FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UM ESTUDO DE CASO COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA

PRINCIPLES OF PROBLEM-BASED LEARNING IN NATURAL SCIENCES TEACHER EDUCATION: A CASE STUDY WITH PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS

Max Fonseca Pierini
ORCID 0009-0006-3359-7351

Fundação Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro, Brasil
max.pierini@ioc.fiocruz.br

Renato Matos Lopes
ORCID 0000-0002-0175-6673

Fundação Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro, Brasil
renatoml@ioc.fiocruz.br

Michele Waltz Comarú
ORCID 0000-0002-3307-4255

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFRJ
Rio de Janeiro, Brasil
michele.comaru@ifrj.edu.br

Resumo. Este estudo discute a implementação dos fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na formação inicial de professores de Ciências da Natureza. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, foi desenvolvida com 18 estudantes de um curso de Licenciatura em Química de um instituto federal brasileiro, no contexto da disciplina Prática de Ensino. Como estratégia metodológica, utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos (ABCI), permitindo aos participantes construir e discutir situações-problema ancoradas em contextos reais. Os dados foram produzidos a partir de rodas de conversa, atividades de construção e resolução de casos e grupos focais, sendo analisados por meio da Análise de Conteúdo Categorial. Os resultados indicam que, inicialmente, os licenciandos apresentavam compreensões incipientes ou equivocadas sobre conceitos centrais da ABP, como interdisciplinaridade, trabalho colaborativo, papel do professor e autonomia discente. Contudo, após a vivência prática da ABCI, observou-se notável avanço na compreensão desses conceitos, bem como uma reavaliação positiva sobre a aplicabilidade da metodologia na educação básica e na formação docente. Conclui-se que a ABCI constitui uma estratégia potente para a introdução dos fundamentos da ABP na formação de professores, favorecendo a articulação entre teoria e prática e o desenvolvimento de competências essenciais à docência em Ciências.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos; Ensino de Ciências da Natureza; Formação de Professores; Ensino de Química.

Abstract. This study examines the implementation of principles of Problem-Based Learning (PBL) in initial teacher education in Natural Sciences. The research adopts a qualitative and exploratory approach and was conducted with 18 undergraduate students enrolled in a Chemistry teacher education program at a Brazilian federal institute, within the context of a Teaching Practice course. Case-Based Learning (CBL) was used as the methodological strategy, allowing participants to construct and discuss problem situations grounded in real-life contexts. Data were generated through discussion groups, case construction and problem-solving activities, and focus groups, and were analyzed using Categorical Content Analysis. The results indicate that, prior to the intervention, pre-service teachers demonstrated limited or inaccurate understandings of key PBL concepts, including interdisciplinarity, collaborative work, the teacher's role, and student autonomy. After engaging in the CBL experience, participants showed a substantial improvement in their conceptual understanding, as well as a more positive evaluation of the applicability of the methodology in secondary education and teacher education programs. The study concludes that CBL is an effective strategy for introducing PBL principles in

teacher education, fostering stronger integration between theory and practice and supporting the development of essential competencies for Science teaching.

Keywords: Problem-Based Learning, Case-Based Learning, Sciences Education, Teacher Education, Chemistry Education.

1. INTRODUÇÃO

Embora antes de século XX tenham existido instituições no país oferecendo formação científica ou técnica como centros de ensino superior (Barreto & Figueiras, 2007), a institucionalização das universidades brasileiras ocorreria apenas na década de 1920, impulsionada pelos eventos culturais, com destaque para a semana de arte moderna, que trouxeram um clima efervescente ao início daquela década e motivaram as elites intelectuais a aspirarem por um cenário de modernização da nação (Ayres & Selles, 2012; Ajzenberg, 2012).

É herdeira desse cenário a chamada Reforma Francisco Campos, de 1931, tencionando regulamentar, entre outros temas, a formação de profissionais para o magistério pelas universidades com seus recém-implementados cursos de licenciatura. Esses últimos compondo uma modalidade de ensino superior criada pela demanda por professores que pudessem atender a necessidade de formação de profissionais capacitados, de acordo com o projeto educacional de um país urbano industrial (Ayres & Selles, 2012). Na proposta inicial da reforma, os cursos de licenciatura seriam ofertados pelas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras das universidades recém-formadas. Assim, a Reforma Francisco Campos - apesar de se referir mais especificamente ao Colégio Pedro II[1], modelo de referência nacional para a educação básica - decreta a obrigatoriedade do professor atuante no então ensino secundário ser licenciado por uma faculdade de Educação, Ciências e Letras (Romanelli, 2007; Souza, 2008; Mesquita & Soares, 2011).

Mesquita e Soares (2011) apontam que, no que tange especificamente à formação de professores de Ciências Naturais, um dos fatores que influenciaram os cursos superiores na área foi justamente a valorização e obrigatoriedade das disciplinas de ciências no ensino secundário – atual ensino médio - e consequente carência de profissionais para lecioná-las. O referido estudo aventa que, não obstante ao histórico direcionamento das políticas públicas no Brasil em função de ideais conservadores associados às elites econômicas, deve-se considerar uma vertente de propostas liberais trazendo ideias importantes que se fizeram presentes nos projetos educacionais do período. Apesar de idealizadas para promover a formação profissional docente, as Faculdades de Filosofia, na prática, não sustentavam esse objetivo. E embora os problemas apresentados fossem alvo constante de críticas para diversos autores da época, que evidenciavam desde a falta de integração entre os diferentes setores das Universidades até a qualidade do corpo docente e dos cursos oferecidos, as Faculdades de Filosofias Ciências e Letras se expandiriam pelo país.

Segundo as autoras acima citadas, tal expansão foi impulsionada pela carência de professores em uma sociedade que vivenciava o aumento da demanda pelo ensino propedêutico em sinergia com a facilidade de abertura de cursos de licenciatura, não considerados empreendimentos complexos. Assim, ocorre uma difusão das faculdades de formação de professores, inicialmente lenta em meados da década de 1940 e início dos anos 1950, e, posteriormente, consideravelmente acelerada nos anos 1960.

De fato, é a partir dos anos 1990 que o Ministério da Educação (MEC) passa a criar diretrizes voltadas para a formação docente em nível superior. Desde então, uma série de leis

[1] O Colégio de Pedro II foi fundado em 1837 pelo governo imperial no Rio de Janeiro, capital do império na época. Cumpre ressaltar que é com a criação do referido Colégio que a própria denominação de ensino secundário (atualmente ensino médio) passa a ter curso legal (Mendonça et. al., 2013).

e decretos foram publicados ao longo das últimas décadas, por meio do Conselho Nacional de Educação. Nos parâmetros das propostas do MEC, distinguem-se alguns componentes centrais, também recorrentes em outras publicações oficiais para o ensino de Ciências, dentre eles interdisciplinaridade e integração curricular, resolução de problemas, a ênfase em habilidades como trabalho coletivo e o exercício do pensamento crítico (Brasil 2015).

Além de uma proposta pedagógica centrada nos elementos supracitados, é capital nesse processo a criação das disciplinas de prática pedagógica, que passam a dispor de uma regulamentação de carga horária de 400h no currículo e devem ser distribuídas desde o início do curso (Brasil, 2002). Essas disciplinas, segundo Mesquita e colaboradores (2013), proporcionam o estabelecimento de situações de interação teoria-prática que possibilitam um saber articulado em diferentes âmbitos do conhecimento profissional para o docente em formação. E é no contexto das disciplinas de prática pedagógica que podem ser discutidos os fundamentos de metodologias de ensino próprias do ensino de ciências, como proposto nas diretrizes do MEC (Brasil, 2017), por serem estas disciplinas integradoras e importantes na conexão entre conhecimentos científicos específicos e o ensino de Ciências da Natureza.

Assim, é fundamental alterar um cenário de histórico domínio de uma única abordagem pedagógica, onde o modelo tradicional expositivo é dominante, abrindo horizonte para uma pluralidade metodológica que possa contemplar a diversidade cognitiva. Nesse sentido, as chamadas Metodologias Ativas de Ensino, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) podem ser importantes ferramentas para a incorporação dos componentes curriculares citados acima na formação docente. Ademais, a utilização dos fundamentos da APB vem se mostrando como um caminho para facilitar o desenvolvimento de habilidades como capacidade de resolução de problemas, raciocínio crítico, capacidade de trabalhar colaborativamente etc., além de aumentar a autonomia do estudante no processo de construção do conhecimento e promover o ensino interdisciplinar, como aponta a volumosa literatura sobre o tema (Dochy et. al., 2003; Strobel & Van Barneveld, 2009; Žerovnik & Nančovska, 2021).

No que diz respeito a sua origem como estratégia pedagógica, a ABP foi sistematizada em fins dos anos 1960, no curso de graduação em Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. A metodologia surgiu como iniciativa para aproximar os estudantes da prática médica através de situações-problema que refletissem a realidade do trabalho clínico profissional, diminuindo assim a fragmentação dos conteúdos a serem aprendidos no curso. Para resolver os problemas propostos, os alunos seriam levados a aprender conteúdos específicos do currículo através de uma abordagem crítica e inovadora (Barrows, 1996; Schmidt, 2012).

A estratégia foi adotada na década de 1970 nas Universidades de Harvard e Novo México (EUA). Na década seguinte, a ABP passa a ser desenvolvida na Universidade de Maastrich (Holanda), que atualmente figura entre as mais importantes referências mundiais no tema (Servant-Miklos, 2019). Posteriormente, essa estratégia de ensino se expandiu, difundindo-se pelo mundo, e passou a ser adotada em diversas instituições de ensino superior (Servant-Miklos et al., 2019).

A ABP é uma metodologia centrada no estudante, que desloca o foco do processo de aprendizagem do professor, como transmissor de informações, para o aluno, que passa a ser ativo e mais autônomo na construção de seu conhecimento. Sob os moldes dessa proposta pedagógica, o professor atua como facilitador na mediação da aprendizagem e os estudantes trabalham em grupos colaborativos para resolver situações-problema envolventes, motivadoras e espelhadas na realidade. De maneira geral, o processo ocorre em ciclos de aprendizagem, nos quais os alunos intercalam momentos de discussões em grupo, mediadas pelo professor (tutor) e momentos de pesquisa individual (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). Desse modo, os aprendizes são capazes de desenvolver habilidades essenciais, como as preconizadas pelo MEC, enquanto adquirem conhecimento referente aos conteúdos propostos no currículo (Van Der Vleuten & Schuwirth, 2019; Lopes et. al., 2020).

