

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: CONHECIMENTO E
INCLUSÃO SOCIAL

CLARA AVELAR RESENDE

ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROBLEMAS E AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA MANIFESTAÇÃO DAS
DIMENSÕES DO CONTEÚDO

Belo Horizonte

2025

CLARA AVELAR RESENDE

ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM
PROBLEMAS E AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA MANIFESTAÇÃO DAS
DIMENSÕES DO CONTEÚDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Roberta
Guimarães Corrêa

Belo Horizonte

2025

R433a
T

Resende, Clara Avelar, 1997-

Análise da associação entre a aprendizagem baseada em problemas e as questões sociocientíficas na manifestação das dimensões do conteúdo [manuscrito] / Clara Avelar Resende. -- Belo Horizonte, 2025.

141 p. : enc., il.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Roberta Guimarães Corrêa.

Bibliografia: f. 117-124.

Apêndices: f. 125-141.

1. Educação -- Teses. 2. Aprendizagem baseada em problemas -- Teses. 3. Métodos de ensino -- Teses. 4. Minas e mineração -- Aspectos ambientais -- Estudo e ensino -- Teses. 5. Minas e mineração -- Aspectos sociais -- Estudo e ensino -- Teses.

I. Título. II. Corrêa, Roberta Guimarães, 1980-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 371.3

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ATA

DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA
CLARA AVELAR RESENDE

Realizou-se, no dia 27 de agosto de 2025, às 14:30 horas, Sala da Congregação, Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Minas Gerais, a 1581ª defesa de dissertação, intitulada *ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA MANIFESTAÇÃO DAS DIMENSÕES DO CONTEÚDO*, apresentada por CLARA AVELAR RESENDE, número de registro 2023650741, graduada no curso de QUÍMICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Roberta Guimarães Corrêa - Orientador (UFMG), Prof(a). Célio da Silveira Junior (UFMG), Prof(a). Poliana Flávia Maia (UFV).

A comissão considerou a dissertação: Aprovada.

Destacando a inovação da articulação entre diferentes abordagens da área de Ensino de Ciências. A banca ressalta a importância da publicação das discussões e resultados da pesquisa em periódicos da área.

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 27 de agosto de 2025.

Prof(a). Roberta Guimarães Corrêa (Doutora)

Prof(a). Celio da Silveira Junior (Doutor)

Prof(a). Poliana Flávia Maia (Doutora)



Documento assinado eletronicamente por **Poliana Flávia Maia, Usuário Externo**, em 05/09/2025, às 23:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberta Guimaraes Correa, Professora do Magistério Superior**, em 07/09/2025, às 22:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Celio da Silveira Junior, Subchefe de departamento**, em 08/09/2025, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4533761** e o código CRC **A57F06C0**.

À minha família: minha base, força e referência.

AGRADECIMENTOS

A trajetória do mestrado até a sua conclusão foi árdua, e não teria sido possível chegar até aqui se eu estivesse sozinha. Por isso, tenho profunda gratidão a todos que, de alguma forma, tornaram possível a conclusão de mais esta etapa.

Não poderia iniciar o meu agradecimento de outra forma senão agradecendo a Deus. Foi a Sua força que, em diversos momentos, me manteve firme e me impediu de desistir de tudo. Foi o Seu amparo, nos momentos de angústia, tristeza, ansiedade e desespero, que me fortaleceu.

Agradeço aos meus pais, Rosa e Antonio, por me incentivarem, desde pequena, a valorizar e a buscar o conhecimento. Agradeço também aos meus irmãos, Fernando e Luisa, por serem força e descontração, por tornarem a trajetória mais leve e por, vez ou outra, perguntarem “E o mestrado? Defende quando?”. Sem o apoio e sustento de vocês, eu não chegaria nem à graduação.

Agradeço ao João, meu companheiro de vida, pelo apoio, compreensão, paciência e suporte nesta caminhada. Obrigada por estar ao meu lado em cada momento dessa trajetória, por ouvir cada comemoração e reclamação, cada angústia, e por ser certeza nos momentos de incerteza.

Agradeço às minhas amigas, que sempre se mantiveram presentes na minha vida, mesmo com a correria que tudo virou, e deixaram a trajetória mais leve.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, que, por vezes me viram desesperada com o mestrado e me acalmaram, distraíram, e foram meu alívio para me ajudar a esquecer dos problemas.

Agradeço aos meus alunos, que são motivo de muitas risadas (e algum estresse, rs), mas que foram meu suporte durante toda essa trajetória e fazem parte dessa conquista.

Agradeço à Roberta, minha orientadora há tantos anos, em tantos momentos. Cresci como pesquisadora com você e sou muito grata pela dedicação, atenção e confiança que sempre depositou em mim.

Agradeço ao grupo de pesquisa NEFEC, por proporcionar um ambiente de aprendizado leve e descontraído, mas enriquecedor para a minha formação.

A primeira constatação que faço é a de que toda prática educativa implica sempre a existência de sujeitos, aquele ou aquela que ensina e aprende e aquele ou aquela que, em situação de aprendiz, ensina também, a existência do objeto a ser ensinado e aprendido – a ser reconhecido e conhecido – o conteúdo, afinal. (Paulo Freire, Pedagogia da Esperança, p. 150)

RESUMO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) tem como principal característica a apresentação de uma situação problema que deve ser resolvida pelos estudantes em um processo que envolve análise do cenário, levantamento de hipóteses, busca e seleção de informações até a apresentação de uma solução. Nesse processo de aprendizagem, é importante que o problema apresentado seja relevante, contextualizado, complexo e abrangente, para promover um ambiente de estudo motivador e possibilitar uma maior variabilidade de resoluções. Para elaboração do problema, é possível associar o uso da ABP com as questões sociocientíficas (QSC), que compreendem problemas e/ou questões controversas que possuem as características desejadas na ABP, e possibilitam diferentes posicionamentos por envolverem aspectos éticos, sociais e políticos. Diversos autores na literatura enfatizam a relevância do uso da ABP para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, comunicação, pensamento crítico, autonomia, estudo autodirigido, entre outras. Entretanto, escassos são os estudos que utilizam métodos sistemáticos de análise para evidenciar estes ganhos em habilidades que são associados ao uso desta abordagem. Interessadas em compreender as aprendizagens a partir do uso da ABP, este estudo investiga a associação da ABP com a QSC e a promoção da aprendizagem das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais do conteúdo. Para isso, analisamos os dados coletados a partir de (i) gravações de uma disciplina optativa, envolvendo ABP e a mineração como QSC, ao longo de um semestre letivo; (ii) gravações das apresentações de seminários realizadas ao longo da disciplina; (iii) autoavaliações respondidas pelos discentes ao longo do semestre letivo. Os resultados evidenciaram que a associação da ABP e da QSC favoreceu a manifestação das três dimensões do conteúdo (conceitual, procedimental e atitudinal). Na dimensão procedimental destacaram-se ações relacionadas à análise do problema, pesquisa e seleção de informações adequadas, comunicação, organização do trabalho em grupo. Conhecimentos relacionados à mineração, como informações históricas, normativas relacionadas à prática mineradora, impactos ambientais e econômicos, conhecimentos científicos relacionados a extração de minerais, composição dos rejeitos, que constituem a dimensão conceitual, também foram manifestados. E a dimensão atitudinal foi associada ao cuidado com o uso das informações pesquisadas e aos processos reflexivos relacionados à dimensão política e ética da mineração. As dimensões do conteúdo mostraram-se um referencial de análise potencial para a investigação de aprendizagens na ABP, mesmo considerando a dificuldade de identificar a manifestação da dimensão atitudinal durante o processo de resolução e apresentação da resolução dos problemas. O uso da mineração como QSC associada à ABP favoreceu a manifestação das dimensões e o engajamento dos discentes, por se tratar de um tema relacionado ao contexto dos discentes que cursaram a disciplina. Como implicação para novas pesquisas, este estudo sugere o desenvolvimento de mais estudos para investigação da manifestação das dimensões do conteúdo com outros sujeitos e em outros contextos de ensino, para que seja possível a revisão e proposição das estratégias de ensino utilizadas durante o desenvolvimento das abordagens, com foco no trabalho de orientação do professor, nos processos avaliativos realizados e na proposição de estratégias para o desenvolvimento do trabalho nos grupos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Questões Sociocientíficas; Dimensões do Conteúdo.

ABSTRACT

Problem-Based Learning (PBL) is characterized by the presentation of a problem situation that must be addressed collaboratively by students through a process that includes scenario analysis, hypothesis formulation, information search and evaluation, and proposition of solutions. In this learning process, the problem presented should be relevant, contextualized, complex, and open-ended, fostering student engagement and enabling multiple pathways for resolution. To support the design of problem scenarios, PBL can be effectively integrated with Socioscientific Issues (SSI), problems that embody the core characteristics required by PBL and allow distinct positions, as they involve ethical, social, and political dimensions. The literature highlights the potential of PBL for the development of a wide range of competencies, including problem-solving, communication, critical thinking, autonomy, and self-regulated learning. However, empirical studies that adopt systematic analytical approaches to evidence the development of such competencies remain limited. Interested in understanding the benefits of using PBL in teaching, this study investigates the association of PBL with SSI and the promotion of learning procedural, conceptual, and attitudinal content. To this end, data were analyzed from: (i) recordings of an elective course, involving PBL and SSI, throughout an academic semester; (ii) recordings of seminar presentations carried out during the elective course; and (iii) student self-assessments conducted throughout the semester. The findings indicate that the articulation between PBL and SSI mobilizes the three dimensions of learning (procedural, conceptual, and attitudinal). In the procedural dimension, actions related to problem analysis, research and selection of appropriate information, communication, and group work organization stand out. Knowledge related to mining—such as historical information, regulations regarding mining practices, environmental and economic impacts, scientific knowledge related to mineral extraction, and tailings composition—constituted the conceptual dimension and were also manifested. The attitudinal dimension was associated with the careful use of researched information and reflective processes related to the political and ethical dimensions of mining. The content dimensions proved to be a potential analytical framework for investigating learning in PBL, despite the challenge of identifying the manifestation of the attitudinal dimension during the problem-solving and presentation processes. The use of mining as an SSI associated with PBL favored the manifestation of the dimensions and student engagement, as it was a topic related to the context of the students enrolled in the course. As an implication for future research, this study suggests the development of further investigations into the manifestation of content dimensions with other participants and in different teaching contexts, so as to enable the review and proposal of teaching strategies used in the implementation of the approaches, with a focus on teacher guidance, assessment processes, and the development of group work strategies.

Keywords: Problem-based Learning; Socioscientific Issues; Content Dimensions

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	16
3.1.1	BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA E EPISTEMOLÓGICA	16
3.1.2	A ESTRUTURA DA ABP	25
3.1.3	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA ABP	28
3.1.4	AValiação NA ABP	43
3.2	QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS	46
3.2.1	BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA E EPISTEMOLÓGICA	46
3.2.2	ELABORAÇÃO DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA.....	50
4	REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO	53
4.1	AS DIMENSÕES DO CONTEÚDO: REFERENCIAL DE ANÁLISE DOS DADOS	53
4.2	METODOLOGIA DA PESQUISA	60
4.2.1	CONTEXTO E SUJEITOS DE PESQUISA	61
4.2.2	COLETA DE DADOS	72
4.2.3	ANÁLISE DOS DADOS	73
A)	AUTOAVALIAÇÕES	74
B)	APRESENTAÇÕES DOS SEMINÁRIOS	74
C)	GRAVAÇÕES EM ÁUDIO DAS DISCUSSÕES DOS GRUPOS	76
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
5.1	AUTOAVALIAÇÃO	79
5.2	APRESENTAÇÃO DE SEMINÁRIOS	90
5.3	GRAVAÇÕES EM ÁUDIO DO TRABALHO DOS GRUPOS	93
5.4	AS DIMENSÕES DECLARADAS E AS EVIDENCIADAS NAS GRAVAÇÕES	103
A)	PRIMEIRA AUTOAVALIAÇÃO	104
B)	SEGUNDA AUTOAVALIAÇÃO.....	108
C)	TERCEIRA AUTOAVALIAÇÃO	112
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICE A	125
	APÊNDICE B	128
	APÊNDICE C	129
	APÊNDICE D	134
	APÊNDICE E	139

1 INTRODUÇÃO

Pensando no sentido amplo da educação em ciências, pesquisas nacionais e internacionais atuais defendem um ensino para além dos conteúdos, envolvendo também habilidades e práticas científicas (Costa, 2021). Em acordo com esta tendência no ensino de ciências, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta quais devem ser as competências gerais nas três etapas da educação básica. Dentre elas, pode-se destacar a competência 2:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017, p. 11).

O desenvolvimento da competência 2 pode ser fomentada a partir do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), definida na literatura como uma abordagem de aprendizagem centrada no estudante que fornece meios para adquirir habilidades de resolução de problemas e aprendizagem ao longo da vida (Leary, *et al.*, 2019). Savery (2015) destaca que a abordagem incentiva a realização de pesquisas, a integração entre a teoria e a prática e o uso de conhecimentos e habilidades para o desenvolvimento de soluções para os problemas apresentados.

A importância do desenvolvimento de habilidades e competências¹ também está presente na Educação Superior, contexto em que a ABP foi inicialmente desenvolvida. Transformações sanitárias, epistemológicas, sociais e tecnológicas na área da saúde e medicina ocorridas no final do século XX, impulsionaram a criação e implementação da ABP na Universidade de McMaster no Canadá, que depois se espalhou para outras instituições como Harvard (EUA), Newcastle (Austrália), Maastricht (Holanda) e na Escola de Saúde Pública do Ceará (ESP/CE - Brasil) (Penaforte; Mamede, 2001). Apesar de suas especificidades, as instituições

¹ A polissemia do significado de competência demanda a apresentação da nossa concepção sobre o termo. Para isso, usamos Perrenoud (2013), que antes de apresentar a concepção de competência, destaca sua complexidade, “pois esse conceito está inserido em diferentes campos conceituais e se refere a diferentes problemáticas de diferentes disciplinas” (p.45). A concepção abordada pelo autor “coloca as competências como produto de uma aprendizagem e, ao mesmo tempo, como fundamento da ação humana” (p.45). A competência é, portanto “o poder de agir com eficácia em uma situação, mobilizando e combinando, em tempo real e de modo pertinente, os recursos intelectuais e emocionais” (p.45).

buscavam a superação de uma formação profissional fragmentada, excessivamente conteudista e pouco contextualizada, que segundo Branda (2016, 228), “não ajuda – e até pode impedir – os estudantes a adquirir as competências necessárias para entender, ponderar e intervir de modo reflexivo e dinâmico em seu contexto social.”

O desenvolvimento da ABP como uma abordagem instrucional, tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento das competências listadas no parecer 1.301 de 2001 do Conselho Nacional de Educação, na Câmara de Educação Superior (CNE/CES). O parecer destaca a necessidade de se repensar a formação superior, para que possa atender as necessidades de um novo contexto histórico:

No limiar deste novo século – e novo milênio – emerge uma nova subjetividade, um sentimento coletivo, generalizado, mundializado, traços de uma nova cultura em formação, de um novo momento histórico – a que muitos denominam pós-modernidade – caracterizado pela economia pós-industrial, pela compreensão do homem como um ser pluridimensional, pelo estabelecimento de novas concepções de limites, distâncias e tempo, pelo sentimento de responsabilidade em relação aos recursos naturais, pela busca de qualidade de vida. E repetindo, em outra dimensão, os movimentos de vanguarda do início do século XX, também agora, na base desta nova realidade, está a velocidade (não mais a mecânica, mas a eletrônica) com que têm sido gerados novos conhecimentos científicos e tecnológicos rapidamente difundidos e absorvidos pelo setor produtivo e pela sociedade em geral.

Apesar do parecer não ser um documento recente (2001), ele continua atual ao mencionar a rapidez das transformações tecnológicas e da sociedade e a necessidade de se assumir uma postura responsável com relação ao uso de recursos naturais. No entanto, falta uma discussão mais aprofundada sobre o que significa essa relação responsável e sobre a produção de conhecimentos científicos e sua incorporação no setor produtivo e na sociedade. Além disso, por conta do momento histórico que foi produzido, o texto não contempla questões atuais, como a crise de confiança na Ciência e no conhecimento científico, frequentemente vinculadas nas mídias sociais e discursos políticos.

Para orientar a construção das matrizes curriculares dos cursos de Química, o parecer CNE/CES 1.303/2001 apresenta o perfil geral dos egressos dos cursos de Licenciatura e Bacharelado e descreve competências e habilidades que são divididas nos seguintes tópicos, para o Bacharel em Química: com relação a formação pessoal, com relação à compreensão da Química, com relação à busca de informação, comunicação e expressão, com relação ao trabalho de investigação científica e produção/controlar de qualidade, com relação à aplicação do conhecimento em

Química, com relação à profissão. Para os licenciados, os tópicos são: com relação a formação pessoal, com relação à compreensão da Química, com relação à busca de informação, comunicação e expressão, com relação ao ensino de Química, com relação à profissão.

Ter consciência da importância social da profissão como possibilidade de desenvolvimento social e coletivo; saber realizar avaliação crítica da aplicação do conhecimento em Química tendo em vista o diagnóstico e o equacionamento de questões sociais e ambientais; possuir conhecimento sólido e abrangente na área de atuação; saber trabalhar em equipe; reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político (CNE/CES 1.303/2001). Esses são alguns exemplos de competências e habilidades listadas no parecer, conhecimentos de diversas dimensões e que demandam, para o seu desenvolvimento nos cursos de graduação, de abordagens de ensino e de aprendizagem diversificados, que favoreçam a atuação discente na sala de aula, o que é uma característica da ABP.

Em linhas gerais, entende-se que a ABP é uma abordagem de ensino na qual os estudantes se organizam em pequenos grupos com o objetivo de resolver um problema com a orientação do professor. Segundo Savery (2015), a ABP convida o estudante a conduzir pesquisas, integrar teoria e prática e a aplicar o conhecimento e habilidade em soluções viáveis para problemas. A base da ABP é possibilitar um ambiente que estimule o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal dos estudantes (Borochovcicius e Tortella, 2014).

Segundo Lopes e colaboradores (2019), uma atividade fundamentada na ABP tem algumas características marcantes, como a organização dos estudantes em grupos, a atuação do professor como orientador e do estudante como personagem principal e a organização das atividades seguindo um ciclo de aprendizagem. Este ciclo tem cinco etapas organizadas em três momentos: identificação, formulação e análise do problema; estudo autodirigido e; discussão e resolução do problema. As etapas da abordagem são consideradas dentro de um ciclo pois, caso necessário, todo o processo pode ser reiniciado, até que a resolução e aprendizagens atinjam os objetivos de aprendizagem definidos pelo docente.

A escolha do problema impacta diretamente na motivação da aprendizagem, na qualidade da discussão e no interesse dos estudantes, portanto, é importante que estes cenários sejam construídos com rigor e atenção (Hung, 2019; Schmidt, *et al.*, 2011). Os problemas precisam ser complexos e abertos, possibilitando uma variabilidade de soluções e demandando conhecimentos multidisciplinares, realistas e alinhados às vivências dos estudantes (Hmelo-Silver, 2004). Os problemas podem ser apresentados na forma de reportagem, filme, música, história, caso etc., sendo que neste trabalho trabalhamos com a apresentação das situações-problema na forma de casos.

Para delimitar a temática do caso e fomentar a formação de cidadãos responsáveis e críticos, as Questões Sociocientíficas (QSC) se apresentam como uma abordagem que possibilita a construção de conhecimentos científicos e de outras naturezas, além de incentivar a discussão e reflexão de diferentes posicionamentos por envolverem aspectos éticos, sociais e políticos. A escolha pela associação da ABP e a QSC foi fundamentada nas semelhanças destas abordagens, já que o uso de QSC no ensino precisa estar amparado em um contexto que possibilite o aprendizado contextualizado, o desenvolvimento do pensamento crítico, a postura ativa dos estudantes e orientadora dos professores. (Zeidler *et al.*, 2011; Conrado, Nunes-Neto, 2018). Martínez Pérez (2012) destaca que muito trabalhos publicados com foco nas QSC buscam enfatizar o papel do ensino de ciências para a formação para a cidadania. Além disso, Zeidler *et al.* (2011) salientam que a implementação das QSC em contextos escolares demanda mudanças na forma como tradicionalmente conduzimos o processo de ensino e de aprendizagem e o papel desempenhado por estudantes e professores. Tais mudanças, segundo os autores, podem gerar resistências tanto da parte docente quanto dos discentes.

Refletindo sobre os impactos que o uso da ABP pode promover em sala de aula, diversos estudos (Albanese; Hinman, 2019; Borochovcicius; Tortella, 2014; Hmelo-Silver, 2004; Conrado; Nunes-Neto; El-Hani, 2014; Ribeiro, 2010; Schmidt *et al.*, 2011; Servant-Miklos, 2019b; Almeida; Chiaro, 2023) afirmam que a ABP desenvolve habilidades de resolução de problemas, comunicação, trabalho em grupo, estudo autodirigido, autonomia. Apesar do número expressivo de trabalhos que buscam investigar o uso da ABP em diferentes contextos, mais investigações precisam ser realizadas para evidenciar o impacto no processo de ensino e de

aprendizagem. Veiga *et al.* (2015) corroboram com essa afirmação ao ressaltarem a existência de uma grande quantidade de obras que tem como foco a ABP mas que, no entanto, apresentam investigações com resultados contraditórios e que, por isso, acabam gerando uma série de tensões que impactam na implementação da ABP em contextos educacionais.

Portanto, considerando o contexto investigado, as potencialidades das abordagens e suas limitações, especialmente no que diz respeito aos resultados de aprendizagens em um contexto de ensino centrado nos estudantes e guiado por uma temática controversa, consideramos necessário investigar em que medida o uso da ABP associado às QSC promove a aprendizagem de conteúdos, sendo esses divididos em procedimentais, conceituais e atitudinais. Assim, esse trabalho foi orientado pela seguinte questão de pesquisa: Como uma questão sociocientífica, abordada a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para manifestação de conteúdos, em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, durante o desenvolvimento de uma disciplina optativa ofertada para estudantes de graduação em química?

Para isso, na fundamentação teórica discutimos as bases da ABP e da QSC, visando explorar não apenas a contextualização histórica, mas as suas principais características e estudos que investigam essas abordagens. No referencial teórico metodológico discutimos as dimensões do conteúdo (procedimental, conceitual e atitudinal) para compreender os fundamentos teóricos da análise dos dados e os aspectos metodológicos deste trabalho, com o contexto de pesquisa, coleta e análise de dados. Nos resultados e discussões apresentamos as nossas análises e na seção final, as nossas considerações.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Investigar como a associação entre a Aprendizagem Baseada em Problemas e as Questões Sociocientíficas pode contribuir para a manifestação das dimensões procedimental, conceitual e atitudinal dos conteúdos.

2.2 Objetivos específicos

1. Compreender as características das dimensões conceitual procedimental e atitudinal dos conteúdos e seu potencial para analisar as aprendizagens em um contexto envolvendo a resolução de uma questão sociocientífica a partir da ABP.
2. Identificar a manifestação das dimensões conceitual, procedimental e atitudinal dos conteúdos relacionada à resolução de problemas e às questões sociocientíficas durante o desenvolvimento de uma disciplina optativa estruturada a partir da associação da ABP e das QSC, ofertada para graduandos em Química em uma instituição pública de ensino superior do estado de Minas Gerais.
3. Relacionar a manifestação das dimensões às etapas da ABP (desenvolvimento do trabalho em grupo, apresentação das resoluções e autoavaliação)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aprendizagem Baseada em Problemas

3.1.1 Breve abordagem histórica e epistemológica

A origem da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) remonta à Universidade McMaster, no Canadá. Em 1963, Harry Thode, presidente da instituição, nomeou John Evans para ser o reitor fundador da Faculdade de Medicina, com o desafio de propor uma abordagem de ensino e de aprendizagem diferente da tradicionalmente desenvolvida em outras instituições. Evans mobilizou um grupo de quatro professores com o intuito de organizar os princípios pedagógicos e organizacionais da ABP até a sua implementação, em 1969 (Servant-Miklos, *et al.*, 2019).

O programa médico desenvolvido por este primeiro comitê resultou na implementação de um programa horizontal que envolveu estudantes e médicos da família, com o objetivo de formar profissionais socialmente conscientes. Este currículo foi descontinuado com a saída de Evans e seus colaboradores e a ABP foi reestruturada por um novo grupo de médicos, dentre eles Howard Barrows (Servant-Miklos, *et al.*, 2019).

No novo currículo proposto, os estudantes deveriam trabalhar a partir de problemas de saúde recorrentes da comunidade local e o objetivo da Faculdade de Medicina passou a ser “identificar e definir problemas de saúde em nível individual e comunitário e buscar informações para resolver ou gerenciar esses problemas”, trazendo uma ênfase maior no processo investigativo (Servant-Miklos, *et al.*, 2019). Segundo Hmelo-Silver (2004), para além dos objetivos formativos relacionados ao curso da Faculdade de Medicina, foram estabelecidos os objetivos gerais da aprendizagem a serem alcançados ao utilizar esta abordagem. Nesse sentido, a ABP poderia contribuir para

- I. a construção de uma base de conhecimento extensa;
- II. o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas;
- III. o desenvolvimento de habilidades de estudo autodirigido;

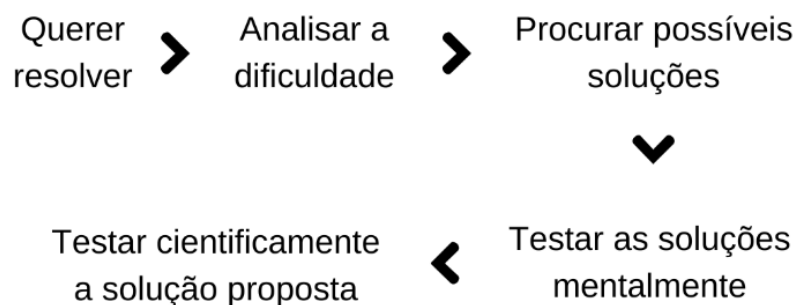
- IV. o desenvolvimento de colaboradores efetivos;
- V. o desenvolvimento da motivação intrínseca para aprender.

Para Schmidt *et al.* (2011; 2019), é possível encontrar pelo menos três perspectivas sobre a ABP, sendo elas: (i) um processo investigativo; (ii) um “aprender a aprender”; (iii) uma abordagem cognitivista e construtivista para a construção de modelos mentais do mundo. Enquanto a primeira perspectiva está mais alinhada à abordagem de Howard Barrows da ABP em McMaster, que tem como foco o desenvolvimento de habilidades profissionais de futuros profissionais da saúde, a terceira tem como foco o papel do conhecimento prévio para o engajamento e para a aquisição de conhecimentos (Servant-Miklos, 2018). Apesar das diferenças nos objetivos de aprendizagem, as três perspectivas mencionadas por Schmidt *et al.* (2011; 2019), apresentam como características comuns: (i) problemas são utilizados para desencadear o processo de aprendizagem; (ii) os estudantes são organizados para desenvolverem atividades em grupo durante uma parte do processo; (iii) o processo de aprendizagem é norteado por uma pessoa mais experiente (tutor); (iv) o currículo do curso apresenta um número limitado de aulas expositivas; (v) a aprendizagem deve ser iniciada e conduzida a partir das ações e interesses dos estudantes; (vi) o currículo deve conter uma quantidade significativa de tempo livre para a o estudo autodirigido. É importante destacar que as características mencionadas remetem à ABP como abordagem curricular, ou seja, como estruturadora de um curso ou disciplina. No entanto, como destaca Savery (2015), a ABP também se enquadra como uma abordagem instrucional, podendo ser utilizada para o desenvolvimento de conteúdos específicos dentro de uma disciplina, por exemplo.

Como já mencionado em parágrafo anterior, foi na Universidade McMaster, no Canadá, que a ABP foi implementada pela primeira vez, em 1969. No entanto, Veiga *et al.* (2015) ressaltam que os pressupostos que norteiam a abordagem não são novos, pois relacionam-se ao trabalho do filósofo americano John Dewey, uma das principais referências do movimento educacional progressista do século XX (Servant-Miklos *et al.*, 2019). Dewey defendia que o ensino deveria ser fundamentado na ação, no “aprender fazendo”. Desta forma, a educação se confundiria com o viver já que os problemas da vida deveriam ser resolvidos com o auxílio da educação, mobilizando

cinco estágios do ato de pensar que levariam à resolução de determinado problema (Gadotti, 2003). Os cinco estágios propostos por Dewey são apresentados na Figura 1.

Figura 1: Estágios do pensar ao se deparar com problemas segundo Dewey



Fonte: a autora, 2025

Apesar das ideias de Dewey terem sido pouco mencionadas pelo grupo que fez a proposição inicial da ABP (Servant-Miklos *et al.*, 2019), é possível alinhar muitas características da ABP ao pensamento de Dewey, como o uso de situações problemáticas, apresentação dos objetivos de aprendizagem de forma contextualizada e integrada, promoção de aprendizado individualizado valorizando e respeitando a diversidade do grupo e atuação do professor como facilitador. Além disso, a valorização da metodologia científica durante a resolução do problema na ABP corrobora com o estágio de análise proposto por Dewey, incorporando a observação, reflexão e verificação (Páez Gómez; Gómez Lende, 2020).

Inspirados pelo uso da ABP em McMaster, Henk Schmidt e outros pesquisadores levaram a abordagem para a Universidade de Maastricht, na Holanda. No entanto, é importante destacar que na Holanda, houve uma preocupação em alinhar a ABP com a perspectiva construtivista, o que levou a diferenças entre a proposta de ABP holandesa e a canadense, a começar pela inclusão de formação para tutores e de um laboratório de habilidades clínicas, organização da abordagem em sete etapas e o interesse em compreender o papel do ABP na aquisição de conhecimento. Na abordagem holandesa, denominada de *knowledge acquisition approach* (abordagem de aquisição de conhecimento), segundo Schmidt, problemas contextualizados despertam o interesse dos estudantes que se envolvem em um

processo de resolução que tem como objetivo a compreensão dos fenômenos relacionados ao problema (Servant-Miklos, 2018).

A proposta holandesa, orientada por sete passos, é iniciada pelos estudantes que, organizados em grupos, realizam a interpretação e elaboração de hipóteses a partir de seu conhecimento prévio. Nessa investigação inicial é esperado que se revele inconsistências e insuficiências de conteúdo dos estudantes, que passarão a pensar colaborativamente em conhecimentos e estratégias de pesquisa e estudo que precisarão ser realizadas para uma nova leitura, análise e proposta de resolução do problema. Esse novo momento do processo, de busca por novas informações e conhecimentos, é realizado por cada estudante do grupo, de forma individual. A socialização dos estudos, das novas compreensões sobre o problema e sua resolução é realizada e novamente, reunidos em grupos, os estudantes constroem uma proposta de resolução para o problema inicialmente apresentado (Schmidt *et al.*, 2019). O alinhamento com a perspectiva construtivista é perceptível quando o processo de resolução do problema envolve os conhecimentos prévios dos sujeitos, quando os sujeitos socializam suas compreensões e buscam construir consensos e quando se realiza a etapa de estudos autogerenciados.

