

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DOS PROFESSORES DE QUÍMICA INTEGRADAS COM A EDUCAÇÃO BÁSICA

Prof. Me. Jean P. Weiss
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Lambach



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica,
Educativa e Tecnológica



TERMO DE LICENCIAMENTO

Este Produto Educacional e a Dissertação da qual ele derivou estão licenciados sob uma licença Creative Commons. Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Apresentação

Este livreto é o produto educacional da minha dissertação desenvolvida no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Curitiba-PR.

A maioria das atividades experimentais, principalmente, de disciplinas específicas de Química ofertadas na formação inicial de professores, são organizadas a partir dos conceitos e conteúdos previstos nos seus projetos pedagógicos numa orientação epistemológica empirista-indutivista. Desconsideram, portanto, as diferentes concepções construtivistas de ensino - indicadas nos documentos norteadores das Licenciaturas e Educação Básica - baseadas em processos investigativos para a resolução de problemas, como: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Ensino por Investigação, utilização questões sócio científicas na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), entre outras.

Neste livreto, optamos por utilizar a ABP, a qual é uma estratégia de ensino ativa, que parte de uma situação-problema real ou simulada para a construção do conhecimento. Também nos apoiamos nas ideias do epistemólogo Gaston Bachelard (1884-1962). Para Bachelard (1996), todo conhecimento é a resposta a uma pergunta. Além disso, o epistemólogo em questão, nos processos de construção do conhecimento, apresenta a noção de obstáculo epistemológico que pode ser estendida para noção de obstáculo pedagógico.

Assim, organizamos este livreto em seis capítulos, sendo o primeiro a finalidade dele. No segundo capítulo apresentamos o papel, significado e orientações epistemológicas das atividades experimentais no ensino de Ciências/Química. O terceiro capítulo aborda sobre as características dos cursos de licenciatura em Química e perfil dos egressos. No quarto capítulo, descrevemos os obstáculos pedagógicos associados aos obstáculos epistemológicos de Bachelard. No quinto capítulo, desenvolve-se o conceito e as principais características da ABP. Para exemplificar, no último capítulo apresentamos como realizamos a aplicação da referida estratégia, considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de Calor, abordado na disciplina "Práticas de Química Geral" do curso de Licenciatura em Química ofertado pela UTFPR.

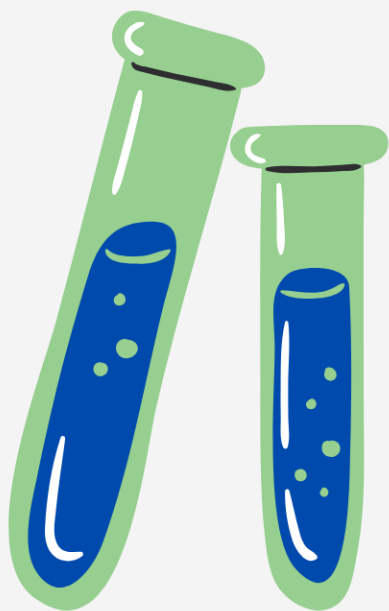
Esperamos que nosso trabalho contribua para os licenciados e formadores de professores de Química que trabalham com os conceitos de suas disciplinas com atividades experimentais.

Abraço, Prof. Me. Jean P. Weiss

Sumário

Finalidade deste produto educacional	5
Atividades experimentais na formação inicial de professores de Química	6
Características dos cursos de licenciatura e o perfil dos egressos	12
Bachelard e a noção de obstáculo epistemológico associado a obstáculo pedagógico	16
Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)	20
Exemplar de como organizar atividades experimentais para a licenciatura baseada na ABP	25
Referências	36
Glossário	41
Apêndice A: Questionário inicial para os estudantes	42
Apêndice B: Situação-problema: uma aula experimental desafiadora sobre Lei de Hess, calor e temperatura	44
Apêndice C: Plano de trabalho docente do Ensino Médio	46
Apêndice D: Autoavaliação	48

Finalidade deste produto educacional



Fonte: Sketchify Education (2022).
Disponível em:
<https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

Para conhecimento mais detalhado sobre a pesquisa que gerou este produto educacional, sugerimos que leia a dissertação que está disponível no Repositório Institucional da UTFPR (RIUT):
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jsp/ui/handle/1/2105>

Este produto educacional, no formato de livreto, tem como público alvo os licenciados em Química e formadores de professores de Química, a fim de que se oportunize conhecer a estratégia didático-metodológica da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e suas características e potencialidades. Dessa forma, trazemos um exemplar de como as atividades experimentais de disciplinas específicas da Química podem ser organizadas a partir da ABP, considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor.

Atividades experimentais na formação inicial de professores de Química

A utilização das atividades experimentais no ensino de Ciências/Química na Educação Básica é uma forma para a aprendizagem científica bastante defendida pelos pesquisadores da área, mas nem sempre desenvolvida em tal nível educacional. Segundo Rosito (2003), ao falarmos sobre atividades experimentais no ensino de Química, consideramos as concepções do professor sobre o que se ensina, o que significa aprender, o que é ciência e os diferentes significados ao papel atribuído à experimentação.

O conceito de atividades experimentais no ensino de Ciências/Química é polissêmico e não conta com um objetivo único. Barberá e Castro (1996), após realizarem uma revisão bibliográfica sobre a eficácia das atividades experimentais na formação inicial de professores de Ciências/Química, destacaram quatro objetivos específicos com o uso delas, a saber:

1

proporcionar uma experiência direta sobre fenômenos, ampliando os conhecimentos tácitos e confiança sobre eles dos estudantes;

2

permitir contrastar a abstração científica, aflorando alguns obstáculos epistemológicos;

3

desenvolver competências técnicas;

4

desenvolver o raciocínio prático.

As atividades experimentais no ensino de Ciências/Química no Brasil fazem parte do currículo dos níveis de Educação Básica e Superior há muito tempo. Nas décadas de 1950 e 1960, segundo os pesquisadores Lorenz e Barra (1986), focando no ensino de Química, podemos citar o projeto pedagógico estadunidenses *Chemical Education Material Study* (CHEMS). No entanto, de acordo com Gonçalves e Marques (2016), no projeto em questão, eram fornecido às escolas kits e manuais traduzidos que valorizavam a transmissão, a aquisição de conhecimentos e a utilização do Método Científico.

Essas características, segundos os autores supracitados, podem ter contribuído para a disseminação e/ou o reforço das orientações epistemológicas demonstrativas e empiristas-indutivistas em todos os níveis de ensino, inclusive na formação inicial de professores Química. Mas como são as atividades experimentais com orientação epistemológica demonstrativas e empirista-indutivista?

Uma atividade experimental demonstrativa, geralmente executada apenas pelo professor, tem como objetivo apenas a ilustração de verdades já estabelecidas e inquestionáveis, o que não permite aos estudantes a visualização da construção do conhecimento e nem a sua percepção como um todo (ROSITO, 2003).

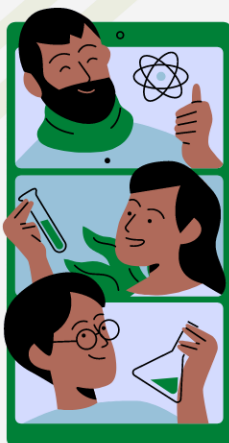


Fonte: Freepik (2022). Disponível em: <https://bit.ly/3tlBsGn>

Já a orientação empirista-indutivista está fundamentada nas ideias empiristas associadas ao indutivismo. O empirismo parte do princípio de que a única fonte do conhecimento é a experiência, e que todos os conceitos universais e abstratos são elaborados a partir dela. Nas palavras de Hessen (2000, p. 40): “por ocasião do nascimento, o espírito humano está vazio de conteúdo, é uma tabula rasa, uma folha em branco sobre a qual a experiência irá escrever”. Já o indutivismo, segundo Chalmers (1993), defende que o conhecimento deve ser verificado por meio do Método Científico.

Quando o termo “Método Científico” é apresentado em letras maiúsculas, **8** segundo Pérez e colaboradores (2001), pode ser entendido como um conjunto de regras bem definidas, únicas, lineares e praticamente infalíveis, as quais iniciam por uma observação neutra e não levam em consideração as ideias apriorísticas.

Dessa forma, segundo Rosa, C. e Rosa, A, (2010), as atividades experimentais empiristas-indutivistas visam as generalizações, partindo de observações singulares para a formulação de verdade universais, levando em consideração o Método Científico. Rosito (2003) alega que o ensino empirista-indutivista pode passar a impressão aos estudantes de que o conhecimento científico é composto por verdades definitivas e inquestionáveis, além de desenvolver intolerância a opiniões diferentes.