Em seu movimento de expansão pelo mundo, a metodologia da ABP sofreu modificações e adaptações que levaram ao surgimento de variações de acordo com a abordagem proposta pelas instituições de ensino que a praticam (Barrows, 1996). Contudo, embora existam diferentes modelos praticados no âmbito das variadas instituições de ensino que adotam a técnica, eles se baseiam nos mesmos fundamentos e, portanto, nos mesmos princípios de aprendizagem (Kolmos et al., 2004). Desse modo, para Van Der Vleuten e Schuwirth (2019), na utilização de estratégias baseadas na ABP, alguns elementos básicos da metodologia devem estar presentes: 1) o uso de tarefas e problemas envolventes como ponto de partida para o aprendizado, 2) Aprendizagem autodirigida e autorregulada, 3) o trabalho colaborativo em grupos de alunos e 4) o papel do professor como facilitador do processo.

Nesse contexto, variações da metodologia e a hibridização da mesma com outras estratégias de ensino de natureza semelhante têm se destacado, dentre elas a Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning - PjBL), a Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learing - TBL) e a Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos (Case-Based Learning - CBL), sendo essa última também caracterizada por sua versatilidade na complexidade das situações-problema propostas, elementos facilitadores e possibilidade de aplicação em contextos educacionais diversos (Barrows, 1996; Kain, 2003; Sá & Queiroz, 2010; Burgess et. al., 2021). Tais propriedades podem tornar a Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos (ABCI) um importante modelo para incorporação dos fundamentos da ABP que envolvam professores e estudantes que nunca tiveram contato com abordagens dessa natureza (Pierini et. al., 2015; Pierini, 2023).

No que tange à aplicação dos fundamentos da ABP na formação docente, a experiência bem-sucedida com a utilização de estratégias baseadas nos preceitos da metodologia nas mais variadas instituições de ensino e áreas de conhecimento ao redor do mundo, notadamente na área da saúde (Zhang et. al., 2024), torna plausível a inserção desses fundamentos na formação de professores, o que, com efeito, é sugerido por uma ampla gama de estudos que aventam a aplicabilidade daquela metodologia no âmbito dos cursos de licenciatura (Filipenko & Naslund, 2016; Hemker et al., 2017; Da Silva et. Al., 2021; Rodrigues & Coutinho, 2025). Uma tendência em crescimento em diversas instituições no mundo (Ayari et al., 2025).

De fato, estudos oriundos da prática, trabalhos de coorte e revisões sistemáticas apontam que a utilização dos fundamentos da ABP na formação de professores pode contribuir para mitigar a dissociação entre teoria e prática, desenvolver o raciocínio crítico e a capacidade de resolução de problemas reais - portanto, de natureza interdisciplinar - nos docentes em formação, além de facilitar a aquisição de outras habilidades amplamente relatadas em estudos com a ABP em variadas áreas do conhecimento (Dahlgren et, al., 1998; Filipenko & Naslund, 2016; Wang, 2021).

Ademais, trabalhos publicados em culturas e sistemas educacionais diversos apoiam a implementação dos fundamentos da ABP na formação de professores (Li & Chen, 2018; Bridges, 2019; Haatainen & Aksela, 2021; Wang, 2021; Al-Busaidi & Al-Seyabi, 2021) corroborando resultados favoráveis ao uso dessa estratégia. Diante desse cenário, o presente trabalho tem o objetivo de discutir a implementação dos fundamentos da ABP no contexto educacional brasileiro por meio da discussão de um estudo de caso com futuros docentes da área de Ciências da Natureza.

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, e possui caráter exploratório, com delineamento de estudo de caso (Kumar, 2018). Nessa abordagem, a profundidade analítica é mais importante que a amplitude numérica da amostra, em função da coerência entre o problema de pesquisa, o contexto empírico e os procedimentos

de análise (Flyvbjerg, 2006). A pesquisa, que utilizou amostragem por conveniência, contou com a participação de 18 estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus Vila Velha (ES, Brasil). Os licenciandos participantes da pesquisa estavam matriculados na disciplina Prática de Ensino, planejada para trabalhar os fundamentos da ABP por meio da Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos (ABCI). Os participantes foram identificados por códigos alfanuméricos, de E1 a E18.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas (Figura 1). Na etapa I, os estudantes foram incentivados a discutir suas percepções sobre os fundamentos da ABP em uma aula conduzida em formato de "roda de conversa", mediada pelo corpo docente da disciplina Prática de Ensino, um modelo que consiste na criação de espaços de diálogo com o objetivo de favorecer a autonomia, a troca de experiências entre os estudantes e a reflexão, estratégia bastante utilizada em ambientes norteados pela filosofia construtivista de ensino (Adamy et. al., 2018). A atividade seguiu um roteiro de perguntas que direcionaram a discussão (Quadro 1).

A etapa II foi organizada em três subetapas, mediadas pelo corpo docente da disciplina. Na primeira, os participantes foram divididos em quatro grupos, sendo os grupos 1 e 2 compostos por cinco estudantes e os grupos 3 e 4 por quatro estudantes. Nessa organização, os estudantes construíram situações-problema de ABCI com base em Sá e Queiroz (2010), que apresentam características para a elaboração de bons casos investigativos (Quadro 2). Na segunda subetapa, os grupos participaram de uma dinâmica de resolução de caso; um dos casos produzidos foi selecionado para ser trabalhado pelos estudantes (caso do Grupo 4) intitulado "O que você come? a termoquímica do corpo" (Anexo). Os membros do grupo autor do caso assumiram o papel de tutores no processo de resolução pelos demais grupos. Na terceira subetapa, após a experiência com o caso, os participantes da pesquisa discutiram a possibilidade de inserção dos fundamentos da ABP na formação de professores através da técnica de Grupo Focal (Akyildiz & Ahmed, 2021).



Figura 1. Etapas e subetapas do estudo.

As atividades das duas etapas foram registradas em vídeo, transcritas integralmente e analisadas por meio da Análise de Conteúdo Categorial (Bardin, 2010; Moretti et al., 2011).

Ressaltamos que todos os participantes dessa pesquisa tomaram ciência do seu conteúdo e autorizaram o uso dos dados coletados por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Destacamos ainda que o presente trabalho conta com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (CAAE: 41678215.8.0000.5248).

Quadro 1. Perguntas orientadoras da atividade de roda de conversa.

1	Como vocês imaginam que seja Aprendizagem Baseada em Problemas? o que é a ABP?
2	Quem produz o problema na ABP?
3	Por que seria importante sair das metodologias tradicionais e optar por metodologias ativas como ABP?
4	A ABP seria uma maneira de aproximar o conteúdo da disciplina da realidade?
5	Aprender os caminhos para resolver problemas é importante?
6	Qual o papel do professor na ABP?
7	Qual(quais) a(s) característica(s) do aluno da ABP?
8	Provoca um conflito. Como seria um currículo organizado em ABP?
9	Como funciona a administração do tempo de aula na ABP?
10	A construção do problema interfere no tempo usado para resolvê-lo?.
11	Como funciona a etapa de avaliação na ABP?

Fonte: Os autores (2026).

Quadro 2. Características que um bom caso investigativo deve apresentar.

1	Narra uma história.
2	Desperta o interesse pela questão.
3	Deve ser atual.
4	Produz empatia para com as personagens centrais.
5	Deve incluir diálogos.
6	É relevante ao leitor.
7	Tem utilidade pedagógica.
8	Provoca um conflito.
9	Força uma decisão.
10	Tem generalizações.
11	É curto.

Fonte: Sá e Queiroz (2010).

3. RESULTADOS

3.1 Etapa I

Após a análise do corpus da etapa 1, identificamos 232 Unidades de Registro (URs), que foram separadas em três categorias gerais. Estas foram divididas em dez subcategorias, como mostra a Tabela 1.

Os critérios de categorização utilizados, as características de cada categoria geral, assim como de suas subcategorias, e as implicações dos resultados são discutidos a seguir.

A categoria *integrabilidade* abarca as URs relacionadas às subcategorias *integração curricular* e *interdisciplinaridade*. O conceito de interdisciplinaridade responde à fragmentação do conhecimento produzida pela organização disciplinar, articulando diferentes áreas e favorecendo análises mais amplas e contextualizadas (Jupiassu, 1976; Klein, 1990; Minayo, 1992). Assim, tanto o conceito de "interdisciplinaridade" como o de "Integração curricular" remetem, de maneira geral, a uma crítica ao ensino de conteúdos de maneira desarticulada, gerada por uma abordagem disciplinar que estabelece fronteiras rígidas entre os diferentes campos (Pierini & Lopes, 2017).

Tabela 1. Frequências nas categorias e subcategorias da Etapa I.

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	FREQUÊNCIA	TOTAL
Integrabilidade	Integração Curricular	20	35
	Interdisciplinaridade	15	
Construtivismo	Características do Professor	25	53
	Características do Aluno	20	
	Conhecimentos Prévios	08	
Estrutura da ABP	Grupos Colaborativos	22	144
	Avaliação	16	
	Ciclos de Aprendizagem	47	
	ABP x Modelo Tradicional	55	
	Metacognição	04	
		TOTAL GERAL	232

Fonte: Os autores (2026).

No entanto, alguns autores apontam diferenças entre "interdisciplinaridade" e "integração curricular". Para eles, a primeira está mais relacionada ao conhecimento científico do que ao escolar, enquanto a segunda se volta mais diretamente para as questões da realidade dos alunos, inclusive as questões sociais (Beane, 1997; Helmane & Briška, 2017), o que levou à divisão das URs da categoria integrabilidade em duas subcategorias. A categoria integrabilidade foi composta por 35 URs (Tabela 1) e, de modo geral, os participantes reconheceram a importância de uma visão mais articulada com a realidade dos alunos e da construção de conteúdos para além das fronteiras disciplinares. No caso da subcategoria interdisciplinaridade, entretanto, algumas particularidades merecem maior atenção.