O trabalho de identificação das fontes de influências históricas para o desenvolvimento da ABP no Canadá e Holanda, levaram Servant-Miklos *et al.* (2019) aos processos de ensino e de aprendizagem desenvolvidos em Harvard (método de estudos de caso), Western Reserve (primeiro curso de medicina com matriz curricular interdisciplinar) e as Universidades de Oxford e Cambridge (o trabalho de mentoria realizado pelo professor, que passou a ser denominado como tutor).

A partir das propostas e experiências pioneiras de uso da ABP, a abordagem se espalhou não só geograficamente, mas também passou a ser utilizada em outros campos do conhecimento (Servant-Miklos *et al.*, 2019; Moallem, 2019) e níveis de ensino. Considerando o contexto do trabalho, de implementação da ABP no contexto brasileiro e no ensino superior, alguns trabalhos nos ajudam a situar o que vem sendo realizado e investigado atualmente.

Em uma revisão sistemática da literatura, Dias e Sasaki (2023) analisaram as teses e dissertações indexadas na plataforma CAPES no período de janeiro de 2012 até dezembro de 2021, visando caracterizar os estudos que, através da ABP,

identificaram e pesquisaram as habilidades do século XXI: criatividade, criticidade, colaboração e comunicação. Para a seleção dos trabalhos analisados nessa revisão, foi feito um processo de identificação, triagem e elegibilidade e quatro produções acadêmicas foram selecionadas. O primeiro resultado evidenciado nessa revisão está relacionado com as adaptações feitas nas sete etapas no modelo holandês. Estas adaptações já eram esperadas considerando as especificidades de cada pesquisa, entretanto, aspectos como o uso de problemas realistas, organização em pequenos grupos, atuação do professor como tutor e o estudo autodirigido tiveram mais destaque nas implementações quando comparado com a etapa inicial de esclarecimento de termos não compreendidos. No que diz respeito a habilidades de análise, a colaboração foi identificada em três dos quatro trabalhos, em momentos de troca, diálogo e compartilhamento.

Silva e Souza (2020) publicaram uma revisão sistemática com o objetivo de apresentar os estudos indexados na plataforma CAPES, produzidos entre 2014 e 2018, que abordassem a aplicação da ABP no ensino superior em áreas diferentes da Medicina, já que esta foi a área de implementação da abordagem. Para selecionar as produções acadêmicas, além da área de atuação e do período de publicação, os autores também estabeleceram como critérios o idioma português a palavra-chave “aprendizagem baseada em problemas”. Dos 202 estudos acadêmicos encontrados, foi feita a leitura do título e do resumo, reduzindo para 39 textos. Esses 39 textos foram lidos integralmente, resultando nos 12 trabalhos que foram analisados nesta revisão, sendo sete Dissertações de Mestrado e cinco Teses de Doutorado.

Como o objetivo da revisão sistemática de Silva e Souza (2020) era apresentar os trabalhos, consideramos interessante agrupar os resultados encontrados nos 12 textos analisados. Nas dissertações e teses, foram apresentados como resultados do uso da ABP a promoção da motivação e do interesse, o aprimoramento do senso crítico, da autonomia, do estudo autodirigido, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, a melhora no desempenho acadêmico, o favorecimento de um ambiente colaborativo. Entretanto, as limitações da ABP também foram elencadas nestes trabalhos, como a possibilidade de frustração para os estudantes que possuem perfil mais passivo, o tempo necessário para desenvolver as atividades, a necessidade de adequação dos conteúdos, a adaptação à metodologia e a necessidade de se trabalhar em equipe.

Alves e Amaral Filho (2024) publicaram uma pesquisa básica descritiva, ou seja, um estudo bibliográfico, visando identificar as diferentes maneiras de empregar a ABP na educação superior. Para esta pesquisa, os autores utilizaram como referência Araújo e Arantes (2016), Frezatti *et al.* (2018), Bender (2014), Moesby (2016) e Enemark e Kjaersdam (2016). Não é o nosso objetivo apresentar quais são as propostas de cada um destes autores para a implementação da ABP no ensino superior, entretanto, para exemplificar, Frezatti *et al.* (2018) propõe que a ABP pode ser desenvolvida em três abordagens, que depende da familiaridade do docente e dos estudantes com a abordagem. A primeira trabalha com um problema a cada aula e é adequado para a adaptação dos estudantes e dos professores à metodologia. Na segunda modalidade, conhecida como *project based learning*, o professor propõe um projeto que deve resultar em um produto final. E por fim, a terceira maneira é chamada de *case-based learning*, e o aluno é responsável por trazer um problema que tenha relação com o seu cotidiano.

Como resultado do estudo bibliográfico, Alves e Amaral Filho (2024) apontam algumas vantagens e limitações da implementação da ABP na educação superior. Como principais vantagens, os autores apresentam a maior relevância e aplicabilidade dos conteúdos, a menor evasão dos alunos favorecida pelo ambiente colaborativo, maior compreensão dos conceitos, maior integração das universidades com o mercado de trabalho, o desenvolvimento das habilidades de trabalhar em equipe, comunicação, socialização, automotivação e responsabilização pelo próprio aprendizado. Apesar das inúmeras vantagens do uso da ABP, os diferentes papéis atribuídos aos professores e estudantes trazem também algumas limitações para a sua implementação.

Como desvantagens, os autores apresentam o aumento da carga de trabalho dos estudantes, já que há uma necessidade de maior envolvimento, responsabilidade e preparação. Além disso, por envolver trabalho em grupo e discussões, a ABP demanda que os estudantes expressem suas ideias em público, o que pode causar desconforto e insegurança. A falta de liderança, a falta de integração dos conhecimentos no grupo, a participação desigual dos integrantes e o impacto disso na avaliação e a apresentação de seminários, são desvantagens que foram apontadas. Os professores também apresentam resistências com a implementação da ABP, já que o uso da abordagem demanda maior flexibilização em seus

conhecimentos e atualização constante para que consiga fazer a indicação das fontes de pesquisa e procedimentos de investigação. Ademais, cabe aos professores acompanharem as ideias apresentadas pelos estudantes, o que demanda tempo, interpretação e elaboração de materiais.

Para além das resistências dos estudantes e dos professores, existem as limitações da implementação da ABP que extrapolam as relações dos sujeitos. Em muitos casos o uso da ABP pode inviabilizar a abordagem de todo o conteúdo do currículo, nem sempre vai ser possível aprofundar os conteúdos e há a necessidade de mais recursos humanos e materiais. Além disso, o processo avaliativo é um obstáculo da ABP porque exige separar o desempenho individual do estudante com relação ao grupo, o que demanda a utilização de mais de um tipo de avaliação.

Souza e Dourado (2015) publicaram uma revisão da literatura sobre a ABP, investigando o estado da arte sobre a abordagem. Para escolha dos referenciais, os autores optaram por abranger autores clássicos, intermediários do período de expansão e atuais. Os trabalhos analisados foram coletados em bibliotecas físicas, digitais e livrarias e o objetivo dos autores é apresentar a ABP.

No aspecto conceitual, os autores apresentam diferentes definições da ABP que são importantes contribuições para a compreensão da abordagem, como a concepção de Howard Barrows, Delisle, Schmidt. Entretanto, apesar das divergências nos conceitos, Souza e Dourado (2015) pontuam o consenso sobre as características básicas da ABP e o impacto positivo na aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades. A ABP possui três características básicas: o aluno como centro da aprendizagem, a organização dos estudantes em grupo, a atuação do professor como tutor. Com algumas variações a depender do referencial, a ABP pode ser implementada em quatro etapas, iniciando com a escolha do cenário do problema, seguido da apresentação desta situação-problema para os estudantes. Na terceira etapa, os estudantes iniciam a investigação do problema para, na quarta etapa, finalizarem com a sistematização da solução, apresentação e autoavaliação.

Os autores também apresentam na revisão de literatura os desafios e as vantagens de utilizar a ABP no contexto educacional. Como principal desafio os autores destacam o processo avaliativo, já que os objetivos educacionais não são apenas conceituais. Sendo assim, sugere-se a necessidade de incluir a avaliação

como parte do processo de aprendizagem, como um feedback, para que as dificuldades no processo sejam superadas. Além disso, espera-se que os estudantes desenvolvam a criticidade e a capacidade de analisar e sintetizar, argumentar, interagir de forma colaborativa, organização e comunicação. Para além da avaliação, outros desafios enfrentados ao implementar a ABP são a insegurança inicial diante de uma nova abordagem, o tempo, a inadequação do currículo, a ausência de recursos financeiros e a inexperiência do tutor. Os aspectos positivos apresentados pelos autores são a motivação que desperta o interesse, a integração do conhecimento, o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades interpessoais.

Em uma revisão de literatura Campos e Fernandes (2020) analisaram as tendências de pesquisa na área considerando apenas publicações feitas no *Journal of Chemical Education*. Como resultado, constaram que as pesquisas estão direcionadas para intervenções predominantemente em laboratórios de química e para a proposição de sequências didáticas. Quanto aos sujeitos envolvidos nas pesquisas analisadas pelos autores, todos os estudantes eram do ensino superior, o que demonstra uma lacuna nas pesquisas que contemplem estudantes da educação básica, a formação de professores e a elaboração de currículos pautados na ABP.

No contexto da educação superior, Blass e Irala (2020), Raimondi e Razzoto (2020) e Quadros *et al.* (2022) desenvolveram pesquisas que, embora sejam relacionadas ao mesmo nível da educação, foram estruturadas de forma distinta. Blass e Irala (2020) desenvolveram uma pesquisa que se propôs a investigar as possibilidades e limitações da implementação da ABP. Para tal, foi realizada uma intervenção em uma turma multicurso de Cálculo Numérico e foram analisadas as observações feitas pelo docente que conduziu a dinâmica e os estudantes que participaram.

A pesquisa de Blass e Irala (2020) teve como base teórica o uso adaptado da implementação em seis passos da ABP fundamentada em Hmelo-Silver, que também será utilizada neste trabalho. O problema foi definido e apresentado aos estudantes, que seguiram para o levantamento de hipóteses individuais e em grupo, o quarto passo foi a resolução no grupo, a quinta etapa a análise pelo grupo. A sexta etapa correspondia a análise das respostas pelo professor e a última etapa à formalização

dos conceitos pelo docente. Os dados foram analisados pela metodologia de intervenção pedagógica e separados pela visão do professor e dos estudantes.

A pesquisa de Raimondi e Razzoto (2020) foi desenvolvida durante três semestres com estudantes do curso de Engenharia Química na disciplina de Química Analítica Qualitativa. As autoras procuraram avaliar a aprendizagem ao utilizar a ABP e para isto foram analisadas as taxas de aprovação das turmas e a percepção dos estudantes envolvidos. Para finalizar, Quadros e colaboradas (2022) desenvolveram a pesquisa com alunos da disciplina de Química Geral de uma turma de Aquicultura, com o objetivo de analisar a construção de significado para os conceitos abordados nesta disciplina. As pesquisadoras utilizaram os relatórios produzidos pelos estudantes envolvidos e os encontros das aulas para coleta e análise de dados.

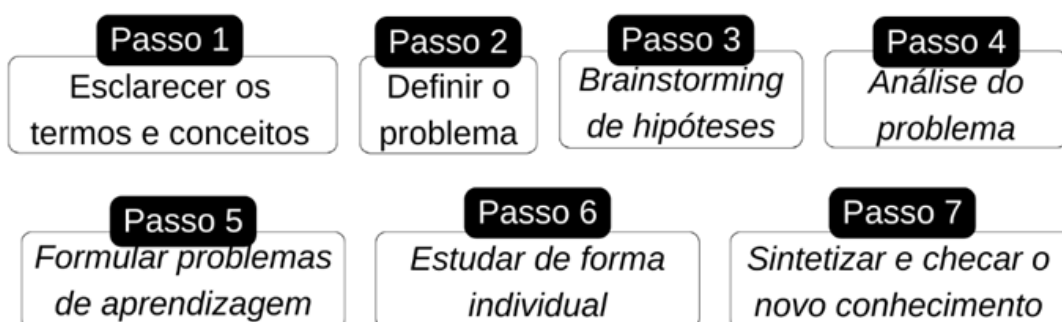
As três pesquisas mencionadas acima constataram que ao utilizar a ABP a aula se torna mais dinâmica e com maior envolvimento dos alunos. Outras percepções presentes nas discussões destes trabalhos é a necessidade de tempo para adaptação dos estudantes que não estão acostumados com o uso de metodologias centradas nos estudantes, a observação do desenvolvimento de autonomia e pensamento crítico, o aumento da taxa de aprovação e maior imprevisibilidade das questões discutidas na aula, e a demanda de maior preparo por parte do docente (Blass e Irala, 2020, Raimondi e Razzoto, 2020, Quadros, Ferreira e Corrêa, 2022).

Barcelos (2024) desenvolveu um estudo de caso para investigar a integração da ABP com o Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM) em um contexto de ensino regular de ciências. O objetivo da autora era identificar as ações manifestadas pelo professor que integravam a ABP e o EFM e analisar como essas ações impactariam a resolução de problemas dos estudantes. A pesquisa foi construída a partir das análises da aplicação de uma sequência didática (SD) sobre chuva ácida desenvolvida em turmas regulares da 2ª série do ensino médio regular. Como conclusões, a autora destaca o impacto da falta de experiência da professora em ABP e EFM ao conduzir a SD, tendo favorecido ações de organização e engajamento dos estudantes e em alguns momentos por não ter realizado nenhuma ação. Como inferências, a autora defende a importância da formação de professores para ampliar as bases teóricas em abordagens de ensino.

3.1.2 A estrutura da ABP

A resolução de problemas na ABP foi organizada em etapas que visam orientar o processo de busca pela solução. Na proposta holandesa, desenvolvida na universidade de Maastricht, a ABP foi estruturada em sete passos, conhecidos como *seven jumps*, que incluíam momentos desenvolvidos em sala de aula e o de estudo individual (Servant-Miklos, 2019a). Estes passos estão apresentados na Figura 2.

Figura 2: Ciclo de Aprendizagem da ABP

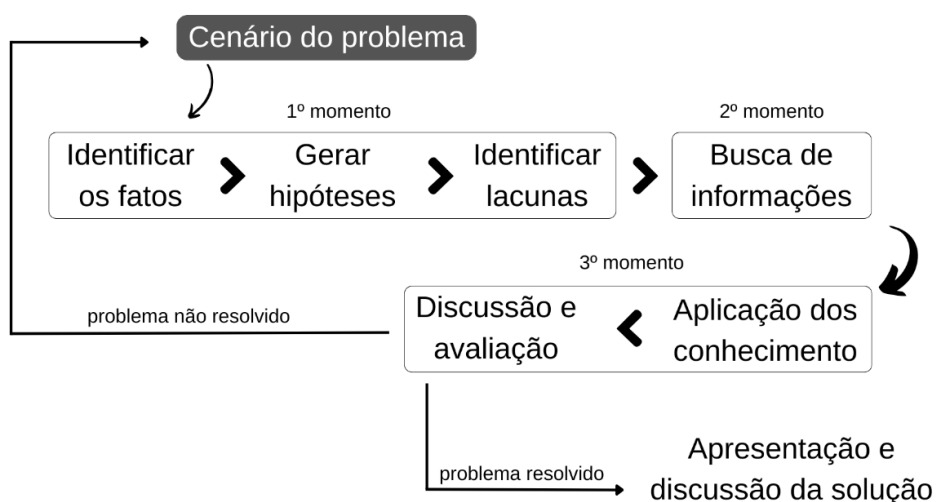


Fonte: a autora, 2025

Na organização holandesa, a resolução do problema inicia com o nivelamento da compreensão do problema que é realizado a partir do esclarecimento dos termos e conceitos. No segundo passo os estudantes devem definir qual o fenômeno que precisa ser solucionado. Tendo definido o fenômeno, os estudantes devem fazer um levantamento de ideias, explicações e hipóteses com base em seus conhecimentos prévios. A diferença do passo três para o passo quatro está na criticidade, enquanto no passo três as hipóteses são apenas apresentadas, na etapa seguinte os estudantes devem desenvolver e avaliar as hipóteses, organizando as ideias e tornando possível identificar as lacunas do conhecimento, ou seja, os saberes necessários para a resolução do problema que o grupo ainda não possui. Estas lacunas são utilizadas para que, no passo cinco, o grupo formule os problemas de aprendizagem. A partir dos problemas de aprendizagem os estudantes iniciam uma etapa de estudo autogerido que é individual e que finaliza com a última etapa de compartilhamento dos novos saberes com o restante do grupo (Servant-Miklos, 2019a; Wijnia, *et al.*, 2019).

O processo de resolução de problemas na ABP foi organizado em etapas por Hmelo-Silver (2004) em uma estrutura chamada Ciclo de Aprendizagem. Neste ciclo, a resolução de um problema ocorre em 6 etapas, que contemplam desde a apresentação e análise do problema até resolução e reflexão da aprendizagem. Este ciclo foi adaptado por Lopes *et al.* (2019) e as etapas foram agrupadas em 3 momentos: formulação e análise do problema, estudo autodirigido e discussão com conclusão (Figura 3).

Figura 3: Ciclo de Aprendizagem da ABP



Fonte: Lopes, *et al.*, 2019 (adaptado)

O Ciclo da Aprendizagem inicia com a formulação do problema, que pode ser feita pelos estudantes ou pelo docente. O problema deve ser autêntico, adaptado ao nível dos estudantes e aos seus conhecimentos prévios, capaz de envolver a discussão, interessante e possível de estimular o estudo autodirigido. A qualidade do problema impacta diretamente na discussão, no estudo e no engajamento dos estudantes (Schmidt, *et al.*, 2011).

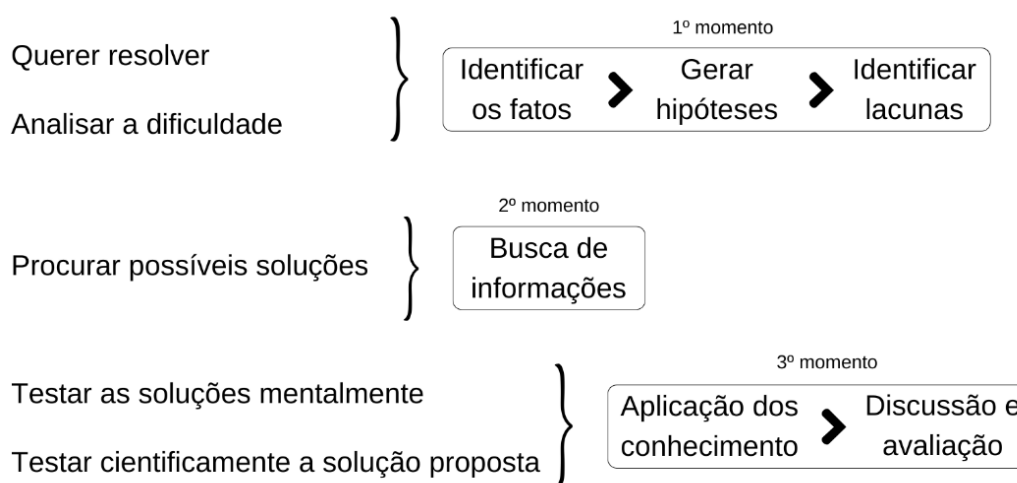
A etapa que se segue à elaboração do problema é a análise, que é iniciada com a busca pelos pontos mais relevantes que podem auxiliar os estudantes a gerarem hipóteses de causa/consequência e de possíveis soluções para o problema. O levantamento de hipóteses facilita a identificação dos conhecimentos necessários para a resolução do problema, sendo possível organizar estes saberes entre os que já são prévios do grupo e os que ainda precisam ser desenvolvidos (Hmelo-Silver, 2004; Lopes *et al.*, 2019).

As lacunas de conhecimento identificadas na etapa anterior são o guia para o segundo momento da resolução que envolve a busca por novas informações (Hmelo-silver, 2004). Esta etapa envolve um trabalho individual de estudo, conhecido na literatura como *self-directed learning* (SDL), que possibilita desenvolver a capacidade de se regular e se responsabilizar pelo próprio aprendizado (Schmidt, *et al.*, 2011).

O terceiro e último momento do ciclo de aprendizagem é caracterizado pela socialização e discussão dos conhecimentos aprendidos nos grupos até a conclusão com a solução mais adequada para o problema. Por se tratar de um ciclo de aprendizagem, sempre que necessário os estudantes podem voltar em alguma etapa para que consigam encontrar uma solução mais viável para o problema. Por exemplo, caso sejam identificadas outras lacunas de conhecimento durante discussão é recomendado que os estudantes retornem para o segundo momento do ciclo (Lopes, *et al.*, 2019).

É possível fazer uma correlação entre os estágios do pensar de Dewey com o ciclo de aprendizagem da ABP, evidenciando a fundamentação teórica na Pedagogia da Ação, baseada no trabalho ativo dos estudantes na compreensão do problema e na busca de soluções, que devem ser testadas, na linguagem de Dewey, e avaliadas de forma individual e coletiva. Na Figura 4, os cinco estágios do pensar de Dewey, foram reorganizados e alinhados aos três momentos propostos por Lopes *et al.* (2019).

Figura 4: Correlação entre os estágios do pensar de Dewey e o ciclo de aprendizagem da ABP



A ABP é uma abordagem que utiliza de problemas para iniciar e direcionar todo o processo de ensino e de aprendizagem, diferentemente de abordagens convencionais que utilizam o problema ao final da apresentação de um determinado tópico, como forma de verificação de aprendizagens de determinado conteúdo. Sendo assim, os objetivos de ensino da ABP também são mais amplos, pois buscam uma aprendizagem integrada e estruturada a partir de problemas reais e contextualizados, promovendo o desenvolvimento de autonomia e colaboração entre os estudantes (Ribeiro, 2010).

Os objetivos de ensino da ABP variam com o nível de ensino e o contexto de aplicação. Na educação superior a ABP tem o potencial de promover a integração entre a teoria e a prática, o mercado de trabalho e o mundo acadêmico. Desta forma, é possível desenvolver os conhecimentos específicos e as habilidades profissionais (Ribeiro, 2010).

De maneira geral, pode-se dizer que a ABP mobiliza as aprendizagens (i) ativa, ao proporcionar um ambiente questionador; (ii) integrada, ao envolver problemas com soluções diversas em diferentes áreas do conhecimento; (iii) cumulativa, ao trabalhar com problemas com complexidades cada vez maiores; (iv) compreensiva, ao priorizar a reflexão durante todo o processo, ao invés da simples retenção de informações. Dentro da perspectiva reflexiva, a ABP pode contemplar elementos de autoavaliação, avaliação por pares e avaliação do processo (Ribeiro, 2010). Este trabalho vai contemplar a perspectiva avaliativa na ABP em uma subseção específica deste capítulo.

3.1.3 Principais características da ABP

Além de apresentar uma estrutura para orientar o processo de ensino e de aprendizagem, a ABP possui algumas especificidades como a elaboração e uso de problemas, o papel central do estudante no processo de resolução e o professor como orientador, o trabalho em grupo e o estudo autodirigido. Cada um será explicitado de forma mais detalhada a seguir.

3.1.3.1 O Problema na ABP

A primeira etapa da ABP consiste, antes mesmo da resolução, na elaboração da situação-problema, que também pode ser chamada de cenário do problema (Souza e Dourado, 2015). Os problemas são desafios a serem resolvidos e, portanto, devem suscitar o engajamento de estudantes para o desenvolvimento das atividades de aprendizagem, podendo influenciar na qualidade da discussão, no tempo de estudo autodirigido e no interesse dos estudantes (Hung, 2019; Schmidt, *et al.*, 2011).

Esses problemas podem ser elaborados e apresentados como casos curtos, simulações ou histórias completas e são, em geral, delimitados pelo contexto de aplicação da ABP e devem ser resolvidos pelos estudantes com rigor e fundamentação conceitual e científica, utilizando conhecimentos da área, fontes e dados confiáveis e argumentos bem estruturados (Barrows, 1986; Schmidt, 1993).

Segundo Hmelo-Silver (2004) os problemas precisam ser *ill-structured*, que em tradução livre pode ser compreendido como “mal estruturados”. Problemas “mal estruturados” são aqueles que não fornecem todas as informações necessárias para a resolução, demandando que os estudantes analisem e interpretem as informações apresentadas e investiguem as respostas para os seus próprios questionamentos, considerando as restrições que são apresentadas pelo próprio cenário e pelo contexto de tempo e recursos (Lopes, *et al.*, 2019 e Ribeiro, 2010). O grau de estruturação do problema varia de acordo com o contexto de ensino, devendo estar alinhado com os objetivos da disciplina e com os recursos disponíveis na instituição (Ribeiro, 2010).

Os problemas também precisam ser abertos, ou seja, possibilitarem uma variabilidade de soluções possíveis, complexos o suficiente para que os conhecimentos necessários sejam multidisciplinares e interdisciplinares, realistas e alinhados às vivências dos estudantes (Hmelo-Silver, 2004). Em um contexto escolar, a construção do cenário precisa estar alinhada com os objetivos pedagógicos e com os conteúdos do currículo. Desta forma, espera-se que a situação-problema possibilite o desenvolvimento de habilidades específicas daquele currículo (Lopes *et al.*, 2019).

Considerando o contexto de ensino superior, os problemas precisam ter similaridades com possíveis situações profissionais que os estudantes podem vivenciar. Isso está de acordo com a orientação de um cenário amplo e que possibilite múltiplas resoluções, de forma que a má estruturação favoreça o engajamento com o

processo especulativo, com a coleta e análise dos dados e a definição do problema (Ribeiro, 2010).

Em síntese, o problema deve envolver os conhecimentos prévios, ser relevante para os estudantes, ser atual e possuir uma narrativa envolvente para que os estudantes tenham interesse em resolver estes problemas (Lopes *et al.*, 2019). Os principais desafios da elaboração do cenário estão relacionados às suas características, como a seleção de um tema que seja amplo e contextualizado o suficiente para motivar os estudantes no processo de aprender-a-aprender (Woei Hung, 2019).

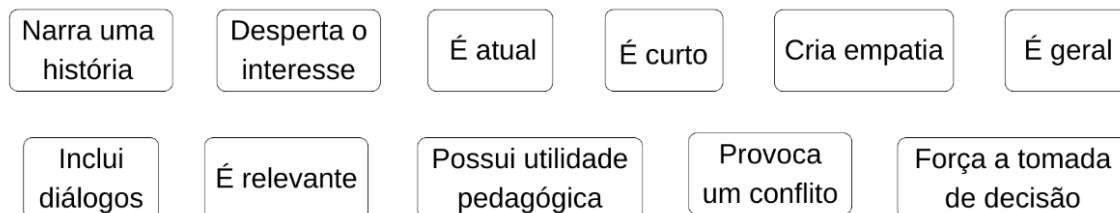
O problema apresentado aos estudantes pode ser fictício, real e/ou adaptado de outras fontes e existem alguns formatos possíveis, como vídeos, reportagens, figuras, histórias ou casos. A escolha de fornecer todas as informações necessárias para a apresentação do problema ou de separar e dividir o fornecimento dessas informações, em partes organizadas em ordem crescente de complexidade, deve ser feita pelo docente. Independentemente da forma de apresentação, os problemas precisam se relacionar com os conteúdos curriculares, possuir funcionalidade e ter o tamanho ideal (Ribeiro, 2010; Souza e Dourado, 2015). A funcionalidade de um problema está relacionada com a facilidade de compreensão dele, se a escolha do vocabulário está adequada e acessível para o público, se as imagens estão em boa qualidade e tamanho, possibilitando a sua interpretação. Além disso, um problema é funcional quando possui informações que despertem o interesse, direcionem as pesquisas, mas também desafiem o grupo a ir em busca de novos conhecimentos (Souza e Dourado, 2015).

As características de um bom problema são similares às características de um bom caso, segundo Herreid (1998). Casos podem ser compreendidos como histórias que possuem objetivo educacional, que tratam de dilemas da vida dos personagens que precisam tomar uma decisão (Herreid, 2007; Queiroz e Cabral, 2016).

Como já mencionado, a boa construção de um cenário é importante para o sucesso das demais etapas da ABP. Para auxiliar a escrita do caso, pode-se levar em consideração as 11 características de um bom caso listada por Herreid (1998), visando a construção de histórias que cumpram com o objetivo pedagógico.

As características de um bom caso segundo Herreid podem ser sintetizadas na Figura 5.

Figura 5: Características de um bom caso, segundo Herreid (1998)



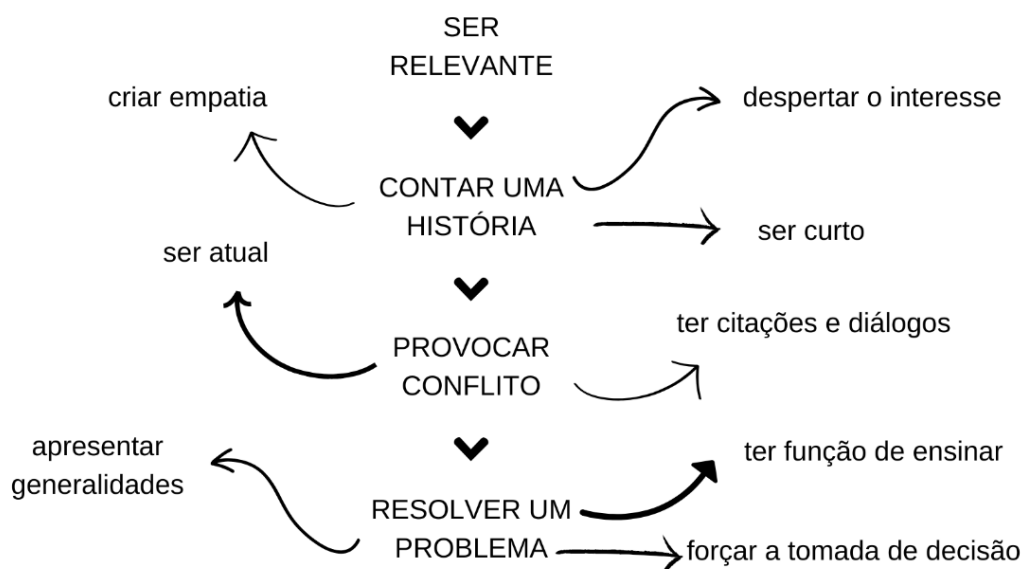
Fonte: a autora, 2025

- I. Narra uma história. O caso deve ter um enredo interessante que esteja relacionado com o contexto dos estudantes.
- II. Desperta o interesse. Para o caso despertar o interesse ele deve ter um suspense, um drama, realmente apresentar um problema.
- III. É atual. Sugere-se que os casos abordem problemas que se passem nos últimos 5 anos.
- IV. É curto. A escolha por histórias curtas está relacionada ao tempo de concentração do estudante, sendo assim, os casos devem ser longos o suficiente para apresentar os fatos e curto o suficiente para não ser entediante.
- V. Cria empatia. A relação do leitor com os personagens impacta na decisão que será tomada e no engajamento para resolução do problema.
- VI. Inclui diálogos. As citações possibilitam que os próprios personagens narrem as suas histórias, facilitando a empatia e adicionando mais vida e drama ao caso.
- VII. É relevante. A escolha do tema deve levar em consideração situações que os estudantes estejam envolvidos, tornando o caso algo que “valha a pena estudar”.
- VIII. Possui utilidade pedagógica. O caso deve estar alinhado com os objetivos pedagógicos, dando ainda mais sentido à história.

