos estudantes. Mas também, houve casos em que tanto o relatório escrito como apresentações orais foram consideradas. O uso de questionário (pré-teste e pós-teste) também foi considerado pelos pesquisadores, bem como a entrevista. O uso de questionários e entrevistas são

instrumentos de coleta de dados frequentemente utilizados na pesquisa qualitativa em ensino de Ciências/Química. Na maioria dos estudos analisados, estes instrumentos foram utilizados de forma combinada no sentido de garantir maior fidedignidade dos resultados (Fernandes & Campos, 2017). Segundo Triviños (1987) a triangulação dos métodos de coleta de dados tem por objetivo possibilitar a ampliação na descrição, explicação e compreensão do foco de estudo.

5 Considerações finais

O presente estudo buscou analisar no periódico J. Chem. Educ. tendências de pesquisa sobre a ABP no ensino de Química. O referido jornal foi escolhido, pois apresenta impacto significativo na comunidade de pesquisadores de Educação / Ensino de Química, tem boa classificação segundo critério Qualis da CAPES e desde a década de 20 publica estudos variados envolvendo a Química e a Educação Química.

A análise dos artigos encontrados e selecionados que contemplam a ABP mostrou que a tendência de pesquisa tem sido na direção de proposição e intervenção didática aplicada com a finalidade de desenvolver nos estudantes diversas competências e habilidades. Também observamos que as intervenções didáticas foram mais aplicadas em espaços de laboratório de Química com enfoque experimental, visando abordar os três níveis do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional.

Os sujeitos de pesquisa em todos os estudos, com exceção do artigo que versa sobre revisão de literatura foram estudantes do ensino superior. A metodologia predominante foi a qualitativa com apenas um estudo utilizando a metodologia quantitativa. Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados pelos pesquisadores foram relatórios escritos, apresentações orais, questionários e entrevistas.

Os resultados obtidos sugerem novos estudos que contemplem estudantes dos ensinos fundamental e médio; pesquisas relacionadas a formação de professores, nas modalidades inicial e principalmente na formação continuada; construção de currículos de Química em disciplinas e/ou cursos pautadas na ABP. Também a publicação de artigos nessa direção por pesquisadores brasileiros no J. Chem. Educ.

Referências

- Barrows, H. S. (1996). *What Your Tutor May Never Tell You*. Southern Illinois University School of Medicine: Springfield.
- Batinga, V. T. S. (2010). *A abordagem de resolução de problemas por professores de química do ensino médio: um estudo sobre o conteúdo de estequiometria*. Tese de Doutorado (Centro de Educação). Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- Bellová, R., Melicherčíková, D., & Tomčík, P. (2018). Approximate Relations in pH Calculations for Aqueous Solutions of Extremely Weak Acids: A Topic for Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 95(9), 1548-1553.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 8 abril 2020.
- Campos, M. C. C., & Nigro, R. G. (1999). *O Ensino-Aprendizagem como Investigação*. São Paulo: FTD.
- Constantino, L., & Barlocco, D. (2019). Teaching an Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Course with a Tailored Problem-Based Learning Approach. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 888-894.
- Fernandes, L. S., & Campos, A. F. (2017). Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 458-482.
- Fernandes, L. S., & Campos, A. F. (2014). Elaboração e aplicação de uma intervenção didática utilizando situação-problema no ensino de ligação química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 9(1), 37-49.
- Freire, P. (2013). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, M. S., Silva-Jr, G. A., & Silva, M. G. L. (2012). Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. *Acta Scientiae*, 13(1), 106-120.
- Freitas, A. P. (2017). *Percepções de Professores de Química do Nível Médio acerca do Ensino por Resolução de Problemas por meio da Divulgação Científica de pesquisas*

- desenvolvidas nesta direção*. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Goi, M. E. J., & Santos, F. M. T. (2019). Aprofundamento teórico-metodológico da resolução de problemas na formação de professores de ciências. *Revista Thema*, 16(1), 96-114.
- Gulmah, S., Hamid K., & Mukhtar, A. (2019). Application of PBL Using Laboratory and Mathematical Thinking Ability to Learning Outcomes of General Chemistry Course. *International Education Studies*, 12(6), 33-38.
- Günter T., & Alpat S. K. (2017), The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying 'Electrochemistry', *Chemical Education Research and Practice*, 18(1), 78-98.
- Hicks, R. W., & Bevsek, H. M. (2012). Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 254-257.
- Laredo, T. (2013). Changing the First-Year Chemistry Laboratory Manual to Implement a Problem-Based Approach That Improves Student Engagement. *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1151-1154.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2014). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Maudsley G. (2000). Promoting professional knowledge, experiential learning and critical thinking for medical students. *Medical Education*, 34(7), 535-544.
- Medeiros, D. R., & Goi, M. E. J. (2018). Metodologia de resolução de problemas: uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 4(11), 309-321.
- Nagarajan, S., & Overton, T. (2019). Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2901-2909.
- Ribeiro, R. L. C. (2008). *Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma experiência no ensino superior*. São Paulo: EdUFSCar.