No caso da subcategoria *interdisciplinaridade*, apesar dos participantes mostrarem em suas respostas reconhecer a importância desse aspecto no ensino, o termo "interdisciplinaridade" foi mencionado apenas em um trecho da atividade, após a orientação da discussão para o fato de o problema na ABP ser espelhado na realidade e o corpo docente fazer uma pergunta direta:

> E7: *(...) São vários conteúdos*.
> E14: *Um problema envolve vários conteúdos. Exatamente*.
> Corpo docente: *Como se chama isso?*
> E14: *Interdisciplinaridade.*

Embora reconheçam a importância da interdisciplinaridade, os licenciandos ainda a associam a uma "superposição de disciplinas", o que revela compreensão conceitual limitada. De fato, estudos mostram que professores, ainda que declarem reconhecer a importância, compreender o conceito e entender certos aspectos do que é interdisciplinaridade, revelam carência conceitual em relação ao tema (Lenoir & Hasni, 2016; Ramos & Silva, 2018). Trabalhos recentes de revisão sistemática e meta-análise apontam problemas na formação interdisciplinar dos docentes e incipiência na utilização do ensino interdisciplinar na prática (Tonnetti & Lentillon-Kaestner, 2023; Wu et. al., 2024). Por outro lado, estudos empíricos revelam que os docentes, quando submetidos a modelos pautados no ensino interdisciplinar, são capazes de desenvolver sólidos conhecimentos na área de Ciências e melhorar habilidades como resolução de problemas, trabalho colaborativo e pensamento crítico (Santaolalla et. al., 2020; Beudels et al., 2021).

Na subcategoria *integração curricular*, as URs foram classificadas principalmente pelo viés de relação dos conteúdos a serem aprendidos com a realidade dos alunos. A maioria dos participantes da pesquisa se mostrou favorável a essa característica e a reconheceu como uma qualidade da situação-problema. Para ilustrar esse ponto, destacamos o trecho transcrito abaixo:

> E7: *(...) Mas para os alunos começarem a levantar hipóteses, essas coisas... O problema que o professor trouxe tem que estar contextualizado na realidade deles. Se não os alunos não têm por onde começar a ter ideias.*
>
> E1: *(...) O professor já vir com alguma coisa pensada, por exemplo: a corrosão no encanamento, como pode se dar essa corrosão?*
>
> E2: *(...) É trazer um problema da vida real ou um problema da vida dos alunos e aplicar aquilo de uma forma que eles vão utilizar o conteúdo da matéria para resolver o problema e aprender aquele conteúdo.*

A maioria dos participantes relatou ter tido experiência favorável quando o professor contextualizava os conteúdos propostos no currículo. Apenas um dos participantes se declarou contrário a esse enfoque, como mostra o trecho transcrito a seguir. É interessante destacarmos aqui a presença do viés de contextualização dos conteúdos com a realidade social dos estudantes, que definiu a subcategoria *integração curricular*, presente na fala dos participantes:

> E4: *(...) Eu falei que a contextualização não é tão importante, porque se você ensinar um menino a resolver um problema, dentro da cabeça dele, ele sabe resolver todos os problemas. Ele só não consegue ligar os problemas ainda.*
>
> E2: *Então, mas eu acho que é esse o papel, quando você contextualiza, você dá essa abertura pra ele ligar as coisas. (...) Acho que na verdade o problema só requer aquilo que é próximo a você, aquilo que te interessa. Porque, por exemplo, não adianta eu querer falar de um problema que acontece lá nos Estados Unidos, que fica lá e eu não tenho contato nenhum. Pra mim isso não vai ser um problema, porque é um negócio deles, entendeu?*

Esse é um ponto interessante ao considerarmos a importância do ensino integrador e interdisciplinar. Uma abordagem compromissada com esse enfoque pode mitigar o que Paulo Freire (2005) denominou de "educação bancária", na qual os conteúdos a serem propostos para os alunos estão desconectados de suas realidades culturais e sociais, criando uma estratégia de memorização dos conteúdos transmitidos pelo professor e desfavorecendo a aprendizagem. Esse ponto tem raízes de grande relevância, discutidas na próxima categoria.

Na categoria *construtivismo* foram classificadas 53 URs. Essa categoria se caracterizou por ser criada com base em elementos da filosofia de ensino construtivista. Para muitos teóricos, a ABP, assim como outras Metodologias Ativas de Ensino, se enquadra na perspectiva construtivista (Hendry et al., 1999; Rehmat & Hartley, 2020). Os elementos aos quais nos referimos aqui possibilitaram a criação de três subcategorias: *características do professor*, *características do aluno* e *conhecimentos prévios* (tabela 1). A primeira e a segunda remetem aos papéis desses atores em condições de ensino construtivista. O professor assumindo o papel de orientador, mediador da aprendizagem dos estudantes, que, por sua vez, deixam de ser "expectadores" das aulas e passam a construir o conhecimento de maneira ativa (Delisle, 1997; Hmelo-Silver, 2004).

Quanto à subcategoria *conhecimentos prévios*, sua elaboração está ligada a um princípio central da filosofia construtivista de ensino: a relevância do arcabouço cognitivo do estudante, i.e., a importância do repertório cognitivo que o estudante já possui, formado pelas experiências e saberes que leva para a sala de aula (Freire, 2005; Doubleday et. al., 2015). Essa perspectiva é fortemente sustentada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2000),

cujo modelo assume que os conhecimentos prévios do aprendiz constituem um dos pilares estruturantes para a construção do conhecimento.

A subcategoria *características do professor* abarcou 25 URs. Nos pareceu bastante evidente que os participantes da pesquisa compreendem o papel do professor como orientador na ABP. Podemos exemplificar esse consenso na fala de três estudantes – com os quais os demais sinalizaram concordar - ao comentarem sobre sua impressão da função do professor durante a aplicação de uma situação-problema:

> E15: *(...) Direcionar a resolução... Desse problema que foi lançado.*
>
> E2: *Na verdade, eu acho que o professor tem que direcionar o aluno para que ele ache os caminhos daquela resolução, que não seria um caminho só. Porque eu acho que não cabe nem ao professor apresentar os caminhos, cabe a ele mostrar onde existem caminhos e que o aluno descubra quais são.*
>
> E1: *Então, eu acho que a função do professor é isso: é mostrar pro aluno, é desafiar, mostrar que, por exemplo: se você ficar estático, você nunca vai resolver o problema. O professor mostrar pro aluno que ele tem que sofrer pra alcançar os resultados.*
>
> E2: *Talvez o professor possa ser um guia. O professor tem conhecimento do conteúdo que ele quer dar.*

De fato, o professor na ABP funciona como um guia, ou orientador, que pode lançar luz em uma discussão (Lopes et. al., 2019), mas não fornece "respostas prontas", como é usual em modelos construtivistas (Bruner, 1966; Gaffney & Rodgers, 2018). Devido a maioria dos estudantes revelar não conhecer metodologias como a ABP, provavelmente as respostas sobre a função do professor possam ser atribuídas a algum contato com elementos das metodologias construtivistas de ensino. Ademais, os participantes externaram entender que a função do professor não é trivial, como ilustra um dos trechos transcritos para essa subcategoria, que inicia com uma das participantes relatando uma experiência desfavorável com um professor que utilizou resolução de problemas em suas aulas:

> E7: *(...) Mas ao mesmo tempo não era bom porque ele [professor] não dava uma direção. Por isso que eu falei: tem que ser bem construído. Ele tem que me dar a direção. Eu tenho que trazer pra ele e ele falar: olha,* **** [E7], *não é por aí.*
>
> Corpo docente: *Então o professor tem que ter uma formação muito boa pra usar esse método, é isso?* [o grupo concorda].
>
> E9: *Não é nem isso. É uma questão de consciência. Dá pra você construir? Dá pra você construir. O problema é: o professor que vai dar aquilo ali tem consciência da responsabilidade dele na hora de dar aula? Esse é o ponto.*

Essa é outra questão fundamental. Como já frisamos anteriormente, deve haver uma preocupação em manter as premissas que envolvem a aplicação dos fundamentos da ABP. Além disso, esse caráter de abordar os conteúdos do currículo de forma integrada através da resolução de problemas é basilar (Hung, 2015). Por outro lado, parte dos estudantes reconheceu que é importante nesse tipo de metodologia que o professor facilite a construção da autonomia

dos alunos. Tal percepção pode ser exemplificada pelo segmento abaixo, no qual o participante E4 utiliza o termo "autonomia" no início do trecho:

> E4: *(...) Eu penso em uma maior autonomia dos alunos. (...) Eu acho que o professor, a partir do momento que o aluno vai crescendo, o professor tem que ir se desligando do processo de ensino-aprendizagem aos poucos. (...) Por exemplo: quando o aluno está lá no fundamental o professor está sempre lá. No ensino médio o professor tem que falar: meu filho, daqui há pouco você é adulto e não tem professor mais não.*

> E10: *Então, autonomia. Eu acho que com esse tipo de aula* [Metodologia Ativa], *o professor já consegue se desligar de fato. Mesmo estando ali ligado, ele consegue simular estar* desligado.

Contudo, a mudança no comportamento do professor, que assume contornos de orientador, também deve ser acompanhada de outras modificações na mecânica da sala de aula quando utilizamos a ABP. Assim, a experiência negativa de E7, aliada a fala de E1, expostas nos trechos transcritos acima, onde se afirma que o aluno precisa "sofrer" e não "ficar estático", nos mostra outra questão importante na análise das respostas dos participantes: as atribuições do aluno em um contexto de Metodologias Ativas, agrupadas na subcategoria *características do aluno*.

A maioria dos professores em formação participantes da pesquisa revelou opiniões pessimistas a respeito da motivação dos alunos em assumir uma postura mais autônoma, como exigem metodologias como a ABP. Abaixo, apresentamos um recorte que exemplifica essa postura:

> E2: *(...) Não vai dar certo porque o aluno não está estruturado pra isso.*

> E7: *(...) Mas deixa eu explicar porque. Eu acho que tive um professor que deu uma disciplina toda assim. Eu não gostei. Primeiro, a gente não ir atrás* [das informações] *como ele queria. A gente não está acostumado com isso. (...) A gente tinha que ir atrás, a gente tinha que ir mais atrás do que ele. Ele não chegava a trazer muita coisa pra gente, entendeu? Aí, a gente não está acostumado com isso, então a gente falou: não gostei.*

> E9: *(...) Porque senão o aluno teria que ser autodidata.*

É fundamental destacar que a participante E7 relatou nunca ter tido contato com a ABP, portanto tal experiência não ocorreu efetivamente com a metodologia. No entanto, ficou claro na atividade que E7 teve uma experiência desfavorável com um tipo de aula que exigia mais autonomia do estudante. Não obstante, a mesma participante, em trecho posterior do diálogo, revelou entender a importância de uma postura autônoma no processo de aprendizagem:

> E7: *Se tivesse ido* [buscar respostas de maneira mais autônoma] *teria sido melhor? Eu acho que teria. Mas ainda assim não teria sido a melhor maneira de dar* [conduzir o curso]. *Eu acho que é interessante o aluno... Ele obrigou a gente a ir atrás, isso é bom. (...) Eu tenho que sair da minha zona de conforto, entendeu? Eu tenho que sair dessa preguiça de ter tudo mastigado na mão.*

Corpo docente: *(...) Vejam se é isso? O primeiro paradigma a ser rompido é o comportamento do aluno. Se espera do aluno muito mais esforço e dedicação. Porém os alunos não estão dispostos ou acostumados* [os participantes concordam].