- IX. Provoca um conflito. Os temas escolhidos para o caso devem ser controversos.
- X. Forçam a tomada de decisão. Os temas precisam ser, de certa maneira, urgentes e sérios, para que os estudantes enfrentem o problema.
- XI. É geral. Um caso geral é aquele que envolve um tema amplo, que pode ser aplicado em diferentes contextos.

Francisco (2022) propõe uma releitura das características de um bom caso segundo Herreid, organizando estes 11 elementos em características primárias e secundárias. Entende-se que as características primárias constituem o eixo estruturante do caso e as secundárias devem ser incluídas durante o processo. O diagrama proposto por Francisco (2022) é apresentado na Figura 6.

Figura 6: Diagrama da sequência de inserção das características para escrever um caso



Fonte: Francisco, 2022

As características primárias são apresentadas no centro da figura para representar o papel estruturante do caso, sendo elas: ser relevante, contar uma história, provocar um conflito e resolver um problema. Já as características secundárias são apresentadas nas extremidades, sendo elas: criar empatia, ser atual, apresentar generalidades, despertar o interesse, ser curto, ter citações e diálogos, ter função de ensinar e forçar a tomada de decisão.

Segundo Francisco (2022), durante a escrita do caso, o primeiro passo é escolher um tema que seja relevante para o estudante, que tenha relação com o seu contexto e vivências. A proximidade com o tema favorece tanto o engajamento, quanto a existência de conhecimentos prévios, que serão importantes para a análise inicial do problema proposto. Tendo escolhido a temática a ser trabalhada, a narrativa que apresentará o problema de forma explícita ou não, deve ser curta e fomentar o interesse pela forma como a história é contada, que pode contar com a inserção de imagens, expressões coloquiais, entre outros, explorando a criatividade na escrita.

A diferença entre as propostas de Francisco (2022) e Herreid (1998) está na apresentação das características em ordem de prioridade, facilitando a escolha daquelas mais relevantes na construção do caso. Enquanto na proposta de Herreid todas as características são apresentadas no mesmo patamar assumindo, portanto, mesma relevância para a escrita de um bom caso e dificultando a escrita com tantos elementos, Francisco (2022) facilita o processo ao elencar quais devem ser priorizadas (as primárias).

A forma como a história é apresentada e o seu conteúdo podem suscitar a empatia, ao serem exploradas as características físicas e emocionais de personagens e cenários. O conflito pode ser provocado ao trabalhar um tema controverso atual, que permeia aspectos emocionais e racionais que podem ser abordados nos diálogos dos personagens. Por fim, espera-se que ao final os estudantes tomem uma decisão que pode envolver a minimização do problema apresentado ou o posicionamento frente ao tema. Para que isso seja possível, ao longo de todo processo de resolução conhecimentos são mobilizados pelos estudantes, que vão ser aplicados ao problema em questão e que poderão ser aplicados em contextos mais gerais (Francisco, 2022). Ao favorecer a mobilização de conhecimentos ao longo de todo o processo de resolução de um problema, o caso se torna bem-sucedido em sua função pedagógica, destacada por Herreid (1998).

Para finalizar, é importante destacar que a elaboração da situação-problema é de responsabilidade do professor. Além disso, estes problemas devem sempre ser revisados e atualizados de acordo com o contexto do grupo de estudantes que estarão envolvidos na resolução (Souza e Dourado, 2015).

3.1.3.2 O papel do estudante e do professor na ABP

Diferentemente de práticas tradicionais de ensino, que favorecem uma atuação passiva dos estudantes, visando especialmente a memorização de informações, a ABP é uma abordagem centrada no aluno que tem a compreensão como um dos objetivos (Souza e Dourado, 2015). Segundo Schmidt (2001), na ABP se busca uma “compreensão aprimorada” (p.86), ou seja, que o estudante consiga explicar os eventos e fenômenos relacionados ao problema a partir do conhecimento científico da realização de um processo de investigação que apresenta semelhanças com a forma como o conhecimento científico é construído.

Durante o ciclo de aprendizagem da ABP (Figura 2) são os estudantes em grupo que, após serem apresentados ao problema, analisam e selecionam os fatos mais relevantes, geram hipóteses a partir de seus conhecimentos prévios e identificam os conhecimentos que são necessários para a compreensão e resolução do problema, mas que ainda não são de domínio dos estudantes, buscam estas informações de forma individual durante o estudo autodirigido, organizam, priorizam e socializam as informações com o grupo, até chegarem na melhor solução para o problema (Hmelo-Silver, 2004; Schmidt *et al.*, 2019).

Ribeiro (2010) listou sete atividades que devem ser realizadas pelos estudantes durante toda a resolução do problema, para que eles possam assumir a responsabilidade pela própria aprendizagem, sendo elas:

- I. Explorar o problema, levantando hipóteses, identificando e elaborando questões de aprendizagem.
- II. Tentar resolver o problema a partir dos conhecimentos prévios, observando a coerência do saber com o cenário do problema.
- III. Organizar por ordem de prioridade as questões de aprendizagem, estabelecendo metas e objetivos e alinhando os recursos disponíveis com as expectativas.
- IV. Planejar e delegar tarefas para o estudo autodirigido.
- V. Compartilhar de maneira eficaz os conhecimentos aprendidos durante o estudo autônomo, para que todos os membros do grupo possam aprender.

- VI. Aplicar o conhecimento na resolução.
- VII. Avaliar os novos conhecimentos, a solução proposta e a eficácia do processo de maneira reflexiva.

Os itens listados evidenciam o papel ativo e a autonomia que os estudantes possuem durante todo o processo. No entanto, é importante destacar que o grau de autonomia pode variar na ABP, e com isso o papel do professor no processo de mediação pode ser mais intenso ou menos intenso, a depender das experiências prévias dos estudantes com a abordagem, a faixa etária dos sujeitos, o nível de dificuldade dos conteúdos de aprendizagem e o tempo disponível para o desenvolvimento da ABP (Moallem, 2019).

Moallem (2019) ressalta a importância de se conhecer o contexto em que a ABP será desenvolvida, para que ajustes no processo e nas ações dos sujeitos possam ser realizadas. Essa flexibilidade é importante, especialmente no que diz respeito aos estudantes, pois é comum certo estranhamento com a ABP. Yeung *et al.* (2024) realizaram uma investigação com estudantes chineses na faixa etária entre 10 e 11 anos, que vivenciaram a ABP em um curto espaço de tempo e as aprendizagens dessa experiência foram comparadas as aprendizagens de uma abordagem expositiva, comum no contexto de Hong Kong. Apesar de possuímos críticas à forma como o estudo foi conduzido – com relação ao tempo e à comparação à abordagem expositiva – os pesquisadores reconhecem a força da cultura educacional da região, que é fortemente influenciada pelas avaliações, que tem como foco os conteúdos conceituais, e que geralmente são trabalhados a partir de abordagens expositivas com foco na memorização de conhecimentos. Assim, o estranhamento mencionado com a ABP pode acontecer pois a abordagem apresenta um processo de ensino e de aprendizagem diferente do que é habitualmente vivenciado pelos estudantes em seus contextos de ensino.

Em contrapartida, quando existe tempo para conhecer e vivenciar a ABP, os estudantes reconhecem o papel desempenhado pela abordagem em sua formação. Viega *et al.* (2015) realizaram um extenso trabalho de análise da ABP em quatro instituições de ensino superior brasileiras, com foco na formação médica. Em uma das instituições pesquisadas, foram coletados e analisados relatos dos discentes sobre o impacto da ABP na sua formação para o exercício da medicina. Em seus relatos, os

discentes reconhecem os ganhos para sua formação, e refletem sobre as dificuldades iniciais para se adaptarem a ABP, uma vez que durante a Educação Básica, vivenciaram uma formação mais centrada no trabalho do professor e em uma postura mais passiva como estudantes.

O fato de a ABP ser centrada no estudante não implica que o professor não estará envolvido no processo de resolução, entretanto, o docente deve guiar e orientar os estudantes (Lopes *et al.*, 2019). Hmelo-Silver *et al.* (2019) destacam a importância do professor para que a ABP se desenvolva de maneira adequada. Na literatura é possível encontrar alguns termos distintos para representar o papel do professor, como tutor, *coach*, facilitador e orientador, sendo o último a expressão que será utilizada neste trabalho.

Os conhecimentos exigidos do professor orientador na ABP podem ser divididos na dimensão do conhecimento e didático-pedagógica. A dimensão do conhecimento envolve o domínio do conteúdo e dos saberes científicos que devem estar sempre atualizados e a dimensão didático-pedagógica está relacionada aos processos psicológicos, estratégias e métodos didáticos que favorecem a aprendizagem (Souza e Dourado, 2015).

Schmidt, *et al.* (2011) defendem que o professor orientador deve ter o conhecimento do conteúdo e a capacidade de interagir com os estudantes na linguagem que eles entendem facilmente. A habilidade de se expressar com os estudantes na sua linguagem é chamada de congruência cognitiva e é construída a partir da experiência no assunto e da congruência social, que são as qualidades interpessoais que favorecem a criação de um ambiente não ameaçador. A congruência cognitiva influencia diretamente no funcionamento do grupo e, portanto, impacta no desempenho do aluno e no tempo de dedicação ao estudo autodirigido.

Assim, espera-se que o professor orientador promova um bom funcionamento dos grupos com a participação ativa de todos os estudantes, devendo intervir quando necessário. Além disso, para auxiliar que os estudantes construam o conhecimento, o professor deve estabelecer uma estrutura de aprendizagem com perguntas que os alunos devem se fazer durante a resolução do problema, incentivando que os estudantes justifiquem seus pensamentos e direcionando algumas perguntas específicas para cada indivíduo (Schmidt, *et al.*, 2011; Conrado *et al.* 2014; Hmelo-

Silver 2004). Conrado e colaboradores (2014) destacam a importância de tutor (que em nosso trabalho é denominado professor orientador) organizar o processo de resolução, que no trabalho dos autores é norteado pelos “sete passos”, para que os discentes se mantenham focados nas atividades. O papel de incentivar e encorajar a participação de todos os membros do grupo também é ressaltada pelos autores (Conrado *et al.* 2014)

Visando uma análise comparativa para melhor compreensão dos papéis esperados para os estudantes e docentes, Ribeiro (2010) analisou as diferenças entre estes papéis na ABP e em uma abordagem convencional, de natureza expositiva e tradicional. A síntese da análise realizada pelo autor é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Principais diferenças da ação do estudante e do docente em um contexto convencional e na ABP

Abordagem convencional	ABP
Docente é o especialista e/ou autoridade formal	Docente é o facilitador.
Docente transmite as informações.	Estudante se responsabiliza pela aprendizagem.
Docente organiza o conteúdo em forma de palestras.	Docente trabalha com problemas complexos e abertos e contextualizados, delegando responsabilidade ao estudante.
Estudante é receptor passivo da informação.	Docente valoriza os conhecimentos prévios dos estudantes.
Estudante busca a resposta certa.	Docente desencoraja a busca pelo “certo”, auxiliando os estudantes a explorarem alternativas.
Avaliação é somativa e só o docente avalia.	Estudantes se autoavaliam, avaliam os pares e o grupo.
Aula com comunicação unilateral.	Estudantes trabalham em grupos, adquirindo e aplicando conhecimentos.

Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2010

Dentre as diversas diferenças entre a abordagem convencional e a ABP destaca-se o deslocamento da centralidade do professor para o estudante. Enquanto na abordagem convencional o professor transmite as informações e o aluno é passivo, na ABP o estudante tem papel ativo na sua aprendizagem, assumindo responsabilidade pela construção do próprio conhecimento. Essa mudança de centralidade reflete nas demais diferenças como a necessidade de avaliações diferentes, trabalhos em grupo e valorização da busca por alternativas e caminhos de resolução.

Como destacado na segunda coluna do Quadro 1, o professor orientador deve fazer a mediação dos estudantes de forma individual, mas também deve acompanhar

o trabalho realizado pelos discentes, em grupos. Usualmente, o professor orientador acompanha vários grupos, portanto o docente pode utilizar um modelo sugerido por Hmelo-Silver (2004) de *wandering facilitation*, que em uma tradução livre pode ser compreendido como facilitação errante. Neste modelo o orientador alterna entre os grupos permanecendo por um determinado tempo com cada um deles, de forma a atender todas as suas necessidades. Para ajustar o tempo com cada grupo, o orientador pode avaliar as entregas intermediárias feitas pelos estudantes.

Durante a orientação dos grupos, os professores têm contato com as pesquisas e ideias que estão sendo trabalhadas e discutidas entre os estudantes. Cabe ao orientador decidir se é necessário guiá-los para que pesquisem informações adicionais, se é importante que eles permaneçam discutindo estas ideias ou se neste caminho eles estão lidando com um problema de aprendizagem (Hmelo-Silver, *et al.*, 2019).

O professor orientador ajuda o grupo a identificar problemas de aprendizagem para pesquisar durante o momento de estudo autodirigido e refletir sobre a eficácia de suas estratégias de colaboração e aprendizagem. A estratégia que pode ser utilizada pelo orientador para possibilitar essa identificação de lacunas do conhecimento é incentivar os estudantes a explicarem seus pensamentos e conectarem as alegações com evidências (Hmelo-Silver, *et al.*, 2019).

Hmelo-Silver e Barrows (2006) organizaram 10 estratégias que podem ser utilizadas pelos professores durante a orientação, assim como sua descrição e objetivo. Estas estratégias estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Estratégias para os professores orientadores utilizarem na ABP

Estratégia	Descrição	Objetivo
Questionamento aberto e metacognitivo	Perguntas abertas solicitando que os estudantes justifiquem os seus pensamentos ou que se envolvam em monitoramento, avaliação e reflexão.	Incentivar explicações e o reconhecer os limites de conhecimento.
Incentivo à explicação	Perguntas como “o quê?”, “por quê?”, “como?” para pressionar os estudantes a explicarem melhor o raciocínio.	Construir modelos causais e reconhecer os limites de conhecimento.
Reestruturação	Repetição da fala dos estudantes com pequenas reformulações para termos mais adequados.	Clarear e legitimar as ideias, estabelecer as ideias mais

		importantes e os caminhos para as discussões.
Síntese	Resumo da discussão do grupo por parte de um dos integrantes.	Garantir a representação e síntese do problema e envolver alunos menos participativos nas discussões.
Geração e avaliação de hipóteses	Levantamento de ideias (<i>brainstorming</i>) seguido de investigação.	Ajudar os estudantes a focarem sua investigação e a adequar as hipóteses às evidências.
Mapeamento de hipóteses e causas	Construção de um quadro com os registros das hipóteses, informações relevantes e lista de dados a serem pesquisados.	Organizar o processo de resolução de problemas.
Conferência do quadro	Checagem se o quadro reflete sua discussão.	Checar se todas as informações importantes foram registradas.
Limpeza do quadro	Avaliação do quadro, tirando as ideias que não estão mais em consideração.	Avaliar as ideias e manter o foco do grupo.
Criação dos problemas de aprendizagem	Quando o grupo não consegue explicar algo, questionar se deve ser um problema de aprendizagem.	Transformar as lacunas de conhecimento em problemas de aprendizagem.
Incentivo à criação de uma representação visual	Sugerir que o grupo desenhe fluxogramas e diagramas para organizar o trabalho.	Construir uma estrutura de conhecimento integrada.

Fonte: Adaptado de Hmelo-Silver, *et al.*, 2019 e Hmelo-Silver e Barrows, 2006

As estratégias docentes listadas no Quadro 2 foram adaptadas por Barcelos (2024) para a Educação Básica, onde a ABP foi utilizada de forma integrada ao ensino fundamentado em modelagem (EFM). No trabalho de Barcelos (2024), as estratégias docentes, denominadas de ações, foram ampliadas para vinte, uma vez que também contemplavam ações relacionadas ao desenvolvimento do EFM. A lista foi utilizada para caracterizar as ações de uma docente de Química em turmas do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Estado de Minas Gerais. A docente tinha pouco conhecimento sobre a ABP e nenhuma experiência com o EFM. Todas as vinte ações foram manifestadas pela docente, porém por conta da falta de experiências anteriores com as abordagens, tanto da docente quanto dos discentes, as ações mais frequentes estiveram mais relacionadas à organização do trabalho individual e do grupo e ao engajamento dos estudantes.

Ações docentes com foco na compreensão das ideias, de avaliação e revisão das propostas de resolução e de reflexão sobre as possíveis aprendizagens foram menos recorrentes. Mesmo considerando as limitações do trabalho realizado por Barcelos (2024), uma vez que trata de um estudo de caso único, a pesquisa destaca a importância das ações docentes, especialmente em contextos que os discentes não têm o hábito de vivenciar abordagens centradas nos estudantes.

Em síntese, ao longo das etapas da ABP são responsabilidades do professor orientador: organizar os espaços, criar e apresentar a situação-problema, colaborar com a aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais da disciplina, acompanhar o processo investigativo, potencializar o desenvolvimento de competências e habilidades. Além disso, espera-se que o professor orientador estimule os estudantes a tomarem decisões e a definirem regras durante o trabalho em grupo (Souza e Dourado, 2015). E cabe aos estudantes o envolvimento e responsabilidade em todo o processo de resolução, desde a análise e formulação de questões de pesquisa, até o levantamento de hipóteses e definição de uma solução para o problema (Ribeiro, 2010).

3.1.3.3 O trabalho em grupo

O trabalho em grupo é uma das principais características da ABP, permitindo que os estudantes resolvam problemas que seriam mais difíceis individualmente (Hmelo-Silver, 2004). Os grupos devem ter de 4 até 6 estudantes, possibilitando que todos os integrantes se envolvam de forma colaborativa nas atividades. Entretanto, a depender do contexto o tamanho do grupo pode ser alterado, assim como a frequência de encontros, que é impactada pela complexidade do problema (Souza e Dourado, 2015).

O tamanho dos grupos é uma variável que impacta o desenvolvimento da atividade. Os grupos maiores são privilegiados pelo número de informações que são apresentadas, porém, a desorganização do processo é favorecida (Fonteijn, *et al.*, 2019). Caso ocorram situações de divergências ou pouco envolvimento de algum integrante do grupo, o professor orientador deve intervir e buscar formas de integrar este estudante, buscando entender as razões para o pouco interesse ou mudando-o de grupo (Souza e Dourado, 2015). Conrado *et al.* (2014) também destacam que, em alguns casos, o trabalho em grupo pode gerar certo desconforto entre os integrantes,

especialmente quando esses não têm hábito de trabalhar em grupo. Nessas situações, é importante o desenvolvimento de habilidades para gerenciar possíveis conflitos que podem ser inerentes do trabalho colaborativo.

Durante o trabalho em grupo, o estudante tem um papel de investigador reflexivo, produtivo, autônomo, competente e participativo (Souza e Dourado, 2015). Nesta dinâmica, os estudantes decidem e dividem as questões de pesquisa entre si o que os torna especialistas em um determinado tópico (Blumberg, 2019). Além disso, o momento de discussão com o grupo promove o desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas e a construção de um conhecimento compartilhado a partir de explicações que foram construídas no coletivo. (Hmelo-Silver, 2004)

Para além do desenvolvimento de competências e habilidades, o trabalho em grupo permite o desenvolvimento de amizade entre os estudantes, uma relação mais estreita entre estudantes e professores e maior responsabilização com o estudo autogerido e com os prazos (Schmidt, *et al.*, 2011). A criação de um clima colaborativo entre os alunos promove o desenvolvimento de alguns valores, como a capacidade de escutar e observar, a solidariedade, a busca pela verdade nas relações e a habilidade de se corrigirem e respeitarem o ritmo individual de aprendizagem (Souza e Dourado, 2015).

O trabalho em grupo por si só favorece o desenvolvimento de competências, de comunicação e de socialização, porém isso depende do envolvimento dos estudantes nas atividades. Os integrantes do grupo devem estar interessados e engajados e com uma postura reflexiva durante a resolução do problema para que possam identificar as aprendizagens que são potenciais com a ABP (Souza e Dourado, 2015).

3.1.3.4 O estudo autogerido

A aprendizagem autogerida ou estudo autogerido, conhecido na literatura como *Self Directed Learning* (SDL), corresponde tanto a parte do processo que é de responsabilidade dos estudantes, especialmente quando se considera as atividades individuais que devem ser realizadas pelos estudantes na abordagem, como também resultado esperado do processo de aprendizagem vivenciado na ABP. Considerando a aprendizagem autogerida como resultado da ABP, ela é compreendida como um aumento na conscientização, iniciativa e aceitação dos alunos da responsabilidade

pela sua própria aprendizagem. Algumas das características de sujeitos autodirigidos são a motivação e o interesse, o comprometimento, autoavaliação e autogestão (Leary, *et al.*, 2019)

A aprendizagem autodirigida pode ser dividida em quatro componentes: controle da instrução pelo aluno, autogestão da aprendizagem, autonomia e independência na aprendizagem. Estes componentes podem ser relacionados aos objetivos do SDL, que são i) aumentar a capacidade de autogestão da aprendizagem, ii) promover uma aprendizagem que transforma a realidade a partir da reflexão, iii) estimular uma aprendizagem emancipadora. Na ABP, a aprendizagem autodirigida faz parte de todo o processo a partir do momento em que os alunos são chamados a assumirem o controle da própria aprendizagem. O SDL é mobilizado quando os estudantes identificam as questões-chave do problema, conduzem independentemente as pesquisas e as compartilham com os demais integrantes (Leary, *et al.*, 2019)

Para averiguar o desenvolvimento de habilidades de SDL na ABP pode-se analisar como os estudantes realizam os processos de formulação de problemas de aprendizagem, planejamento das pesquisas e realização dos estudos individuais e a integração das pesquisas na resolução de problemas. Em um estudo que buscou comparar os resultados de aprendizagem a partir de currículo estruturado pela ABP e um currículo tradicional, norteado por uma abordagem expositiva de conteúdos, observou-se que na ABP os estudantes utilizam estratégias de análise e proposição de soluções fundamentadas em suas hipóteses, integram melhor novas informações, usam recursos de aprendizagem para além dos sugeridos pelos professores, selecionam os próprios materiais de estudo (Hmelo-Silver, 2004).

Ge e Chua (2019) destacam o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e reflexivo e de aprendizagem autodirigida, em estudos anteriores que focam na investigação das contribuições da ABP para estudantes em vários contextos. Outros estudos relacionam a ênfase do estudo autodirigido na ABP à maior independência e responsabilidade pelo aprendizado dos estudantes. Uma das evidências observadas foi a maior frequência dos estudantes na biblioteca quando comparado aos alunos de currículos convencionais (Schmidt, *et al.*, 2011).

Como já destacado anteriormente, a aprendizagem autodirigida pode ser compreendida como processo e como resultado dentro da ABP. Como processo, o estudo autodirigido envolve o planejamento, execução e avaliação. Já como resultado, a aprendizagem autodirigida é uma habilidade que se desenvolve ao longo da vida e pode ser utilizada em outros contextos (Leary, *et al.*, 2019).

3.1.4 Avaliação na ABP

O processo avaliativo dentro da ABP se torna desafiador porque a atividade se desenvolve a partir do trabalho de análise e resolução de problemas, com os estudantes organizados em grupos e com ênfase na autonomia e responsabilidade do estudante diante da sua aprendizagem. A mudança nos objetivos educacionais para o desenvolvimento de habilidades para além da aprendizagem de conhecimentos conceituais, requer uma reelaboração dos processos avaliativos (Souza e Dourado, 2015).

A avaliação na ABP pode ter caráter formativo ou somativo, sendo que o objetivo da avaliação formativa é acompanhar e dar *feedback* ao longo do processo, para que os estudantes conheçam o que precisa ser melhorado e o que está sendo realizado de maneira adequada, e a somativa nos resultados das avaliações, com foco no desempenho final. É possível avaliar tanto os facilitadores (professores orientadores) quanto os estudantes, além do trabalho em grupo, o produto produzido e o desempenho individual (Albanese; Hinman, 2019).

A avaliação formativa dos facilitadores pode ser feita pelos próprios estudantes e por pares que estejam atuando junto a ele, e o objetivo é compreender quais são as possíveis melhorias no processo de mediação. O trabalho em grupo é avaliado pelos pares na perspectiva formativa e somativa, visando melhorar a comunicação, colaboração e o comportamento (Albanese; Hinman, 2019).

Os produtos da ABP são variados, dentre eles, relatórios, projetos, apresentações etc. Os relatórios, que podem ser produzidos a partir do registro das ações realizadas pelos estudantes (diários de resolução, portfólios), em grupo e individualmente, favorecem o acompanhamento processual do processo de resolução de problemas. No caso da apresentação, para evitar sua compartimentação, em que cada aluno fica responsável por uma parte do trabalho, pode-se usar a estratégia de

sortear um integrante do grupo para fazer a apresentação. (Albanese; Hinman, 2019). Os projetos, correspondem a artefatos da resolução e podem ser apresentados a partir de textos escritos, vídeos, modelos concretos das soluções. O que será apresentado como projeto, vai depender da natureza do problema proposto.

Considerando a avaliação individual, Conrado *et al.* (2014) destacam que realizar esse processo pode ser desafiador, por conta da ênfase no trabalho colaborativo que deve ser realizado pelo grupo. No entanto, a avaliação individual é fundamental e deve ser empregada a partir de estratégias variadas. A avaliação formativa individual dos estudantes deve evidenciar o progresso já alcançado e quais são os pontos que ainda precisam ser desenvolvidos. Para que os estudantes estejam mais receptivos ao *feedback*, é importante trabalhar em sala a relevância e o impacto destes momentos para o desenvolvimento da autorregulação e ponderar em conjunto possíveis ações para melhoria. Albanese e Hinmam (2019) propuseram cinco formas de fornecer *feedback* individual aos estudantes, sendo elas:

- I. Avaliação por pares: os próprios estudantes avaliam os demais colegas do grupo. Para garantir a qualidade deste processo, é importante que o facilitador (professor orientador) já tenha feito um alinhamento sobre formas de dar *feedback* para evitar ruído de comunicação.
- II. Avaliação por facilitadores: os facilitadores devem avaliar as habilidades de comunicação, trabalho em equipe, participação e autoavaliação.
- III. Portfólio: os estudantes registram o desenvolvimento da atividade em um portfólio que é acompanhado pelo facilitador.
- IV. Testes: aplicação de testes com *feedback* imediato podem possibilitar a identificação de dificuldade.
- V. Autoavaliação: neste processo, os estudantes são convidados a refletirem sobre seus pontos fortes e fracos, e quais são as possíveis ações para mitigar dificuldades.

A avaliação somativa segue os moldes convencionais com atribuição de nota para o desempenho dos estudantes. Para alinhar este método avaliativo com a dinâmica de grupo da ABP, uma estratégia é solicitar que cada aluno escreva sua contribuição no trabalho e todos os demais assinam em sinal de concordância. A

avaliação somativa também pode ser feita comparando o desenvolvimento dos estudantes com os objetivos educacionais ou pela medida de performance. Na análise da performance, pode ser utilizada a avaliação por pares e pelos facilitadores e os exames de múltipla escolha e/ou dissertativos que são comuns no ensino convencional (Albanese e Hinman, 2019). As propostas de Albanese e Hinman (2019), especialmente sobre o uso de estratégias avaliativas convencionais, que focam em conteúdos conceituais, é criticada por Conrado *et al.* (2014) ao destacarem que outras aprendizagens podem passar despercebidas. Nesse sentido, os autores reforçam a importância de se adotar formas diversificadas de avaliação, como as mencionadas em parágrafos anteriores.

Sendo assim, a natureza da ABP corrobora com o uso de avaliações periódicas durante o processo de resolução. O docente pode escolher a ferramenta de avaliação que melhor se enquadra nos objetivos e contextos educacionais, sendo os mais comuns os testes, a elaboração de artigos e relatório, a apresentação de seminários e pequenos vídeos (Souza e Dourado, 2015).

A estrutura e características específicas da ABP, apresentadas nas seções anteriores visam fomentar a aprendizagem de conhecimentos, habilidades de ordem superior (*higher-order thinking skills*) e de resolução de problemas. Vivências na abordagem também buscam favorecer a metacognição e autorregulação. Moallem (2019) também destaca que essas aprendizagens são oportunizadas a partir de contextos diversificados, apresentados a partir dos problemas apresentados no início do processo. Assim, conhecimentos e habilidades são apreendidos e aplicados nesses contextos.

Enquanto a ABP apresenta de forma bem explícita como o processo de ensino e de aprendizagem deve ser conduzido, o que se aprende vai depender do contexto de ensino e dos objetivos de aprendizagem. Almeida e De Chiaro (2023), com o objetivo de favorecer a construção reflexiva e crítica de conceitos de Física na Educação Básica, investigaram as contribuições que associação entre a ABP e a argumentação poderia trazer para o processo de ensino e de aprendizagem. Norteados pela necessidade de favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades em estudantes de Ensino Médio, os autores propuseram a associação da ABP e da argumentação, que mostrou indícios positivos para manifestação de ações

argumentativas. No entanto, os autores destacam a importância das ações do professor durante o processo e a necessidade de conhecimentos sobre como fomentar o processo argumentativo em sala de aula.

Conrado *et al.* (2014) também sugerem o uso da ABP como abordagem de ensino que pode trazer contribuições para “...a formação de cidadãos capazes de ler criticamente o seu contexto socioambiental, interpretar as relações, os conflitos e os problemas nele situados, e tomar decisões voltadas para uma ação socialmente responsável.” (p. 79). Esses objetivos formativos vêm de uma concepção “...de uma educação ambiental crítica e sociopoliticamente referenciada” (p.78), que tem como foco a compreensão de problemas de forma integrada, complexa e multidimensional, incluindo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Ainda no contexto socioambiental, especificamente relacionado aos problemas dessa natureza, que são de complexos e multidimensionais, Conrado *et al.* (2018) indicam e fazem uso da ABP, em todas as suas etapas ou parcialmente, para orientar o processo de ensino e de aprendizagem de questões sociocientíficas (QSC) no ensino de Biologia, da mesma forma que fizemos nesta dissertação, só que no contexto do ensino de Química, no Ensino Superior. A próxima seção apresenta de forma mais detalhada as QSC.