Fonte: Sketchify Education (2022).
Disponível em:
<https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

Na década de 1970, com o Projeto Nacional para a Melhoria de Ensino de Ciências, houve a produção de inúmeros projetos curriculares na formação inicial e continuada de professores. Como consequência, as atividades experimentais passaram a dar ênfase à vivência dos estudantes e ao processo de investigação científica (LORENZ; BARRA, 1986). Dessa forma, as atividades experimentais passaram a ter um predomínio das orientações epistemológicas dedutivistas-racionalistas e construtivistas.

De acordo com Rosito (2003, p. 201), em um experimento dedutivista-racionalista,



as atividades práticas são orientadas por hipóteses derivadas de uma teoria. Nesta concepção, a observação e a experimentação, por si só, não produzem conhecimentos. Toda observação e experimentação estão impregnadas de pressupostos teóricos. O conhecimento prévio determina como vemos a realidade, influenciando a observação. O conhecimento científico é uma construção humana que pretende descrever, compreender e agir sobre a realidade e não é considerado uma verdade definitiva, é provisório e sujeito a transformações e a reconstruções.

Definir o construtivismo não é uma tarefa fácil. Moraes (2003) já menciona **9** essa dificuldade de definir algo que é fluido, em processo, e que ainda não foi inteiramente explicitado. Dessa forma, fica mais fácil apresentar o que não é o construtivismo. Construtivismo não é um método, não é uma técnica ou um conjunto delas, não é uma prática e nem um projeto (BECKER, 1992).

Pode se dizer, então, que ser construtivista é a busca por superar a epistemologia empirista, o método indutivista, bem como a epistemologia apriorista (inatista). Dessa forma, entender o construtivismo também é compreender as epistemologias que ele propõe superar, é ser epistemologicamente consciente (MORAES, 2003).

Nas palavras de Becker (1992, p. 8), construtivismo significa:

“ a ideia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ele se constitui pela interação do Indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento.

Ressaltamos que interação significa ação. Assim, construir significa que o sujeito deve interagir com o objeto/meio, sejam eles concretos ou simbólicos, físicos ou social (MORAES, 2003).

Na concepção construtivista, as atividades experimentais consideram os conhecimentos prévios dos estudantes. Assim, de acordo com Rosito (2003), os procedimentos experimentais partem de problemas ou testagem de hipóteses que se inclinam à interdisciplinaridade e ao cotidiano dos estudantes. Em relação à postura construtivista, é definida pela não aceitação de que o conhecimento é apreendido do nada, mas sim de conceitos já existentes. Ressalta a importância da discussão, do diálogo, da ação e da reflexão.

Com base nos estudos de Campos e Cachapuz (1997), Becker (1992), Briccia (2013), Moraes (2003) e Rosito (2003), sintetizamos, no Quadro 1, elementos que configuram uma atividade experimental construtivista.

Elementos	Definição	Como?
Conhecimentos prévios	Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo relação com conhecimentos cotidianos.	Questionário impresso ou digital, utilização de materiais alternativos ou de baixo custo, perguntas orais, nuvens de palavras etc.
Problema para o início da construção do conhecimento	O problema deve ser bem planejado, levando em consideração os referenciais teóricos adotados pelo professor e estar contido na cultura social dos estudantes, permitindo conexões com os conhecimentos prévios.	Geralmente são elaborados pelo professor e podem ser originais, adaptados de livro-texto, artigos de revistas, periódicos científicos, jornais etc. Além disso, podem ser apresentados no formato audiovisual, dramatização, entrevista com pessoas interessadas na resolução ou pertencentes à comunidade.
Trabalho em equipe	Organização da turma em equipes.	Os estudantes podem ter autonomia ou o professor pode organizar as equipes por meio de um sorteio.
Formulação e teste de hipóteses	Os estudantes dão ideias para resolver o problema e colocam as ideias em prática.	Momento em que os estudantes levantam ideias para resolver o problema, criam estratégias de como executá-las e reformulam tanto as ideias como as estratégias.
Manipulação ativa dos estudantes	Os estudantes executam as atividades de diferentes formas, identificam e controlam variáveis pertinentes e interpretação dos dados.	O professor pode organizar uma sequência experimental, não engessada, que leve em conta as ideias (hipóteses) dos estudantes, incentive a pesquisa e a tomada de decisão.
Sistematização do conhecimento	Mostrar o domínio procedimental, ações observadas, relacionar causa e efeito e explicação do fenômeno.	Através de desenhos, esquemas, questionários, relatórios etc.
Comunicação, diálogo e reflexão	Gerar, clarificar e compartilhar as ideias entre os estudantes.	Apresentações das resoluções encontradas por cada equipe para o grande grupo e o incentivo à discussão entre estudantes e professores.

A expansão dos programas de pós-graduação, a partir do Plano Nacional de Educação (2014-2024) e do Plano Nacional da Pós-Graduação (2011-2020), também contribuiu para a valorização das atividades experimentais na orientação epistemológica construtivista, principalmente nas disciplinas pedagógicas (Metodologia do Ensino de Química, Prática de Ensino de Química, Estágio Supervisionado etc.). No entanto, nas disciplinas específicas da formação inicial de professores de Química (Química Geral, Analítica, Inorgânica, Orgânica etc.), que, segundo Gatti e colaboradores (2019) estão em maior quantidade nas grades curriculares, ainda há o predomínio da orientação epistemológica empirista-indutivista, o que pode acentuar o caráter bacharelesco nas licenciaturas em Química. **11**

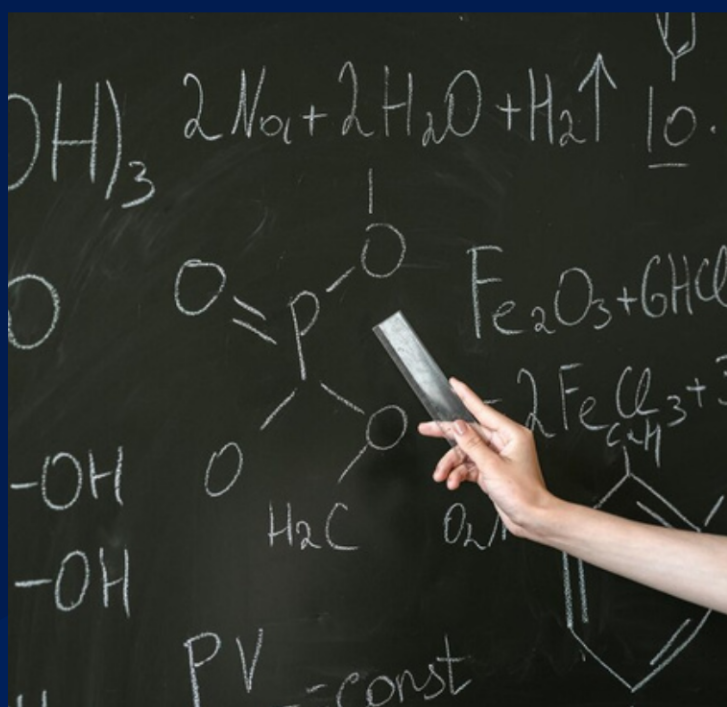
No próximo capítulo, abordaremos os fatores que acentuam o caráter bacharelesco e contribuem para predomínio das atividades experimentais na concepção empiristas-indutivistas nas disciplinas específicas da Química nos cursos de licenciatura.

Características dos cursos de licenciatura e o perfil dos egressos

12

Pesquisas anteriores como de Saviani (2005), sobre história da formação docente, marcam o ano de 1939 pelos modelos de formação de educadores para atuarem no ensino secundário. A compilação de estudos realizada por Gatti e colaboradores (2019) aborda o contexto das questões sobre políticas educacionais e qualificação dos professores brasileiros. O artigo de Barolli e Villani (2015) discute a tensão constante entre grupos que compõem o campo social de formação de professores de ciências no Brasil. Já o trabalho de Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) apresenta as contribuições epistemológicas no desenvolvimento profissional de formadores de professores de Química, ressaltando a necessidade de refletir sobre o forte caráter bacharelesco na formação inicial de professores de Química.

A partir das pesquisas suscitadas, elencamos os seguintes fatores que contribuem para o caráter bacharelesco das licenciaturas em Químicas, a saber: (1) fator histórico na formação de professores; (2) fator das políticas e/ou reformas educacionais; e (3) fator dos formadores de professores.



Fonte: Freepik (2022). Disponível em: <https://bit.ly/3NWyPTa>

No fator histórico, a trajetória das licenciaturas em Ciências/Química no Brasil ficou mais evidente apenas no século XX (SAVIANI, 2005). Anteriormente a esse período, o trabalho docente era realizado por profissionais liberais e autodidatas (GATTI; BARRETO, 2009).