A terceira subdivisão da categoria *construtivismo* é a subcategoria *conhecimentos prévios*. Nela, a análise das URs mostra que todos os participantes concordam com a importância de considerar e partir das experiências pré-estabelecidas no arcabouço cognitivo dos alunos para que os mesmos cheguem à construção do conhecimento de maneira significativa. O trecho transcrito abaixo mostra algumas ocasiões nas quais esse conceito foi introduzido pelos participantes na conversa:

> E1: *(...) Eles* [alunos] *têm o conhecimento prévio.*
>
> E7: *Ele* [aluno] *vai citando conhecimentos que ele já tinha.*
>
> E2: *Ligar aquele problema com os conhecimentos prévios que ele tem e achar que aquilo tem a ver* [com o problema], *ver que aquilo tem ligação. Ele* [aluno] *já consegue passar a interagir mais, a ter mais contato com aquilo.*

Como já salientamos, esse é um elemento fundamental para a ABP e umas das características que a classifica como uma metodologia construtivista de ensino. Ademais, esse consenso dos participantes em reconhecer a importância dos conhecimentos prévios para a aprendizagem dos conteúdos significa uma aproximação com uma das bases do ensino construtivista, o que pode facilitar a adaptação dos professores às metodologias que preconizam tais propriedades (Bestetti, 2014; Vandeyar, 2020).

A categoria *estrutura da ABP* foi a que mais acumulou URs. Para essa categoria registramos 144 delas (Tabela 1). Essa tendência obviamente ocorre pelo fato de ser a ABP o tema central da atividade. A categoria foi subdividida em cinco subcategorias: *grupos colaborativos*, *avaliação*, *ciclos de aprendizagem*, *ABP x modelo tradicional* e *metacognição*.

Na subcategoria *grupos colaborativos* foram agrupadas 22 URs que remetem as interações entre os alunos ao resolver uma situação-problema. Destarte, as conversas tomaram o rumo de discutir o trabalho em equipe. Nesse tema, as opiniões dos participantes da atividade foram divididas:

> E1: *(...) Acho que trabalhar em equipe é sempre bom, né?* [parte dos participantes concorda].
>
> E10: *É mais difícil.*
>
> E7: *É mais difícil sim, você é bem mais ativo.*
>
> E1: *Mas se você for pensar sempre assim, que é mais difícil trabalhar em equipe, você sempre vai encontrar dificuldade no que está fazendo.*
>
> E10: *Não, eu disse que era difícil porque as pessoas pensam diferente. Até você chegar em um consenso é difícil.*
>
> E1: *Muito pode até ser porque vai depender das peças com as quais ela está trabalhando junto.*

Muito provavelmente pelo fato de ainda não terem tido contato com metodologias como a ABP, os estudantes apontaram como dificuldade do trabalho em equipe a interação entre os membros do grupo. No entanto, as atividades em grupos da ABP são baseadas em fundamentos de aprendizagem colaborativa, que se apresenta como um componente potencializador da motivação e da qualidade da aprendizagem dos alunos (Chang, Y. et al., 2022). Essa divergência se torna mais evidente quando o corpo docente que conduziu a atividade encoraja os estudantes a relatarem suas experiências com o trabalho em grupo:

Corpo docente: *Qual a experiência que vocês têm de trabalhar em grupo?*

> E8: *Tem sempre um líder que impõe as regras.*
>
> E2: *O líder é mais como um administrador.*
>
> E8: *Pode ser sorteado também: você vai fazer os slides... ou dependendo do que cada um prefere fazer. Dependendo do que cada um tem facilidade.*
>
> E13: *Geralmente eu faço com as mesmas pessoas. Até porque eu acho que é isso que dá certo, é justamente porque a gente já sabe: ah, meu ponto forte é isso, o meu é isso, o meu é isso. Pronto, a gente já vai dividido. Quando você vai pra outro grupo não, você tem que descobrir o que aquela pessoa tem. Onde a pessoa fica com você cheia de dedos porque as vezes vocês dois querem fazer a mesma coisa.*

Fica explícito que não há nas experiências relatadas algo que remeta ao diálogo, à argumentação, entre os participantes do grupo. Tampouco uma rotatividade de funções entre os estudantes que participam dos grupos, elementos fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa (Wood, 2003)[2]. Essas atividades em grupos colaborativos que caracterizam o processo de ensino em metodologias como a ABP e suas variações são organizadas de modo a desenvolver nos estudantes o pensamento crítico, a capacidade de argumentação e o comportamento de apoio mútuo (Hendarwati et al., 2021; Zhang et. al., 2024).

No momento seguinte, os participantes discutem a visão de trabalho em grupo apresentada durante a conversa:

> E2: *(...) Mas isso ainda pra mim, em determinados pontos, é trabalhar sozinho. Porque, apesar de você estar trabalhando num grupo, você desempenha o seu papel e um papel só. E aí você não tem talvez autonomia pra chegar pro outro e falar: olha só, por que não faz assim? Talvez o trabalhar em grupo seja melhor que aconteça todo mundo junto fazendo tudo. Mas é mais complicado.*
>
> E10: *Mas aí você não trabalhou em grupo, você trabalhou sozinho. Trabalhar em grupo é você fazer e aí pedir a opinião do seu amigo do que pode melhorar. É isso que é trabalhar em grupo.*
>
> E2: *Eu acho que isso aí que você está falando não acontece tanto. Entre a gente mesmo, acaba que a gente faz grupo e cada um desempenha o seu papel,* [posteriormente] *a gente junta.*

[2] Algumas funções descritas: o secretário atua no registro das observações realizadas pelo grupo e registra os recursos empregados na resolução da situação-problema; o presidente mantém a dinâmica do grupo e assegura que o grupo mantenha o foco na resolução do problema; os membros do grupo participam da discussão considerando as contribuições dos outros.

Nesse ponto, o corpo docente conduz a discussão para o trabalho em equipe na resolução de um problema:

> Corpo docente: *Na hora que tiver uma resolução de problema, dá pra fazer essa divisão de tarefas?*
>
> E7: *(...) Não dá, gente. Vamos supor: o problema vai ter um passo a passo pra resolver. Aí tem primeira, segunda e terceira parte. Eu vou ficar com a primeira,* **** [E4], *com a segunda e* **** [E2]*, com a terceira. Aí como que eles vão saber começar se eles não viram* [a primeira parte]?
>
> E1: *Então: se você tem um problema, você tem que ler sobre aquilo, sobre as coisas que aquilo tem a ver. Uma aula de laboratório que você faz aqui... Não adianta o grupo querer fazer um relatório se a maioria não conhecer: ah, pode deixar que eu faço a introdução, pode deixar que eu leio, vocês fazem os procedimentos aí. E na hora de discutir os resultados?*
>
> E10: *É por isso que eu falo que trabalhar em grupo é difícil. Porque o problema vai ser o mesmo, você só divide as tarefas. Mas na hora de pensar como solucionar o problema não tem como você pensar sozinho se você está em grupo. Porque você pensa uma coisa, mas seu colega pensa outra. Às vezes eu não sei por onde começar, mas o colega inicia*.

Ao analisar a fala dos estudantes podemos depreender que suas experiências com o trabalho em equipe ao longo da vida escolar e acadêmica não incluem as premissas que norteiam a aprendizagem colaborativa. A interação colaborativa não se encerra em uma divisão de tarefas em grupo, é um processo de construção de conhecimento que envolve uma visão compartilhada de ideias, tomada de decisões e modificação de soluções conjuntas, avaliando os resultados por meio do discurso em ambiente mediado pelo professor (Hennessy & Murphy, 1999). Esse componente de grande relevância, incorporado por metodologias como a ABP, remete a importância da construção da aprendizagem na interação social, como defende Vygotsky (1978), e se mostra fundamental no desenvolvimento de competências, como cooperação, construção compartilhada de conhecimento e desenvolvimento de atitudes colaborativas relevantes para a docência (Murray-Harvey et al., 2013).

Na subcategoria *avaliação*, incluímos URs nas quais os estudantes, levando-se em consideração o fato de não conhecerem a técnica, apresentaram uma visão condizente com o que é proposto por Metodologias Ativas como a ABP. Os participantes se manifestaram favoráveis ao uso de variados instrumentos de avaliação e deram ênfase ao processo formativo, entendendo a importância desse modelo de abordagem em metodologias dessa natureza. Exemplificamos essa observação com o trecho transcrito abaixo:

> E2: *(...) Eu acho que ele* [professor] *como observador, em uma aula de resolução de problemas, deveria conseguir avaliar se o aluno está realmente não só entendendo o conteúdo, mas se preparando para encarar aqueles problemas na vida ou se ele não está. Aí, a partir daí a avaliação aconteceria.*
>
> Corpo docente: *Então há avaliação ao longo do processo de resolução de problemas, não ao final?*

> E14: *Eu acredito que pode ser das duas formas porque tem alunos que quando estão assim em uma roda na frente de todo mundo não se expressam. Apesar dele saber, dele conseguir fazer, ele não se expressa. Porque tem vergonha... Tem gente que se expressa no papel, que gosta de papel.*
>
> E13: *Mas que seja então uma avaliação que volte ao aluno, ao invés de ser uma avaliação tradicional: "responda isso". Volte o problema ao aluno: "fale sobre isso, como você fez pra resolver isso".*

Durante a discussão ficou bastante evidente nessa subcategoria que os estudantes entendem que tanto o processo construído pelos alunos durante a resolução do problema quanto a solução/conclusão elaborada podem ser utilizados como material para avaliação. Esse tipo de avaliação formativa, que é frequentemente utilizada quando empregamos Metodologias Ativas, tem mostrado resultados positivos na formação dos estudantes (Couto et. al., 2019), ao promoverem a regulagem de seus comportamentos profissionais e interações sociais (Dannefer & Prayson, 2013), a exemplo da aprendizagem por investigação e do pensamento crítico — capitais para a ABP — que devem ser de fato desenvolvidos sem desvios para simples "resolução de tarefas" nas atividades propostas (Kelley et al., 2019).