3.2 Questões sociocientíficas

3.2.1 Breve abordagem histórica e epistemológica

Em 1985, visando organizar e unificar alguns estudos que se apresentavam com diferentes denominações, Ziman denominou como CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) um movimento que surgiu por volta de 1960 com questionamentos sobre o uso da ciência e da tecnologia pela sociedade. Com o avanço dos estudos na área, alguns pesquisadores optaram por utilizar a sigla CTSA, para dar foco à dimensão ambiental (Genovese, *et al.*, 2019)

Os princípios do movimento CTS foram incluídos em outras abordagens, com ênfases em diferentes aspectos, como a relação dos avanços científicos com a sociedade e o desenvolvimento histórico da ciência. Dentre estas abordagens, Ziman destacou a “problemática” como sendo aquela que mais contribuiria para a

reestruturação do ensino de ciências, por trabalhar com questões polêmicas e controversas. A partir deste ponto, estas questões controversas que relacionam ciência, tecnologia e sociedade são chamadas de questões sociocientíficas (QSC) (Genovese, *et al.*, 2019). Conrado *et al.* (2018) também mencionam a dimensão controversa e complexa das QSC e o seu potencial para a educação científica,

...por permitir uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas. Todavia, além dos conhecimentos científicos, particularmente, conhecimentos de história e de filosofia (sobretudo de ética) são relevantes e geralmente mobilizados na abordagem desses problemas. Além dos conhecimentos científicos, o uso das QSC, no ensino, contribui para mobilizar valores, habilidades e atitudes. Aspectos culturais, econômicos e políticos são também comuns na discussão de QSC, sendo particularmente interessantes para contextualizar a ciência e a tecnologia, ensinadas em tal perspectiva. (p.15)

As QSC são problemas abertos e complexos, geralmente interdisciplinares, que possibilitam diferentes posicionamentos. Alguns exemplos são as terapias com células troco embrionárias, a nutrição vegana e vegetariana, a clonagem, os alimentos transgênicos e o direito à vida de embriões humanos que não foram utilizados em fertilização *in vitro* (Genovese, *et al.*, 2019). Problemas socioambientais e de saúde pública também constituem exemplos de QSC (Conrado *et al.*, 2019)

As QSC se relacionam diretamente com o papel social e político da ciência. A ciência é uma prática social primeiramente por estar inserida dentro de um ambiente social, político e econômico. Em segundo lugar, as decisões que são tomadas na ciência são realizadas por uma comunidade de praticantes, que são influenciados por forças sociais internas e externas. As forças sociais internas estão relacionadas as normas, valores e tradições da prática científica, como a ordem, cuidado, precisão, replicabilidade, clareza, coerência, autocrítica e prudência. Já os fatores externos são as necessidades, interesses, crenças e valores dos cientistas e dos financiadores, muito além da “busca pela verdade” (Hodson, 2018).

Segundo Dália Conrado e Nei Nunes-Neto (2018), o uso das QSC no ensino precisa estar alinhado a uma metodologia de ensino que possibilite que os estudantes aprendam sobre os conteúdos de forma contextualizada e que desenvolvam o pensamento crítico. Nessas abordagens, as relações professor-estudante não se restringem a imagem de um docente transmissor de conteúdo e de um aluno passivo

e receptor, mas um estudante que atua ativamente no processo de construção do conhecimento e um professor facilitador, que fornece apoio emocional e teórico.

O papel ativo dos estudantes e o trabalho de mediação realizado pelo docente deve favorecer a discussão, a apresentação das múltiplas dimensões da QSC e o posicionamento crítico. Conrado e Nunes-Neto (2018) apresentam algumas características comuns de uma proposta de ensino fundamentada em QSC:

- i) estimular discussões interdisciplinares sobre um tema que é veiculado nas mídias e que possibilita a promoção da argumentação;
- ii) explicitar questões éticas e ambientais;
- iii) mobilizar conhecimentos científicos de fronteira;
- iv) envolver discussões sobre valores morais, interesses e opiniões;
- v) possibilitar a tomada de decisão.

Hodson (2018) argumenta que o uso das QSC pode ser justificado por favorecer o engajamento e interesse dos estudantes, a personalização e melhoria do aprendizado de conteúdos científicos, a contextualização da natureza da ciência e o envolvimento do estudante em situações baseadas em problemas reais. O mesmo autor defende que o objetivo do ensino de ciências é o letramento científico cívico, ou seja, os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que podem ser transpostos para situações cotidianas que envolvem as dimensões CTS.

Dália Conrado e Nei Nunes-Neto (2018), alinhados com os argumentos de Hodson (2018), defendem que o uso de QSC no ensino possibilita o desenvolvimento de algumas habilidades e competências, dentre elas:

- i) refletir criticamente sobre a relação entre a ciência, tecnologia e sociedade;
- ii) buscar, selecionar; analisar, discutir e avaliar informações sobre o tema, trabalhando habilidades argumentativas;
- iii) avaliar, julgar e se posicionar;
- iv) se posicionar de forma responsável no desenvolvimento científico e tecnológico;

- v) realizar ações sociopolíticas que podem impactar nas suas próprias identidades.

Em uma revisão sistemática da literatura, Dionor *et al.* (2020) caracterizou as propostas de ensino baseadas em QSC para a educação básica. Para isto, os autores fizeram um levantamento de dados nas atas do Seminário Ibero-Americano de CTS (2000-2016); atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC (1997 até 2015); plataforma SCIELO; plataforma ERIC e; plataforma Scopus. Nos sites de indexação não foram aplicadas restrições de data, mas foram considerados apenas artigos completos em português, inglês e espanhol, com livre acesso e que estivessem relacionados ao contexto do ensino das disciplinas das ciências naturais. Com estas restrições, os autores analisaram 34 artigos.

Como resultado desta revisão, Dionor *et al.* (2020) apontam algumas vantagens e dificuldades do uso da QSC no contexto de ensino. Como pontos positivos, os autores identificam a aprendizagem contextualizada, possibilitando compreender as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a formação de um cidadão crítico e engajado sociopoliticamente, a mobilização de outros saberes que não são científicos, o combate à visão distorcida da ciência, à mobilização das dimensões do conteúdo e o desenvolvimento da capacidade argumentativa nos momentos de interação dialógica.

Entretanto, Dionor *et al.* (2020) identificam ainda algumas dificuldades com a implementação da QSC. A primeira delas e a mais frequente nos artigos analisados é a resistência na aplicação, tanto por parte dos professores quanto dos gestores da instituição. Esta resistência pode ser justificada no tempo necessário para o desenvolvimento de uma atividade com QSC ser maior, o que demanda um ajuste no cronograma de conteúdo da instituição de ensino. As outras desvantagens apresentadas são as dificuldades dos alunos; falta de materiais educativos e dificuldade para elaborá-los; déficit na formação de professores.

Considerando as potencialidades das QSC, é preciso compreender quais as melhores estratégias para elaborar uma questão, tópico que será apresentado a seguir.

3.2.2 Elaboração de uma questão sociocientífica

Para elaborar uma QSC deve-se levar em consideração sua base científica e seu impacto na sociedade. A aproximação com aspectos sociais torna necessário o uso de conhecimentos científicos, filosóficos e históricos, mobiliza diferentes habilidades, valores e atitudes e, pode propiciar um maior engajamento e interesse por parte dos estudantes (Genovese, *et al.*, 2019 e Conrado e Nunes-Neto, 2018). Hodson (2018) apresenta alguns questionamentos para a escolha de uma QSC apropriada.

Quais devem ser os critérios de seleção? Deveria ser o interesse do estudante, ou a importância percebida pela sociedade contemporânea, ou a ciência e a tecnologia de ponta, ou a controvérsia viva e pública? Ou deveria ser dada prioridade à disponibilidade imediata de recursos curriculares ou, inversamente, à falta de materiais disponíveis (uma vez que isso exigiria que os estudantes pesquisassem, em busca de mais conhecimento e informação, em si mesmo, um importante objetivo de aprendizagem)? Uma vez que todos estes critérios têm legítimas razões de ser, o ideal pode ser uma combinação equilibrada e consciente de questões significativas, locais, regionais/nacionais e globais, juntamente com uma variedade de QSC escolhidas pelos estudantes de acordo com os seus interesses pessoais. (Hodson, 2018, p. 28)

A partir das reflexões e orientações propostas por Hodson (2018) para escolha do tema uma sugestão para abordar o uso das QSC é com casos construídos como histórias curtas, que evidenciem os diferentes pontos de vista sobre o tema, com diálogos e personagens que se aproximam da realidade dos estudantes, contribuindo para o engajamento. Para complementar os casos e alinhar as ações dos estudantes com o objetivo de aprendizagem, sugere-se o uso de questões norteadoras (Conrado e Nunes-Neto, 2018).

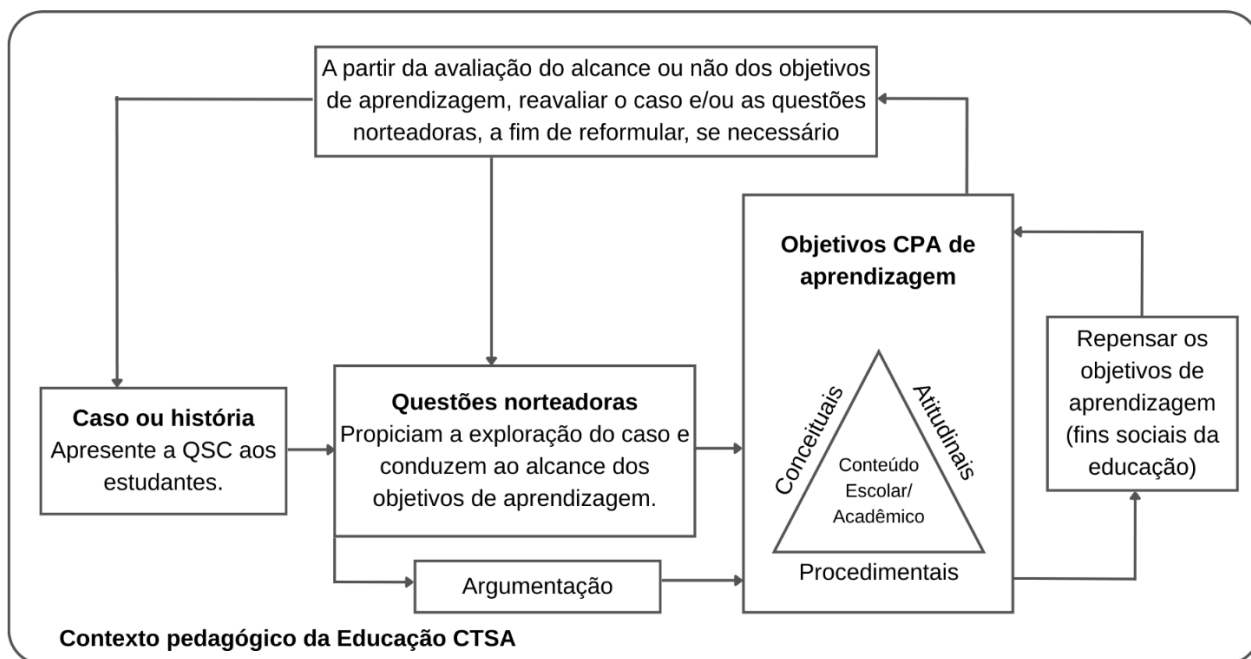
Estas questões estão relacionadas ao caso e devem ser respondidas pelos estudantes, visando direcionar e evidenciar os objetivos daquela atividade. Por exemplo, em uma QSC sobre o uso de agrotóxicos, algumas questões norteadoras possíveis são “Qual é o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: veneno ou remédio? Por quê?”; “Você considera o uso indiscriminado de produtos que fazem mal ao ser humano, na produção de alimentos, um problema moral e ético?” e “Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?” (Conrado e Nunes-Neto, 2018 e Andrade, *et al.*, 2018).

A partir do objetivo de aprendizagem, o uso das questões norteadoras possibilita evidenciar as múltiplas perspectivas do tema, desenvolver argumentos, compreender os aspectos teóricos e conceitos científicos acerca do tema e se posicionar sobre as questões sociais e ambientais. Sendo assim, para além da elaboração dos casos e das questões, os objetivos de aprendizagem também devem ser explicitados e podem ser definidos a partir de uma percepção tridimensional dos conteúdos (Conrado e Nunes-Neto, 2018).

A promoção das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA) dos conteúdos estão alinhadas com as perspectivas de uma educação CTS baseada em QSC. Entretanto, cabe destacar que essa diferenciação dos conteúdos é uma construção metodológica intelectual para facilitar a compreensão de um fenômeno complexo e integral (Conrado e Nunes-Neto, 2018 e Zabala, 1998).

A relação entre os casos, as questões norteadoras e os objetivos de aprendizagem foi estruturada por Conrado e Nunes (2018) na Figura 7. Os casos ou histórias são apresentados no início da figura, por serem a forma de apresentação da QSC aos estudantes. Estes casos são analisados a partir das questões norteadoras, que orientam a condução da atividade, de modo que sejam alcançados os objetivos de aprendizagem que foram estabelecidos pelo professor. No processo de análise do caso a partir das questões norteadoras, os estudantes podem mobilizar a argumentação e alcançar os objetivos de aprendizagem. Tendo concluído a atividade, o professor deve avaliar e repensar os objetivos, as questões e o caso e, se necessário, ajustar e reformular.

Figura 7: Estrutura dos três elementos do uso de uma QSC em sala de aula



Fonte: Conrado e Nunes-Neto, 2018

Na seção referencial teórico e metodológico deste trabalho abordaremos de maneira aprofundada as dimensões CPA dos conteúdos.

4 REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO

Esta seção está dividida em duas subseções. A primeira dedicada explicitar o referencial teórico metodológico de Dimensões do Conteúdo, que será utilizado para análise dos dados, a segunda apresenta a metodologia da pesquisa. Na segunda seção apresentaremos o contexto e os sujeitos de pesquisa, os instrumentos de coleta e de análise de dados.

4.1 As dimensões do conteúdo: referencial de análise dos dados

Qual o papel da escola? O que esperamos dos nossos alunos? Quais nossas intenções educacionais? Estas são as primeiras perguntas que os professores devem se fazer antes de iniciar a prática docente. Uma das maneiras de determinar os objetivos educacionais é mensurá-los em função das capacidades a serem desenvolvidas pelos alunos. Mas quais são as capacidades que a escola é responsável por desenvolver? Apenas as cognitivas ou uma formação integral? As respostas para estas perguntas são complexas, sendo preciso refletir sobre a formação do cidadão e sobre a formação em que estão inseridos (Zabala, 1998).

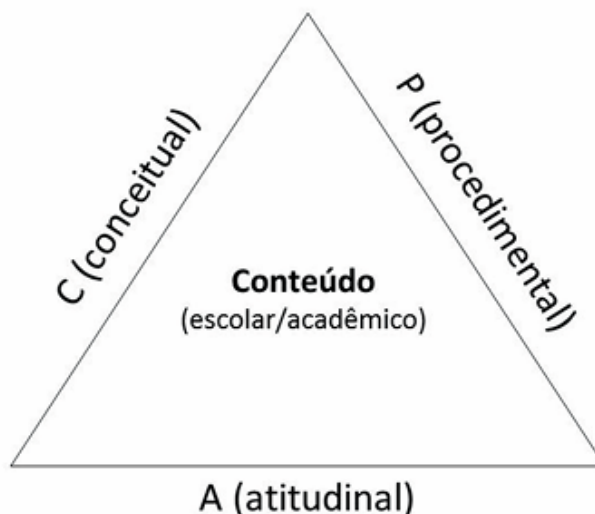
Ao consideramos a perspectiva de uma formação mais ampla, que envolve “...o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes essenciais voltados para uma formação mais integral dos sujeitos enquanto indivíduos efetivamente engajados em participação social.” (Conrado e Nunes-Neto, 2018, p. 90), é necessário mudar a ênfase na abordagem conceitual dos conteúdos e passar para uma prática educativa que possa fomentar o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes.

No entanto, a ampliação dos objetivos de aprendizagem e de sua natureza demandam novas maneiras para acompanhar e avaliar a dinâmica de sala de aula. Nesse sentido, Zabala (1998) propõe que os objetivos educacionais devem ser mais específicos e precisam envolver todos os conteúdos trabalhados em sala de aula. Vale destacar que o termo “conteúdos” é usualmente utilizado para se referir às matérias estudadas na escola (conceitos, fórmulas, teoremas), mas neste referencial os “conteúdos” se referem a tudo que se precisa aprender para alcançar o objetivo

educacional estabelecido, envolvendo aspectos emocionais, capacidades motoras, e relações interpessoais.

Sendo assim, os objetivos educacionais podem ser divididos nas dimensões dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA), como apresentado na Figura 8. O objetivo conceitual se propõe a responder “o que se deve saber?”, já o procedimental “o que se deve saber fazer?”, e o atitudinal “e como se deve ser?”. Para identificar quais dimensões melhor se adequam a um determinado objetivo de ensino, pode-se analisar se para alcançá-lo é preciso saber, saber fazer ou ser (Conrado e Nunes-Neto, 2018; Zabala, 1998).

Figura 8: Representação das dimensões CPA do conteúdo



Fonte: Conrado e Nunes-Neto, 2018

É possível fazer uma análise diferenciada para cada um destes conteúdos, entretanto é importante destacar que essa compartimentação é uma construção intelectual para facilitar a compreensão. No sentido prático, todos estes elementos são mobilizados de forma integrada e a distinção entre eles é sutil (Zabala, 1998).

Os conteúdos conceituais podem ser divididos em fatos, conceitos e princípios. Os fatos são acontecimentos, dados, situações concretas, possuem um caráter descritivo. Alguns exemplos são a data de conquista de um território, a idade de uma pessoa, os nomes, os axiomas. Os fatos não exigem compreensão, apenas memorização e reprodução. A aprendizagem de fatos é favorecida com atividades que envolvam repetição e memorização (Conrado e Nunes-Neto, 2018; Zabala, 1998).

Os princípios são compreendidos como elementos teóricos que permitem a formulação de explicações, previsões e descrições de fatos. No campo da ciência, pode-se compreender os princípios como as leis e teorias que explicam certos fenômenos, sendo composta por conceitos de fatos (Conrado e Nunes-Neto, 2018). Por exemplo, o empuxo é um conceito e a Lei de Arquimedes é um princípio. Do ponto de vista pedagógico, tanto os conceitos quanto os princípios podem ser trabalhados juntos, já que envolvem compreensão. Segundo Zabala (1998), para estes dois tipos de conteúdo conceituais, a aprendizagem é favorecida com atividades experimentais que consigam relacionar o novo saber com conhecimentos prévios.

Os conteúdos procedimentais podem ser divididos em procedimentos, métodos e técnicas. Os procedimentos são as ações ordenadas para a realização de um objetivo, como a elaboração de argumentos, construção de um gráfico, confecção de maquete. As técnicas são as etapas e atividades necessárias para realizar o procedimento, como a seleção de materiais, realização de medidas, classificação de elementos considerando algum determinado critério. Já os métodos são ações mais amplas que envolvem os procedimentos, como a comparação, explicação, descrição (Conrado e Nunes-Neto, 2018)

Para incluir os conteúdos procedimentais dentro do currículo de ciências, é importante que eles sejam mais específicos para que possam ser incluídos nos objetivos de ensino. Desta forma, Pozo e Crespo (2009) propuseram a divisão dos conteúdos procedimentais fundamentada na funcionalidade para as atividades, e para cada uma destas divisões existem algumas ações a serem realizadas pelos estudantes e que podem ser observadas pelos professores. A classificação proposta pelos autores está apresentada no Quadro 3.

Quadro 3: Classificação dos conteúdos procedimentais

1. Aquisição da informação	a) Observação b) Seleção de informação c) Busca e captação da informação d) Revisão e memorização da informação
2. Interpretação da informação	a) Decodificação ou tradução da informação b) Uso de modelos para interpretar situações
3. Análise da informação e realização de inferências	a) Análise e comparação da informação b) Estratégias de raciocínio c) Atividades de investigação ou solução de problemas
4. Compreensão e organização conceitual da informação	a) Compreensão do discurso (escrito/oral) b) Estabelecimento de relações conceituais c) Organização conceitual

5. Comunicação da informação	a) Expressão oral b) Expressão escrita c) Outros tipos de expressão
------------------------------	---

Fonte: Pozo e Crespo, 2009

Resumidamente, os métodos são formados por procedimentos, que são formados por técnicas. A aprendizagem desse tipo de conteúdo é favorecida com o trabalho do estudante, ou seja, o aluno precisa praticar estas ações de forma recorrente, em diferentes contextos, refletindo sobre a melhor maneira de realizá-las (Zabala, 1998).

Os conteúdos atitudinais podem ser divididos entre valores, atitudes e normas. Os valores são os princípios éticos que possibilitem um posicionamento sobre determinadas condutas fundamentado na ética, solidariedade, liberdade, respeito. As atitudes são as tendências para atuar de certa maneira, de acordo com os seus valores, como cooperar com o grupo, ajudar o próximo, respeitar o meio ambiente. Já as normas são as regras que devem ser seguidas por um determinado grupo social em um movimento coletivo, que determinam o que pode ou não ser feito independentemente de valor ou atitude (Zabala, 1998).

Como um exemplo para facilitar a compreensão e a diferenciação dos conteúdos atitudinais, pode-se pensar que o valor de respeito à saúde leva a determinação da norma de não fumar em locais públicos. Entretanto, nem sempre esta norma é seguida como uma atitude da população. Um segundo exemplo, é o valor de respeito à vida ter sido determinante para estimular a norma de limite de velocidade nas vias, porém, esta não é a atitude assumida por todos os motoristas (Pozo e Crespo, 2009).

Considera-se que uma norma foi aprendida quando é cumprida mesmo que por uma simples aceitação ou por uma concordância. As atitudes são aprendidas quando o sujeito pensa, sente e atua de maneira constante. Os valores são aprendidos quando são interiorizados e são elaborados critérios para um determinado posicionamento. A aprendizagem dos conteúdos atitudinais envolve reflexão, análise e avaliação dos fatores positivos e negativos, tomada de decisão, envolvimento afetivo e autorreflexão (Zabala, 1998).

Conrado e Nunes-Neto (2018) pontuam que a aprendizagem dos conteúdos atitudinais é mais complexa, pois vai além de conhecer, analisar e pensar sobre

valores e normas, demanda posicionamento e possível revisão da conduta dos estudantes. Sobre essa complexidade, os autores também destacam três características da aprendizagem dessa dimensão:

- envolve maior afetividade e interesse;
- compreende as relações que se constituem no ambiente escolar e;
- impacta o entendimento e a reflexão das dimensões conceituais e procedimentais de determinado conteúdo.

Os conteúdos atitudinais são os mais transversais tanto entre disciplinas como dentro de uma única disciplina, o que impossibilita o seu sequenciamento e fragmentação, como é possível nos conteúdos conceituais e procedimentais. Esta natureza transversal demanda que os conteúdos atitudinais sejam incluídos de maneira contínua no currículo de forma explícita, para facilitar o acompanhamento por parte do professor. Por exemplo, alguns conteúdos atitudinais que podem compor os currículos dos mais diferentes contextos de ensino são a promoção da tolerância, cooperação, interesse pela ciência, curiosidade, rigor e precisão etc. (Pozo e Crespo, 2009).

Pozo e Crespo (2009) defendem que os conteúdos atitudinais no ensino de ciências não podem ficar limitados à repetição de procedimentos preestabelecidos, mas devem fomentar a curiosidade, a indagação e a autonomia. Nessa perspectiva, os autores dividem três grupos de atitudes que devem ser desenvolvidas nos estudantes no ensino de ciências: com respeito à ciência, com respeito à aprendizagem da ciência, com respeito às implicações sociais da ciência.

O conjunto de atitudes com respeito à ciência são as mais próximas ao que se compreende como atitude científica nos currículos mais tradicionais. Ou seja, estariam incluídas nessa atitude o rigor científico, a reflexão, a criticidade, o entendimento das limitações da ciência. O conjunto de atitudes com respeito à aprendizagem da ciência estão relacionadas com as anteriores, mas de forma mais aprofundada, visando que o estudante busque compreender o sentido e busque aprofundar seu conhecimento de ciência, que construa significados e não sua pura reprodução, baseada na memorização. Compõe também esse grupo de atitudes a valorização da ciência. As atitudes com respeito às implicações da ciência estão fortemente vinculadas ao

movimento CTS, e demandam que o estudante adote um posicionamento sobre o uso da ciência e suas consequências sociais (Pozo e Crespo, 2009).

Com o objetivo de sintetizar e exemplificar como as dimensões do conteúdo dialogam com áreas e assuntos do currículo, apresentamos no Quadro 4, um exemplo que explicita as diferentes dimensões do conteúdo para uma QSC, sobre a temática de Mineração.

Quadro 4: Exemplo das dimensões dos conteúdos para uma QSC sobre mineração

Área	Assunto	Dimensão conceitual	Dimensão procedimental	Dimensão atitudinal
Mineração	Economia	Impacto da mineração no PIB	Levantamento da precificação e dos dados de investimento.	Discussão sobre o valor e o preço da mineração.

Fonte: Adaptado de Conrado e Nunes-Neto, 2018

O Quadro 4 é uma adaptação do que foi apresentado por Conrado e Nunes-Neto (2018). Ele apresenta como as três dimensões do conteúdo se relacionam com a área da mineração, especialmente no que se refere a dimensão econômica da atividade mineradora. No entanto, é importante destacar que é um quadro que explicita as dimensões do conteúdo em uma perspectiva teórica, ou seja, de dimensões que podem ser exploradas durante a abordagem da QSC em sala de aula.

No caso deste trabalho, as dimensões de conteúdo abordadas por Zabala (1998), Pozo e Crespo (2009) e Conrado e Nunes-Neto (2018) foram utilizadas para identificar as dimensões do conteúdo manifestadas por um grupo de discentes durante uma disciplina de natureza optativa, oferecida para estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química de uma Universidade Federal do Estado de Minas Gerais. Buscamos assim, com esse referencial teórico responder a seguinte questão de pesquisa: Como uma questão sociocientífica, abordada a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para manifestação de conteúdos, em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, durante o desenvolvimento de uma disciplina optativa ofertada para estudantes de graduação em química?

Para facilitar o processo de análise dos dados, o Quadro 5 foi elaborado com as dimensões CPA. Como existem algumas contribuições específicas nas caracterizações de cada uma das dimensões por Zabala (1998), Pozo e Crespo

(2009) e Conrado e Nunes-Neto (2018), o quadro apresenta uma síntese das dimensões propostas pelas três referências citadas.

Quadro 5: Síntese das dimensões CPA

Dimensão CPA	
Conceitual	Fatos, conceitos e princípios: Fatos são acontecimentos, dados, situações concretas, possuem um caráter descritivo; Princípios são elementos teóricos que permitem a formulação de explicações, previsões e descrições de fatos; Conceitos são termos que apresentam significados precisos (Pozo e Crespo, 2009; Conrado e Nunes-Neto, 2018).
Procedimental	<p>Procedimentos, métodos e técnicas: Procedimentos são ações ordenadas para a realização de um objetivo (exemplos: a elaboração de argumentos, construção de um gráfico, confecção de maquete); Técnicas são etapas e atividades necessárias para realizar o procedimento (exemplos: seleção de materiais, realização de medidas, classificação de elementos considerando algum determinado critério); Métodos são ações mais amplas que envolvem os procedimentos (exemplo: comparação, explicação, descrição. (Conrado e Nunes-Neto, 2018). A partir do trabalho de Pozo e Crespo (2009) e de Conrado e Nunes-Neto (2018), a seguir apresentamos algumas ações relacionadas à dimensão procedimental dos conteúdos e que são relevantes para a formação geral e específica de profissionais da Química:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Busca e seleção de informações em diversas fontes e, especialmente a seleção de informações em bases de dados acadêmicas. • Interpretação, análise e inferência das informações para elaboração de uma tradução das informações, a partir da linguagem e modelos explicativos prévios dos sujeitos. Elaboração de textos claros e argumentativos e que façam uso adequado das regras da escrita científica (textos com citações e referências). • Análise e construção de argumentos. • Comunicação oral, escrita e a partir de outras linguagens. • Prática de procedimentos laboratoriais de campo ou técnico.
Atitudinal	<p>Valores, atitudes e normas: Valores são os princípios éticos que possibilitem um posicionamento sobre determinadas condutas fundamentado na ética, solidariedade, liberdade, respeito; Atitudes são as tendências para atuar de certa maneira, de acordo com os seus valores; Normas são as regras que devem ser seguidas por um determinado grupo social em um movimento coletivo, que determinam o que pode ou não ser feito independentemente de valor ou atitude (Zabala, 1998). Conrado e Nunes-Neto (2018) apresentam uma síntese de objetivos de aprendizagem da dimensão atitudinal do conteúdo:</p> <p>“mobilizar e aplicar de forma crítica valores, atitudes e normas, em suas dimensões ético-políticas explícitas, relacionados à consideração moral de humanos e não-humanos, aos critérios para atribuição de valor moral às ações humanas, de acordo com teorias éticas; ser capaz de considerar criticamente e profundamente os diversos valores e interesses sustentados pelos seres humanos nas suas relações com</p>

	<p>outros seres humanos e com a natureza não-humana, além de repensar e, se necessário, modificar seus próprios valores e ações.” (p. 106)</p> <p>Pozo e Crespo (2009) destacam a importância da promoção de valores e atitudes relacionados a Ciência, sua natureza e seu impacto social. Além disso, também relacionam a dimensão atitudinal às relações interpessoais em sala de aula. Os autores sintetizam a dimensão atitudinal a partir da apresentação de três conjuntos de atitudes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atitudes com respeito à ciência: interesse para aprender Ciência, rigor científico, a reflexão, a criticidade; postura crítica sobre os impactos gerados pelo desenvolvimento do conhecimento científico. • Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência: busca por uma compreensão mais profunda da Ciência, que construa significados; atitude cooperativa e solidária junto aos colegas de classe. • Atitudes com respeito às implicações da ciência: Postura crítica sobre os impactos tecnológicos, sociais e ambientais da ciência; Desenvolvimento de hábitos de consumo e conduta.
--	---

Fonte: a autora, 2025

4.2 Metodologia da Pesquisa

Para responder à questão de pesquisa proposta, a pesquisa qualitativa foi adotada como abordagem metodológica do trabalho. Yin (2016) destaca a importância e o amplo uso da pesquisa qualitativa em diferentes áreas de conhecimento, o que torna o trabalho de encontrar uma definição para esse tipo de pesquisa, um árduo trabalho. Então, ao invés de apresentar uma definição, Yin (2016) apresenta cinco características da pesquisa qualitativa:

1. Focam no estudo dos contextos reais de pessoas com o objetivo de compreender o significado dos fenômenos sociais. As interações sociais durante a pesquisa devem acontecer com a interferência mínima dos procedimentos de pesquisa.
2. Explicitam as perspectivas e opiniões das pessoas que estão participando da pesquisa.
3. Envolve os contextos em que as pessoas estão inseridas e reconhece a sua influência durante a análise e discussão dos fenômenos analisado.
4. Traz contribuições para a compreensão do comportamento social humano. “...a pesquisa qualitativa não é apenas um diário ou uma narrativa cronológica da vida cotidiana. Tal função seria uma versão meio mundana dos acontecimentos da vida real. Ao contrário, a pesquisa qualitativa é guiada

por um desejo de explicar esses acontecimentos, por meio de conceitos existentes ou emergentes.” (Yin, 2016, p. 23)

5. Procura utilizar múltiplas fontes de dados por conta da complexidade do contexto e dos sujeitos que participam da pesquisa. O uso de diferentes fontes contribui dar confiabilidade e credibilidade a pesquisa.