Com o decreto presidencial n. 1.190, de 1939, os cursos de bacharelado, relacionados às áreas de referência com vistas a atuação docente em nível “secundário” (atuais anos finais do ensino fundamental e ensino médio), começaram a ofertar mais um ano de disciplinas da área da educação para a obtenção do título de licenciado. Esse modelo de formação inicial ficou conhecido popularmente como “3+1” (GATTI *et al.*, 2019).

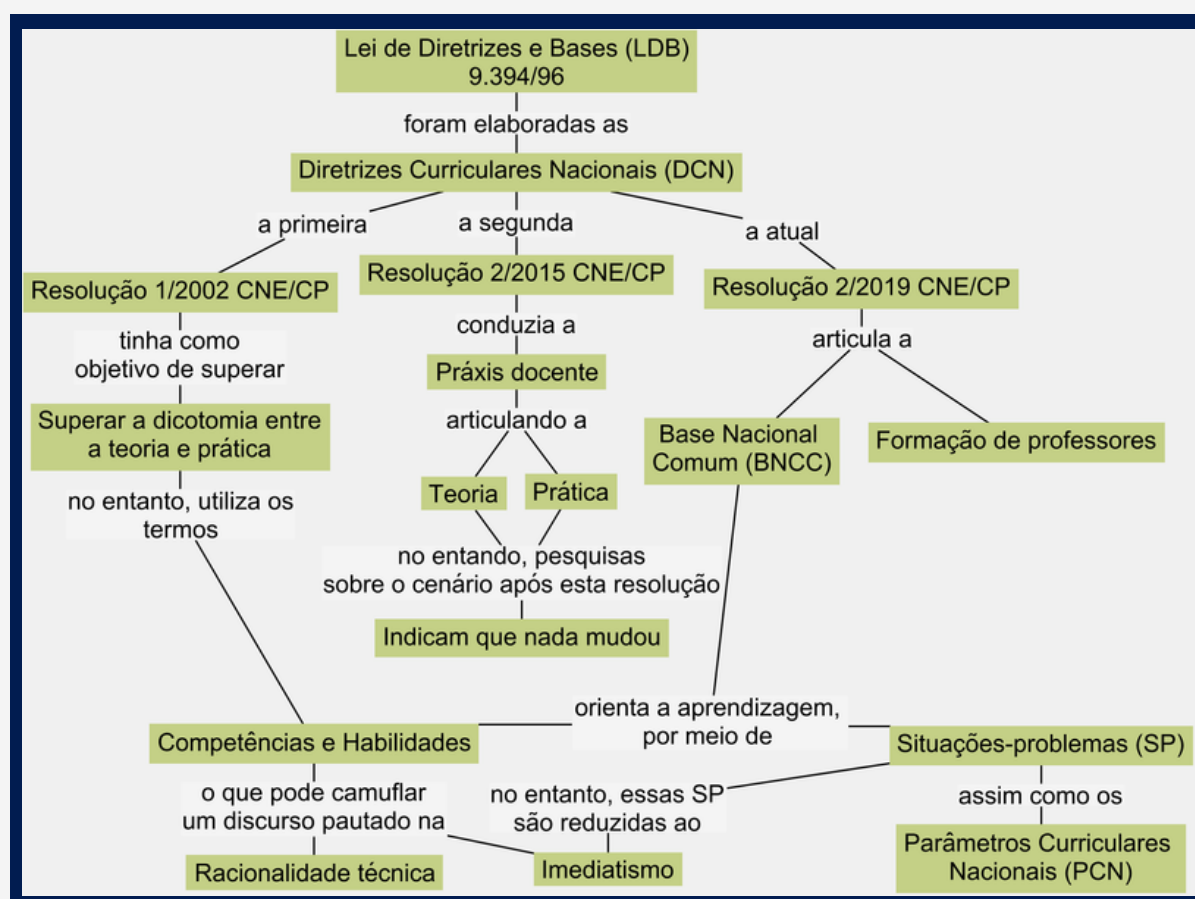
Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), voltados para a licenciatura em Química, afirmam que o modelo “3+1” se caracterizava como bacharelado com algumas disciplinas da licenciatura incrustadas em sua grade curricular. Além disso, segundo os autores supracitados, esses cursos estavam assentados nas premissas da racionalidade técnica, a qual apresentava “receitas prontas” de como ensinar e valorizava a dicotomia entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático.

No ano de 1964, o projeto de desenvolvimento nacional da época requisitava a ampliação da escolarização, principalmente por questões econômicas ligadas ao trabalho (GATTI *et al.*, 2019). Devido ao financiamento inadequado, segundo Gatti e colaboradores (2019), para as licenciaturas com disciplinas específicas continuavam a valer as orientações de currículo mínimo normatizadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE).

Apenas em 2009, com o Decreto presidencial n. 6.755, foi instituída a Política Nacional para a Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, regulamentando os programas de formação inicial e continuada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo era apoiar a expansão e a equalização dos cursos de formação inicial e continuada pelas instituições públicas de Educação Superior. Além disso, houve orientação para a criação de fóruns estaduais permanentes de apoio à formação docente; atribuição da aprovação do plano estratégico ao Ministério da Educação e Cultura (MEC); e a proposição de ações formativas que previssem a articulação entre as instituições de ensino superior e as redes de ensino da Educação Básica, como, por exemplo, o Programa de Institucional de Iniciação à Docência (PIBID) fomentado pela CAPES (BORGES; AQUINO; PUENTES, 2011).

Em relação ao fator das políticas e/ou reformas, a partir da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9.394/96 foram elaboradas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de formação de professores. Na Figura 1, com base nas resoluções CNE/CP de 2002, 2015 e 2019, nos estudos de Borges, Aquino e Puentes (2011), Cintra e Costa (2020), Frazão, Gusmão e Antunes (2021), Gatti et al. (2019), Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) e Silva (2018), apresentamos, no formato de mapa conceitual, as principais características das DCN e suas implicações nos cursos de formação de professores.

Figura 1: As DCN e suas implicações nos cursos de formação de professores



Fonte: Autoria própria (2022)

Com relação aos formadores de professores, percebemos que, no passado, a formação desses profissionais, na sua maioria, era na área de Química (SCHNETZLER, 2002; ANDRADE *et al.*, 2004).

Com o aumento significativo dos programas de pós-graduação, a relação entre cursos de doutorado das áreas de Ensino e Química diminuiu. Segundo Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), o aumento de doutores na área de Ensino de Química pode contribuir para uma melhor qualificação dos cursos de licenciatura em Química.

No entanto, mais estudos sobre o número de titulados e o perfil dos professores universitários atuantes são necessários para uma melhor compreensão desse cenário. Parcerias entre os formadores de professores provindos da área específica e Ensino, com o apoio das instituições de ensino superior, podem resultar em inovação para os cursos de licenciatura (GUIMARÃES; MASSENA; SIQUEIRA, 2020).

Com base neste capítulo e nos elementos construtivistas das atividades experimentais, nos apoiamos nas ideias Gaston Bachelard (1884-1962), as quais convergem com a proposição de um ensino nas perspectivas de resolução de problemas a partir da superação de obstáculos pedagógicos.

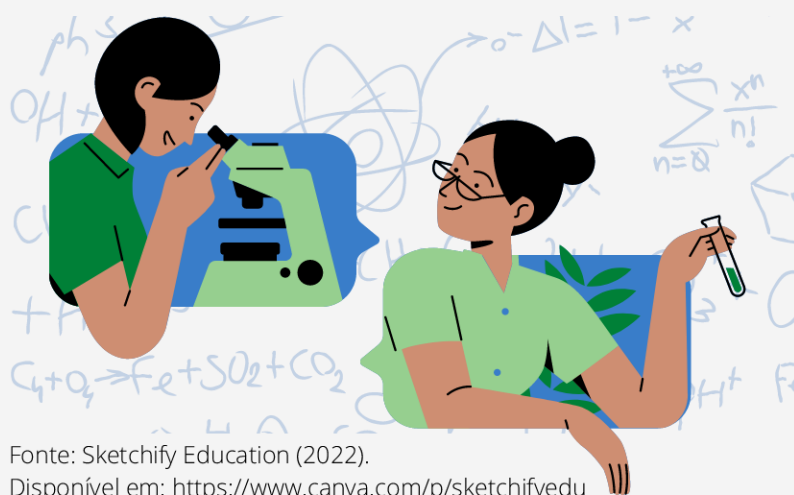


Fonte: Shutterstock (2022). Disponível em: <https://shutr.bz/3Q7Zmi3>

Bachelard e a noção de obstáculo epistemológico associado a obstáculo pedagógico

Para Bachelard (1996) todo conhecimento é uma resposta para uma pergunta bem formulada. Sua proposta de epistemologia histórica nos faz colocar em pauta a questão de que se há uma única e universal forma de ciência. Na concepção bachelardiana, a ciência é uma construção social e seus critérios de cientificidades são coletivos e setoriais às diferentes ciências.