A subcategoria *ciclos de aprendizagem* teve como caraterística as ideias acerca de como ocorre o desenvolvimento do processo de aprendizagem através da resolução de um problema na ABP. Mais uma vez, por não terem praticamente nenhuma experiência com o tema, os estudantes estranharam a possibilidade de haver um currículo baseado em resolução de problemas. Primeiramente não chegaram a um consenso sobre como o problema é construído, debatendo se o professor ou os alunos constroem o problema. Em um segundo momento, parte da turma relatou, como em momentos anteriores, que os estudantes sentiriam dificuldade em ter uma postura mais autônoma na construção do conhecimento, como fica exemplificado na fala de um dos participantes:

> E1: *(...) Mas, por exemplo, se você joga um problema pro aluno, se você cria um problema e direciona ele pelo caminho, o aluno vai encontrar um monte de pedras no caminho dele e vai sentir desconforto.*

Outra parte do grupo da pesquisa enxergou de maneira positiva a função do professor como orientador, o que pode ser ilustrado pela fala de outro estudante:

> E9: *Então o aluno tem um contato maior com você. Então aumenta sim a relação professor-aluno. Aproxima.*

Ao debaterem sobre a aplicação da metodologia, os participantes passaram a abordar o controle do tempo para a resolução do problema, já que, na percepção deles, isso se tornaria um obstáculo, como mostra o trecho transcrito abaixo:

> E14: *(...) Não tem controle* [do tempo], *porque se você propuser pra um aluno um problema pra ele selecionar, cada um tem seu tempo.*
>
> E4: *A gente pode determinar o tempo que ele tem pra fazer isso, né?*
>
> E14: *Pode determinar, mas aí aquele aluno que não consegue fazer em 30 min, não vai fazer.*

> E4: *Não dá pra você fazer uma aula onde cada um tem o seu tempo.*
>
> E14: *Exatamente. É isso que eu estou falando. O que eu estou querendo dizer é que o tempo de aprendizagem vai fugir ao controle do professor.*

No entanto, os estudantes concordaram que o tempo de resolução do problema vai depender da complexidade do mesmo e o grupo entrou em consenso nessa questão. Na esteira desse tema, e aqui se encontra um ponto importante, passaram a questionar a estrutura vigente nas escolas e a viabilidade de se aplicar uma metodologia com tais características. A transcrição de uma parte da fala de um participante nesse momento da atividade ilustra essa questão:

> E2*: (...) Assim, é a minha visão: eu concordo com os problemas que a* ****[E7] *falou...eu acho que falta não só do professor, mas também da escola se preparar pra receber isso. Não dá pro professor virar e falar: ah, eu vou fazer a minha aula em ABP. (...) Não vai dar certo. A escola não está estruturada pra isso, o tempo* [de aula] *não está estruturado pra isso. Então, pra mim, está fadado a falhar. Cabe uma construção conjunta.*

Essa é, de fato, uma das principais dificuldades para a implementação da ABP nas instituições de ensino (Samarasekera & Karunathilake, 2011; Deng et al., 2023). Como organizador curricular, esse modelo exige mudanças profundas na estrutura escolar e universitária, além de medidas como o treinamento de pessoal e, em certos contextos, a formulação de políticas públicas. Nesse cenário, a Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos se apresenta como uma alternativa mais flexível, pois permite a aplicação pontual dos fundamentos da ABP em currículos tradicionais, sem demandar a extinção de disciplinas. Por essa razão, a ABCI pode facilitar a aproximação de professores e alunos com os princípios da ABP.

A subcategoria intitulada *ABP x modelo tradicional* foi a que mais abarcou URs. Ao todo foram 55 (Tabela 1). Isso ocorreu provavelmente devido a uma comparação intuitiva dos participantes envolvendo o modelo tradicional de ensino - com o qual eles estão familiarizados desde o início da vida escolar - e a "nova metodologia" que lhes foi apresentada na atividade. De maneira geral, os participantes entenderam que existe vantagem para o aprendizado quando o foco do processo é deslocado do professor como transmissor do conteúdo para o aluno como construtor de seu conhecimento:

> E10: *(...) Eu acho que vai ser mais significativo, porque ele* [aluno] *vai interagir de uma forma direta com aquilo ali. Vai forçar ele a pensar.*
>
> E2: *Esse é um fato que eu acho importante, porque o método tradicional traz tudo mastigadinho pra você. (...) Eu acho que quando você apresenta um problema, assim você consegue colocar o aluno mais de frente com a realidade do que com problemas de laboratório, que são problemas mais tradicionais.*

Aproveitamos essa última fala (do participante E2) para discutirmos uma tendência que foi observada durante essa parte da atividade. Curiosamente, parte dos estudantes relacionou o ensino tradicional com as disciplinas científicas. E uma pequena parte da turma nessa altura da atividade entendeu que a ABP seria mais adequada ao ensino de disciplinas da área de humanas. Contudo, no decorrer da discussão o participante citado acima reorganizou sua concepção sobre a metodologia:

> E4: *(...) Química, todo tipo de ciência, você precisa do conhecimento tradicional porque: primeiro, foi construído em cima do pilar tradicional e você não vai conseguir arrancar.*
>
> E7: *Mas aquilo* [a metodologia de resolução de problemas] *parte do mundo da ciência.*
>
> E4: *(...) E tem vários postulados que não existe você questionar aquilo ali.*
>
> Corpo docente: *Mas isso tem que ser questionado na ABP?*
>
> E4: *Não, é isso que eu estou te falando: até você ter uma base científica sólida, só assim* [estudando por ABP] *não dá.*
>
> E2: *Eu acho que você pode aprender o tradicional aplicando nos problemas do dia a dia. Na prática. Eu acho que um currículo baseado em ABP é muito mais experimental, é muito mais visual do que sentar e escrever é isso e é aquilo. Você analisa muito mais. E você não deixa de aprender o tradicional. Você aprende a ligar os dois. (...) Pra parte da Química* [disciplinas específicas]*, eu já traria assim: o que a gente precisa? O que a gente tem de dificuldade? Vamos explicar os conteúdos em cima disso. E a partir daí a gente iria trabalhar não só na sala de aula, a sala de aula seria só uma análise daquilo que a gente fez no laboratório e solucionou um problema que afeta a sociedade e volta.*

Conforme evidencia a literatura, a despeito de ter surgido no âmbito das disciplinas biológicas ligadas à prática médica, a ABP pode ser efetivamente aplicada em distintos níveis educacionais e em múltiplas áreas do conhecimento, Exatas, Ciências Naturais Humanas etc. (Zakaria et al., 2019). Contudo, boa parte dos estudantes ainda concordou ser inviável a utilização da ABP como metodologia para o ensino das Ciências Naturais devido a alguns aspectos desta área do conhecimento. Ainda assim, ao serem indagados pelo corpo docente da disciplina sobre o conteúdo a ser ministrado, a grande maioria concluiu que não ocorre mudança e a aplicação da metodologia não interfere ou nega os postulados científicos.

Nesse ponto da discussão, um dos participantes (E4), argumentava sobre a impossibilidade de aplicação da metodologia pela "necessidade de embasamentos teóricos em aspectos específicos do conteúdo científico" que não seriam possíveis com o uso de um método dessa natureza. É interessante ressaltar que o participante, a despeito de anteriormente ter afirmado desconhecer metodologias desse tipo, passa a relatar uma experiência malsucedida com resolução de problemas após o corpo docente trazer a questão novamente:

> Corpo docente: *(...) Ninguém nunca estudou, não tem nenhum conhecido que estude com ABP?*
>
> E4: *Eu estudei.*
>
> Corpo docente: *Como era a dinâmica?*
>
> E4: *Não era só assim, era metade-metade, basicamente. A gente sempre tinha aula de solução de problemas. (...) A gente só trabalhava sozinho. O professor não fazia nada na sala.*

> Corpo Docente: *E aí fazia o que depois? Resolvia o problema e apresentava pra quem?*
>
> E4: *Não, a gente resolvia só pra gente mesmo. Não precisava nem apresentar.*
>
> E14: *E se precisar de uma orientação?*
>
> E7: *Como você sabe se resolveu certo?*
>
> E4: *Porque o professor fala depois, né?*
>
> E14: *Então o professor traz* [uma orientação].
>
> E4: *Não, não. Ele traz a resposta, mas não quer saber não.*
>
> E2: *Faltava aí um incentivo pra interação.*

Como podemos observar, ponto já discutido acima, apesar do participante se referir à sua experiência como ABP, a análise do conteúdo do diálogo exposto acima revela não se tratar desta metodologia ou não ocorrer a aplicação da mesma de forma adequada, de modo a manter as premissas da técnica para que os resultados sejam alcançados. Uma experiência desse tipo, aliada ao fato de conhecermos apenas o modelo tradicional em toda a formação, desde a educação básica, pode se tornar um obstáculo a ser vencido no caminho para a aplicação de uma metodologia diferente. Além disso, é comum reproduzirmos as mesmas práticas com as quais nos deparamos em nossa formação, como reconhece uma das participantes (E14) no final do trecho transcrito abaixo:

> Corpo Docente: *(...) Vamos pensar o seguinte: se a gente está dizendo que desde o início tem que criar essa disponibilidade emancipatória do sujeito, que ele seja capaz de realizar as tarefas sozinho, as metodologias tradicionais não têm sido capazes de fazer isso?*
>
> E4: *Acho que depende, tem gente que se dá bem com metodologia tradicional. Pra mim a escola funcionou muito bem. O meu colega... não sei.*
>
> E14: *Nós enquanto futuros professores... a gente tem a tendência de imitar modelos que nós já conhecemos. Vamos supor: eu gostei muito de um professor dando aula, eu vou acabar reproduzindo... em algum momento vou imitar, vou ter um comportamento parecido.*

A última subdivisão da categoria *estrutura da ABP* foi denominada *metacognição*, na qual alocamos URs relacionadas com o termo que se caracteriza pelo controle consciente por parte do indivíduo dos próprios processos cognitivos, percepção de quando se compreende ou não algo, planejamento e controle sobre como aprender, refletir, ajustar estratégias, resolução de problemas etc. (Chen & McDunn, 2022). Habilidades metacognitivas permitem ao estudante desenvolver um entendimento sobre os melhores caminhos para chegar à aprendizagem e essas habilidades podem ser potencializadas com o uso de metodologias como a ABP (Rivas et al., 2022).