Nesta pesquisa, o fenômeno em estudo é o processo de aprendizagem, especificamente os conteúdos manifestados por discentes durante o desenvolvimento de uma disciplina de natureza optativa, ofertada para cursos de graduação em Química. Os sujeitos que vivenciaram o processo de aprendizagem, são estudantes de graduação, que tiveram suas identidades preservadas e que foram impactados minimamente com os instrumentos utilizados para coletar os dados ao longo de todo o semestre. Os dados coletados, vieram de fontes diversificadas, como será explicitado nas seções seguintes. A partir do processo de investigação e análise, busca-se contribuir com a área de Educação em Ciências com evidências de que a ABP associada a QSC contribui de forma efetiva para a formação de sujeitos, a partir da aprendizagem de conteúdos em suas três dimensões (conceituais, atitudinais e procedimentais).

4.2.1 Contexto e sujeitos de pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida no contexto de uma disciplina optativa intitulada “Fundamentos da Resolução de Problemas Sociocientíficos”, ofertada em 2024 em uma universidade federal. A disciplina foi cursada por estudantes de graduação de cursos de Química, sendo sete do Bacharelado, cinco da Licenciatura e dois da tecnológica (Bacharelado). Esses cursos são ofertados em uma Universidade Pública Federal do Estado de Minas Gerais.

Como a disciplina construída a partir da ABP, logo no início da disciplina os alunos se agruparam por afinidade, formando quatro grupos ao total (três grupos com três integrantes cada e um grupo com cinco integrantes). É importante destacar que na primeira semana da disciplina, os estudantes foram informados sobre o objetivo da disciplina e a sua estrutura, com destaque ao trabalho que seria realizado pelos discentes, tanto em grupo como de forma individual, e o papel desempenhado pela docente da disciplina ao longo do semestre. Além de serem informados sobre a

dinâmica da disciplina, os discentes também receberam esclarecimentos sobre a pesquisa que seria realizada ao longo de todo semestre, que as aulas seriam gravadas (áudio e vídeo) e que todo esse processo seria conduzido norteado por procedimentos éticos, explicitados de forma detalhada no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi apresentado, lido e assinado pelos discentes (Apêndice A).

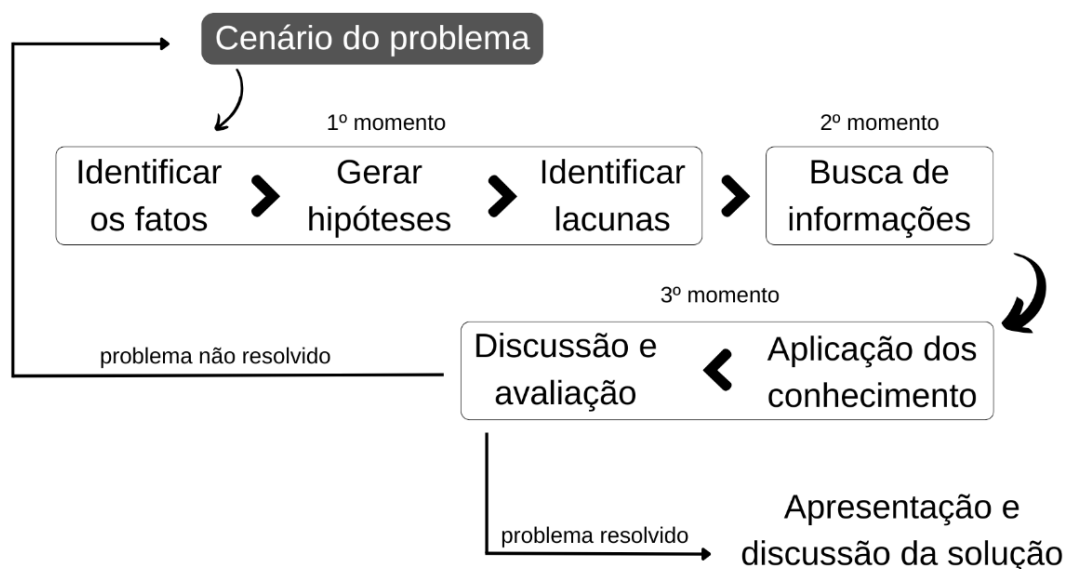
Ao longo do semestre, foram previstos 30 dias no cronograma sendo 28 aulas presenciais, por consequência de eventos pedagógicos da Universidade. As aulas foram interrompidas após o 11º encontro por conta da greve de docentes da instituição e retomadas aproximadamente 60 dias depois. Durante o período de greve os estudantes foram orientados a não desenvolverem nenhuma atividade referente à disciplina em casa. O cronograma final da disciplina está disponível no apêndice B. Como ementa, a disciplina apresenta: A resolução de problemas como competência profissional. Leitura, análise e resolução de casos sociocientíficos, que envolvem conteúdos de Química e de outras áreas do conhecimento. Fundamentos do processo de resolução de problemas.

Assim, a proposta da disciplina é a discussão de um tema sociocientífico a partir de um caso apresentado aos estudantes. A disciplina optativa já tinha sido ofertada em semestres anteriores, com casos de temas diversificados. No semestre em que a pesquisa foi realizada, decidimos focar na Mineração como tema central da disciplina por ser uma questão sociocientífica, já que é um problema aberto, complexo e que possibilita diferentes posicionamentos envolvendo aspectos políticos e sociais. Além disso, no contexto do curso de Química, é um tema relevante e frequente no Departamento de Química que abriga os cursos de graduação, uma vez que vários professores/pesquisadores desenvolvem trabalhos na área e possuem contratos de pesquisa e desenvolvimento com grandes empresas mineradoras. Além disso, a mineração é uma atividade econômica importante do Estado de Minas Gerais e uma atividade que gera grande impacto ambiental e social, especialmente nas regiões de extração dos minerais.

Na disciplina, a mineração foi apresentada a partir de um caso apresentado em três partes que contemplavam momentos específicos da vida dos personagens. A dinâmica da disciplina foi dividida em quatro etapas: apresentação do caso pela professora; discussão e busca da solução nos grupos e partir do trabalho individual

dos discentes; apresentação e discussão da solução para o restante da turma; realização da autoavaliação da etapa. Esta organização em etapas contempla o ciclo de aprendizagem da ABP apresentado na Figura 2 deste trabalho, mas que será replicado na Figura 9 para maior fluidez na leitura.

Figura 9: Ciclo de Aprendizagem da ABP



Fonte: Lopes, *et al.*, 2019 (adaptado)

Os três momentos explicitados na Figura 9 se repetiram a cada parte do caso, porém, com objetivos diferentes. É importante destacar que os três momentos apresentados na Figura 9 compreendem ações que são realizadas pelos estudantes em grupo ou individualmente. Assim, a segunda etapa da disciplina, *de discussão e busca da solução nos grupos e partir do trabalho individual dos discentes*, compreende os três momentos apresentados na Figura 9.

As três partes do caso se encontram no Apêndice C, mas o Quadro 6 apresenta uma síntese do objetivo de cada uma delas.

Quadro 6: Objetivos de cada parte do caso

Parte do caso	Objetivo
I	Compreender e discutir aspectos gerais da mineração.
II	Identificar possíveis problemas relacionados à prática mineradora que poderiam ser resolvidos dentro de um contexto de <i>Startup</i> .
III	Propor uma solução para o problema identificado na segunda parte.

Fonte: a autora, 2025

O objetivo da primeira parte do caso era possibilitar que os estudantes discutissem seus conhecimentos prévios e buscassem se aprofundar na temática da mineração, considerando suas múltiplas dimensões. Para isso, cada grupo deveria apresentar como resolução da primeira parte do caso um seminário sobre “Os impactos e problemas da Mineração no Brasil”. Era responsabilidade de cada um dos grupos decidir qual seria o foco do seminário a ser apresentado, já que foi estabelecido um limite de 20 minutos de apresentação. Embora o caso possa ser encontrado nos apêndices, optamos por apresentá-lo no Quadro 7 para possibilitar uma leitura mais fluida do trabalho.

Na segunda parte do caso, o foco eram os problemas relacionados à prática mineradora. Para isso, o desafio proposto aos estudantes foi a criação de uma *Startup*, começando pela delimitação do problema a ser resolvido. Assim como na primeira parte, foi feita uma apresentação de seminário com limite de 25 minutos de apresentação. Esta apresentação contou com a participação de uma professora convidada, que ajudou os grupos a delimitarem melhor os seus problemas e a refletirem se o problema que eles se propuseram a resolver seria considerado um problema para os possíveis investidores de uma *Startup*. O caso pode ser encontrado no Apêndice C ou no Quadro 8.

Para finalizar, tendo definido o problema a ser resolvido, a terceira parte do caso teve o objetivo de propor uma solução. Nessa parte, os grupos tiveram que produzir um vídeo *pitch* sobre a solução e apresentar um seminário com a solução para uma banca simulada de possíveis investidores. A segunda e a terceira parte do caso eram independentes do foco das primeiras pesquisas realizadas, mas observamos que a maioria dos grupos manteve a *Startup* na mesma temática da primeira parte do caso. O caso pode ser encontrado no anexo II ou no Quadro 9.

Quadro 7: Caso: Parte 1: Falta muito pouco!**PARTE 1: Falta muito pouco!**

Último ano do curso de graduação! Jaqueline, Márcio, Livia, Mônica e Jaime finalmente conseguiram chegar juntos no último ano do curso de Química. Ainda faltava o TCC, o Estágio Supervisionado, e também precisavam cursar uma disciplina optativa para completar os créditos. Depois de muito debate, decidiram que todos fariam a optativa *A Química e os desafios da Atualidade*, da Profa. Bruna.

Na primeira semana de aula, a Profa. Bruna apresentou a disciplina e os trabalhos que deveriam ser realizados pelos estudantes em grupo. Como primeiro trabalho, Bruna solicitou aos grupos a apresentação de um seminário sobre: Os impactos e problemas da Mineração no Brasil.

Mônica, revirando os olhos, olhou para seus amigos que logo responderam em conjunto: *Calma amiga, a gente vai se organizar para fazer esse seminário.*

— Veja pelo lado bom, não vai ter prova! – Falou Márcio com tom irônico e segurando a risada.

— Ok, ok, mas lembrem-se que eu não gosto de fazer as coisas de qualquer jeito, vamos fazer um seminário decente, por favor. – Disse Mônica tentando se convencer que vai dar tudo certo.

Jaqueline, um tanto em dúvida com relação a atividade, perguntou a Profa. Bruna:

— Profa., o tema do seminário é muito amplo, o que você espera que a gente apresente nesse seminário?

Bruna, animada com a pergunta da graduanda, prontamente respondeu:

— Você tem toda razão, o tema é amplo, não só considerando a diversidade de minerais que são extraídos no território brasileiro, mas também por conta do impacto econômico, social e ambiental da atividade mineradora.

A extração de minerais e metais está intimamente ligada ao estabelecimento dos portugueses e a exploração da nossa terra. Só para vocês terem uma ideia da relevância econômica, em 2019, a produção mineral brasileira foi de US\$ 38 bilhões. Em 2016, a indústria da mineração gerou mais de 180 mil empregos diretos e aproximadamente dois milhões indiretos, cidades inteiras dependem da atividade mineradora que é realizada em seus territórios. A mineração é muito importante porque qualquer objeto metálico, desde a panela que usamos em casa até o mais complexo instrumento científico, é fabricado a partir de uma variedade de insumos minerais. Mas não só os objetos metálicos: tijolos e telhas são feitos com minérios. Os alimentos são produzidos em grande escala graças à adição de fertilizantes, adubos, corretivos e outros compostos que são produzidos a partir de minérios e minerais.

— Profa., entendo a importância e tais, mas não é nenhuma novidade a quantidade de problemas associados a atividade mineradora, isso não pode ser ignorado, não acha Profa.? – Destacou Jaime com tom questionador.

— Você tem toda razão Jaime, não pode e não deve ser ignorado. As questões humanas, ambientais e sociais precisam ser consideradas nas discussões. Pesquisem com cuidado, procurem explorar as diferentes dimensões do tema, desde a perspectiva científica até a dimensão humana e ambiental. Lembrem-se, cada grupo terá de 15 até 25 minutos para apresentar o seminário – Respondeu Bruna.

Considerem que vocês estão cursando a disciplina optativa da Profa. Bruna e por isso também deverão, em grupo, elaborar e apresentar um seminário que aborde o seguinte tema: Os impactos e problemas da Mineração no Brasil

Quadro 8: Caso: Parte 2: Um novo começo?**PARTE 2 – Um novo começo?**

Jaqueline, Márcio, Lívia, Mônica finalmente conseguiram se reunir. A sensação era que tinha sido ontem, mas já estavam formados a mais de 6 meses. Mestrado, aulas em um cursinho pré-vestibular, trabalho em um laboratório de pesquisa e no setor de projetos de uma agência de fomento, eram suas novas realidades. Lívia, com um tom saudosista logo dispara:

— Ah gente, se eu soubesse que ia ser difícil, eu teria reprovado mais uma vez naquela matéria!

Márcio, rindo e concordando com a cabeça, abraça a amiga e fala:

— Nem me fale, e sabe o que eu mais sinto falta: disso aqui, das nossas conversas, reclamações...

— Vocês estão satisfeitos com o que estão fazendo? – Pergunta Jaqueline de forma enérgica após uma golada de cerveja.

— Satisfeito, satisfeito, não! Mas, é o que tem para hoje. - Responde Márcio sorridente.

— Concordo com o Márcio, mas eu sempre me pego pensando se não valeria a pena procurar outra coisa para fazer, que me dê retorno financeiro, mas que eu goste sabe?! – Responde Mônica reflexiva.

— Mas gente, cadê o Jaime? – Lívia interrompe abruptamente a conversa.

— Ah, Jaime anda todo ocupado com o trabalho, desmarcou com a gente de última hora porque tinha que preparar uma apresentação para amanhã. – Jaqueline esclarece.

— Poxa, queria tanto conversar com o Jaime. Ele está trabalhando em uma Startup da área de mineração. Da última vez que conversamos ele falou bem do trabalho, que dependendo do problema e da inovação da Startup, pode receber financiamento e até ser comprada por uma empresa maior. – Destacou Lívia com voz chateada por conta da ausência do amigo.

— Olha, interessante! Sei pouco sobre esse trem de Startup, mas lá no Departamento tem professores que trabalham com isso. Inclusive, nos grupos de zap sempre tem alguma notícia de Edital para essas Startups concorrerem. Mas é um negócio arriscado. – Destaca Márcio com um tom de dúvida em sua voz.

— Eu sempre achei muito legal essa coisa de abrir seu próprio negócio. Mas, na área de mineração? Vocês não acham complicado não?! – Mônica fala e procura no grupo algum sinal de concordância entre os amigos.

— Concordo Mônica, é um tema muito complexo, mas isso quer dizer que não vale a pena ser foco de inovação e investimento? – Rebateu Jaqueline.

— Gente, e se criássemos nossa Startup? Poderíamos pensar em alguma inovação na área de mineração. O que acham? – Fala Lívia toda animada com a possibilidade.

Os amigos se entreolharam rindo. No entanto, rapidamente começam a refletir sobre o assunto. Mônica, antecipando qualquer manifestação, rompe o silêncio:

— Amigos, vamos lá, acho que pode ter algo interessante aí. Mas, vamos por partes...acho que agora o foco é matar a saudade e contar fofocas. Vocês ficaram sabendo o que aconteceu com a Profa...

Vários dias se passaram do encontro do grupo e o que pareceria ser uma conversa de boteco passou a fazer parte da rotina dos amigos, que resolveram dedicar parte de seu tempo para criar uma Startup na área de mineração. No entanto, apesar da vontade, não sabiam por onde começar. Por isso, chamaram outros amigos para compor a equipe.

Considere que seu grupo faz parte da equipe que vai propor a criação de uma nova Startup. Por onde começar?

Quadro 9: Caso: Parte 3: A solução está logo ali...**PARTE 3 – A solução está logo ali....**

Seis meses se passaram e a Startup parecia cada vez mais real. Depois de muita conversa, tensões, entendimentos e desentendimentos, o grupo conseguiu definir melhor o problema relacionado a mineração que seria o foco da startup.

No entanto, mesmo com os avanços, muitas perguntas permaneciam sem respostas e precisavam de atenção:

1. Qual o problema relacionado a mineração que a Startup pretende resolver?
2. De quem é ou quem é o maior interessado em resolver o problema? Por quê?
3. Qual é a solução proposta para o problema?
4. Quais são as limitações e potencialidades da solução proposta?
5. Por que a Startup quer resolver esse problema?

Jaqueline, Márcio, Lívia, Mônica tinham mais clareza agora que responder cuidadosamente cada uma das perguntas seria de fundamental importância para a reunião que farão com possíveis interessados pela solução da Startup. Cada informação e argumento poderá ser decisivo para o avanço ou não do novo negócio dos amigos.

- Gente, inclusive, nos pediram para gravar e enviar previamente uma apresentação breve (pitch), de 3 minutos, sobre a nossa solução - Destacou Lívia um pouco apreensiva.

- Nossa, me deu até nervoso agora, mas vamos lá, começamos agora precisamos terminar - Exclamou Márcio animado.

- Isso gente, a solução está logo ali....

Fonte: a autora, 2025

Embora todos os grupos tenham chegado em soluções interessantes para as três partes do caso, por conta do tempo disponível para realizar a análise e discussão dos dados, foi necessário selecionar um dos grupos para o desenvolvimento desta pesquisa. A escolha desse grupo foi feita considerando o engajamento das discentes durante as discussões, a frequência nas aulas e a maior manifestação das dimensões dos conteúdos na autoavaliação. Para garantir o anonimato dos sujeitos da pesquisa, a partir deste ponto, os integrantes do grupo serão identificados por nomes fictícios: Luísa, Rosa e Sofia.

Para justificar a escolha do grupo e para explicitar como foi realizado o processo de análise dos dados coletados (produções escritas e transcrições de áudios), apresentamos uma resposta da autoavaliação de cada integrante do grupo que exemplificam a manifestação das dimensões CPA. As autoavaliações foram respondidas individualmente por todos os discentes da disciplina, via formulário do

google forms (na próxima seção serão apresentados mais detalhes sobre autoavaliação). No primeiro trecho, Luísa reflete sobre as aprendizagens ao longo da resolução e que estão relacionadas às dimensões conceitual, procedimental e atitudinal.

“O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades de trabalho em equipe, comunicação, análise crítica e consciência socioambiental. Trabalhar em grupo exigiu habilidades de colaboração e argumentação enquanto a apresentação do seminário desenvolveu minha capacidade de comunicação oral. A análise crítica e a busca por soluções embasadas em evidências fortaleceram minha capacidade de tomar decisões fundamentadas em situações complexas. Além disso, a discussão sobre as questões éticas e morais associadas à mineração me ajudou a desenvolver uma compreensão mais ampla das responsabilidades dos diversos atores envolvidos” (Luísa)

Priorizando o caráter organizacional das dimensões do conteúdo, é possível separar nesta frase os trechos de acordo com a dimensão predominante, como pode ser observado no Quadro 10.

Quadro 10: Resposta da Luísa para a afirmativa "O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades de..." manifestando as três dimensões do conteúdo

Trecho	Dimensão do conteúdo	Como a(s) dimensão(ões) de conteúdo foram atribuídas aos trechos
<i>O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades de trabalho em equipe, comunicação,</i>	Procedimental	Saber comunicar está relacionado à dimensão procedimental. O trabalho em grupo não é explicitamente abordado entre os autores que utilizamos como referência. No entanto, compreendemos que saber trabalhar em grupo envolve uma série de ações de natureza procedimental e atitudes, que são de natureza atitudinal.
<i>Análise crítica e consciência socioambiental.</i>	Atitudinal	Conrado e Nunes-Neto (2018) relacionam a dimensão atitudinal a criticidade e consciência socioambiental.
<i>Trabalhar em grupo exigiu habilidades de colaboração e argumentação enquanto a apresentação do seminário desenvolveu minha capacidade de comunicação oral.</i>	Procedimental	As ações mencionadas pela discente são características da dimensão procedimental do conteúdo, destacada por Pozo e Crespo (2009) e Conrado e Nunes-Neto (2018).
<i>A análise crítica e a busca por soluções embasadas em evidências fortaleceram minha capacidade de tomar decisões fundamentadas em situações complexas.</i>	Procedimental e Atitudinal	A primeira parte do trecho - a análise crítica e a busca por soluções embasadas em evidências-, relaciona-se diretamente com a dimensão procedimental explicitada por Pozo

		e Crespo (2009) e Conrado e Nunes-Neto (2018), e que estão relacionadas à análise da informação e realização de inferências e compreensão e organização conceitual da informação. A discente continua a afirmação e menciona a capacidade de tomar decisões a partir de novos conhecimentos, o que está relacionado ao movimento de reflexão e avaliação, que é característico da dimensão atitudinal, destacado por Zabala (1998).
<i>Além disso, a discussão sobre as questões éticas e morais associadas à mineração me ajudou a desenvolver uma compreensão mais ampla das responsabilidades dos diversos atores envolvidos.</i>	Conceitual e atitudinal	A discente menciona as questões éticas e morais relacionadas à mineração, especificamente sobre conhecer e discutir essas questões. Esse conhecimento, contribuiu para a construção de uma compreensão mais ampla, que compreendemos que se relaciona a um movimento reflexivo e avaliativo, que é característico da dimensão atitudinal (Zabala, 1998).

Fonte: a autora, 2025

No trecho a seguir, Sofia, outra integrante do grupo, reflete sobre como o uso da questão sociocientífica de mineração possibilitou contato com alguns aspectos que estão relacionados com as dimensões conceituais e atitudinais.

“O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu adquirir inúmeros conhecimentos a respeito da prática mineradora, e, sobretudo, a respeito das questões legislativas. Assim pude refletir de forma mais crítica a respeito dos impactos gerados pela atividade.” (Sofia)

Assim como no trecho anterior, é possível relacioná-los com as dimensões predominantes, como apresentado no Quadro 11.

Quadro 11: Resposta da Sofia para a afirmativa "O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu..." manifestando as dimensões conceitual e atitudinal

Trecho	Dimensão do conteúdo	Como a(s) dimensão(ões) de conteúdo foram atribuídas aos trechos
<i>O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu adquirir inúmeros conhecimentos a respeito da prática mineradora, e, sobretudo, a respeito das questões legislativas.</i>	Conceitual	A discente menciona o conhecimento sobre a prática mineradora e as questões legislativas que são compreendidos como fatos (dados, situações, acontecimentos) característicos da dimensão conceitual

		(Conrado e Nunes-Neto, 2018; Zabala, 1998).
<i>Assim pude refletir de forma mais crítica a respeito dos impactos gerados pela atividade.”</i>	Atitudinal	A criticidade é atribuída a dimensão atitudinal por Conrado e Nunes-Neto (2018). Pozo e Crespo (2009) defendem que a análise crítica faz parte de um conjunto de atitudes com respeito à ciência.

Fonte: a autora, 2025

Para finalizar, Rosa reflete sobre o uso do conhecimento científico mobilizando as dimensões procedimental e conceitual.

“O uso do conhecimento científico durante a resolução da segunda parte do caso possibilitou pensar numa resolução para o problema que escolhemos com base nos aspectos químicos da lama de rejeito e não apenas puramente ambiental e biológico” (Rosa)

A relação de cada trecho com os domínios predominantes está apresentada no Quadro 12.

Quadro 12: Resposta da Rosa para a afirmativa "O uso do conhecimento científico durante a resolução da segunda parte do caso..." manifestando as dimensões procedimental e conceitual

Trecho	Dimensão do conteúdo	Como a(s) dimensão(ões) de conteúdo foram atribuídas aos trechos
<i>O uso do conhecimento científico durante a resolução da segunda parte do caso possibilitou pensar numa resolução para o problema que escolhemos</i>	Procedimental	O ato de pensar sobre uma resolução está inserido dentro da classificação de conteúdos procedimentais segundo Pozo e Crespo (2009).
<i>com base nos aspectos químicos da lama de rejeito e não apenas puramente ambiental e biológico”</i>	Conceitual	Os aspectos químicos, biológicos e ambientais são característicos da dimensão conceitual (Conrado e Nunes-Neto, 2018; Zabala, 1998).

Fonte: a autora, 2025

Ao longo da disciplina, cada grupo teve acesso *online* a um arquivo chamado Relatório de Desenvolvimento (RD). O objetivo deste arquivo era orientá-los durante as pesquisas e auxiliá-los na organização e planejamento da resolução. Como o objetivo de cada parte do caso era distinto, foram construídos três relatórios diferentes, um para cada parte.

Os três relatórios se encontram no Apêndice D, mas algumas perguntas estão destacadas a seguir para que a proposta da ferramenta fique mais clara.

- Quais trechos do caso chamaram a atenção do grupo?
- Expliquem como o grupo vai dividir as tarefas que deverão ser realizadas entre os componentes do grupo.
- Considerando os sites que foram acessados pelo grupo durante a pesquisa, preencha a tabela a seguir. (Incluam quantas linhas acharem necessário)

Site/artigo acessado pelo grupo	Por que o site foi acessado?	Quais informações relevantes foram encontradas?	Por que esta informação é relevante?

- Qual vai ser o foco da apresentação do seminário do grupo? Por quê?
- Refletindo sobre os problemas relacionados à prática mineradora, completem a tabela a seguir. (Incluam quantas linhas acharem necessário)

Quais problemas relacionados à prática mineradora?	Por que é um problema?	É um problema de quem?	Quais as possíveis causas para este problema?	Quais dados podem confirmar ou refutar as causas identificadas?

- Qual o problema relacionado a mineração que a Startup pretende resolver?
- Por que o problema mencionado é considerado um problema? Justifique a sua resposta.

Na seção Resultados e discussão deste trabalho, apresentaremos outros trechos relevantes para análise.

4.2.2 Coleta de dados

Antes de iniciar a coleta de dados da disciplina, a professora e a pesquisadora deste trabalho informaram sobre esta pesquisa e a necessidade do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os matriculados na disciplina preencheram o termo e a coleta de dados foi iniciada a partir da segunda aula.

Visando alcançar o objetivo deste trabalho, os dados foram coletados de diversas fontes e cada uma delas será apresentada a seguir. Também é relevante mencionar que o grupo escolhido para dar sequência nas análises não foi pré-selecionado antes do início da disciplina, como já foi apresentado, sendo assim, os dados de todos os grupos e integrantes foram igualmente coletados.

A primeira escolha de dado a ser coletado foram as gravações em vídeo da turma, com uma câmera posicionada a frente da sala e uma atrás. Esta gravação facilitou a identificação dos grupos mais frequentes, os alunos mais engajados e a relação entre os participantes. Além disso, também utilizamos as câmeras para gravar as apresentações dos seminários.

Pela dinâmica da disciplina, a maioria das aulas era reservada para o trabalho em grupo e, para acompanhar essas discussões, posicionamos um gravador de áudio em cada grupo. Nas situações de ausência total ou de presença de apenas um integrante, não houve coleta de dados de áudio. Com esses dois instrumentos, coletamos um total de 54 gravações de vídeo e 93 gravações de áudio.

Além das gravações de áudio e vídeo, também foram coletados dados de três autoavaliações realizadas pelos estudantes ao longo da disciplina ao final de cada parte do caso. A proposta da autoavaliação não era quantitativa, ou seja, os estudantes não deveriam dar uma nota de 0 a 10 para um determinado critério e, nem tampouco, utilizar da escala *Likert* indo de discordo até concordo. A autoavaliação foi proposta para fomentar um processo de caráter reflexivo em um padrão de “complete a frase”, para abordar vários aspectos do processo de resolução do problema. Alguns exemplos de frases que eles tiveram que completar estão apresentadas a seguir, e as três autoavaliações se encontram no Apêndice E.

- Trabalhar em grupo durante o processo de resolução ...
- Todo o processo de resolução da primeira parte do caso me fez pensar ...

- O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades...
- O uso do conhecimento científico durante a resolução da segunda parte do caso...
- Apresentar o seminário como parte do processo de resolução...
- O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse...
- Os principais desafios enfrentados durante as atividades da disciplina...
- O elevado nível de autonomia para desenvolver as atividades propostas na disciplina...
- Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...

Depois que selecionamos o grupo que seria nosso foco de análise, estes dados foram separados e analisados.

4.2.3 Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados visando identificar a manifestação das dimensões procedimental, atitudinal e conceitual do conteúdo. As autoavaliações foram os primeiros dados a serem analisados porque foram utilizadas como critério para determinar a escolha do grupo a prosseguir com as análises. Em seguida, analisamos a apresentação do seminário porque a qualidade do áudio estava melhor, possibilitando a transcrição automática o que agilizou o processo de análise. Por fim, analisamos as gravações dos áudios do grupo que demandaram transcrição manual.

Entretanto, como existem algumas divergências entre as características destas dimensões, torna-se necessário definir qual será a abordagem utilizada por nós neste trabalho. As análises deste trabalho trazem contribuições das três principais referências utilizadas no referencial teórico-metodológico: Zabala, 1998, Pozo e Crespo, 2009, Conrado e Nunes-Neto, 2018.

Para explicitar como a análise foi realizada em cada conjunto de dados, um exemplo de análise realizado para as autoavaliações, apresentações de seminários e trabalho realizado pelos integrantes no grupo.

a) Autoavaliações

As autoavaliações foram os primeiros dados a serem analisadas visando encontrar trechos em que os estudantes declaram possíveis aprendizagens das dimensões CPA dos conteúdos. Para esses dados em específico, foram analisadas as respostas de todos os alunos da sala, já que um dos critérios para escolher o grupo de pesquisa era a maior manifestação das dimensões CPA. O Quadro 13 apresenta alguns trechos e seus domínios predominantes.