- Overton, T. L., & Randles, R. A. (2015). Beyond problem-based learning: using dynamic PBL in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 251-259.
- Ross, B. (1997). Towards a framework for problem-based curricula. *In: Boud, D. & Feletti, G. (Eds). The challenge of problem-based-learning*, Londres: Kogan Page.
- Rusmansyah., Yuanita, L., Ibrahim, M., Isnawati., & Prahani, B. K. (2019). *Journal of Technology and Science Education*, 9(1), 59-76.
- Shultz, G. V., & Zemke, J. M. (2019). "I wanna just google it and find the answer": student information searching in a problem-based inorganic chemistry laboratory experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 618-628.
- Silva, J. T., & Silva, I. M. (2020). Uma revisão sistemática sobre aprendizagem baseada em problemas no ensino de Ciências. *Pesquisa e Ensino*, 1(1), 1-29.
- Souza, S. C., & Dourado, L. (2015). Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, 31(5), 182-200.
- Tawfik A. A. (2015). Essential Readings in Problem-Based Learning: Exploring and Extending the Legacy of Howard S. Barrows. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(2), 1-3.
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas.
- Valdez, J. E., & Bungihan, M. E. (2019). Problem-Based Learning Approach Enhances the Problem Solving Skills in Chemistry of High School Students. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 282-294.
- Yew, E. H., & Schmidt, H. G. (2012). What students learn in problem based learning: a process analysis. *Instructional Science*, 40, 371-95.

Anexo 1 – Referências bibliográficos dos artigos do J. Chem. Educ.

- Bellová, R., Melicherčíková, D., & Tomčík, P. (2018). Approximate Relations in pH Calculations for Aqueous Solutions of Extremely Weak Acids: A Topic for Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 95, (9), 1548-1553.

- Cannon, K. C., & Krow, G. R. (1998). Synthesis of Complex Natural Products as a Vehicle for Student-Centered, Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 75(10), 1259.
- Constantino, L., & Barlocco, D. (2019). Teaching an Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Course with a Tailored Problem-Based Learning Approach. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 888-894.
- Cowden, C. D., & Santiago, M. F. (2016). Interdisciplinary Explorations: Promoting Critical Thinking via Problem-Based Learning in an Advanced Biochemistry Class. *Journal of Chemical Education*, 93(3), 464-469.
- Cuartero, M., & Crespo, G. A. (2018). Using Potentiometric Electrodes Based on Nonselective Polymeric Membranes as Potential Universal Detectors for Ion Chromatography: Investigating an Original Research Problem from an Inquiry-Based-Learning Perspective. *Journal of Chemical Education*, 95(12), 2172-2181.
- De Jesus, K. (1995). A Problem Based Learning Approach to Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 72, 224-226.
- Dods, R. F. A Problem-Based Learning Design for Teaching Biochemistry. (1996). *Journal of Chemical Education*, 73(3), 225.
- Flynn, A. B., & Biggs, R. (2012). The Development and Implementation of a Problem-Based Learning Format in a Fourth-Year Undergraduate Synthetic Organic and Medicinal Chemistry Laboratory Course. *Journal of Chemical Education*, 89(1), 52-57.
- Hicks, R. W., & Bevsek, H. M. (2012). Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 254-257.
- Jansson, S., Söderström, H., Andersson, P. L., & Nording, M. L. (2015). Implementation of Problem-Based Learning in Environmental Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92(12), 2080-2086.
- Laredo, T. (2013). Changing the First-Year Chemistry Laboratory Manual to Implement a Problem-Based Approach That Improves Student Engagement. *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1151-1154.

- Nagarajan, S., & Overton, T. (2019). Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2901-2909.
- Pearson, R. J. (2017). Tailoring Clicker Technology to Problem-Based Learning: what's the best approach? *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1866-1872.
- Ram, P. (1999). Problem-Based Learning in Undergraduate Instruction. A Sophomore Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 76(8), 1122.
- Sandi-Urena, S., Cooper, M., & Stevens, R. (2012). Effect of cooperative problem-based lab instruction on metacognition and problem-solving skills. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 700-706.
- Shultz, G. V., & Zemke, J. M. (2019). "I Wanna Just Google It and Find the Answer": Student Information Searching in a Problem-Based Inorganic Chemistry Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 618-628.
- Shultz, G. V., & Li, Y. (2016). Student. Development of Information Literacy Skills during Problem-Based Organic Chemistry Laboratory Experiments. *Journal of Chemical Education*, 93(3), 413-422.
- Wells, M., & Clougherty, R. (2008). Use of Wikis in Chemistry Instruction for Problem-Based Learning Assignments: an example in instrumental analysis. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1446.
- Williams, D. P. (2017). Learn on the Move: a problem-based induction activity for new university chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1925-1928.