Para esta subcategoria, classificamos 4 URs (Tabela 1) do corpus obtido no estudo. Entretanto, ainda que tenham sido pouco observadas nas falas dos estudantes - que, de modo

geral, não conheciam a metodologia da ABP - estamos tratando de uma das habilidades apontadas na literatura como das mais importantes a serem desenvolvidas nos aprendizes ao utilizarem o método, como o pensamento crítico. Com efeito, muitos estudos sobre metodologias que utilizam os fundamentos da ABP em diversos contextos corroboram melhora significativa no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos quando comparadas com o modelo tradicional de ensino (Walker & Leary, 2009; Su et. al., 2025), além de aumentar a capacidade de planejamento, monitoramento e reflexão sobre o processo de aprender (Khoiriyah & Roberts, 2025), i.e., a habilidade metacognitiva de "aprender a aprender". Nesse sentido, destacamos um trecho da transcrição no qual os participantes comentam sobre uma monitora que havia passado algum tempo com o grupo em outra disciplina:

> E7: *(...) Mas você vê muito nítido que ela é muito inteligente, ela sabia tudo de Química, mas eu estava tentando explicar pra ela o raciocínio da questão. (...) Aí, quando eu expliquei, ela falou: 'ah, é mesmo...' aí foi falando as formulazinhas, voltou para as regrinhas.*
>
> E2: *A gente aprende a chegar no aprendizado, mas muitas vezes não aprende os caminhos pra se chegar nele.*

Observamos que na fala do estudante E2 existe uma referência a um "caminho" para se chegar ao aprendizado. Esse pensamento remete diretamente ao conceito de metacognição. A relação de metodologias como a ABP com o desenvolvimento de habilidades metacognitivas pode ser uma grande vantagem e uma boa justificativa, para além do ganho de conteúdo, ao propor essa estratégia como método instrucional.

3.2 Etapa II

A análise do corpus da etapa 2 gerou 47 unidades de registro, que foram alocadas em duas categorias: diversidade e aplicabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Frequências nas categorias da Etapa II.

CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Diversidade	34
Aplicabilidade	13
TOTAL	47

Fonte: Os autores (2026).

Construímos a categoria *diversidade* com URs que se referiam aos distintos caminhos percorridos pelos grupos na resolução do problema apresentado, visto que esse fato foi bastante discutido pelos participantes. A maior parte dos dados dessa categoria esteve relacionada às diferentes soluções dadas pelos grupos com o escopo de montar um roteiro de novos hábitos para a família do personagem protagonista do caso. Apresentamos abaixo trechos que exemplificam a direção tomada por cada um dos três grupos que participaram na resolução do caso proposto na atividade:

> E4: *(...) Na verdade, eu pesquisei como reverter diabete tipo II ... Elaboramos* [grupo 2] *uma lista... Por exemplo: o cara que tem diabetes, ele tem que verificar o nível de açúcar o tempo todo; a menina que tem LDL tem que fazer preferencialmente aeróbico. Quando seu corpo não consome muita energia* [calorias], *quando o seu corpo não tem reserva de energia, ele preferencialmente tira energia de gordura saturada.*

> E2: *(...) A gente* [grupo 1] *começou o trabalho pensando em calcular a quantidade de quilocalorias que eles precisam durante o dia e a partir daí pesquisar o quanto vale um quilo em calorias. A gente descobriu quanto vale um quilo em calorias e aí a gente calculou a quantidade que eles precisam perder. Por exemplo: o pai precisa perder 5 quilos, então são trinta e cinco mil calorias. Cinco quilos é uma boa quantidade pra você perder num mês. Mais do que isso já não é saudável... aí a gente ia dividir a quantidade que eles precisam perder por dia, pra assim poder começar a montar a dieta.*

> E14: *(...) A gente* [grupo 3] *começou muito focado nesse negócio de calcular calorias, que eu acho bem confuso. Aí chegou uma hora que a gente falou que perder peso é o menos importante, vai ser consequência da mudança de hábito deles, né? Eles vão se alimentar melhor, fazer exercícios e por consequência perder peso... pesquisamos dietas prontas, mas diante do que a gente já sabe o que pode e o que não pode.*

Os participantes puderam perceber na prática que podem existir muitos caminhos para a resolução de uma situação-problema/caso investigativo de metodologias dessa natureza. De fato, essa busca dos caminhos mais apropriados para cada aluno que experimenta a metodologia, aliada às características das situações-problema em envolver os estudantes no processo, torna a ABP um grande facilitador para o desenvolvimento de habilidades como a capacidade de argumentação e o pensamento crítico (Asyari et al., 2016; Dabbagh, 2019; Rehman et. al. 2024). Ademais, a valorização da diversidade, para além dos caminhos na resolução de problemas, envolve questões metacognitivas de extrema importância para a Educação Inclusiva (Florian & Black-Hawkins, 2011).

Nesse contexto, foi importante observar que os participantes da pesquisa, após externarem suas escolhas para a resolução do caso, mostraram compreensão de que tal diversidade é capital para o aprendizado nesse tipo de abordagem metodológica. Ao trocaram informações e discutirem os diferentes caminhos possíveis para uma conclusão, nos pareceu bastante evidente que os estudantes, durante a discussão do Grupo Focal, compreenderam que essa diversidade pode contribuir de maneira efetiva para enriquecer o processo de aprendizagem.

A categoria *aplicabilidade* contou com URs relacionadas à possibilidade de aplicação do Estudo de Casos Investigativos no ensino médio e consequentemente a inserção do estudo da técnica no currículo de formação de professores de Ciências da Natureza. Nossa análise revelou nessa categoria relações com conceitos ligados a interdisciplinaridade, aspecto que na análise dos dados da primeira etapa (Etapa 1) não havia ocorrido no sentido de manifestação de um entendimento de relações corretas ligadas ao termo ou de sua grande importância para estratégias de ensino que envolvem resolução de problemas (Hmelo-Silver, 2004; Warr et al., 2025). O trecho transcrito abaixo pode ilustrar essa questão. Nele, dois participantes que faziam parte do grupo que construiu e aplicou o caso sobre “metabolismo e saúde” (grupo 4) relatam a proposta:

> E9: *(...) Gostaria de deixar bem claro que, como é uma proposta para o ensino médio, a gente pensou em ser uma aula interdisciplinar. Chamar o professor de Educação Física pra sala e nesse momento da discussão trabalhar junto com o professor, que é o profissional que tem o aporte maior pra encaminhar os alunos* [na discussão sobre exercícios físicos].

> E7: *(...) Essa nossa aula seria dividida em duas aulas no ensino médio. A primeira seria a apresentação do caso e dar o tempo para os alunos resolverem. Na segunda a gente pensou em trazer os dois professores, de Biologia e de Educação Física. Essa segunda aula seria uma discussão com orientação dos três professores: Química, Biologia e Educação Física.*

É importante ressaltar que, após o contato efetivo com a Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos, os participantes passaram a relacionar de maneira mais adequada o componente interdisciplinar da situação-problema, compreendendo-o como a articulação de diferentes disciplinas em torno de um mesmo tema, e não como mera superposição de conteúdos. As falas e atitudes observadas no grupo focal sugerem uma apropriação mais consistente desse conceito, especialmente em sua relação com a integração curricular e com as questões sociais mobilizadas pelo caso trabalhado. Nesse sentido, os resultados convergem com estudos que indicam avanços na compreensão interdisciplinar quando os estudantes são expostos aos fundamentos da ABP (Brassler & Dettmers, 2017; Chang, T. et al., 2022). Contudo, essa interpretação deve ser situada no contexto pedagógico em que foi produzida, uma vez que a atividade foi mediada pelo corpo docente, elemento constitutivo do próprio desenho da pesquisa e que precisa ser considerado na leitura dos resultados

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não defendemos aqui que a utilização dos fundamentos ou princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas seja uma estratégia instrucional onipotente. Existem muitas metodologias de ensino, ativas ou não, eficazes no que se propõem. Não obstante, o objetivo desse trabalho é propor que tais fundamentos, que vem sendo confirmados como eficazes no processo de aprendizagem em diferentes culturas pelo mundo - inclusive na formação de professores - sejam incorporados em currículos de licenciatura da área de Ciências da Natureza no Brasil. Vale, novamente, ressaltar que elementos fundamentais daquela metodologia são preconizados por documentos oficiais do MEC para a formação docente.

Nossos resultados corroboram trabalhos anteriores quando apontam que tais elementos basilares para a utilização de metodologias como a ABP e a ABCI, de maneira geral, ou são desconhecidos pelos licenciandos ou esses possuem uma percepção equivocada de tais métodos. Contudo, os resultados da pesquisa revelaram que os professores em formação participantes, mesmo os que se mostraram contrários ao emprego da metodologia na primeira etapa do estudo, mudaram de opinião após entrarem em contato com os princípios da mesma por meio das atividades propostas e responderam de maneira positiva em relação a possibilidade de aplicação da metodologia no currículo.

Por fim, defendemos que a ABCI pode ser uma importante aliada na introdução dos fundamentos da ABP em cursos de licenciatura na área de Ciências da Natureza, tanto por sua versatilidade e maior possibilidade de adequação para estudantes e professores que nunca tiveram contato com esse tipo de metodologia, quanto pela capacidade dessa variante da técnica em ser aplicada de maneira pontual no currículo, evitando mudanças inviáveis em curto prazo na estrutura de ensino ou de formação de professores vigente. Novas pesquisas podem lançar luz na construção de um currículo para a formação docente que incorpore os fundamentos da ABP e que esse caminho pode levar a resultados semelhantes aos que observamos nessa área em outras partes do mundo.

AGRADECIMENTOS

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.19, n.1, Abr-Jun, p.533-559, 2026
DOI https://dx.doi.org/10.14571/brajets.v19.n2.533-559
ISSN 2316-9907

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pela anuência à realização da pesquisa no âmbito da disciplina de Prática de Ensino e pela colaboração institucional que possibilitou sua realização.