Quadro 13: Respostas das integrantes dos grupos para algumas afirmativas das autoavaliações manifestando as três dimensões do conteúdo

Trecho	Dimensão do conteúdo	Como a(s) dimensão(ões) de conteúdo foram atribuídas aos trechos
Apresentar seminário como parte do processo de resolução foi uma boa forma de expor o proposto por essa parte do caso. <u>Permitiu desenvolver habilidades como a oralidade e seleção de conteúdos mais relevantes.</u> - Sofia	Procedimental	As habilidades destacadas pela discente são características da dimensão procedimental do conteúdo, destacada por Pozo e Crespo (2009) e por Conrado e Nunes-Neto (2018).
<u>“O que eu aprendi durante a disciplina pode me ajudar... como profissional, como estudante, como pesquisadora, como professora”</u> – Rosa	Atitudinal	Compreendemos que a discente manifesta a dimensão atitudinal segundo Pozo e Crespo (2009), ao adotar um posicionamento que extrapola o contexto da disciplina. Essa atitude pode ser compreendida com respeito às implicações da ciência.
<u>“O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse ... conceitos: geopolímeros, rebeneficiamento.”</u> - Luísa	Conceitual	Os conceitos mencionados são característicos da dimensão conceitual (Conrado e Nunes-Neto, 2018; Zabala, 1998).

Fonte: a autora, 2025

b) Apresentações dos seminários

Para analisar os dados gerados na apresentação dos seminários, inicialmente foi realizada a transcrição dos áudios das apresentações. Depois de transcritos, o

processo de identificação das dimensões do conteúdo manifestadas, foi realizado. Para fazer a análise, utilizamos uma escala de cor que identificaria como azul o domínio procedimental, verde o atitudinal e vermelho o conceitual. Entretanto, por questões inclusivas, neste trabalho não faremos organização por cores.

No trecho sublinhado no Quadro 14, observa-se predominantemente a dimensão conceitual na fala da Rosa, ao apresentar as características geográficas da Serra.

Quadro 14: Trecho da apresentação do seminário em que Rosa manifesta predominantemente a dimensão conceitual

“É, bom, a questão da vegetação da Serra do Curral. Ela tá inserida na...entre bioma do cerrado e da mata atlântica, então tem muita vegetação específica é, desse local, muitas espécies, muitas espécies raras, é, muitos animais também são específicos dessa transição de bioma. E, além disso, a gente consegue, é, ela como é muito grande, ela é subdividida em outras, é, serras, que são muito conhecidas também. Então ao norte a gente tem o alinhamento da serra do curral, que a face norte é o que a gente vê em BH, né, que a gente tá acostumado com aquela vista ali. Ao Sul tem a serra do ouro branco, a oeste a serra da moeda, também que é muito famosa, ao leste a serra do caraça que também é aberta à visitação, e, junto com a serra do caraça também tem a serra do espinhaço.” (Rosa)

Fonte: a autora, 2025

No trecho destacado no Quadro 15, Sofia manifesta a dimensão conceitual (trecho sublinhado) e atitudinal (trecho em itálico), ao se posicionar frente ao adiamento do tombamento da Serra do Curral.

Quadro 15: Trecho da apresentação do seminário em que Sofia manifesta a dimensão conceitual e atitudinal

“Mas é um processo que já corre desde 2017, mas essa votação, a promulgação desse tombamento ela é propositalmente adiada justamente pelo caso, pela situação das mineradoras dentro da serra. Então é um processo que ele é sabotado intencionalmente, né. Toda sabotagem é intencional, mas enfim. É, e essa é a maior irregularidade dentro do projeto, porque o projeto foi votado em 2022, o projeto do complexo da serra do Taquaril, sendo que ali há quase quatro, mais de quatro anos já estava em trâmite esse tombamento estadual. Então o próprio, o próprio, governo estadual ele atrasa essa votação e esse tombamento propositalmente.” (Sofia)

Fonte: a autora, 2025

No Quadro 16, é apresentado em destaque a manifestação da dimensão procedimental, quando Luísa destaca qual foi a estratégia e organização que o grupo teve para chegar na solução.

Quadro 16: Trecho da apresentação do seminário em que Luísa manifesta predominantemente a dimensão procedimental

“Porque a gente já sabia o que a gente queria que fosse a nossa solução. Mas como a gente chega até ela? A gente pensou no início. A gente pensou no final. Agora, tivemos que construir o meio. Então, vamos modular o sistema para poder conseguir enfiar ela no meio de produção. Porque não vai dar para transportar esse rejeito que é lama, que é pesado, de um lugar para o outro. E aí, vamos fazer o geopolímero. Como é que faz o geopolímero? Esse tipo de pergunta no meio. Que depois, foram acumulando, quando a gente foi ver tinha uma pilha de perguntas. E a gente depois tem que diminuir essa pilha.” (Luísa)

Fonte: a autora, 2025

c) Gravações em áudio das discussões dos grupos

Diferentemente das gravações dos seminários, os áudios dos encontros dos grupos não foram todos transcritos em sua totalidade, por uma limitação de tempo. Por isso, foi feita uma escuta atenta das gravações e foram transcritos apenas os trechos relevantes para a pesquisa. A análise foi feita de maneira análoga, buscando identificar as dimensões CPA durante as discussões.

No trecho destacado no Quadro 17 é possível identificar predominantemente a dimensão procedimental, já que as integrantes estão engajadas na organização das pesquisas para a apresentação do seminário.

Quadro 17: Trecho de uma discussão do grupo em que as integrantes manifestam predominantemente a dimensão procedimental

“tá bom, quem quer ficar com o quê?” – Luisa
[...]
“calma gente, um de cada vez” – Luisa
“eu posso ficar com o jurídico” – Sofia
“eu quero ficar com a introdução” – Rosa
“ué, aí sobre dois né? Eu não vou falar dois não” – Luisa
“não, aí a gente pode dividir” – Rosa
“eu quero aspecto social” – Luisa
“como que a gente faz uma conclusão disso?” – Sofia
“pois é” – Luisa e Rosa

[...]

"eu acho que na conclusão a gente podia dar um panorama geral de como tá agora" – Rosa

"talvez a gente faça uma projeção, tipo, continuando a minerar..." – Sofia

"é, pode ser" – Rosa

"acho que depende da gente achar isso" – Luisa

"deve ter" – Rosa

"vou procurar" – Sofia

Fonte: a autora, 2025

No trecho a seguir (Quadro 18) as integrantes debatiam opções viáveis para resolver o problema do excesso de alumínio nos rejeitos do minério. A dimensão predominante nesse caso é o conceitual.

Quadro 18: Trecho de uma discussão do grupo em que as integrantes manifestam predominantemente a dimensão conceitual

"são muitas etapas pra recuperar o minério, tá? A gente tá meio doida, eu acho" – Rosa

"não, mas a gente vai fazer simples" – Luisa

"a gente só precisa tirar o alumínio" – Luisa

"a caulinita" – Sofia

"é, a caulinita. Vai ser separação física de pedra, é tamanho diferente, densidade diferente. A gente vai fazer separação física, aí a gente vai tratar a caulinita e a caulinita vai tirar o ferro de lá. A gente não vai precisar fazer o rebeneficiamento do ferro." – Luisa

"mas como é que a gente vai fazer? Separou fisicamente a caulinita por tamanho, mas e as outras coisas que têm o tamanho dela que vai vir junto?" – Rosa

"a gente tem que parar de arranjar problema, a gente vai fazer separação física." – Luisa

"não adianta a gente ficar cortando os problemas porque alguém vai perguntar pra gente" – Rosa

"sim, mas eu acho que não é assim de tamanho, é tamanho e densidade. Olha aí como separa pedra" – Luisa

Fonte: a autora, 2025

No último trecho (Quadro 19), Sofia reflete sobre os extremos das questões científicas e ambientais, predominando a dimensão atitudinal.

Quadro 19: Trecho de uma discussão do grupo em que a Sofia manifesta predominantemente a dimensão atitudinal

"quando a gente lida, principalmente com as questões científicas e ambientais, é meio que tipo que polarizado, não é não? Ou é certo ou é errado, ou é recomendado ou não é recomendado." – Sofia

Fonte: a autora, 2025

Para finalizar, foi realizada a triangulação da análise onde todos os dados foram analisados pela pesquisadora e pela orientadora, para que a interpretação dos dados fosse mais confiável. Para a triangulação dos dados a pesquisadora e a orientadora analisaram os dados e identificaram as dimensões do conteúdo por uma escala de cor já determinada em arquivos distintos, de maneira independente. Em seguida, esses arquivos foram compartilhados entre si e analisados novamente, a partir desta nova perspectiva. Assim, todas as divergências foram discutidas e uma nova análise foi feita pela pesquisadora para chegar nas conclusões finais do trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentamos e discutimos o nosso trabalho a partir do referencial apresentado anteriormente. Assim como no capítulo anterior, os resultados serão apresentados em subseções que foram divididas entre os dados coletados.

5.1 Autoavaliação

Três autoavaliações foram realizadas pelos discentes durante a disciplina, sempre ao final de cada etapa de resolução das três partes do caso. As autoavaliações constituem uma atividade usualmente empregada na ABP por incentivar um momento de reflexão sobre o processo vivenciado durante a resolução dos problemas e sobre as aprendizagens discentes. Essa atividade contribui para a constituição dos processos metacognitivos (Lopes *et al.*, 2019).

A análise das respostas discentes possibilitou a observação de várias dimensões CPA. Entretanto, a dimensão procedimental e a atitudinal foram as mais frequentes, o que era esperado considerando a natureza das afirmativas elaboradas, que demandavam o preenchimento pelos discentes.

Para a afirmativa, “Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso...”, as três integrantes apresentaram respostas que se relacionam as dimensões procedimental e atitudinal. Nos trechos sublinhados apresentados no Quadro 20, é possível identificar na fala de Sofia as características dos conteúdos procedimentais, envolvendo a seleção, análise e comparação de informações (Pozo e Crespo, 2009). As respostas de Luísa e Rosa também destacam a dimensão procedimental, reforçando as mesmas ações mencionadas por Sofia, mas trazendo ênfase para o uso do relatório de desenvolvimento nas estratégias de raciocínio que utilizaram.

Quadro 20: Respostas das três integrantes do grupo para a afirmativa: “Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão procedimental

Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso...

Sofia: “contribuiu para a triagem e encaminhamento da construção de informações do trabalho, principalmente com o acompanhamento e comentários das professoras”

Luísa: “exigiu clareza na exposição das informações. Foi importante sintetizar os principais caminhos discutidos pelo grupo, apresentar as pesquisas realizadas e fundamentar nossas conclusões com base em evidências. Além disso, o relatório proporcionou uma oportunidade de reflexão sobre o processo de resolução do caso e os aprendizados obtidos ao longo do caminho. Foi interessante perceber o processo de formulação do trabalho, principalmente no começo quando não estava sendo de forma linear (nós tomamos direcionamentos a partir de pesquisas ao invés de decidir para direcionar a pesquisa).”

Rosa: “Ajudou a visualizar o que queríamos apresentar e guiou as pesquisas também. A tabela de referências auxiliou a ter mais cuidado sobre onde estávamos buscando as informações”

Fonte: a autora, 2025

Luísa e Rosa, ao abordarem o uso do relatório de desenvolvimento, apresentaram respostas que podem ser associadas a dimensão atitudinal, ao mencionarem como a ferramenta possibilitou refletir sobre o processo e ter mais rigor com as fontes, ações características dessa dimensão. O cuidado, rigor no processo de pesquisa e seleção de informações está relacionado a dimensão atitudinal dos conteúdos (Pozo e Crespo, 2009) Os trechos que predominam a dimensão atitudinal foram destacados no Quadro 21.

Quadro 21: Respostas da Luísa e da Rosa para a afirmativa: “Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão atitudinal

Luísa: “Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso exigiu clareza na exposição das informações. Foi importante sintetizar os principais caminhos discutidos pelo grupo, apresentar as pesquisas realizadas e fundamentar nossas conclusões com base em evidências. Além disso, o relatório proporcionou uma oportunidade de reflexão sobre o processo de resolução do caso e os aprendizados obtidos ao longo do caminho. Foi interessante perceber o processo de formulação do trabalho, principalmente no começo quando não estava sendo de forma linear (nós tomamos direcionamentos a partir de pesquisas ao invés de decidir para direcionar a pesquisa).”

Rosa: “Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso ajudou a visualizar o que queríamos apresentar e guiou as pesquisas também. A tabela de referências auxiliou a ter mais cuidado sobre onde estávamos buscando as informações”

Fonte: a autora, 2025

Na pergunta “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...”, o nosso objetivo era priorizar a dimensão procedimental, deixando explícitas ações características. Entretanto, notamos que acompanhado da dimensão procedimental, a dimensão atitudinal dos conteúdos também foi identificada nas respostas das integrantes do grupo.

Para essa afirmativa, a dimensão atitudinal foi relacionada a resposta de Rosa quando ela menciona o conflito de valores por não colocar informações que ela tinha, mas não eram fundamentadas em nenhum referencial (Quadro 22). Este cuidado está relacionado com o rigor científico, uma das atitudes com respeito à ciência (Pozo e Crespo, 2009).

Quadro 22: Resposta da Rosa para a afirmativa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão atitudinal

Rosa: A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso foi um pouco trabalhosa no meu tema porque não há muitas referências além de textos jornalísticos. Como foi um recorte bem específico senti um pouco de dificuldade de não colocar certas informações que tinha conhecimento por outros motivos mas não eram baseadas em nenhuma referência específica. [...]

Fonte: a autora, 2025

Ainda considerando a resposta de Rosa, é possível destacar a dimensão procedimental quando ela menciona a organização conceitual que este processo trouxe, identificando lacunas de conhecimento e preenchendo (Quadro 23).

Quadro 23: Resposta da Rosa para a afirmativa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão procedimental

Rosa: A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso [...] Entretanto foi um processo interessante pra também observar os "buracos" que acompanham esse assunto e ter contato com outras fontes de informações.

Fonte: a autora, 2025

Para a mesma afirmativa sobre busca e seleção de informações, Luísa apresenta uma resposta que está relacionada a dimensão procedimental, ao mencionar as etapas e fontes utilizadas na aquisição de informações (Quadro 24).

Quadro 24: Resposta da Luísa para a afirmativa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão procedimental

Luísa: demandou um esforço significativo de pesquisa e análise. Foi necessário consultar diversas fontes, desde artigos acadêmicos até notícias de jornais e blogs, a fim de embasar nossas decisões e argumentações. [...]

Fonte: a autora, 2025

Além da dimensão procedimental, é possível associar ao trecho sublinhado no Quadro 25, a dimensão atitudinal quando Luísa justifica que os procedimentos escolhidos para a aquisição dos conhecimentos foram fundamentados no rigor científico, considerado fundamental para nortear o posicionamento crítico do grupo.

Quadro 25: Resposta da Luísa para a afirmativa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão atitudinal

Luísa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso [...] a fim de embasar nossas decisões e argumentações. A seleção criteriosa das informações foi crucial para garantir a qualidade e a relevância do nosso embasamento crítico.”

Fonte: a autora, 2025

A partir do Quadro 26, as respostas passam a se referir à segunda autoavaliação, ou seja, as integrantes refletem sobre a resolução da segunda parte do caso. Ao pensar sobre esse processo, Luísa destaca que, durante a busca pela solução, teve maior contato com fatos e conceitos, o que está relacionado diretamente com a dimensão conceitual do conteúdo. Considerando que o objetivo era encontrar um problema para ser resolvido por uma *Startup*, esperávamos que as pesquisas fossem ser mais direcionadas para essa dimensão do conteúdo, para que as integrantes pudessem argumentar e defender a escolha do problema.

Quadro 26: Resposta da Luísa para a afirmativa: “O processo de resolução da segunda parte do caso possibilitou o contato com...” com ênfase na dimensão conceitual

Luísa: “O processo de resolução da segunda parte do caso possibilitou o contato com artigos científicos, conceitos de mineração, conhecimento sobre cristais, novas alternativas emergentes para a resolução de problemas que envolvem mineração (outras Startups).”

Fonte: a autora, 2025

Ao serem questionadas sobre o uso da mineração como questão sociocientífica, as três integrantes manifestaram a dimensão atitudinal, sendo que a Sofia e a Luísa também manifestaram a conceitual. No Quadro 27, estão sublinhados os trechos em que as dimensões atitudinais são predominantes.

Quadro 27: Respostas das três integrantes do grupo para a afirmativa: “O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu...” com ênfase na dimensão atitudinal

O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu...

Sofia: “adquirir inúmeros conhecimentos a respeito da prática mineradora, e, sobretudo, a respeito das questões legislativas. Assim pude refletir de forma mais crítica a respeito dos impactos gerados pela atividade.”

Luísa: “compreender as diferentes esferas (social, econômica, jurídica e científica) envolvidas e como elas atuam, deixando de ser um processo automático para passar por processos de reflexão. Acredito que esse tipo de movimento me tornou uma cientista melhor e que terei a passar por indagações que busquem unir essas concepções em outras pesquisas futuras.”

Rosa: “Perceber que é uma questão sensível para mim, mas não de uma forma que a disciplina tenha atuado como gatilho ou algo do tipo. Por exemplo, me fez refletir que trabalhar em uma mineradora não seria algo que eu conseguiria fazer, exatamente por não envolver apenas a questão científica, mas também tem todo um contexto por trás que eu não conseguiria ignorar. Antes de trabalhar a mineração de uma forma mais profunda como foi feita na disciplina essa visão não era tão clara para mim, via como uma atividade quase que puramente econômica mas que tinham tópicos complicados para serem discutidos.”

Fonte: a autora, 2025

Ao mencionarem processos de reflexão envolvendo a ética, atitudes e os valores, as integrantes manifestam a dimensão atitudinal. As discentes mencionam os processos reflexivos realizados por conta da QSC e o movimento avaliativo sobre a atividade mineradora e seus impactos, para além da dimensão econômica. Segundo Zabala (1998), os movimentos de reflexão e avaliação são característicos da dimensão atitudinal. Conrado e Nunes-Neto (2018) contribuem com a discussão sobre a dimensão atitudinal ao explicitarem que esse movimento reflexivo e avaliativo deve levar em consideração “...os diversos valores e interesses sustentados pelos seres humanos nas suas relações com outros seres humanos e com a natureza não-humana” (p.106), o que as discentes parecem realizar, com base em suas respostas. Inclusive, Luísa e Rosa vão além e declaram mudanças nas suas ações e trabalho como futuras cientistas.

Além da dimensão atitudinal, a resposta de Sofia também foi associada à dimensão conceitual quando menciona que a temática mineração possibilitou que ela aprendesse mais sobre a prática e a legislação envolvida na mineração. De forma semelhante, a dimensão conceitual também está presente na resposta de Luísa, ao mencionar que pôde compreender melhor este ecossistema da mineração, envolvendo os aspectos sociais, econômicos, jurídicos e científicos. Os trechos em que a dimensão conceitual predomina foram destacados no Quadro 28.

Quadro 28: Respostas da Sofia e da Luísa para a afirmativa: “O uso da questão sociocientífica me permitiu...” com ênfase na dimensão conceitual

O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu...

Sofia: “adquirir inúmeros conhecimentos a respeito da prática mineradora, e, sobretudo, a respeito das questões legislativas. Assim pude refletir de forma mais crítica a respeito dos impactos gerados pela atividade.”

Luísa: compreender as diferentes esferas (social, econômica, jurídica e científica) envolvidas e como elas atuam, deixando de ser um processo automático para passar por processos de reflexão. Acredito que esse tipo de movimento me tornou uma cientista melhor e que terei a passar por indagações que busquem unir essas concepções em outras pesquisas futuras.”

Fonte: a autora, 2025

Quando questionada sobre a busca e a seleção de informações para a segunda parte do caso, Rosa manifesta a dimensão procedimental, ao reforçar o uso de modelos de organização. A discente destacou que, diferente da primeira etapa do caso, o processo de seleção de informações foi mais focado, por ter uma maior clareza sobre o problema a ser resolvido. O motivo para essa mudança, segundo a discente, está relacionado ao feedback recebido pela professora ao final da resolução da primeira parte do caso (Quadro 29).

Quadro 29: Resposta da Rosa para a afirmativa: “A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...” com ênfase na dimensão procedimental

Rosa: A busca e seleção de informações para a resolução da segunda parte do caso ... Foi bem mais direcionada que na primeira parte. Ao delimitar o problema que queríamos trabalhar e após a aula de feedback foi possível compreender em quais pontos deveria acontecer um foco maior, além de me atentar mais a quais dados eu estava querendo utilizar. Foquei em menos volume de dados e quis me aprofundar mais nas referências que escolhi para trazer um panorama que tivesse uma explicação melhor, mas que não teria um conjunto de informações muito

grande. Assim, consegui selecionar muito mais rapidamente o que eu buscava, justamente porque essas questões já estavam mais claras para mim.

Fonte: a autora, 2025

Sobre os aprendizados da segunda parte do caso, as três integrantes apresentaram respostas que foram relacionadas a dimensão conceitual, como destacado em sublinhado no Quadro 30. Como a segunda parte do caso exigiu mais pesquisas específicas sobre mineração, conhecimentos específicos de química relacionados a mineração, dimensão econômica, ambiental, entre outros, tínhamos a expectativa que as integrantes manifestassem a aquisição dessa dimensão do conteúdo.

Quadro 30: Respostas das três integrantes do grupo para a afirmativa: “O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse...” com ênfase na dimensão conceitual e procedimental

O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse...

Sofia: “mais sobre mineração, principalmente sobre barragem e contribuiu para que eu entendesse a importância de estruturar a construção dos processos e etapas”

Luisa: “conceitos: geopolímeros, rebeneficiamento”

Rosa: “Sobre as legislações que regulamentam - ou não - a construção e utilização das barragens, bem como entender como isso contribui para atribuir uma maior segurança a elas. Além de alertar para o potencial econômico pouco explorado da lama de rejeito.”

Fonte: a autora, 2025

Entretanto, a dimensão procedimental também foi associada a resposta de Sofia, destacado em itálico, ao falar sobre a estruturação do processo de resolução em etapa.

Na terceira autoavaliação, além da reflexão sobre a resolução desta parte do caso, também incluímos questionamentos mais abrangentes, que envolveram toda a disciplina. O nosso intuito era entender como o uso da QSC e da ABP ao longo de todo o semestre contribuiu para manifestação das dimensões CPA do conteúdo.

Para completar a afirmativa “Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...” Sofia foi a única integrante que deu foco para a dimensão conceitual, priorizando abordagens de ensino (Quadro 31). Essa resposta é coerente considerando que a estudante é licenciada em Química.

Quadro 31: Resposta da Sofia para a afirmativa: “Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...” com ênfase na dimensão conceitual

Sofia: “Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir... sobre as abordagens adotadas no ensino de química ambiental, me fazendo ter novas perspectivas para as discussões

Fonte: a autora, 2025

Já as respostas de Luísa e Rosa envolveram a dimensão atitudinal, abordando os processos reflexivos característicos do uso de QSC (Quadro 32).

Quadro 32: Respostas de Luísa e Rosa para a afirmativa: “Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...” com ênfase na dimensão atitudinal

Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...

Luísa: “sobre as complexas interações entre desenvolvimento econômico, impactos ambientais e responsabilidade social. A exposição a diferentes perspectivas e argumentos levantou questões sobre a sustentabilidade e os desafios éticos associados a essa atividade. Essa reflexão destacou a importância de buscar soluções equilibradas que atendam às necessidades econômicas sem comprometer a integridade ambiental e o bem-estar das comunidades afetadas. Além disso, ajudou a compreender melhor a necessidade de abordar problemas complexos com uma visão crítica e multidisciplinar, integrando aspectos técnicos, éticos e sociais nas decisões e propostas.”

Rosa: “sobre o quanto eu realmente não gosto de mineradoras. Em alguns momentos me fez questionar se não valeria a pena trabalhar em um local que a tendência é sempre de crescimento (em relação ao mercado), visto que é uma atividade que não tem substituição, porém a conclusão que cheguei é que não valeria a pena pois eu não conseguiria lidar com um ambiente responsável por tantos impactos negativos na vida das pessoas”

Fonte: a autora, 2025

Conrado e Nunes-Neto (2018) destacam que quanto mais intenso o processo reflexivo sobre os motivos empregados para justificar as ações (as próprias e a de outras pessoas), menor a tendência de se adotar uma perspectiva intuitiva e maior reflexão crítica sobre as ações em análise. A reflexividade mencionada deve ser realizada a partir de uma dimensão ético-política da dimensão atitudinal.

Em outro item da última autoavaliação, ao refletirem sobre as dificuldades da disciplina Luísa destacou a dimensão procedimental como uma das mais trabalhosas. Por ser uma dimensão que envolve a prática e o alinhamento do grupo, isso a torna

mais complexa de ser aprendida quando comparada, por exemplo, com a dimensão conceitual (Quadro 33).

Quadro 33: Resposta de Luísa para a afirmativa: “Os principais desafios enfrentados durante as atividades da disciplina...” com ênfase na dimensão procedimental

Luisa: “Os principais desafios enfrentados durante as atividades da disciplina... foram a definição do problema antes de chegar à solução, pois foi necessário um esforço considerável para delimitar o escopo e identificar as questões chave que deveriam ser abordadas. A comunicação de ideias abstratas para outros membros do grupo também foi um obstáculo, demandando uma habilidade constante de traduzir e assegurar que todos estivessem alinhados. Além disso, lidar com uma ideia de startup, que estava distante da minha realidade e de meus interesses pessoais, apresentou suas próprias dificuldades.”

Fonte: a autora, 2025

Ao responder sobre as habilidades aprendidas durante a disciplina, Luísa refletiu que pôde desenvolver habilidades das dimensões procedimentais, como a solução dos problemas e as estratégias de raciocínio. Esta dimensão foi sublinhada no Quadro 34.

Quadro 34: Resposta de Luísa para a afirmativa: “Durante a disciplina desenvolvi habilidades (ações) de...”, com ênfase na dimensão procedimental

Luisa: “Durante a disciplina desenvolvi habilidades (ações) de... definir e refinar problemas complexos, comunicar ideias abstratas de forma clara e eficaz, e adaptar estratégias a contextos variados. Além disso, a experiência me permitiu adquirir uma visão crítica sobre questões controversas e aprender a equilibrar diferentes perspectivas e interesses ao abordar desafios multidisciplinares.”

Fonte: a autora, 2025

Entretanto, a dimensão atitudinal também é manifestada quando Luísa menciona o desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre a temática controversa (Quadro 35).

Quadro 35: Resposta de Luísa para a afirmativa: “Durante a disciplina desenvolvi habilidades (ações) de...”, com ênfase na dimensão atitudinal

Luisa: “Durante a disciplina desenvolvi habilidades (ações) de... definir e refinar problemas complexos, comunicar ideias abstratas de forma clara e eficaz, e adaptar estratégias a contextos variados. Além disso, a experiência me permitiu adquirir uma visão crítica sobre questões controversas e aprender a equilibrar diferentes perspectivas e interesses ao abordar desafios multidisciplinares.”

Fonte: a autora, 2025

Para finalizar a análise das autoavaliações, apresentamos a contribuição das integrantes sobre os aprendizados durante a disciplina. As três dimensões do conteúdo foram mencionadas, entretanto, a procedimental foi a mais predominante.

No Quadro 36, destacamos que Sofia apresenta a dimensão procedimental ao mencionar as ações necessárias para que as atividades fossem realizadas: pesquisa e argumentação. Porém, ao mencionar que aprendeu sobre a dimensão ambiental e sobre mineração, está mobilizando a dimensão conceitual.

Quadro 36: Resposta de Sofia para a afirmativa: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse...”, com ênfase na dimensão procedimental e conceitual

Sofia: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse... sobre ensino ambiental, sobre argumentação, sobre pesquisa, sobre mineração”

Fonte: a autora, 2025

Para esta mesma pergunta, Luísa destacou apenas a dimensão procedimental, mencionando as estratégias que foram utilizadas durante a resolução do problema. (Quadro 37)

Quadro 37: Resposta de Luísa para a afirmativa: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse...”, com ênfase na dimensão procedimental

Luísa: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse... a abordar problemas de forma estruturada e a desenvolver soluções criativas para desafios complexos.”

Fonte: a autora, 2025

Já Rosa, declarou (Quadro 38) ter aprendido estratégias de argumentação e de apresentação de dados, o que está alinhado com a dimensão procedimental. Também destacou ter aprendido atitudes com respeito à ciência: confiabilidade e atenção às referências, o que condiz com a dimensão atitudinal explicitada por Pozo e Crespo (2009).

Quadro 38: Resposta de Rosa para a afirmativa: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse...”, com ênfase na dimensão procedimental e atitudinal

Rosa: “A disciplina possibilitou que eu aprendesse... Estratégias de argumentação, auxiliou na forma como eu exponho os dados (buscando ser mais didática durante as apresentações) e me ensinou a preocupar com as fontes e a confiabilidade do que me propus a apresentar.”

Fonte: a autora, 2025

Concluimos, portanto, que as três dimensões foram declaradas nas autoavaliações, com maior predominância da procedimental e da atitudinal.

Acreditamos que a formulação e apresentação das afirmativas da autoavaliação impactou diretamente no resultado, já que a proposta era propor um modelo diferente de autoavaliação, que tende a dar mais destaque a dimensão quantitativa e migrar para um processo com foco na reflexividade, o que já favorece a dimensão atitudinal. Além disso, o uso de uma questão sociocientífica também favorece um ambiente mais engajado ética e politicamente, promovendo um ambiente de maior reflexão, rigor e criticidade, também característicos desta dimensão (Conrado e Nunes-Neto, 2018).

Ademais, como a ABP prevê que os estudantes devem ser sujeitos ativos durante toda a atividade, a dimensão procedimental foi constantemente acessada e trabalhada pelas integrantes do grupo, o que também facilita a identificação ações relacionadas a essa dimensão. Por isso, nas três autoavaliações, as três integrantes declararam em algum momento terem desenvolvido habilidades relacionadas a busca e seleção de informações, organização do trabalho, seleção das melhores estratégias de pesquisa, entre outros.

A pesquisa, seleção, análise e comunicação de informações, práticas relacionadas a dimensão procedimental nos aproximam da discussão da alfabetização sobre mídia. Segundo Hodson (2018, 32), discentes letrados em mídia,

...são capazes de acessar, compreender, analisar, avaliar, comparar e contrastar a informação de uma variedade de fontes, além de utilizar essa informação criteriosamente e de forma adequada para sintetizar sua própria visão detalhada do tópico ou da questão sob consideração.

Assim, compreendemos que todas as ações e atitudes mencionadas por Hodson (2018) podem ser favorecidas com ABP associada as QSC, durante os estudos autodirigidos e no trabalho em grupo, realizados a partir da mediação do professor orientador.