Já o senso comum é interpretado como um **obstáculo epistemológico** para o progresso da ciência. Assim como a experiência comum, antes e acima da crítica, leva a erros que devem ser retificados (BACHELARD, 1996).



Fonte: Sketchify Education (2022).

Disponível em: <https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

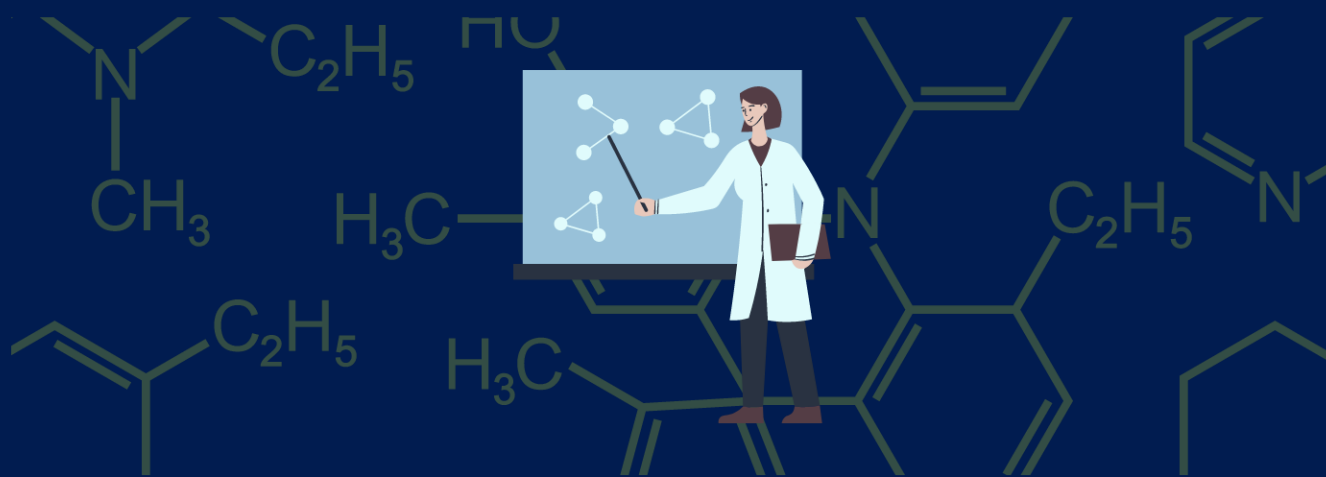
No livro "A formação do espírito científico", de maneira clara, Bachelard (1996) apresenta a noção de obstáculo epistemológico:

“

E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p.17).

Ainda na sua obra, Bachelard (1996) apresenta sete obstáculos epistemológicos, a saber: experiência primeira, conhecimento geral, verbal, unitário e pragmático, substancialista, animista e conhecimento quantitativo.

Bachelard, apesar de não ter uma obra exclusiva para a educação, preocupa-se com o ato educativo. Bachelard (1996) mostra-se surpreendido com o fato de os professores de ciências não compreendem o porquê de os estudantes não conseguirem compreender.



Fonte: Sketchify Education (2022). Disponível em: <https://www.canva.com/p/sketchifyedu/>

Segundo Fávero e Tonieto (2017), na perspectiva educacional bachelardiana, todo educador deve criar e manter o interesse pela pesquisa de seus estudantes. Sendo que esse interesse se mostra na retificação e valorização do erro, e não na acumulação e repetição dos saberes (BACHELARD, 1996). O ato educativo deve ser dialógico, e para isso devemos saber formular problemas para haver rupturas com os obstáculos epistemológicos, os quais podemos estender para a noção de obstáculos pedagógicos.

Dessa forma, com base na obra de Bachelard (1996) e nos estudos de Amaral e Mortimer (2002), Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002) e Trindade, Nagashima e Andrade (2019), apresentamos no Quadro 2 a noção de obstáculo epistemológico estendida aos obstáculos pedagógicos.

Quadro 2: Noção dos obstáculos epistemológicos estendida aos obstáculos pedagógicos

Obstáculos epistemológicos	Definição de obstáculo epistemológico	Definição de obstáculo pedagógico
Experiência primeira	Caracterizada pela opinião e observação básica, sem reflexões sobre a natureza do fenômeno. Neste obstáculo, a sucessão dos resultados da experimentação são visualmente interessantes e oferecem uma satisfação imediata à curiosidade. Dessa forma, há apenas um apego à beleza do experimento e não à explicação científica.	Quando associado como obstáculo pedagógico, o colorido de um fenômeno científico ou natural seduz os estudantes de tal forma que a admiração ao evento se opõe à busca do “porquê” e do “porque não”. Assim, as atividades experimentais são cheias de imagens, sendo falsos centros de interesse e, por isso, é necessário que o professor leve a lousa para a bancada de experiências, com o propósito de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto.
Conhecimento geral	Caracterizado por uma série de fatos particulares que implicam em generalizações precipitadas. As generalizações tornam a lei tão clara, satisfatória, completa e fechada, que dificilmente instigam o interesse por questionar suas premissas.	Quando associado como obstáculo pedagógico, as repetidas atividades experimentais mal interpretadas levam a conclusões gerais. Os estudantes mal concluem a atividade e, a partir de observações singulares, elaboram generalizações, oferecendo a mesma resposta para todas as questões.
Verbal	Caracterizado pela uma falsa explicação a partir de uma palavra explicativa. Bachelard analisou o uso abusivo da palavra “esponja” como explicação para diferentes fenômenos científicos, o que desencadeou uma imagem presa ao objeto e não avançando para o nível de ideia.	Quando associado como obstáculo pedagógico, a manifestação do referido obstáculo deriva da utilização de imagens desajustadas, analogias e metáforas que podem reforçar concepções alternativas radicais no imaginário dos estudantes.

(continua)

Quadro 2: Noção de obstáculos epistemológicos estendida aos obstáculos pedagógicos

Obstáculos epistemológicos	Definição de obstáculo epistemológico	Definição de obstáculo pedagógico
Unitário e pragmático	Caracterizado pela procura do caráter utilitário humano de um fenômeno como princípio de uma explicação.	Quando associado como obstáculo pedagógico, é constatado a utilização de aspectos cotidianos para a explicação dos fenômenos no contexto escolar.
Substancialista	Caracterizado pelo uso de imagens ou da atribuição de qualidades aos fenômenos. Além de ser considerado como um dos maiores entraves ao progresso científico pelo próprio Bachelard, pois está baseado numa filosofia fácil.	Quando associado como obstáculo pedagógico, é identificado na restrição da explicação a partir da atribuição de qualidades aos fenômenos pelos estudantes.
Animista	Caracterizado pela tendência de animar, atribuir vida e/ou propriedades antropomórficas a objetos inanimados.	Quando associado como obstáculo pedagógico, os professores de ciências dão vida aos fenômenos científicos. Além disso, esse obstáculo é comumente encontrado nas ilustrações dos livros didáticos e prejudica a apropriação dos conceitos científicos.
Quantitativo	Caracterizado pela valorização excessiva dos dados quantitativos, o excesso de precisão numérica e de medição, uma geometrização. Apresentando o resultado pelo próprio resultado, sem a exploração completa do fenômeno.	Quando associado como obstáculo pedagógico, os estudantes valorizam os excessos de precisão numérica, preocupados em apresentar todas as casas decimais ou realizando aferições de todas as etapas do experimento, sem tentar entender os fenômenos na sua complexidade.

Fonte: Autoria própria (2022)

Aprendizagem baseada em problemas (ABP)

20

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) ou na língua inglesa Problem-Based Learning (PBL) é uma estratégia didático-metodológica com base construtivista que, segundo Barrows (1996), possui seis características principais, a saber: (1) uso de uma situação-problema antes de iniciar a construção do conhecimento e as discussões; (2) professor como um orientador/tutor (3) estruturação de um processo formal para resolver problemas; (4) trabalho em equipe; (5) estudo autônomo do estudante; (6) favorecer a integração de saberes.

Para a construção de uma situação-problema, Hung (2006) propõe a técnica 3C3R, na qual os componentes centrais representados pelos três “C” significam conteúdo, contexto e conexão. Já os componentes processuais são representados pelos três “R” significam reflexão, raciocínio e pesquisa (do inglês *research*). Hung (2006) define os componentes centrais como:

A

Conteúdo

metas e objetivos de aprendizagem alinhadas aos componentes curriculares da disciplina;

C

Conexão

estruturação dos conceitos a serem apreendidos pelos estudantes, que pode ser por meio de uma ordem lógica (do mais simples para o complexo), sobreposição de conceitos e/ou incorporando o mesmo conceito em vários problemas com contextos distintos.