REFERÊNCIAS

Adamy, E. K., Zocche, D. A. D. A., Vendruscolo, C., Santos, J. L. G. S., & Almeida, M. A. A. (2018). Validation in grounded theory: conversation circles as a methodological strategy. *Revista brasileira de enfermagem*, 71(6), 3121-3126. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0488

Ajzenberg, E. (2012). A semana de arte moderna de 1922. *Revista Cultura e extensão* USP, 7, 25-29. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v7i0p25-29

Akyıldız, S. T., & Ahmed, K. H. (2021). An overview of qualitative research and focus group discussion. *International Journal of Academic Research in Education*, 7(1), 1-15. https://doi.org/10.17985/ijare.866762

Al-Busaidi, S., & Al-Seyabi, F. (2021). Project-based learning as a tool for student-teachers' professional development: A study in an Omani EFL teacher education program. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(4), 116-136. https://doi.org/10.26803/ijlter.20.4.7

Asyari, M., Al Muhdhar, M. H. I., Susilo, H., & Ibrohim. (2016). Improving critical thinking skills through the integration of problem-based learning and group investigation. *International journal for lesson and learning studies*, 5(1), 36-44. https://doi.org/10.1108/IJLLS-10-2014-0042

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer.

Ayari, M. A., Sellami, A., Santhosh, M. E., Naji, K. K., Al-Ali, A., & Al-Hazbi, S. M. A. (2025). From problems to performance: a systematic review of problem-based learning in K-12 mathematics. *Frontiers in Education*, 5, 1731307. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1731307

Ayres, A. C. M., & Salles, S. E. (2012). História da Formação de Professores: Diálogos com a Disciplina Escolar Ciências no Ensino Fundamental. *Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 95-107. https://doi.org/10.1590/1983 21172012140206

Bardin, L. (2010). *Análise de conteúdo*. Edições 70.

Barreto, A. L., & Figueiras, Carlos A. (2007). Origens da universidade brasileira. *Química Nova*, 30, 1780-1790. https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000700050

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 3-12. https://doi.org/10.1002/tl.37219966804

Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. Teachers College Press.

Bestetti, R. B., Couto, L. B., Romão, G. S., Araújo, G. T., & Restini, C. B. A. (2014). Contextual considerations in implementing problem-based learning approaches in a Brazilian medical curriculum: The UNAERP experience. *Medical Education Online*, 19(1). https://doi.org/10.3402/meo.v19.24366

Beudels, M. M., Damerau, K., & Preisfeld, A. (2021). Effects of an interdisciplinary course on pre-service primary teachers' content knowledge and academic self-concepts in science and technology: A quantitative longitudinal study. *Education Sciences*, 11(11), 744. https://doi.org/10.3390/educsci11110744

Brasil. Ministério da Educação. (2015*). Resolução CNE/CP nº 2, de 1 de julho de 2015*. Recuperado de https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cp-2019. Acesso em 18/12/2025.

Brasil. Ministério da Educação. (2017*). Resolução CNE/CP nº 15, de 15 de dezembro de 2017*. Recuperado de https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/base-nacional-comum-curricular-bncc. Acesso em 18/12/2025.

Brasil. Conselho Nacional de Educação. (2002*). Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002*. Recuperado de https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucao-cp-2002.Acesso em 18/12/2025.

Brassler, M., & Dettmers, J. (2017). How to enhance interdisciplinary competence—interdisciplinary problem-based learning versus interdisciplinary project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 11(2). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1686

Bridges, S. M. (2019). Problem-based learning in teacher education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1866

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap Press of Harvard University Press.

Burgess, A., Matar, E., Roberts, C., Haq, I., Wynter, L., Singer, J., Kalman, E., & Bleasel, J. (2021). Scaffolding medical student knowledge and skills: team-based learning (TBL) and case-based learning (CBL). *BMC Medical Education*, 21(1), 238. https://doi.org/10.1186/s12909-021-02638-3

Chang, Y. H., Yan, Y. C., & Lu, Y. T. (2022). Effects of combining different collaborative learning strategies with problem-based learning in a flipped classroom on program language learning. *Sustainability*, 14(9), 5282. https://doi.org/10.3390/su14095282

Chang, T. S., Wang, H. C., Haynes, A. M., Song, M. M., Lai, S. Y., & Hsieh, S. H. (2022). Enhancing student creativity through an interdisciplinary, project-oriented problem-based learning undergraduate curriculum. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101173. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101173

Chen, S., & McDunn, B. A. (2022). Metacognition: History, measurements, and the role in early childhood development and education. *Learning and Motivation*, 78, 101786. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101786

Couto, L. B., Durand, M. T., Wolff, A. C., Restini, C. B., Faria Jr, M., Romão, G. S., & Bestetti, R. B. (2019). Formative assessment scores in tutorial sessions correlates with OSCE and progress testing scores in a PBL medical curriculum. *Medical education online*, 24(1), 1560862. https://doi.org/10.1080/10872981.2018.1560862

Dabbagh, N. (2019). Effects of PBL on critical thinking skills. In M. Moallem, W. Hung, & N. Dabbagh (Eds.), *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning* (pp. 135–156). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119173243.ch6

Da Silva, A. R. P., de Morais, E. D. S., Alves, M. L. F., & Araujo, A. O. (2021). Problem-based learning (PBL) na pós-graduação: percepção dos mestrandos em ciências contábeis de uma universidade pública federal. *Pensar Acadêmico*, 19(5), 1458-1476. https://doi.org/10.21576/pa.2021v19i5.3309

Dahlgren, M. A., Castensson, R., & Dahlgren, L. O. (1998). PBL from the teachers' perspective: Conceptions of the tutor's role within medical and technical education. *Higher Education*, 36(4), 437–447. https://doi.org/10.1023/A:1003467910288

Dannefer, E. F., & Prayson, R. A. (2013). Supporting students in self-regulation: Use of formative feedback and portfolios in a problem-based learning setting. *Medical Teacher*, 35(4), e1–e8. https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.769673

Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. ASCD.

Deng, K., Feng, L., Ji, S., & Zhang, Q. (2023). The applications of problem-based learning method in China's high schools science teaching. *BCP Education & Psychology*, 9, 7-12. https://doi.org/10.54691/bcpep.v9i.4323

Doubleday, A. F., Brown, B., Patston, P. A., Jurgens-Toepke, P., Strotman, M. D., Koerber, A., Haley, C., Briggs, C., & Knight, G. W. (2015). Social constructivism and case-writing for an

integrated curriculum. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(1). http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1502

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7

Filipenko, M., & Naslund, J. (Eds.). (2016). Problem-based learning in teacher education. *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02003-7

Florian, L., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, 37(5), 813–828. https://doi.org/10.1080/01411926.2010.501096

Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. Qualitative Inquiry, 12(2), 219–245. https://doi.org/10.1177/1077800405284363

Freire, P. (2005). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.

Gaffney, J. S., & Rodgers, E. (2018). Scaffolding research: Taking stock at the four-decade mark. *International Journal of Educational Research*, 90, 175–176. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.04.001

Haatainen, O., & Aksela, M. (2021). Project-based learning in integrated science education: Active teachers' perceptions and practices. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 149–173. https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392

Helmane, I., & Briška, I. (2017). What is developing integrated, interdisciplinary, multidisciplinary, or transdisciplinary education in school? *Signum Temporis*, 9(1), 7–15. DOI 10.1515/sigtem-2017-0010

Hennessy, S., & Murphy, P. (1999). The potential for collaborative problem solving in design and technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 9(1), 1–36. https://doi.org/10.1023/A:1008855526312

Hemker, L., Prescher, C., & Narciss, S. (2017). Design and evaluation of a problem-based learning environment for teacher training. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1676

Hendarwati, E., Nurlaela, L., & Bachri, B. S. (2021). The collaborative problem-based learning model innovation. *Journal of Educational and Social Research*, 11(4), 97–106. https://doi.org/10.36941/jesr-2021-0080

Hendry, G. D., Frommer, M., & Walker, R. A. (1999). Constructivism and problem-based learning. *Journal of Further and Higher Education*, 23(3). https://doi.org/10.1080/0309877990230306

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Hung, W. (2015). *Problem-based learning: Conception, practice, and future. In Authentic problem solving and learning in the 21st century*. Springer.

Jupiassu, H. (1976). *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Imago.

Kain, D. L. (2003). *Problem-based learning for teachers: Grades 6–12*. Pearson Education.

Kelley, T., Fowlin, J., Tawfik, A., & Anderson, R. C. (2019). The role of using formative assessments in problem-based learning: A health sciences education perspective. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(2), 1–15. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1814

Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Wayne state university press.

Khoiriyah, U., & Roberts, C. (2025). Investigating the role of self-assessment in enhancing self-regulated learning amongst medical students in problem-based learning. *BMC Medical Education*, 25(1). https://doi.org/10.1186/s12909-025-07359-5

Kolmos, A., Fink, F. K., & Krogh, L. (2004). *The Aalborg model: Progress, diversity and challenges*. Aalborg University Press.

Kumar, R. (2018). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage.

Lenoir, Y., & Hasni, A. (2016). Interdisciplinarity in primary and secondary school: Issues and perspectives. *Creative Education*, 7(16), 2433–2458. https://doi.org/10.4236/ce.2016.716233

Li, H., & Chen, Y. (2018). Conceptions on PBL facilitator's role: A perspective of Chinese teachers. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(9), 18–33. https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1392

Lopes, R. M., Alves, N. G., Pierini, M. F., & Silva Filho, M. V. (2019). Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. In R. M. Lopes, M. V. Silva Filho, & N. G. Alves (Orgs.), *Aprendizagem baseada em problemas: Fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores* (pp. 45–72). Publiki.

Lopes, R. M., Hauser-Davis, R. A., Oliveira, M. M., Pierini, M. F., Souza, C. A. M., & Cavalcante, A. L. M. (2020). Principles of problem-based learning for training and professional practice in ecotoxicology. *Science of the Total Environment*. https://doi.org/10.3389/fcomm.2024.1297246

Mendonça, A. W. P. C., Lopes, I. G., Soares, J. C., & Patroclo, L. B. (2013). A criação do Colégio de Pedro II e seu impacto na constituição do magistério público secundário no Brasil. *Educação e Pesquisa*, 39(4), 985–1000. https://doi.org/10.1590/S1517-97022013000400011

Mesquita, N. A. S., & Soares, M. H. F. B. (2011). Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. *Química Nova*, 34(1), 165–174. https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000100031

Mesquita, N. A. S., Cardoso, T. M. G., & Soares, M. H. F. B. (2013). O projeto de educação instituído a partir de 1990: Caminhos percorridos na formação de professores de química no Brasil. *Química Nova*, 36(1), 195–200. https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000100033

Minayo, M. C. S. (1992). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. Hucitec.