A dimensão conceitual acompanhou o grupo durante toda a disciplina sendo mais frequente na segunda autoavaliação. Isso é uma consequência do objetivo da segunda parte do caso que exigia a definição de um problema a ser resolvido fundamentado em conhecimentos e fatos científicos, portanto, as integrantes identificaram muitas lacunas de conhecimento sobre a área de mineração e fizeram estas pesquisas. Estes conhecimentos, embora não precisem necessariamente ser compreendidos, são identificados com facilidade, o que aumenta a probabilidade de ser mencionado nas autoavaliações.

5.2 Apresentação de seminários

Os seminários consistiram na socialização das resoluções de cada parte do caso para toda turma. Todos os grupos realizaram essa atividade de socialização e de discussão. Por conta da natureza dessa atividade, a dimensão manifestada de forma predominante foi a conceitual, especialmente fatos e conceitos. No trecho destacado a seguir (Quadro 39), a Sofia apresenta vários conhecimentos de legislação.

Quadro 39: Trechos da apresentação do seminário em que Sofia manifesta a dimensão conceitual

Sofia: Sobre as resoluções referentes ao aproveitamento de rejeito de barragem, até o momento a gente tem uma única resolução que trata específico disso, que pode ser acessada aqui por esse *qr*code, que é a resolução número 85 de dezembro de 2021, que ela dispõe dos procedimentos para o aproveitamento de rejeito e dos estéreis, não só do rejeitos mas daquilo que, que, vem antes do beneficiamento, aquele produto bruto que vem antes do beneficiamento. E é uma resolução que visa a segurança nos processos de aproveitamento dos rejeitos. Não só a segurança mas também as questões de menos impactos ambientais nesses procedimentos que visam o aproveitamento de rejeito e algumas padronizações também. Essa é uma resolução que consta de dois anexos que tem uma longa lista, assim, minuciosa de todos os procedimentos que devem ser feitos para esses aproveitamentos de rejeito. Então em tese tem alguns documentos que têm que ser descritos muito minuciosamente para que isso seja aprovado e que seja uma prática, uma prática legal aprovada.

Fonte: a autora, 2025

O trecho a seguir apresenta um trecho transcrito da fala de Rosa, que também é predominantemente relacionado a dimensão conceitual quando ela aborda a retrospectiva histórica da Serra do Curral, entretanto, nos trechos sublinhados no Quadro 40 é possível observar tanto a dimensão conceitual quanto a atitudinal. Rosa parece refletir sobre o embate político na Serra do Curral e faz críticas à sua urbanização polarizada.

Quadro 40: Trechos da apresentação do seminário em que Rosa manifesta a dimensão atitudinal

Rosa: Bom, ainda assim, é, em meados da década de 70, a exploração do minério de ferro que acontecia no topo da serra, que foi uma das, né, onde, a Morro Velho começou a atuar, já começou a gerar protestos nessa época, ou seja, desde a década de 70 ocorre um movimento pra tentar frear esse processo minerário que nessa época ainda era minúsculo perto do que a gente tem hoje. É, mas ainda assim a gente vê um movimento assim dos, das, do cenário político, principalmente em Nova Lima, de não frear esse processo. Que aí por exemplo em 90, 1991, o plano

diretor de Nova Lima, o plano diretor da cidade, é permitiu que ocupassem as áreas, é, aqui tá falando só mas é, tipo, na parte debaixo da serra que hoje compreende a vila da serra, aquela região da vila da serra. Que aí por exemplo, ali era pra ser feito, tipo, né, o mirante da serra pra todo mundo ver e hoje em dia só quem mora naqueles apartamentos que conseguem ter uma visão da serra do curral. Porque quem passa ali naquela região do vale do sereno não consegue ver a serra tipo, ver mais a serra do curral, do jeito que era antes.

Fonte: a autora, 2025

A dimensão procedimental não é explicitamente apresentada no seminário, embora esteja envolvida em todo o processo de resolução do caso, desde a busca de informações até a elaboração de critérios para montar o seminário. O Quadro 41 apresenta um trecho transcrito da fala de Luísa, referente ao segundo seminário apresentado (relacionado a segunda parte do caso) em que é possível destacar a dimensão procedimental explicitamente. Nesse trecho, Luísa apresenta qual foi a estratégia de organização dos conhecimentos que o grupo adotou: entender o contexto para depois entender o problema.

Quadro 41: Trechos da apresentação do seminário em que Luísa manifesta a dimensão procedimental

Luísa: Em se tratando da proposta do trabalho de pensar em uma startup para resolver o problema relacionado com a mineração, o nosso grupo considerou que era importante e relevante pesquisar o que vem sendo feito hoje a respeito do problema que a gente resolveu abranger, por isso eu trago agora um pouco sobre as novas tecnologias que surgiram a partir desta problemática.

Fonte: a autora, 2025

Ainda com relação ao segundo seminário, no trecho destacado no Quadro 42, é possível observar que Luísa mobiliza conteúdos conceituais específicos de Química. Além disso, é interessante notar que os saberes científicos foram apresentados sem demandar maiores explicações, porque o público ouvinte era formado por estudantes da mesma área.

Quadro 42: Trechos da apresentação do seminário em que Luísa manifesta a dimensão conceitual

Luísa: A ideia é vender um sistema integrado de processamento de rejeito. A primeira etapa seria então de avaliação das características físico-químicas do rejeito. A gente sabe que o processo de mineração é muito parecido em cada uma das empresas, porém esse rejeito final altera um pouquinho a depender da região de mineração e entre outros fatores. Então essa primeira etapa é uma etapa crucial pro nosso...para dar início a esse processamento. Então seriam feitos testes de

composição química e também testes de bancada para passar para a segunda etapa que seria a de escalonamento. Então a gente passa para o processamento da lama de rejeito no local propriamente dito. Para isso a gente pensou em utilizar de bombas para coletar esse rejeito e aplicar tecnologias de separação para separar a caulicinita, caulita... caulinita. a partir de características simples... físicas e químicas simples que a gente já conhece como a diferença de densidade e também o processo de floculação. Em seguida a gente segue para a conversão em geopolímeros em que será necessário fazer a mistura de compostos químicos, a gente deseja que isso vire uma patente futura, e fazer a ativação desses geopolímeros. Então a gente garante que esse processo todo seja modular para que a gente alcance pequenas empresas, médias e grandes portes. E depois a gente vai ter então a aplicação na captura de carbono desse geopolímero já produzido, que podem ser aplicadas em diferentes etapas de mineração a depender do estudo e da demanda onde é o gargalo na empresa mesmo.

Fonte: a autora, 2025

No Quadro 43 é apresentado um trecho de uma pergunta feita por uma outra aluna da disciplina sobre a relação da ética com o tema da Serra do Curral. Sofia, ao responder, mobiliza a dimensão atitudinal ao se posicionar criticamente diante da pergunta, apresentando sua opinião levando em consideração os seus valores.

Quadro 43: Trechos de uma discussão após o seminário em que Sofia manifesta a dimensão atitudinal

Aluna: Eu queria fazer uma pergunta. [...] Tem uma pergunta da professora, que pergunta: “Fazendo uma análise geral sobre a apresentação, o recorte escolhido pelo grupo aborda quais dimensões dos temas sociocientíficos? E aí ela dá umas opções. E nessas opções ela coloca político e ético. E aí eu fui pensar sobre isso. Sobre o que, acho que é Sofia, sobre o que a Sofia falou mais na parte jurídica. E a minha pergunta foi “você acha que também essa parte jurídica, além de uma questão política que a gente sabe que acontece nesse meio, seria também uma questão ética, essa questão das mineradoras?”

Sofia: Mas afinal, que ética dentro do capitalismo, não é mesmo?

Professora: É uma falta de, né?

Sofia: O que é ética dentro do capitalismo? O que é ética quando se movimenta aqueles milhões de reais em um único município que a renda per capita é mínima, né? Envolve sim, assim, na minha percepção pessoal a ética tá atrelada sim. Ou a falta, né?

Professora: Algum comentário, alguém mais? Ééé..

Sofia: Posso só completar? É, brincadeiras à parte, a questão ética também ela entra nesse processo da serra do curral com a sociedade civil. Porque tem um movimento muito grande da sociedade civil, movimentando também seus representantes, na câmara, na assembleia, que envolve protestos, envolve assembleias e discussões acerca disso. Então tem essa questão ética não só pela

parte, digamos, não só pela parte político institucional, mas pela parte política da sociedade civil.

Fonte: a autora, 2025

Como era esperado, a dimensão predominante nos seminários foi a conceitual, com apresentação de fatos, dados, conceitos sobre a mineração e a Serra do Curral. Esse caráter conceitual é característico de seminários, entretanto, a construção do seminário envolve a dimensão procedimental nas ações necessárias para que a apresentação seja construída e atitudinal para que sejam estabelecidos critérios com respeito à ciência para selecionar as informações que serão apresentadas.

5.3 Gravações em áudio do trabalho dos grupos

Nas gravações em áudio do trabalho dos grupos, foi possível observar um predomínio da dimensão procedimental e conceitual. A dimensão procedimental foi muito frequente nos momentos em que o grupo se dedicava a organizar o trabalho entre os membros, fazer as pesquisas, definir os critérios para as próximas etapas e montar as apresentações dos seminários. A dimensão conceitual se apresentou com muita ênfase nos fatos sobre a mineração na Serra do Curral e nos conceitos específicos de química que foram necessários para a resolução das três partes do caso.

Durante as discussões da primeira parte do caso as integrantes debatiam qual deveria ser o foco de pesquisa para o seminário, já que consideraram o tema muito amplo, o que foi proposital quando elaboramos a primeira parte do caso, como pode ser observado no comando apresentado no final da narrativa: *Considerem que vocês estão cursando a disciplina optativa da Profa. Bruna e por isso também deverão, em grupo, elaborar e apresentar um seminário que aborde o seguinte tema: Os impactos e problemas da Mineração no Brasil.* Para fomentar estas discussões, as integrantes realizaram pesquisas gerais sobre mineração, o que pode ser identificado na gravação em alguns recortes transcritos de fala em que as estudantes ditam o que estão pesquisando no computador (Quadro 44).

Quadro 44: Trechos da discussão do grupo para estabelecer um tema para o seminário, manifestando as três dimensões

"mineração do estado de Rondônia" – Rosa
 ~ *Rosa permanece pesquisando algo no computador*
"eu acho que o negócio é que tipo assim, se a gente escolher estanho, automaticamente vai falar, né, da região norte. Então, os problemas a gente sabe...provavelmente é desmatamento, deve bater de frente com o garimpo, e população indígena..." – Rosa
"Aqui, dá pra trazer a parte histórica, aqui ó..." – Luísa
"pra exploração de estanho?" – Rosa
 ~ *Luísa aponta alguma pesquisa no computador*
"exploração de ouro" – Luísa
"é, dá pra gente juntar as coisas" – Rosa
"mas engraçado né, tá muito inter...tá muito pra dentro do continente, não tinha tanta exploração de ouro" – Luísa
"não sei se eu confio nessa informação" – Rosa

Fonte: a autora, 2025

Além de evidenciar o início da busca de informações do grupo e organização das pesquisas, que é a dimensão procedimental do conteúdo, destacada em itálico, ainda é possível encontrar neste trecho aspectos da dimensão conceitual, quando elas mencionam fatos e suas relações com as dimensões histórica e ambiental, destacada em sublinhado. A dimensão conceitual é manifestada por Rosa quando ela menciona os problemas da mineração que já conhece. E a dimensão atitudinal, destacada em negrito, quando ela se posiciona sobre a informação da exploração de ouro apresentada pela Luísa.

Para prosseguir com as pesquisas e definir qual seria o foco da apresentação do primeiro seminário, as integrantes decidiram inicialmente definir o mineral a ser apresentado para, depois, aprofundar na sua rota de extração. Esta estratégia de pesquisa que está dentro da dimensão procedimental foi evidenciada nos trechos destacados no Quadro 45.

Quadro 45: Trechos da discussão do grupo para determinar a melhor estratégia de pesquisa, com ênfase na dimensão procedimental

"o que a gente tem que fazer?" - Sofia (a integrante tinha acabado de chegar na aula)
"a gente tá começando a pesquisar pra dar uma afunilada no trabalho" – Luísa
"eu tava falando com a Luísa, tipo assim, eu pensei pra.. pra escolher, a gente podia escolher primeiro, tipo tentar escolher o mineral que a gente gostaria de falar, e a

partir dele estudar, tipo, os problemas que envolvem a extração dele. Mas pode ser de outro jeito também talvez.." – Rosa

"aí a gente achou uma lista com minerais extraídos no Brasil e o mais diferente era estanho, aí a gente tá olhando...mas tem outros lugares e outros minerais"

Fonte: a autora, 2025

Tendo escolhido inicialmente o estanho para ser o foco da pesquisa do grupo baseado no critério de ser um mineral “mais diferente”, as integrantes iniciaram as pesquisas específicas sobre este metal. Nestas pesquisas, elas se depararam com a informação sobre o crescimento financeiro atrelado à extração do estanho, que é uma dimensão conceitual. Entretanto, nós enquadrámos este trecho na dimensão atitudinal pelo desdobramento após o conhecimento da informação, já que a Rosa se posiciona fundamentada em seus valores, dizendo que este argumento para legitimar a extração só é válido na lógica de mercado que é seguida atualmente (Quadro 46).

Quadro 46: Trechos da discussão do grupo sobre o retorno financeiro da mineração, com ênfase na dimensão atitudinal

"aqui ó, verificou-se um crescimento positivo, ah? Quantidade monetária? É um pró, né? Mas pra quem que vai isso também, né? - Luísa

"pra empresa" - Rosa

"eu acho isso um argumento muito fraco, pra ser positivo sabe, a extração? Ah movimenta a..." - Luísa

"é, é positivo pra lógica que a gente segue" – Rosa

Fonte: a autora, 2025

A escolha do grupo por não apresentar o seminário sobre a mineração do estanho foi feita ao notarem que as notícias mais recentes sobre este mineral eram de mais de 15 anos atrás, como destacado no Quadro 47. O ato de pesquisar é procedimental, entretanto, a tomada de decisão de escolher alterar o foco de pesquisa é uma ação com respeito ao rigor científico de trabalhar com informações relevantes e atualizadas, sendo, portanto, atitudinal (Pozo e Crespo, 2009). Isso evidencia, mais uma vez, o que foi proposto por Zabala (1998) sobre a divisão em dimensões ser metodológica, já que por vezes elas se sobrepõem. No mesmo sentido, Conrado e Nunes-Neto (2018) destacam que, de maneira geral, *“Todos os conteúdos possuem, de nossa perspectiva, as três dimensões invariavelmente; o que variará entre os conteúdos será a predominância ou a explicitude de uma dimensão sobre as outras.”* (p.101)

Quadro 47: Trecho da fala de Luísa durante a discussão do grupo, com ênfase na dimensão procedimental e atitudinal

"Nossa, em 2001? Achei bem recente.. 2008. 2009. Nossa, não tem nada recente de estanho" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Tendo observado que o estanho não seria o mineral mais adequado para dar sequência às pesquisas, o grupo fez uma escolha por focar nas minerações que ocorrem em Minas Gerais. Durante as discussões que acompanhamos nas gravações, foram apresentadas algumas justificativas para esta escolha, mas pudemos observar que a primeira motivação foi política, o que era esperado considerando um tema sociocientífico. O trecho apresentado no Quadro 48 é um recorte que evidencia que a primeira razão para se determinar o estado de Minas Gerais como sendo o tema de pesquisa é o interesse em, de alguma maneira, poder abordar o governo do estado.

Quadro 48: Trecho da discussão do grupo que evidencia a motivação política na escolha do tema de pesquisa

"vamos falar do caulim" – Luísa
 "é o quê?" – Rosa
 "é silicato de alumínio hidratado" – Luísa
 [...]
 "Sofia, você apoia mudar pro caulim?" – Luísa
 "Apoio" – Sofia
 "viu, 2x1" – Luísa
 "tá bom, mas serve pra quê?" – Rosa
 "não sei, não" – Luísa
"a gente pode falar mal do governador de Minas?" – Sofia
 "não, é paraíba" – Luísa
"vamos achar Minas?" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

A partir da escolha por abordar a exploração de minério em Minas Gerais, a integrante Sofia formulou outro argumento para justificar esta decisão (Quadro 49), que acabou levando para a escolha do tema ser a Serra do Curral. Este argumento está fundamentado no desenvolvimento das pesquisas, por considerar ser mais fácil encontrar informações já que está regionalmente próxima, por isso, consideramos a manifestação da dimensão procedimental.

Quadro 49: Trecho da argumentação do grupo para determinar o tema de pesquisa, com ênfase na dimensão procedimental

"assim, eu gosto da ideia de explorar territorialmente Minas Gerais, pelo fato da gente tá aqui, então dependendo dos próximos passos, e etc, são informações mais fáceis de ter acesso, acho que é mais fácil, tô pensando na facilidade mesmo" – Sofia

"então vamos fazer recorte regional ao invés de fazer recorte do minério" – Luísa

"é a gente pode inverter, pesquisar o que que tem em minas gerais" – Sofia

"é, eu também acho.." – Rosa

"eu acho que é mais fácil acessar" – Sofia

"é, talvez a gente pode fazer três partes, três minerais, e fazer eles se conectarem até achar os problemas, então no território de Minas Gerais" – Luísa

"vocês querem fazer recorte de cidade ou região, tipo assim, uma região específica daqui" – Rosa

"eu acho que tá muito específico.." – Luisa

"Serra do Curral?" – Sofia

"é, pode ser, tem bastante coisa" – Rosa

"mais fácil ainda de procurar, tipo assim, os impactos na população, vai ser mais fácil se a gente tiver uma região específica" – Rosa

"eu acho que restringe muito" – Luísa

"é, se a gente for pensar estatisticamente não é uma amostra significativa" – Sofia

"porque era mundo, a gente já cortou Brasil, Minas Gerais. Na verdade eu até acho que dá para fazer o recorte, só que aí, na hora que for falar do mineral, aí tem que trazer o aspecto mundial" – Luísa

"mas o tema é no Brasil, né?" – Rosa

"é pra trazer comparativo" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Como a solução da primeira parte do caso era a construção de um seminário sobre a mineração, a dimensão conceitual foi manifestada a partir da apresentação de uma série de fatos. Ao longo da discussão do grupo foi possível identificar alguns trechos em que as integrantes mencionavam o que estavam procurando, o que nos deu direcionamento para a dimensão conceitual que foi apresentada de forma mais aprofundada e explícita no seminário. Estes trechos foram agrupados e apresentados no Quadro 50.

Quadro 50: Trechos das discussões do grupo, com ênfase na dimensão conceitual

"vamos dividir assim? Aspectos sociais, ambientais e.... minério de ferro?" – Luísa [...]

"é, a introdução pode ser uma contextualização do que minera lá, tipo, onde que tá geograficamente, qual que são os interesses de se minerar a serra, o que é minerado lá, quem que minera" – Sofia

[...]

"olha só, a mineração da serra do curral pode impactar 70% do abastecimento" – Sofia

[...]

"fala aqui, além das consequências para a fauna e a flora, mas qual que é? Aaaah tá aqui ó, a paisagem sonora e a qualidade do ar" – Sofia

[...]

"tem um outro que fala de desmatamento...40 espécies de animais em extinção" – Sofia

"então dá pra falar que os animais que ficam sem lugares vão invadir outros lugares" – Rosa

[...]

"eu tô achando muito difícil separar aspectos sociais e ambientais" – Luísa

"pensa no que...eu acho que ambiental é pra gente falar, um exemplo, sei lá, poluição na água, por exemplo. Como que, tipo assim, a contaminação pelo minério, pelos resíduos de minério afetariam a vida dentro da água. Como que o desmatamento afetaria os animais silvestres que habitam a mata atlântica na região. Pensa tipo nisso, sabe, coisas relacionadas a natureza mesmo. E o que não enquadrar nisso entra como social, a partir do momento que começa a impactar a gente vira social, entendeu? De certa forma, depois do impacto na fauna, vai vir o impacto na gente. Então separa dessa forma, não sei se vai ficar mais fácil pra você pensar" – Rosa

Fonte: a autora, 2025

No processo de resolução da segunda parte do caso a dimensão procedimental também esteve presente nos momentos de organização do trabalho e do estabelecimento de critérios e estratégias para definir qual seria o problema a ser resolvido pela *Startup*. Uma dificuldade apresentada pelo grupo nesta segunda etapa foi pensar primeiro na solução antes de identificar o problema que a empresa iria resolver, e isso demandou que o grupo retornasse algumas vezes no processo para buscar um problema real e possível de ser resolvido. Um trecho que evidencia a discussão da solução antes mesmo da definição problema assim como a ação de retomar a organização inicial de pesquisar primeiramente o problema, evidenciando a dimensão procedimental, está destacado em sublinhado no Quadro 51.

Quadro 51: Trechos da discussão do grupo sobre a organização da pesquisa manifestando as três dimensões

~ conversas sobre possíveis soluções

"mas isso é a solução, né, a gente precisa do problema. Eu acho que a gente tem só que pesquisar mesmo, dados" – Sofia

"sobre saúde do trabalhador...ah, descobrir quais são esses problemas né?" – Luísa
"é.." – Sofia

"mas aí tem que descobrir as empresas, sabe? A gente tá tentando resolver problema de quem?" – Luísa

"das mineradoras" – Rosa

"e se gente pensasse como químico ao invés de pensar como *startapeiro*?" - Luísa

"é que aí eu acho que vai voltar pra questão ambiental. Porque, por exemplo, sobre o processo de extração sustentável, já tem soluções. Pra CO₂, tem soluções, não poluir as águas tem solução, aumentar beneficiamento tem solução" – Rosa

"de início eu também tinha pensado no beneficiamento, mas ele não chega a ser um problema" – Sofia

"eu tenho uma amiga que trabalha na Vallourec e ela falou que lá eles compram o resíduo de outras mineradoras e rebeneficiam o resíduo, e eles conseguem extrair muita coisa de lá" – Rosa

"a gente pode fazer isso, rebeneficiamento de rejeito. Vamos? Eu gostei disso" – Luisa

"eu também" – Rosa

"no caso já fazem isso" – Sofia

"mas o ponto da minha amiga é que o marketing é tão ruim que nem sabem que ela faz isso" - Rosa

"marketing!" – Sofia

[...]

"talvez as empresas não façam isso por questão de custo" – Sofia

"mesmo que seja um custo alto mas é melhor para o meio ambiente, é uma solução que a gente criou, vamos lidar com isso?" – Luísa

[...]

"eu acho que o caminho que a gente tem que fazer é primeiro pesquisar como que eles fazem esse rebeneficiamento hoje e com qual rejeito eles trabalham" – Luísa

"quem, a Vallourec?" – Sofia

"é, no geral, se tiver outras empresas que fazem isso também. Tipo, o que que tem hoje que eles já fazem?" – Luísa

"qual que é a extração que mais gera rejeito, qual rejeito é mais tóxico ou, sei lá, o grau de periculosidade" – Sofia

"eu acho que esse é o segundo ponto que eu pensei. Eu acho que primeiro a gente tem que descobrir como eles fazem hoje e qual é rejeito que eles fazem isso. E aí depois a gente pensa quais rejeitos que existem que não foram tratados, que não tão nessa grande pesquisa que a gente tem. Depois a gente pensa se é possível aplicar a mesma metodologia que a gente tá usando e se não, qual metodologia que a gente poderia usar" – Luísa

No trecho transcrito no Quadro 51 também é possível identificar a dimensão conceitual e atitudinal. A dimensão conceitual foi destacada em itálico e se apresenta quando a Rosa menciona as soluções já existentes no âmbito ambiental, como a extração sustentável, a redução na emissão de gás carbônico. É interessante observar como a dimensão conceitual é manifestada a partir dos conhecimentos prévios de Rosa. A manifestação dos conhecimentos prévios é favorecida quando o problema em análise é relevante e relacionado ao contexto do estudante e, como destacam Schmidt e colaboradores (2011), essa leitura inicial favorece o engajamento dos estudantes, além favorecer o processo de aprendizagem.

A dimensão atitudinal, destacada em negrito no Quadro 51, também é manifestada quando Luísa propõe que o grupo pense como químicas e não como “*startapeiras*”. Neste caso a dimensão atitudinal está atrelada ao juízo de valor no pensamento de *Startup* do grupo, que já havia sido apresentado em outros momentos de discussão do grupo, como o destacado no Quadro 52.

Quadro 52: Trechos da discussão do grupo com o posicionamento do que elas acreditam ser característico de startup

"eu tentei pensar voltado pro nosso trabalho, porque eu acho que faz mais sentido, foi o que a gente mais pesquisou sobre, né? Eu acho que o que ficou mais latente, pelo menos na minha cabeça, foi a questão de saúde dos trabalhadores e a questão social, né, do entorno da comunidade. Daí eu tenho duas ideias. Uma, eu não sei se eu gosto muito da ideia porque é uma ideia muito empresarial, sabe assim, de vender para empresa e ela continuar lucrando com isso.." – Luísa
 "segurança de trabalho?" – Sofia
 "ah gente, é uma startup" – Rosa
 "é a gente vai ter que ser neoliberal" – Sofia
 "eu pensei de a gente vender para empresas mineradoras um kit saúde, que poderia dispensar para os seus empregadores e assim ser mais.." – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Pela natureza e objetivo da segunda parte do caso, a dimensão conceitual ficou mais evidente nas discussões do grupo e mais conhecimentos específicos de química foram discutidos. Acreditamos que as discussões conceituais ficaram mais explícitas do que na primeira parte do caso porque a produção de um seminário sobre problemas da mineração exigiu do grupo pesquisas sobre fatos e informações gerais sobre o tema. Entretanto, para definir o problema a ser resolvido, o grupo precisava

fundamentar em conhecimentos que exigiam mais do que compreensão, mas também articulação com outros saberes.

No Quadro 53 é apresentado um trecho em destaque em que a dimensão conceitual é predominante com conhecimentos científicos específicos de química.

Quadro 53: Trechos da discussão do grupo com conhecimentos específicos de química, com ênfase na dimensão conceitual

"a maior parte do rejeito de minério de ferro é quartzo, filosilicatos, carbonato de cálcio, óxido de manganês, entre outros. Ou seja, muito silício, manganês, alumínio, cálcio, fósforo..o que a gente pode fazer com isso?" – Luísa
"carbonato, mas é baratasso, né? O que que justifica?" – Rosa
 "a gente vai escolher um deles?" – Sofia
 "pra fazer o beneficiamento? Acho que sim, né, acho que é o ideal. Silício é bom, dá pra fazer vidro." – Luísa
 "a gente vai escolher a partir da questão financeira, da questão..." – Sofia
 "acho que o que vai ser melhor aproveitado financeiramente. Porque igual talvez o carbonato, é muito barato, então talvez não valha a pena de recuperar." – Rosa
 "ou qual tem mais impacto ambiental?" – Sofia
 "hm, pode ser" – Rosa
"eu ia falar que tem o alumínio e o silício, então...eu não sei, eu ia ter que estudar sobre isso porque eu não sei falar agora, mas alguma coisa como aluminossilicato, tipo geopolímero. Eu lembrei porque a minha IC foi produção de geopolímero pra adsorção de CO₂, então tem a questão ambiental" – Sofia
 "e diminui a pegada de carbono da empresa lá.." – Luísa

Fonte: a autora, 2025

No Quadro 54 também é possível identificar a dimensão conceitual na fala da Luísa, ao tentar explicar o processo rebeneficiamento do minério. Embora a linguagem seja informal, característica do contexto de discussão do grupo, existem conceitos químicos explícitos envolvidos como separação de mistura, adsorção, formação de geopolímero.

Quadro 54: Trecho da fala de Luísa ao explicar o processo de rebeneficiamento, com ênfase na dimensão conceitual

"ó, eu tenho lá no rejeito lamacento partículas de pedra. Pego esse rejeito. Separo por um processo que eu não sei ainda, talvez por granulometria, não sei. Separo a água e o resto do rejeito da caulinita. Pego a caulinita e faço virar um geopolímero. Pego o rejeito que eu tinha separado, faço um ataque ácido pra eu ter íons. Taco o meu geopolímero e pego o ferro, adsorvo o ferro, Taco ferro, adsorvo ferro, taco no ferro, adsorvo ferro, acabou. Pego o rejeito e acabei o que eu tinha pra fazer nele.

Temos vários beneficiamentos de ferro e um produto que pode ser utilizado mais vezes. Volta o rejeito pra lá de uma outra forma." – Luísa

"o ferro vai tá iônico?" – Sofia

"o ferro tem que tá iônico não, pro geopolímero funcionar" – Luísa

"não, não, o ferro que a gente vai rebeneficiar" – Sofia

"tem que tá iônico, senão não vai funcionar" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Na terceira parte do caso, das seis aulas disponíveis para resolução do problema em sala, apenas três foram utilizadas pelo grupo. Por isso, essa é a parte do caso com o menor volume de gravações e, portanto, menos dados a serem analisados.

Entretanto, mesmo com poucas gravações, foi possível identificar a dimensão conceitual e procedimental na busca e análise de informações e organização conceitual. No trecho destacado no Quadro 55, as integrantes debatiam sobre a viabilidade do problema escolhido, analisando a partir da perspectiva financeira e científica, o que é englobado pela dimensão conceitual. Entretanto, desta discussão Sofia sugere a possibilidade de utilizarem a estratégia de pesquisar sobre várias soluções e definir qual a mais viável, o que faz parte da dimensão procedimental.