B

Contexto

relação com o contexto profissional e/ou cotidiano do estudante, verificando sempre sua relevância;



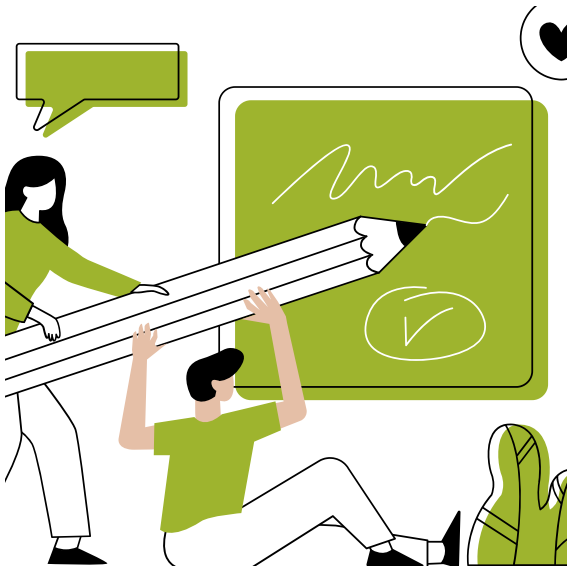
Fonte: Sketchify Education (2022).
Disponível em: <https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

Já os componentes processuais, Hung (2006) os define da seguinte maneira:

A

Pesquisa

foco na área desejada por meio de metas bem definidas e contexto específico;



Fonte: Sketchify Education (2022).
Disponível em: <https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

B

Raciocínio

relaciona as informações encontradas na pesquisa com as informações fornecidas pelo problema. Uma situação-problema com elevado grau de semiestruturação apresenta muitas informações e com baixo grau de semiestruturação apresenta menos informações;

C

Reflexão

conexão com os conhecimentos prévios com as informações da pesquisa e com as informações apresentadas no problema autoavaliação.

As situações-problema, principalmente nas primeiras aplicações com as turmas, também podem oferecer direcionamentos ao final delas, ou seja, o professor pode delimitar alguns pontos para que o objetivo central seja alcançado. No entanto, esses direcionamentos não podem fazer com que a resposta seja única e bem definida, descaracterizando a ABP (LOHMAN; FINKELSTEIN, 2002).

O professor, na ABP, desempenha um papel de tutor, que Lopes, Silva Filho e Alves (2019) comparam com a figura de “orientador” como ocorre nos cursos de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil.

Estruturar um processo formal para resolver problemas significa que os estudantes, primeiramente, devem ser capazes de identificar os problemas relacionados a uma determinada situação real ou simulada. Posteriormente, levantar hipóteses a partir dos conhecimentos prévios e, se ainda aparecer lacunas, os pontos de aprendizagem são listados pelas equipes de estudantes, que são formadas por cinco a 12 membros (JANSSON *et al.*, 2015).

Após a listagem dos pontos de aprendizagem, o estudo autônomo do estudante é recomendado, pois acarreta uma certa independência e aguça o senso crítico na escolha das informações relevantes para a resolução da situação-problema. Então, a próxima etapa seria levar as informações encontradas à equipe para decidirem uma melhor forma de compilar e apresentar os resultados (BARROWS, 1996).

O último princípio básico da ABP é favorecer a integração de saberes, como apresentado anteriormente. A situação-problema, por ser real ou próxima da realidade, permite a integração das áreas do conhecimento, pois nada acontece de forma isolada, sempre há interação entre as ciências para que um determinado fenômeno aconteça (BIGGS; TANG, 2007).



Fonte: Freepik (2022).

Disponível em: <https://bit.ly/3O3A0A3>

A aprendizagem baseada em problemas pode estruturar o currículo de um curso de uma instituição, em que as dificuldades dos problemas crescem, sem divisões por áreas, à medida que os alunos progredem para os anos finais de seus cursos (RIBEIRO, 2019).

Ela pode estruturar o currículo de um semestre de um curso, no qual há uma situação-problema central, e as disciplinas trabalham para a resolução dele (MOESBY, 2018).

Também pode estruturar o currículo de uma disciplina de forma isolada. Nesse formato, a situação-problema se limita às teorias e aos conteúdos ensinados na disciplina com objetivo de integrar conhecimentos ou aprofundar determinados tópicos (RIBEIRO, 2019).

Existem inúmeras formas de aplicar a ABP e as etapas de aplicação podem sofrer mudanças devido aos objetivos do professor ou do currículo. No entanto, essas alterações devem respeitar as principais características da ABP. Ribeiro (2019, p. 28), para a aplicação da ABP, organiza a estratégia em 5 elementos:



Apresenta-se uma situação-problema aos alunos (em grupos) que organizam suas ideias e tentam solucioná-la com o conhecimento que já possuem a respeito do assunto. Isto possibilita que avaliem seus conhecimentos e definam a natureza do problema.



Por meio de discussão, os alunos elaboram perguntas, chamadas de pontos ou questões de aprendizagem (*learning issues*) sobre os aspectos do problema que não entendem. Essas questões são anotadas pelo grupo. Os alunos são continuamente estimulados a definir o que sabem e, sobretudo o que não sabem a respeito do problema.



Os alunos classificam em ordem de importância as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e decidem quais questões serão investigadas por todo o grupo e quais podem ser delegadas a indivíduos e posteriormente compartilhadas com o restante do grupo. Os alunos e o professor também podem discutir quais recursos são necessários na investigação das questões de aprendizagem e onde podem ser encontrados.



Quando os alunos se reencontram, eles exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema. Os alunos também são encorajados a fazer uma síntese de seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Eles continuam a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema. Os alunos percebem que logo a aprendizagem é um processo contínuo e que sempre haverá – mesmo para o professor – questões de aprendizagem a serem exploradas.



Depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolver habilidades de autoavaliação e avaliação construtiva de colegas. A autoavaliação é uma habilidade essencial para uma aprendizagem autônoma eficaz.

Como é possível perceber, os elementos reiteram os fundamentos da ABP, os quais são: uso de uma situação-problema antes de iniciar a construção do conhecimento e as discussões; professor como um orientador/tutor; estruturação de um processo formal para resolver problemas; trabalho em equipe; estudo autônomo do estudante; e favorecimento da integração de saberes.

Dessa forma, a ABP pode ser uma estratégia pedagógica para a resolução de problemas, associada a identificação de obstáculos pedagógicos e ao conceito epistêmico de como se constitui o conhecimento científico baseado em Bachelard.



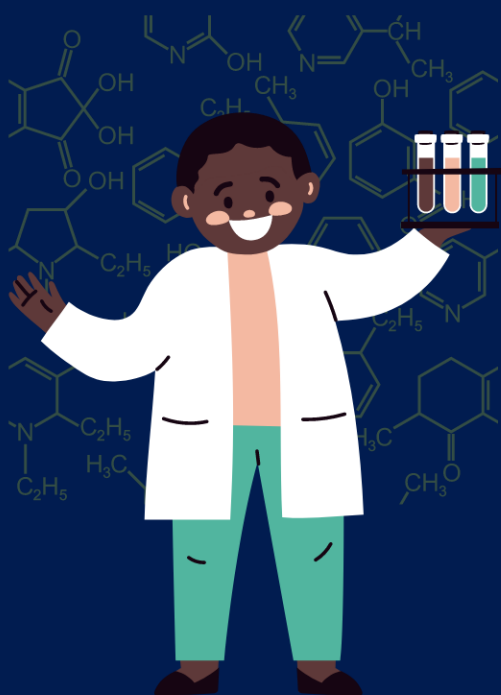
Fonte: Freepik (2022). Disponível em: <https://bit.ly/3xrQBlo>

Um exemplar de como organizar atividades experimentais para a licenciatura em química baseada na ABP

A dissertação que deu origem a este livreto, teve como objetivo de propor uma ação pedagógica, na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor."

A disciplina "Práticas em Química Geral", em que ocorreu a intervenção empírica, é ofertada no primeiro semestre do curso de licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A escolha por essa disciplina se deu pelos seguintes motivos: pertence à área específica da Química; contempla as atividades práticas como componente curricular; e não menciona nenhum tipo de integração com o conteúdo pedagógico no projeto pedagógico do curso.

A disciplina tem como ementa os conteúdos sobre ácidos, bases, sais, óxidos, reações de precipitação, estequiometria das reações e reações de oxirredução, quantidade de substância, soluções, misturas, preparo de soluções estequiometria das reações, titulação, padronização das soluções e calorimetria.