Moretti, F., Van Vliet, L., Bensing, J., Deledda, G., Mazzi, M., Rimondini, M., Zimmermann, C., & Fletcher, I. (2011). A standardized approach to qualitative content analysis of focus group discussions from different countries. *Patient Education and Counseling*, 82(3), 420–428. https://doi.org/10.1016/j.pec.2011.01.005

Murray-Harvey, R., Pourshafie, T., & Reyes, W. S. (2013). What teacher education students learn about collaboration from problem-based learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 1(1), 114–134. https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v1i1.278

Pierini, M. F. (2023). *Contribuições para a formação de professores de ciências da natureza por meio da aplicação dos fundamentos da aprendizagem baseada em problemas* [Tese de doutorado, Fundação Oswaldo Cruz]. Repositório Institucional.

Pierini, M. F., & Lopes, R. M. (2017). A formação interdisciplinar de professores de ciências da natureza para a integração curricular através da aprendizagem baseada em problemas. In M. W. Comarú & F. S. Kauark (Orgs.), *Ensinando a ensinar ciências: Reflexões para docentes em formação*. Edifes.

Pierini, M. F., Rocha, N. C., Silva Filho, M. V., Castro, H. C., & Lopes, R. M. (2015). Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: O potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, 37(2), 112–119. https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150027

Ramos, J. T. J., & Silva, A. M. T. B. (2018). As concepções dos professores sobre a interdisciplinaridade em um modelo alternativo de formação em ciências exatas: Possíveis convergências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(3), 1–30. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n3p01

Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., Algerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988

Rehmat, A. P., & Hartley, K. (2020). Building engineering awareness: Problem-based learning approach for STEM integration. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1). https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636

Rodrigues, A. S., & Coutinho, D. G. (2025). Metodologias ativas da educação: Aprendizagem baseada em problemas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 11(3), 2243–2260. https://doi.org/10.51891/rease.v11i3.18557

Romanelli, O. O. (2007). *História da educação no Brasil (1930–1973)* (31ª ed.). Vozes.

Rivas, S. F., Saiz, C., & Ossa, C. (2022). Metacognitive strategies and development of critical thinking in higher education. *Frontiers in Psychology*, 13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.913219

Sá, L. P., & Queiroz, S. L. (2010). *Estudos de caso no ensino de química*. Editora Átomo.

Samarasekera, D. D., & Karunathilake, I. M. (2011). Hybrid PBL–hub format: An innovative design for effective small group learning. *South-East Asian Journal of Medical Education*, 5(1), 2–9. https://doi.org/10.4038/seajme.v5i1.409

Santaolalla, E. U., Martín, O. B., Verde, A., & Díaz, T. (2020). Interdisciplinarity in teacher education: Evaluation of the effectiveness of an educational innovation project. *Sustainability*, 12(17). https://doi.org/10.3390/su12176748

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Interdisciplinary *Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Schmidt, H. G. (2012). A brief history of problem-based learning. In G. O'Grady, E. H. J. Yew, K. P. L. Goh, & H. G. Schmidt (Eds.), *One-day, one-problem: A peculiar curriculum* (pp. 21–40). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4021-75-3_2

Servant-Miklos, V. F. C. (2019). A revolution in its own right: How Maastricht University reinvented problem-based learning. *Health Professions Education*, 5, 283–293. https://doi.org/10.1016/j.hpe.2018.12.005

Servant-Miklos, V. F. C., Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (2019). A short intellectual history of problem-based learning. In M. Moallem, W. Hung, & N. Dabbagh (Eds.), *The Wiley handbook of problem-based learning* (pp. 3–24). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119173243

Souza, R. F. (2008). *História da organização do trabalho escolar e do currículo no século XX*. Cortez.

Strobel, J., & Van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 44–58. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1046

Su, T., Liu, J., Meng, L., Luo, Y., Ke, Q., & Xie, L. (2025). The effectiveness of problem-based learning (PBL) in enhancing critical thinking skills in medical education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Education*, 10, Article 1565556. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1565556

Tonnetti, B., & Lentillon-Kaestner, V. (2023). Teaching interdisciplinarity in secondary school: A systematic review. *Cogent Education*. https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2216038

Van der Vleuten, C. P. M., & Schuwirth, L. W. T. (2019). Assessment in the context of problem-based learning. *Advances in Health Sciences Education*, 24, 903–914. https://doi.org/10.1007/s10459-019-09909-1

Vandeyar, T. (2020). A window to teachers' ICT practices: Discerning between extrinsic and intrinsic influences. *Journal of Education*, 79, 32–52. https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802388

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem based learning meta-analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and outcomes. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 12–43. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1061

Wang, C.-C. (2021). The process of implementing problem-based learning in a teacher education context: Exploring learning experiences of pre-service teachers. *SN Social Sciences*, 1(10). https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1996870

Warr, M., Dicochea, L., Alvarez Flores, S. M., Holmes, T., O'Connor, B. H., Garcia, D., & Martinez Orozco, R. (2025). Leveraging interdisciplinary problem-based learning for social impact in graduate education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 19(1). https://doi.org/10.14434/ijpbl.v19i1.36159

Wood, D. F. (2003). ABC of learning and teaching in medicine: Problem-based learning. *British Medical Journal*, 326, 328–330. https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328

Wu, X., Yang, Y., Zhou, X., Xia, Y., & Liao, H. (2024). A meta-analysis of interdisciplinary teaching abilities among elementary and secondary school STEM teachers. *International Journal of STEM Education*, 11(38). https://doi.org/10.1186/s40594-024-00500-8

Zakaria, M. I., Maat, S. M., & Khalid, F. (2019). A systematic review of problem based learning in education. *Creative Education*, 10(12), 2671–2688. https://doi.org/10.4236/ce.2019.1012194

Žerovnik, A., & Nančovska Šerbec, I. (2021). Project-based learning in higher education. In C. Vaz de Carvalho & M. Bauters (Eds.), *Technology Supported Active Learning: Student-Centered Approaches* (pp. 31–57). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2082-9_3

Zhang, W., Jinsong, W., Weixiong, G., Zhongwei, W., & Siywan, C. (2024). Comparing the effects of team-based and problem-based learning strategies in medical education: A systematic review. *BMC Medical Education*, 24(172). https://doi.org/10.1186/s12909-024-05107-9

ANEXO

VOCÊ É O QUE VOCÊ COME? A TERMOQUÍMICA DO CORPO

Rafael é um jovem de 16 anos que ama todos os tipos de esporte. Sua família é bem diferente quanto ao porte físico, tanto seu pai como sua mãe e irmã estão bem acima do peso, já que toda a família não gosta de fazer exercícios físicos e tem o costume de comer muito. Os alimentos nem sempre são do tipo saudável.

Preocupado com o sobrepeso de toda sua família, Rafael insistiu que eles procurassem um médico para averiguar a saúde de todos. Sua família nunca se importou muito com isso, pois achavam bem normal o que comiam.

Após mais alguns pedidos de exames e idas a diversos especialistas, vieram os resultados, que preocuparam a todos. Fernando, seu pai, precisava perder 5kg para chegar ao peso ideal e estava com pressão alta e diabetes. Ainda sem necessidade de insulina, somente controlando com medicamentos. Ana, sua mãe, e Fernanda, sua irmã, precisavam perder 10 e 20kg, respectivamente. Ana também estava com pressão alta e Fernanda com elevadas taxas de LDL e baixas taxas de HDL no sangue.

Na aula de Biologia, a turma de Rafael, da 2ª série do ensino médio, estudava sistemas fisiológicos. Rafael começou a se preocupar quando passou a entender os riscos ao coração que traz a variação nas taxas de colesterol de sua irmã, a pressão alta e o sobrepeso. Na aula de química, o professor disse para a turma que existem inúmeras reações químicas, sendo que parte das calorias absorvidas pelo consumo de alimentos é liberada pela atividade física e outra parte, através do metabolismo, fica em forma de energia química no corpo humano, respondendo a reações exotérmicas e endotérmicas.

Durante toda a aula Rafael ficou concentrado e quieto. Preocupado. Após a aula, seus três amigos inseparáveis foram conversar com ele:

- Rafa, tá tudo bem? Perguntou Joana.
- Você estava muito estranho na aula. Aconteceu alguma coisa?

Após Rafael explicar toda situação, seus amigos tentaram tranquilizá-lo, falando que se seus pais e irmã se cuidassem direitinho tudo ficaria bem.

Na saída, Bruno juntou novamente os quatro amigos inseparáveis e falou animado:

- Tive uma ideia para ajudar o pessoal da sua casa, Rafa. Olha aqui! A alimentação ajudaria em mais da metade dos problemas dos seus pais. A gente tá vendo agora em Química como calcular calorias, gasto e consumo de energia, além de já termos visto sobre carboidratos, lipídios e proteínas em Biologia. A gente podia preparar cardápio para eles, sugerir exercícios físicos... e ainda acabaríamos estudando para as matérias. Não estou falando para não procurar um médico ou nutricionista, mas, até lá, a gente pode tentar. O que acha?
- Boa, Bruno! Será que eles vão gostar? Hoje a noite vamos combinar lá em casa. A gente pergunta pra eles e começamos nossa pesquisa.

Todos toparam. Rafael agradeceu seus amigos e foram para casa esperar o horário de se juntarem. Mas, Rafael ficou com as seguintes dúvidas: qual é a necessidade diária de energia para meus pais e irmã? Por que alimentos tão calóricos são comercializados sem alertar a população sobre seus riscos? Você é realmente o que você come?

Vocês são o grupo de amigos inseparáveis que ajudará o Rafael a solucionar suas dúvidas e criará um cardápio para cada integrante da família, levando em conta cada problema de saúde e seu estilo de vida. Ao final, sugerirá exercícios físicos para cada um.

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.19, n.1, Abr-Jun, p.533-559, 2026
DOI https://dx.doi.org/10.14571/brajets.v19.n2.533-559
ISSN 2316-9907