Como a ABP considera as restrições do contexto educacional (tempo, recursos etc.), optamos apenas pelo conteúdo calorimetria, em específico o conceito "calor". No entanto, o desenvolvimento da ABP pode ser utilizado para outros conteúdos.

Participaram 12 estudantes, do início ao fim da aplicação, matriculados na disciplina apresentada.

A aplicação da ABP ocorreu em três aulas. Resume-se, no Quadro 3, a organização de cada um dos encontros e os recursos didáticos utilizados.

Encontro	Ações	Recursos didáticos
1	Aplicação do Questionário Inicial para os estudantes.	Questionário inicial para os estudantes (Apêndice A)
2	Explicação sobre a estratégia ABP; entrega da situação-problema; entrega do Plano de Trabalho Docente (PTD), organização da turma em equipes e levantamento dos pontos de aprendizagem mediados pelo pesquisador para os estudos independentes.	Situação-problema e PTD (Apêndices B e C)
3	Compartilhamento das informações encontradas nos estudos independentes em cada equipe; apresentação da solução da situação-problema por meio do PTD para o grande grupo; e aplicação da Autoavaliação.	Situação-problema e PTD (Apêndice B e C).

Fonte: Autoria própria (2022)

No encontro 1, os estudantes foram recepcionados e foi entregue o Questionário Inicial (Apêndice A), o qual teve duração de aproximadamente 30 minutos.

No encontro 2, foram explicadas todas as etapas da estratégia ABP. Também foi entregue a situação-problema (Apêndice B) e uma leitura coletiva dela foi realizada. Na sequência, houve a formação das equipes (de até três integrantes) por meio de um sorteio e, então, foi entregue e o direcionamento no formato de Plano de Trabalho Docente (Apêndice C) para cada equipe.

O Plano de Trabalho Docente (PTD) serviu como um direcionamento para a resolução da situação-problema – o qual, é necessário, segundo Lohman e Finkelstein (2002), principalmente para as primeiras aplicações da ABP. O PTD apresenta as três competências específicas da área de ensino de ciências listadas documento da Base Nacional Comum (BNCC), e as habilidades esperadas para o desenvolvimento do conceito de calor, a saber: EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT201, EM13CNT205 e EM13CNT301 (BRASIL, 2018).

Além disso, como o estado do Paraná está implementando gradativamente a BNCC a partir de 2022, a estrutura do PTD também está em conformidade com a Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química (PARANÁ, 2008). Dessa forma, foram apresentados os conteúdos estruturantes, conteúdos básicos, conteúdo específico, conhecimentos prévios, e foi solicitado que os estudantes preenchessem os objetivos, encaminhamentos metodológicos, avaliação e a referências bibliográficas consultadas.

Com a instrução e mediação do pesquisador, as equipes levantaram hipóteses sobre o problema contido na situação-problema. Ocorreu também uma tentativa de solução com os conhecimentos prévios, tal como um levantamento dos pontos fracos a serem pesquisados e a divisão de tarefas para os estudos independentes.



Fonte: Freepik (2022). Disponível em: <https://bit.ly/3xaDSst>

No início do encontro 3, os estudantes em suas equipes compartilharam as informações encontradas nos estudos independentes para a resolução da situação-problema. Logo após, cada equipe apresentou sua resolução da situação-problema para o grande grupo. Ainda no encontro 3, os estudantes receberam a Autoavaliação (Apêndice D).



Fonte: Freepik (2022). Disponível em: <https://bit.ly/3H7MWTp>

A avaliação na ABP consiste numa abordagem formativa, na qual, segundo Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), além da avaliação pelo professor das respostas dadas as equipes para a situação-problema, deve-se considerar a autoavaliação e/ou avaliação por pares. Assim, optamos pela realização da autoavaliação (Apêndice D) com 10 perguntas adaptadas de Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) para ajudar os estudantes a refletirem sobre seu aprendizado.

Tanto as respostas do questionário inicial quanto as respostas da situação-problema, foram analisadas e classificadas em categorias a priori, as quais levaram em consideração os elementos construtivistas (Quadro 4) e os obstáculos pedagógicos, e a posteriori, que emergiram das leituras (Quadro 5). Na autoavaliação, só foram consideradas as categorias dos elementos construtivistas.

Quadro 4: – Categorias do grupo Elementos construtivistas para a análise das respostas aos recursos didáticos **29**

Grupo	Categoria	Características
Elementos construtivistas	Conhecimentos prévios	Utilização de questionário impresso ou digital, perguntas orais, materiais alternativos ou de baixo custo, nuvens de palavras etc.
	Problema para o início da construção do conhecimento	Utilização de problemas elaborados pelo professor podendo ser apresentados no formato audiovisual, dramatização, entrevista com pessoas interessadas na resolução ou pertencentes à comunidade.
	Trabalho em equipe	Os estudantes podem ter autonomia para a organização das equipes ou o professor pode realizar um sorteio.
	Formulação e teste de hipóteses	Momento em que os estudantes levantam ideias para resolver o problema, criam estratégias de como executá-las e reformulam tanto as ideias como as estratégias.
	Manipulação ativa dos estudantes	As equipes manipulam os experimentos a partir de um roteiro, não engessado, que leve em conta as ideias dos estudantes, incentive a pesquisa e a tomada de decisão.
	Sistematização do conhecimento	Através de desenhos, esquemas, relatórios, construção de textos, questões etc.
	Comunicação, diálogo e reflexão	Apresentações das resoluções encontradas por cada equipe para o grande grupo, incentivo à discussão entre estudantes e professores.

Fonte: Bachelard (1996); Briccia (2013); Moraes (2003); Rosito (2003).

Quadro 5: – Categorias dos grupos Obstáculos pedagógicos e Emergentes para a análise das respostas aos recursos didáticos

Grupo	Categoria	Características
Obstáculos pedagógicos	Experiência primeira	As ideias de calor vinculadas as sensações de quente e frio, sem reflexões sobre sua natureza.
	Conhecimento geral	Generalizações exageradas, por exemplo, todos os metais são bons condutores de calor.
	Verbal	A utilização frequente da palavra calor para designar e explicar.
	Unitário e pragmático	Utilização de aspectos cotidianos para explicar o calor, por exemplo, faz calor quando a temperatura está alta.
	Substancialista	O calor é uma substância capaz de penetrar outros materiais.
	Animista	Os objetos possuem vontades de dar ou receber calor.
	Conhecimento Quantitativo	Termômetro fazendo com que o calor seja medido.
Emergentes	Segurança no laboratório	Utilização de jaleco confeccionado em algodão, sapatos fechados, retirar os adornos, prender o cabelo, conhecer os reagentes e os produtos das reações.
	Racionalista	Calor é a energia em transferência entre dois corpos com diferentes temperaturas, até que se atinja um equilíbrio térmico.

Fonte: Amaral e Mortimer (2002); Andrade, Zylbersztajn, Ferrari (2002); Bachelard (1996); Moraes (2003); Rosito (2003); Trindade; Nagashima; Andrade (2019).

A partir das respostas para a situação-problema, observamos que as equipes elaboraram diferentes formas de planejamento de aulas experimentais, com a utilização de materiais de baixo custo, baixo risco, diminuição de resíduos, utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC) e quiz de cartas. Dessa forma, mesmo com a entrega da estrutura de um PTD, a criatividade das equipes não foi limitada.

Quando comparadas as respostas aos recursos didáticos (questionário inicial, PTD e autoavaliação), em relação às categorias do grupo elemento construtivista, percebemos indícios de um predomínio das respostas na categoria "manipulação ativa dos estudantes". Diante disso, a utilização da ABP pode ser uma estratégia que auxilia para uma possível superação das atividades experimentais demonstrativas, nas quais apenas os professores manipulam o experimento. Além disso, os documentos formativos orientadores, principalmente a BNCC – Brasil (2018), não recomendam essa abordagem baseada no verificacionismo.



Fonte: Sketchify Education (2022).
Disponível em:
<https://www.canva.com/p/sketchifyedu>

Também observamos um predomínio das respostas na categoria "sistematização do conhecimento". As equipes utilizaram a ferramenta de "relatório" e dos questionários intitulados de "pós-teste", os quais, inclusive, foram citados como formas de avaliação. Na autoavaliação, após a discussões mediadas pelo professor, a proporção dessa categoria diminuiu. Ressaltamos que em abordagens construtivistas, a sistematização do conhecimento não deve ser utilizada como elemento central na avaliação.

As respostas classificadas na categoria "Comunicação, diálogo e reflexão" aumentaram significativamente do primeiro ao último recurso pedagógico. Atribuímos esse aumento às discussões durante as apresentações das equipes. Já a categoria "Conhecimentos prévios" não apresentou uma proporção considerada nos três instrumentos de coleta de dados. A BNCC – Brasil (2018), apresenta de forma incisiva que ao desenvolver situações didáticas, deve-se possibilitar aos alunos revisitarem seus conhecimentos. No entanto, o documento orientador não aprofunda sobre como identificar e analisar os conhecimentos prévios, o que pode dificultar ainda mais a ação e reflexão sobre eles.

Na categoria “Problema para o início da construção do conhecimento”, foi possível perceber um aumento significativo na autoavaliação. Atribuímos esse fato às discussões mediadas pelo professor durante e após as apresentações dos PTD pelas equipes. Visto que, na tentativa de integrar as atividades experimentais com os documentos norteadores da Educação Básica e Licenciatura, os quais valorizam a utilização de situações-problemas para o início da construção do conhecimento, esse elemento foi destacado.

A categoria “Formulação e teste de hipótese” não apresentou um aumento significativo nas respostas aos recursos didáticos. Esta aplicação ocorreu em formato remoto devido a pandemia COVID-19, por isso orientação pelo professor às equipes sobre esse elemento construtivista foi prejudicada.

Na categoria “Trabalho em equipe”, foi possível perceber que ela foi sendo valorizada pelos estudantes durante o processo de aplicação da ABP. Dessa forma, os participantes da pesquisa passaram a valorizar o “Trabalho em equipe”, sendo essa, uma das principais características, segundo Barrows (1996), da ABP.

Em relação às categorias obstáculos pedagógicos, só foi possível comparar os resultados do questionário inicial e do PTD. Foi possível perceber um predomínio da categoria “Substancialista”. O referido obstáculo é considerado por Bachelard (1996) um entrave ao progresso científico, pois é baseado em uma filosofia fácil. Dessa forma, faz-se necessário pensar em estratégias para combater esse obstáculo, desde a elaboração da situação-problema, nas orientações às equipes, até na mediação das discussões durante as apresentações das respostas da situação-problema – e, se ainda necessário, refazer o ciclo de aplicação da ABP.

No obstáculo pedagógico “experiência primeira”, mesmo sendo apresentado na situação-problema, não percebemos indícios de superação. Bachelard (1996), como forma de superar esse obstáculo, propõe a ação de trazer a bancada do laboratório para o quadro negro. Como a ABP não é totalmente contra o ensino convencional, quando esse imobilismo for identificado pelo professor/tutor, é aconselhado interromper a aplicação da estratégia e realizar pequenas intervenções como palestras ou minicursos, para então retomar a ABP.

Na categoria “Conhecimento quantitativo”, foi possível observar um aumento significativo. Como a proposta era o desenvolvimento de uma atividade experimental para o conceito de calor, temperatura e Lei de Hess, a utilização do termômetro foi frequente nas propostas dessas atividades. No entanto, como Amaral e Mortimer (2002) reforçam, o uso frequente do termômetro para a realização dos experimentos dá a falsa impressão de que o calor poderia ser medido. Esse problema pode ser resolvido durante as discussões e mediação do trabalho em equipe.

Não foram encontradas explicações das equipes que pudessem ser classificadas como “animistas” no PTD. No entanto, é importante reforçar a superação desse obstáculo pedagógico pois, como Amaral e Mortimer (2002) afirmam, essa ideia ainda é encontrada em vários contextos, inclusive o escolar.

A categoria "unitário e pragmático" não apresentou uma diminuição significativa quando comparamos o recursos didáticos. Entretanto, para evitar a referida categoria, deve-se elaborar o texto situação-problema pensando na superação no referido obstáculo, pois, segundo Bachelard (1996), o obstáculo em questão é oriundo de generalizações exageradas que provêm de induções pragmáticas ou utilitárias.

Percebemos um aumento significativo na categoria "conhecimento geral". Atribuímos esse aumento ao formato de ensino convencional de Ciência/Química, no qual, normalmente, são apresentados teoremas, leis, corolários, princípios, postulados e axiomas que podem reforçar o predomínio da visão empirista-indutivista.

Não foram encontradas respostas dadas aos recursos didáticos que pudessem ser classificadas na categoria "Verbal".

Em relação às categorias emergentes, na categoria “segurança no laboratório”, percebemos uma diminuição insignificativa nos PTD quando comparados às respostas do questionário inicial. Ao identificarmos essa categoria, percebemos que, se bem explorada, apresenta as diferentes formas de laboratório nas escolas públicas e privadas e até mesmo na sua ausência, podendo aproximar os licenciandos dos diferentes desafios com os quais poderão se deparar.

Já a categoria “racionalistas” apresentou um aumento significativo do questionário inicial para o PTD. Percebemos que os estudantes ao pesquisarem em equipes sobre o conceito de calor para a resolução da situação-problema, o associaram como uma energia térmica em transição, devido a diferença de temperatura.

Por fim, a ABP bem planejada pode ser uma opção para trabalhar os conceitos das disciplinas específicas da Química, associando a formação inicial à prática profissional. Além de ajudar os estudantes a lidarem com conhecimento científico, considerando os obstáculos pedagógicos e levando em consideração os documentos norteadores das licenciaturas e Educação Básica.



Fonte: Shutterstock (2022). Disponível em: <https://shutr.bz/3tjd740>

E você, professor(a)?

35

Como está a organização das atividades experimentais de modo que se integrem aos documentos norteadores da Educação Básica e das licenciaturas? Como o curso de licenciatura que você atua tem avaliado e discutido sobre o perfil do egresso a partir do currículo? O seu curso assume que caráter em relação à formação bacharelesca?

Compartilhe suas respostas e experiências conosco através dos e-mails dos autores.



Prof. Me. Jean Pscheidt Weiss
jeanweiss@alunos.utfpr.edu.br

Prof. Dr. Marcelo Lambach
marcelolambach@utfpr.edu.br



AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2002.

ANDRADE, J. B. *et al.* Formação do químico. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 358-362, 2004.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 182-192, 2002.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBERÁ, O.; CASTRO, P. V. Investigações e experiências didáticas: o trabalho prático no ensino de ciências: uma revisão. **Ensenanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 365-379, 1996.

BAROLLI, E.; VILLANI, A. A formação de professores de Ciências no Brasil como campo de disputas. **Revista Exitus**, Santarém, v. 5, n. 1, p. 72-90, 2015.

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 1996, n. 68, p. 3-12, 1996.

BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.

BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for Quality Learning at University**. 3 ed. New York: McGraw-Hill Education, 2007.

BORGES, M. C.; AQUINO, O. F.; PUENTES, R. V. Formação de professores no Brasil: história, políticas e perspectivas. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 11, n. 42, p. 94-112, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 fev. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=159261-rcp001-02&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 1 de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 jul. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 08 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. et al. (Orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de ciências em manuais de química portugueses. **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 23-29, 1997.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CINTRA, P. C. S.; COSTA, R. L. Diretrizes Curriculares Nacionais para formação de professores para Educação Básica de 2015 e 2019: Perspectivas prática e emancipadora. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 9, p. 1-22, 2020.

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Zonas do perfil conceitual de calor que emergem na fala de professores de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, p. 55-67, 2015.

FÁVERO, A. A.; TONIETO, C. Docência universitária e formação do espírito científico: uma abordagem a partir da epistemologia de Gaston Bachelard. **Roteiro**, Joaçaba, v. 42, n. 1, p. 155-172, 2017.

FRAZÃO, L. S.; GUSMÃO, M. S. S.; ANTUNES, E. P. Atividades experimentais investigativas e a habilidade de elaborar hipóteses na formação inicial de professores. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. 1-16, 2021.

GATTI, B. A. *et al.* **Professores do Brasil: novos cenários de formação**. Brasília: UNESCO, 2019.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 467-488, 2016.

GUIMARÃES, T. S.; MASSENA, E. P.; SIQUEIRA, M. Percepções de Formadores de Professores Sobre as Suas Práticas Pedagógicas. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 7, p. 1-21, 2020.

39

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HUNG, W. The 3C3R Model: A Conceptual Framework for Designing Problems in PBL. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 55-77, 2006.

JANSSON, S.; SÖDERSTRÖM, H.; ANDERSSON, P. L.; NORDING, M. L. Implementation of problem-based learning in environmental chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 12, p. 2080-2086, 2015.

LOHMAN, M. C.; FINKELSTEIN, M. Designing cases in problem-based learning to foster problem-solving skill. **European Journal of Dental Education**, v. 6, n. 3, p. 121-127, 2002.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas**: fundamentos para aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

LORENZ, K. M.; BARRA, V. M. Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.

MOESBY, E. Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na aprendizagem baseada em projetos e problemas. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: no ensino superior**. 4 ed. São Paulo: Summus, 2018.

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 103-130.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de Ciências. In: BORGES, R. R.; MORAES, R. **Educação em Ciências nas Séries Iniciais**. Porto Alegre: Sagra-Luzatto, 1998, p. 29-45.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química. Curitiba, 2008.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

RIBEIRO, L. R. C. PBL: **Aprendizagem baseada em problemas**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EduUFSCar, 2019.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. **Revista Ibero-americana de Educação**, Madri, v. 6, n. 52, p. 1-11, 2010.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 195-208.

SAVIANI, D. História da formação docente no Brasil: três momentos decisivos. **Educação**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 11-26, 2005.

SILVA, M. R. A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em Revista**, v. 34, p. 1-15, 2018.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 14-24, 2002.

TRINDADE, D. J. NAGASHIMA, L. A. ANDRADE, C. C. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. **Brazilian journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 5, n. 10, p. 17829-17843, 2019.

VIGNOCHI, C. *et al.* Considerações sobre aprendizagem baseada em problemas na educação em saúde. **Revista do HCPA & Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto alegre, v. 29, n. 1, p. 45-50, 2009.

Caráter bacharelesco	Prevalência de uma orientação epistemológica empirista-indutivista, derivado da racionalidade técnica.
Construtivismo	Ponto de vista epistemológico em que a realidade está em construção. O sujeito adota conscientemente uma epistemologia e considera-se permanentemente incompleto, inacabado e em constante construção.
Dedutivista	Para o dedutivista, a partir de leis e teorias universais é possível derivar novas informações. No entanto, sozinha ela não funciona como fonte de afirmações verdadeiras.
Empirismo	Ponto de vista epistemológico em que a única fonte do conhecimento humano é a experiência.
Epistemologia	Estudo dos problemas cognitivos relacionados à atividade e conhecimento científico.
Indutivista	Para o indutivista, a ciência começa a partir da observação. As afirmações formam a base para a constituição de leis e teorias científicas.
Obstáculo epistemológico	Predomínio de um entendimento precoce sobre um fenômeno natural ou científico, comprometendo o progresso da ciência.
Obstáculo pedagógico	Predomínio de um entendimento precoce sobre o conteúdo de uma determinada disciplina, comprometendo o entendimento do assunto na sua complexidade.
Racionalidade técnica	Apresentação de “receitas prontas” de como ensinar e na valorização da dicotomia entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático.
Racionalismo	Ponto de vista epistemológico que enxerga no pensamento e na razão, a principal fonte do conhecimento.
Realismo	Ponto de vista epistemológico segundo o qual existem coisas reais, independente da consciência.

Apêndice A – Questionário inicial para os estudantes

1) Você já fez atividades experimentais no ensino fundamental ou médio? Se sim, como elas aconteceram? (utilizavam roteiros, foram apenas demonstrativas, aconteceram no laboratório da escola, precediam ou sucediam o conteúdo, faziam aproximações com a realidade, eram iniciadas com um problema etc.).

2) Quais são as etapas que você entende que são necessárias a serem seguidas no desenvolvimento de uma atividade experimental de ensino?

3) Em relação as atividades experimentais já realizadas na disciplina de PRÁTICAS DE QUÍMICA GERAL-QB71J-S62, o que você achou interessante em cada uma e quais foram suas dificuldades?

4) Em relação a dinâmica utilizada nas aulas práticas pela professora dessa disciplina, qual a sua opinião?

5) Você consegue pensar como as atividades práticas executadas nesta disciplina irão te ajudar na sua prática como professor de química do ensino médio?

6) Analise as três situações a seguir e responda o que se pede:

a) 1ª situação: em um dia que amanheceu com geada em Curitiba, você escuta um estudante perguntando a outro estudante se ele estava com frio, a resposta dada foi: “não, porque estou usando uma blusa quente de lã”. De acordo com a resposta, o que esse estudante pretendeu expressar? Qual a função da blusa de lã?

b) 2ª situação: você estava saindo da sala da 2ª série A ao término de sua aula e notou, ao pegar na maçaneta da porta, que ela estava muito fria e se questionou acerca do que tinha observado. Ao empurrar a porta com a outra mão, percebeu que ela estava um pouco mais quente. O que você pode concluir?

c) 3ª situação: um estudante relatou que saiu com seus colegas no final de semana e tomaram um refrigerante. No entanto, não gostaram muito da qualidade do refrigerante e solicitaram gelo. Qual foi a finalidade do gelo? O que acontece quando o gelo entra em contato com o refrigerante?

Apêndice B – Situação-problema: uma aula experimental desafiadora sobre lei de Henss, Calor e Temperatura

44



Disponível em: <https://bit.ly/3O1GfC>

Você, como professor(a) de Química da segunda série do ensino médio, está no segundo trimestre letivo e trabalhando com a termoquímica. Mesmo depois das aulas sobre o histórico e definição da termoquímica, reações endotérmicas e exotérmicas, entalpia, entropia, energia livre de Gibbs, entalpia de formação, entalpia de ligação, entalpia de combustão, entalpia de neutralização e

entalpia de dissolução, você ainda percebe uma predominância de algumas distorções sobre o conceito de calor nas falas e nas respostas dos exercícios já realizados pelos seus estudantes sobre o conceito de calor. Ou seja, seus estudantes ainda não dominam os conceitos científicos básicos de calor e temperatura, o que pode dificultar a compreensão de conceitos mais avançados, como os mencionados anteriormente, previstos nos documentos norteadores da educação básica.

Exemplo de uma fala observada é a do Luís na aula sobre entalpia de neutralização. Após você realizar um experimento demonstrativo misturando uma solução de hidróxido de sódio com uma solução de ácido clorídrico disponíveis no laboratório da escola, o estudante mencionado exclamou:

“Nossa professor! É impressionante como dois líquidos frios se transformam em um líquido quente, quase queimou minha mão quando encostei no frasco.”

Outro exemplo observado foi a resposta que Maria deu na primeira avaliação sobre reações endotérmicas e exotérmicas:

“Uma reação endotérmica é aquela que absorve calor, por exemplo, a chama do fogão dá calor a água e água dá calor aos alimentos e eles são cozidos. Já uma reação exotérmica é quando libera calor, como uma fogueira de São João”.

E ainda, na aula de entalpia de ligação, você é questionado pelo João da seguinte forma:

“Então quer dizer que os alimentos, que são nossos combustíveis, possuem energia armazenada nas suas ligações químicas?”

O segundo trimestre está se aproximando do fim e você ainda precisa trabalhar os conceitos de Lei de Hess, calor e temperatura. Assim, você começa a planejar uma aula experimental com o objetivo de mostrar que calor não é apenas algo quente (como abordavam cientistas do século XVIII); ou que os objetos e os materiais possuem vontade de dar ou receber calor (ideia animista superada no século XIX), ou que o calor é considerado uma substância que pode penetrar outros materiais – um dos mais difíceis obstáculos a superar, porque está apoiado numa filosofia fácil.

Além disso, você quer deixar claro que a temperatura não mede a quantidade de calor e relacionar o experimento calorimétrico com a lei de Hess. Como você prepararia essa aula experimental revendo esses conceitos já superados?

Apêndice C – Plano de trabalho docente do Ensino Médio – 2º trimestre – 2021

PROFESSORES:

EQUIPE:

ETAPA DE ENSINO – ENSINO MÉDIO

<p>ÁREA: Ciências da natureza e suas tecnologias</p>	<p>Série: 2º</p>
<p>Competências</p>	<p>1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p> <p>2- Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</p> <p>3 - Investigar 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).</p>
<p>Habilidades</p>	<p>EM13CNT101 - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>EM13CNT102 - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>EM13CNT201 - Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p> <p>EM13CNT205 - Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	CONTEÚDOS ESPECÍFICOS	CONHECIMENTOS PRÉVIOS	OBJETIVOS
Matéria e sua natureza	Reações Químicas	Termoquímica: Lei de Hess, Calor e temperatura.	Conhecer os tipos de reações químicas, relacionando-as com as transformações que ocorrem na natureza e nos organismos.	

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DETALHADOS (Aqui você pode colocar fotos, fluxogramas, mapas mentais, roteiros, possíveis respostas dos estudantes, etc)	
AVALIAÇÃO	
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química . Curitiba, 2008. Disponível em: < http://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/dce_quim.pdf >. Acesso em: 15 maio 2021. BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular . Brasília, 2018.

Apêndice D – Autoavaliação

• A coisa mais importante que aprendi com a resolução da situação-problema foi...

• O que eu achei mais difícil foi...

• O que eu mais gostei foi...

• O que eu gostaria de aprender mais sobre é...

• Eu preciso de mais ajuda em relação a...

• O que me surpreendeu foi...

• O que realmente me fez pensar foi...

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

- O que eu mudaria nessa atividade para ajudar meus colegas seria...

- Eu teria aprendido melhor se...