Quadro 55: Trechos das discussões do grupo, com ênfase na dimensão conceitual e procedimental

"a solução nossa vai ser o negócio mesmo, do geopolímero" – Luísa

"é, acho que sim, não vamos inventar mais nada porque nem tem como" – Rosa

"e vai ser um geopolímero de algo.." – Luísa

"o que que vai ser feito com o geopolímero? Acho que é uma coisa pra se alinhar" – Rosa

"é.." – Luísa

"tipo assim, beleza, geopolímero, ponto. Mas qual que é a função dele?" – Sofia

"não, de que que ele vai ser? De alumínio, de ferro, de bário. Entendeu?" – Luísa

"caulinita" – Sofia

"caulinita é cálcio?" – Luísa

"não lembro a composição da caulinita, mas a gente tinha chegado no ponto caulinita" – Sofia

"que é do alumínio, então?" – Luísa

"que é o que tinha lá, uma das coisas que tinha lá no rejeito" – Sofia

"eu acho que a gente pode usar.." – Sofia

"mas isso não ajuda com a coisa do ferro" – Rosa

"então, aí o que que a gente faz com o rejeito...desculpa, o que que o geopolímero vai fazer que é um ponto eu acho pra gente discutir" – Sofia

"eu acho que é mais interessante a gente usar uma tecnologia que já existe pra aplicar na área industrial. Tipo, existe esse geopolímero aqui a gente usa ele pra pegar o ferro" – Luísa

"então, é aí que tá o ponto. O mais interessante é realmente rebeneficiar o ferro? Porque é aquilo que a professora tinha levantado na última aula, beleza tem mais quantidade de ferro, mas tem um motivo pra isso. O motivo será que é porque o custo é muito alto, ou porque é uma quantidade apesar de ser muita, é tão irrisória relativo ao tanto que é minerado. E aí tipo, de fato, vamos ficar no ferro ou vamos, sei lá, outra coisa. Acho que como, não lembro como que tá a pergunta, mas tinha uma coisa relacionada a tipo porque usar isso. A gente pode usar aquela legislação de que até 2000 e não sei quanto tem que desativar as barragens? Algum tipo de barragem? Uma coisa assim. Ou diminuir a barragem. Enfim, tem uma coisa assim, a gente trabalhou isso na apresentação" – Sofia

"mas a gente resolve isso, com uma quantidade tão pouca?" – Luísa

"porque a outra justificativa é tipo "por quê?", porque a gente quer, a gente teve essa ideia, não sei se vende tanto, sabe? Porque a coisa do diminuir a quantidade de barragem até o ano tal, é uma coisa" – Sofia

"pra essa solução, esse argumento não vale, porque é muito pouca quantidade" – Luísa

"em algum momento, num futuro próximo, a gente vai esbarrar no ponto de "quanto rejeito a gente vai gerar com o trabalho..com a solução?. Eu acho que em algum ponto a gente vai chegar nisso. Tipo, o que a gente tá fazendo é realmente viável? A gente vai bater nessa porta logo" – Sofia

"tô pensando" – Luísa

"e a gente vai bater na porta da viabilidade econômica. O que a gente pode fazer também, é não focar em uma solução, a gente pega todas as possíveis soluções que a gente tem, tipo geopolímero de ferro, geopolímero de alumínio, fazer isso com geopolímero, fazer aquilo, aí a gente pesquisa e analisa todo, tudo isso, e pega aquilo que tiver o melhor resultado" – Sofia

Fonte: a autora, 2025

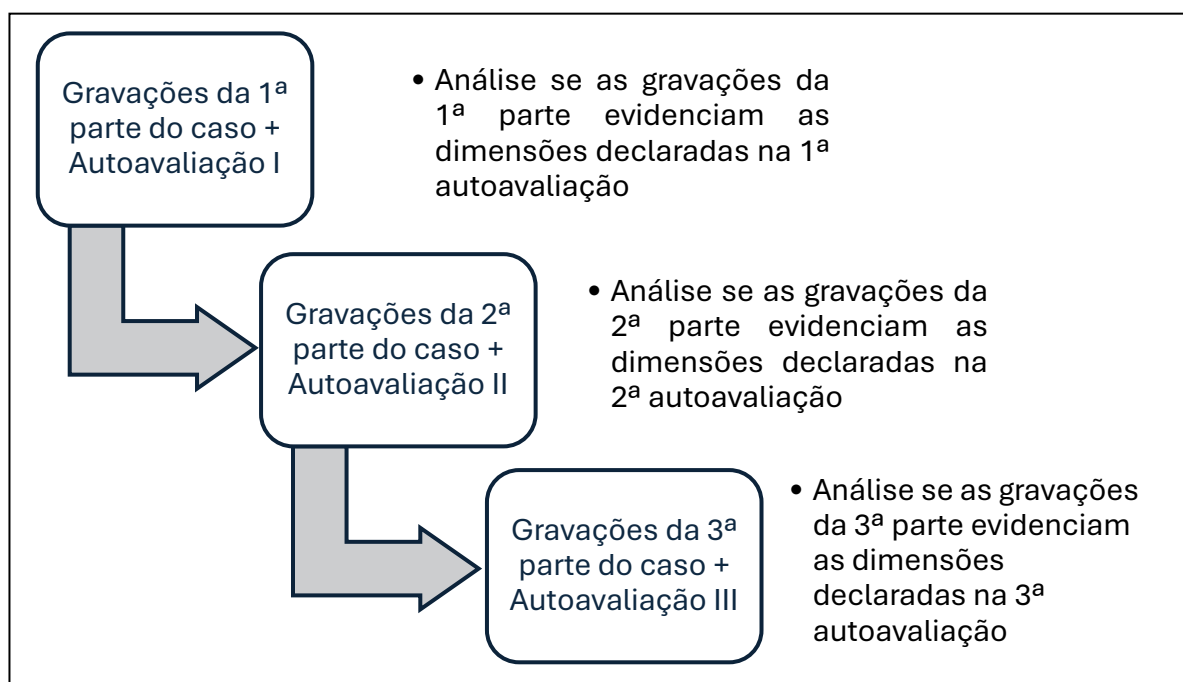
Considerando os trechos que foram extraídos e analisados das gravações, podemos observar que todas as dimensões foram manifestadas em alguma extensão. Entretanto, as dimensões procedimental e conceitual foram manifestadas de maneira mais explícita porque a natureza destas dimensões possibilita evidenciá-las com maior clareza.

5.4 As dimensões declaradas e as evidenciadas nas gravações

Nesta última seção, o nosso objetivo é analisar se as dimensões que foram declaradas pelas integrantes nas autoavaliações podem ser evidenciadas nas

gravações do grupo, durante as discussões realizadas pelas integrantes durante o processo de resolução. Consideramos que a realização dessa análise relacional, entre o declarado nas autoavaliações e o realizado pelas integrantes, era importante para termos mais indícios que as dimensões não foram apenas mencionadas, mas também vivenciadas durante o processo de resolução da QSC via ABP. Para isso será feita uma análise comparativa das gravações de cada ciclo de resolução com a autoavaliação correspondente àquela etapa. A Figura 10 apresenta a organização desta análise.

Figura 10: Organograma de organização da análise comparativa das gravações e das autoavaliações



Fonte: a autora, 2025

a) Primeira autoavaliação

As integrantes do grupo reforçaram a importância que a atividade teve para desenvolver as habilidades de trabalhar em grupo, como a divisão de tarefas e a comunicação e isso ficou evidente durante as gravações das discussões. Os trechos de organização da divisão da pesquisa e da apresentação do trabalho e de argumentação sobre a escolha do melhor tema para o seminário evidenciam estas habilidades procedimentais que foram declaradas pelas integrantes. O Quadro 56 apresenta alguns trechos declarados na autoavaliação sobre as habilidades

desenvolvidas na atividade, que podem ser diretamente relacionados aos áudios das discussões em grupo.

Quadro 56: Relação das habilidades declaradas e evidenciadas nas gravações da primeira parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Sofia: Trabalhar em grupo durante o processo de resolução da primeira parte do caso... uma boa experiência pois o grupo manteve boa comunicação e diálogo aberto, sendo resiliente quando necessário.

Luisa: Trabalhar em grupo durante o processo de resolução da primeira parte do caso... foi uma experiência enriquecedora. A troca de ideias e a colaboração com a Sofia e a Rosa permitiram uma abordagem mais ampla do tema que se mostrou muito amplo. Cada integrante trouxe perspectivas diferentes, o que enriqueceu a discussão e facilitou o andamento. Além disso, trabalhar em grupo incentivou a divisão de tarefas, tornando o processo mais eficiente e produtivo.

O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades... de trabalho em equipe, comunicação, análise crítica e consciência socioambiental. Trabalhar em grupo exigiu habilidades de colaboração e argumentação enquanto a apresentação do seminário desenvolveu minha capacidade de comunicação oral.

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"eu tava falando com a Luísa, tipo assim, eu pensei pra... pra escolher, a gente podia escolher primeiro, tipo tentar escolher o mineral que a gente gostaria de falar, e a partir dele estudar, tipo, os problemas que envolvem a extração dele. Mas pode ser de outro jeito também talvez..." – Rosa

"vocês querem fazer recorte de cidade ou região, tipo assim, uma região específica daqui" - Rosa

"eu acho que tá muito específico." - Luísa

"Serra do Curral?" - Sofia

"é, pode ser, tem bastante coisa" - Rosa

[...]

"mais fácil ainda de procurar, tipo assim, os impactos na população, vai ser mais fácil se a gente tiver uma região específica" – Rosa

"eu acho que restringe muito" - Luísa

"é, se a gente for pensar estatisticamente não é uma amostra significativa" - Sofia

"porque era mundo, a gente já cortou Brasil, Minas Gerais. Na verdade, eu até acho que dá para fazer o recorte, só que aí, na hora que for falar do mineral, aí tem que trazer o aspecto mundial" - Luísa

"mas o tema é no Brasil, né? - Rosa

"é pra trazer comparativo" – Luísa

"tá bom, quem quer ficar com o quê?" – Luísa

"eu posso ficar com o jurídico" – Sofia

"eu quero ficar com a introdução" – Rosa

"ué, aí sobre dois né? Eu não vou falar dois não" – Luísa

"não, aí a gente pode dividir" – Rosa

"eu quero aspecto social" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Rosa, Sofia e Luísa, no trecho transcrito do trabalho em grupo, apresentam sugestões sobre o recorte da mineração que vão utilizar e parecem incorporar as ideias apresentadas pelas integrantes de forma consensual. Além disso, dividem as pesquisas que seriam realizadas entre as integrantes.

Luísa também destacou na autoavaliação ter aprendido mais sobre conhecimentos específicos da mineração, desde conceitos teóricos e práticos, até aspectos éticos e morais. Durante as gravações observamos diversos momentos em que a dimensão conceitual estava sendo manifestada nas pesquisas sobre a área, desde aspectos mais amplos da mineração no Brasil até a especificidade da Serra do Curral. O Quadro 57 apresenta alguns trechos declarados na autoavaliação sobre os conhecimentos específicos de mineração, que podem ser diretamente relacionados aos áudios das discussões em grupo.

Quadro 57: Relação dos conhecimentos específicos de mineração declarados e evidenciados nas gravações da primeira parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Luisa: O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades...[...]. Além disso, a discussão sobre as questões éticas e morais associadas à mineração me ajudou a desenvolver uma compreensão mais ampla das responsabilidades dos diversos atores envolvidos.

O processo de resolução possibilitou o contato com uma variedade de conceitos teóricos e práticos relacionados à mineração no Brasil.

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"Minas gerais é o maior produtor de zinco, ouro, fosfato, grafita, lítio e calcário...e nióbio" – Luisa

[...]

"é, a introdução pode ser uma contextualização do que minera lá, tipo, onde que tá geograficamente, qual que são os interesses de se minerar a serra, o que é minerado lá, quem que minera.." – Sofia

[...]

"tem um outro que fala de desmatamento...40 espécies de animais em extinção" – Sofia

"então dá pra falar que os animais que ficam sem lugares vão invadir outros lugares" – Rosa

Fonte: a autora, 2025

Para finalizar, na primeira autoavaliação as três integrantes destacaram aspectos da dimensão atitudinal, como a análise crítica e reflexiva, o rigor científico para embasar as informações e o interesse em ampliar os estudos individualmente na área. Nas gravações foi possível identificar alguns trechos que podem ser relacionados ao que foi declarado nas autoavaliações, como apresentado no Quadro 58.

Quadro 58: Relação dos processos reflexivos e críticos declarados e evidenciados nas gravações da primeira parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Luisa: Todo o processo de resolução da primeira parte do caso me fez pensar...de forma crítica e analítica sobre os desafios apresentados e as possíveis soluções. A complexidade do tema da mineração no Brasil exigiu uma abordagem reflexiva, levando a considerar não apenas os aspectos econômicos, mas também as questões sociais, políticas, ambientais e éticas envolvidas. O caso me fez refletir principalmente sobre a população que reside em locais próximos às minas e a importância de encontrar um equilíbrio entre a necessidade de recursos minerais e os impactos negativos associados à atividade mineradora.

O processo de resolução possibilitou o contato com... uma variedade de conceitos teóricos e práticos relacionados à mineração no Brasil. O estímulo da capacidade de integrar diferentes áreas do conhecimento na análise de problemas, incentivaram a aprofundar meus estudos na área da química e suas aplicações na sociedade.

Sofia: Todo o processo de resolução da primeira parte do caso me fez pensar...sobre como as questões ambientais são decisões políticas atreladas ao capital.

Rosa: O processo de resolução possibilitou o contato com Novos canais de divulgação de informação, análise crítica da fonte das informações coletadas, outras fontes, por exemplo as discussões que acontecem na câmara de vereadores, visto que é um tema que ainda não foi finalizado

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"quando a gente lida, principalmente com as questões científicas e ambientais, é meio que tipo que polarizado, não é não? Ou é certo ou é errado, ou é recomendado ou não é recomendado." – Sofia

[...]

"aqui ó, verificou-se um crescimento positivo, ah? Quantidade monetária? É um pró, né? Mas pra quem que vai isso também, né? – Luísa

"pra empresa" – Rosa

"eu acho isso um argumento muito fraco, pra ser positivo sabe, a extração? Ah movimenta a..." – Luísa

"é, é positivo pra lógica que a gente segue" – Rosa

[...]

"quando a gente trata do impacto social, vai tratar ele como uma consequência, tipo, o impacto social após um desastre ambiental? Ou o impacto social de conviver com a consequência ambiental? Ou o impacto social? Porque o impacto social ele pode ser de certa forma positivo." – Sofia

"é, acho esse argumento fraco" – Luísa

"eu também acho" – Sofia

"depende do ponto de vista" – Rosa

"gera emprego mas acaba com..." – Sofia

"mas é que não gera emprego pra quem precisa, não adianta" – Luísa

"é" – Rosa

"mas aqui, eu acho que a gente tem que falar dos dois, do aspecto social e ambiental" – Luisa

"mas aqui eu acho que o social a gente não tem que falar necessariamente após o desastre ambiental, a atividade por si só já gera um impacto social" – Rosa

Fonte: a autora, 2025

b) Segunda autoavaliação

Na segunda autoavaliação as três integrantes destacaram a dimensão conceitual ao declararem terem aprendido mais sobre mineração, processo de beneficiamento, legislação. Nas gravações dos grupos, foi possível identificar muitos trechos que envolvem essa dimensão, a mais predominante nesta etapa da disciplina. No Quadro 59 são apresentados alguns trechos que relacionam diretamente o que foi declarado na autoavaliação com o que foi identificado nas gravações.

Quadro 59: Relação dos conhecimentos específicos de mineração declarados e evidenciados nas gravações da segunda parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Sofia: O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse... mais sobre mineração, principalmente sobre barragem.

Luisa: O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse ... conceitos: geopolímeros, rebeneficiamento.

O processo de resolução da segunda parte do caso possibilitou o contato com... artigos científicos, conceitos de mineração, conhecimento sobre cristais, novas alternativas emergentes para a resolução de problemas que envolvem mineração (outras Startups).

Rosa: O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse ... Sobre as legislações que regulamentam - ou não - a construção e utilização das barragens, bem como entender como isso contribui para atribuir uma maior segurança a elas. Além de alertar para o potencial econômico pouco explorado da lama de rejeito.

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"eu ia falar que tem o alumínio e o silício, então, eu não sei, eu ia ter que estudar sobre isso porque eu não sei falar agora, mas alguma coisa como aluminossilicato, tipo geopolímero. Eu lembrei porque a minha IC foi produção de geopolímero pra adsorção de CO₂, então tem a questão ambiental" – Sofia

"e diminui a pegada de carbono da empresa lá.." – Luisa

[...]

"sabia que desde 2019 as barragens de manutenção são proibidas?" – Sofia

"o que é manutenção?" – Rosa

"quando fica em degraus e elas vão subindo à medida que vai preenchendo o degrau" – Sofia

Fonte: a autora, 2025

Sofia também destacou na autoavaliação que a segunda parte do caso possibilitou desenvolver habilidade de organizar os processos de resolução de problema, o que está dentro da dimensão procedimental. Isso ficou evidente nas gravações nos momentos em que o grupo precisou se reorganizar para retomar as pesquisas e definir o problema a ser resolvido e não a solução, como estavam fazendo. No Quadro 60 são apresentados alguns trechos em que a dimensão procedimental é declarada na autoavaliação e constatada nas gravações.

Quadro 60: Relação das habilidades declaradas e evidenciadas nas gravações da segunda parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Sofia: O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades... para apresentações, como oralidade, para seguir etapas sem atravessar os processos, como pensar antes de fato no problema e não a solução para esse problema.

Rosa: A busca e seleção de informações para a resolução da segunda parte do caso... Foi bem mais direcionada que na primeira parte. Ao delimitar o problema que queríamos trabalhar e após a aula de feedback foi possível compreender em quais pontos deveria acontecer um foco maior, além de me atentar mais a quais dados eu estava querendo utilizar. Foquei em menos volume de dados e quis me aprofundar mais nas referências que escolhi para trazer um panorama que tivesse uma explicação melhor, mas que não teria um conjunto de informações muito grande. Assim, consegui selecionar muito mais rapidamente o que eu buscava, justamente porque essas questões já estavam mais claras para mim.

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"mas isso é a solução, né, a gente precisa do problema. Eu acho que a gente tem só que pesquisar mesmo, dados" – Sofia

"sobre saúde do trabalhador...ah, descobrir quais são esses problemas né?" – Luísa
"é.." – Sofia

[...]

"eu acho que esse é o segundo ponto que eu pensei. Eu acho que primeiro a gente tem que descobrir como eles fazem hoje e qual é rejeito que eles fazem isso. E aí depois a gente pensa quais rejeitos que existem que não foram tratados, que não tão nessa grande pesquisa que a gente tem. Depois a gente pensa se é possível aplicar a mesma metodologia que a gente tá usando e se não, qual metodologia que a gente poderia usar" – Luísa

Fonte: a autora, 2025

Na autoavaliação observamos a presença da dimensão atitudinal, com destaque para os processos de reflexão e crítica sobre a mineração. Entretanto, nas gravações identificamos poucos trechos em que esta dimensão ficou explícita, o que condiz com a natureza pessoal e reflexiva. Como nas autoavaliações as integrantes foram incentivadas a refletir e a escrever sobre este processo reflexivo, a dimensão atitudinal ficou mais evidenciada. No Quadro 61 apresentamos os trechos declarados e os extraídos das gravações que relacionam diretamente com a dimensão atitudinal.

Quadro 61: Relação dos processos reflexivos e críticos declarados e evidenciados nas gravações da segunda parte do caso

Trechos declarados na autoavaliação:

Sofia: O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu...[...] refletir de forma mais crítica a respeito dos impactos gerados pela atividade.

Luisa: O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu... compreender as diferentes esferas (social, econômica, jurídica e científica) envolvidas e como elas atuam, deixando de ser um processo automático para passar por processos de reflexão. Acredito que esse tipo de movimento me tornou uma cientista melhor e que terei a passar por indagações que busquem unir essas concepções em outras pesquisas futuras.

Rosa: O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu... Perceber que é uma questão sensível para mim, mas não de uma forma que a disciplina tenha atuado como gatilho ou algo do tipo. Por exemplo, me fez refletir que trabalhar em uma mineradora não seria algo que eu conseguiria fazer, exatamente por não envolver apenas a questão científica, mas também tem todo um contexto por trás que eu não conseguiria ignorar. Antes de trabalhar a mineração de uma forma mais profunda como foi feita na disciplina essa visão não era tão clara para mim, via como uma atividade quase que puramente econômica, mas que tinham tópicos complicados para serem discutidos.

Trechos extraídos das gravações do grupo durante o processo de resolução:

"eu gosto da primeira ideia" – Sofia

"do epi?" – Luísa

"éé.." – Sofia

"mas é que isso não é um problema" – Rosa

"não é um problema nosso, mas é um problema" – Sofia

[...]

~ Professora pergunta sobre as habilidades desenvolvidas.

"essa foi uma das perguntas que eu acho que eu tive mais dificuldade pra responder porque é difícil dar nome às coisas. Sabe a sensação que eu desenvolvi algo mas eu não sei o nome desse algo que eu desenvolvi? Aí eu não coloquei" - Luísa

[...]

"é de colocar a parte, pensar, sair do foco química, era isso que eu queria ter colocado. De sair do foco química e pensar ao redor. Eu acho que isso foi muito importante, acho que foi talvez o ponto mais legal do trabalho" - Luísa

Fonte: a autora, 2025

c) Terceira autoavaliação

As respostas da terceira autoavaliação foram predominantemente da dimensão procedimental e atitudinal. Entretanto, como foram poucos áudios gravados, é possível fazer a correlação direta apenas da dimensão procedimental. No Quadro 62 apresentamos os trechos declarados e os extraídos das gravações que relacionam diretamente com a dimensão procedimental.

Quadro 62: Relação dos processos organizacionais declarados e evidenciados nas gravações da terceira parte do caso

Trecho declarado na autoavaliação:

Rosa: A produção do pitch foi... Ajudou a delimitar a função de cada uma das integrantes dentro da startup. Nesse sentido, o pitch guiou bastante a apresentação da startup e auxiliou a definir quais pontos iríamos abordar na apresentação aos investidores.

Trecho extraído das gravações do grupo durante o processo de resolução:

O que a gente pode fazer também, é não focar em uma solução, a gente pega todas as possíveis soluções que a gente tem, tipo geopolímero de ferro, geopolímero de alumínio, fazer isso com geopolímero, fazer aquilo, aí a gente pesquisa e analisa todo, tudo isso, e pega aquilo que tiver o melhor resultado" – Sofia

Fonte: a autora, 2025

Além disso, as perguntas da terceira autoavaliação não foram relacionadas apenas à terceira parte do caso, mas à toda disciplina. Por isso, se relacionam com todas as dimensões que foram identificadas nas gravações da primeira, segunda e terceira parte do caso. Sendo assim, consideramos que a correlação já construída até aqui é suficiente para evidenciar quais foram as semelhanças e diferenças do que foi declarado nas autoavaliações com o que foi evidenciado nas gravações dos grupos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a investigar como a associação da Aprendizagem Baseada em Problemas e as Questões Sociocientíficas poderia contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades de futuros profissionais da Química. Essa proposta foi motivada pela necessidade de compreender quais aprendizagens podem ser fomentadas a partir das abordagens mencionadas, especialmente no caso da ABP. Para realizar essa análise, utilizamos como referencial as dimensões de conteúdos de ensino, abordado por Zabala (1998), Pozo e Crespo (2009) e Conrado e Nunes-Neto (2018). Assim especificamente, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: Como uma questão sociocientífica, abordada a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas pode contribuir para manifestação de conteúdos, em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, durante o desenvolvimento de uma disciplina optativa ofertada para estudantes de graduação em química?

Para responder à questão de pesquisa, propusemos uma disciplina construída a partir do ciclo da ABP que contemplou os momentos de apresentação de uma situação problema, análise, proposição de hipóteses, definição e apresentação da solução. Para favorecer abordagem de uma temática não só cientificamente relevante para os graduandos, mas que favorece discussões mais amplas de multidimensionais, a QSC também foi inserida como abordagem. Assim, considerando o contexto de desenvolvimento da disciplina, construímos um caso em três partes sobre a temática Mineração, um tema controverso, complexo, que aborda questões éticas e políticas e opiniões divergentes.

Para identificar a manifestação das dimensões do conteúdo, analisamos dados provenientes de três fontes e que foram coletados por diferentes instrumentos: apresentação dos seminários (que foram gravados em áudio e vídeo), discussões entre integrantes de um grupo (que foram gravados em áudio e vídeo) e autoavaliações (que foram registradas via formulário do *google forms*). Além de identificar as dimensões a partir dos dados, também procuramos relacionar se as dimensões declaradas pelas integrantes do grupo nas autoavaliações foram

vivenciadas durante as discussões do grupo, que foram realizadas ao longo de toda a disciplina.

Nas apresentações dos seminários a dimensão do conteúdo predominante foi a conceitual, o que é coerente com a natureza deste tipo de atividade de apresentação de resultados. Durante as apresentações as integrantes apresentaram conceitos e fatos. O segundo seminário se destacou na manifestação da dimensão conceitual, pois vários conhecimentos científicos específicos da área de química foram apresentados pelas integrantes, considerando que o objetivo era apresentar um problema relacionado a atividade mineradora a ser resolvido por uma *Startup*. Esses dados revelam a importância da proposição do problema a ser resolvido no caso, que deve ser feita de forma cuidadosa e alinhada aos objetivos de aprendizagem do professor.

Nas gravações do trabalho em grupo foi possível identificar todas as dimensões do conteúdo, especialmente a procedimental e a conceitual. Como a dimensão procedimental está relacionada às ações do processo de resolução do problema, envolve a busca de informações, a seleção das informações mais relevantes, a organização do trabalho, a dinâmica do grupo, as estratégias utilizadas pelo grupo para chegar até a resolução do problema. Essas ações são características da ABP, que como já mencionadas, focam na autonomia e trabalho discente.

Desta maneira, mesmo que não mencionadas explicitamente pelas estudantes, a dimensão procedimental foi manifestada ao longo de toda a disciplina. Na análise realizada a partir dos dados transcritos, consideramos que as integrantes mobilizaram esta dimensão quando se organizaram para realizar a divisão de tarefas durante a resolução e na apresentação do seminário, explicitaram estratégias para buscar a resolução da segunda parte do caso, definiram critérios para dar sequência ao trabalho.

A dimensão conceitual também foi muito manifestada durante as discussões do grupo, especialmente na segunda e terceira parte do caso. Foi possível identificar diversos momentos em que as integrantes debatiam uma determinada solução considerando conhecimentos científicos, ou apresentavam uma informação nova que tinham pesquisado. A manifestação da dimensão conceitual durante o processo de resolução é muito positiva no contexto da ABP, que usualmente é mais associada a

dimensão procedimental dos conteúdos. Esse dado reforça o potencial da ABP para a aprendizagem de conteúdos conceituais e atitudinais.

A dimensão atitudinal foi a menos frequente nas gravações (seminários e discussões em grupo), acreditamos que por seu caráter reflexivo e introspectivo. A dimensão atitudinal está relacionada com atitudes e valores que vão além da sala de aula e que não são, necessariamente, comunicados verbalmente, mas sim expressados na forma de ações concretas. Por isso, nas gravações os momentos em que a dimensão atitudinal se apresentou com maior destaque foram nos momentos de discussão sobre aspectos éticos, políticos e financeiros atrelados à prática mineradora. Essa manifestação foi favorecida por conta da QSC que tem em sua natureza a abordagem da dimensão ética, como fundamental para a formação para a cidadania.

Para finalizar, nas autoavaliações as três dimensões foram destacadas pelas integrantes do grupo, com destaque para a procedimental e a atitudinal. Acreditamos que a dimensão atitudinal ficou mais explícita porque as perguntas foram construídas de maneira a levar os estudantes a refletirem e expressarem estas reflexões, deixando os aspectos mais evidentes. Perguntas sobre o uso da mineração como tema da disciplina, sobre o que a disciplina tem suscitado de pensamentos e reflexões resultaram em respostas atreladas à esta dimensão.

Entretanto, na autoavaliação também foi possível encontrar muitos aspectos da dimensão procedimental, especialmente quando as integrantes refletiam sobre as habilidades desenvolvidas ao longo da disciplina. Habilidade de organização, seleção de informação, falar em público, trabalhar em grupo, foram destacadas pelas estudantes. Isso nos mostra que a dimensão procedimental é mais palpável e, portanto, é mais fácil que as integrantes identifiquem os ganhos ao longo da disciplina nesta dimensão. Os processos reflexivos suscitados pelas autoavaliações destacam a sua potencialidade não só como instrumento avaliativo, mas também como um instrumento para o desenvolvimento da metacognição.

Ainda na autoavaliação, a dimensão conceitual foi apresentada com destaque quando as integrantes refletiam sobre o que tinham aprendido, o que está alinhado com a prática de ensino convencional usualmente vivenciada em nosso contexto, que dá destaque para essa dimensão do conteúdo nos processos avaliativos. Algumas

respostas das integrantes que estão englobadas nesta dimensão foram aprendizados de mineração, geopolímeros, legislação, cristais, composição da lama.

Nossos resultados evidenciam que a associação da Aprendizagem Baseada em Problemas e as Questões Sociocientíficas favorece a manifestação das dimensões conceitual, atitudinal e procedimental dos conteúdos. No entanto, por se tratar da análise de uma disciplina e de estudantes de um grupo, mais estudos devem ser realizados no contexto brasileiro. Entretanto, defendemos que mais importante do que associar a ABP e a QSC para mobilizar estas dimensões, é tornar evidente para os estudantes quais são os aprendizados que estão sendo construídos ao longo da disciplina.

Por isso, defendemos o uso da autoavaliação como uma ferramenta que deve acompanhar todo o processo de resolução, por possibilitar aos estudantes refletirem, expressarem e sistematizarem as aprendizagens não apenas de conceitos – que são mais facilmente identificados – mas também de procedimentos e de atitudes. Luísa, na sua última autoavaliação, refletiu sobre o processo de preencher a autoavaliação como sendo “melhor do que eu imaginei que seria, e acredito que isso se deve ao formato estruturado e reflexivo que a disciplina ofereceu. Essa prática me permitiu refletir sobre meu progresso e identificar áreas de melhoria.”.

Uma limitação desde estudo foi não termos conseguido acompanhar a mobilização das dimensões dos conteúdos de outros grupos, para analisar como a escolha do tema do seminário, o engajamento, a formação, a dinâmica do grupo podem alterar os resultados. Acreditamos que esse tipo de análise também é importante e pode fomentar na proposição de novas estratégias para lidar com a heterogeneidade dos grupos.

REFERÊNCIAS

ALBANESE, Mark A.; HINMAN, Georgia L. Types and design of assessment in PBL. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada (orgs.). **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 389-410.

ALMEIDA, Jeyvson Correia de; DE CHIARO, Sylvia. Argumentação e aprendizagem baseada em problemas: processo de construção de conhecimento crítico e reflexivo em sala de aula de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 462-483, 2023. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2023v28n2p462.

ALVES, Rodrigo Ramos; AMARAL FILHO, Fausto dos Santos. A aprendizagem baseada em problemas na educação superior. **Quaestio - Revista de Estudos em Educação**, Sorocaba, v. 26, p. e024005, 2024. DOI: 10.22483/2177-5796.2024v26id5156.

ANDRADE, Maria Aparecida da Silva; NUNES-NETO, Nei; ALMEIDA, Rosália Oliveira. Uso de agrotóxicos: uma questão sociocientífica para o ensino médio. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 121-144. ISBN 978-85-232-2017-4.

BARCELOS, Amanda Souza. **Integração da aprendizagem baseada em problemas com o ensino fundamentado em modelagem: um estudo de caso sobre as ações discursivas de uma professora de Química**. 2024. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/78039>.

BARROWS, Howard. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, n. 6, p. 481–486, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>

BLASS, Leandro, IRALA, Valesca Brasil. Uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como metodologia de ensino em aulas de Cálculo Numérico.

Revista De Educação Matemática, v.17, p.1-25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37001/remat25269062v17id360>

BLUMBERG, Phyllis. Designing for effective group process in PBL using a learner-centered teaching approach. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada (orgs.). **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 343-365.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B.. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, n. 83, p. 263–294, abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>

BRANDA, Luis A. A aprendizagem baseada em problemas: o resplendor tão brilhante de todos outros tempos. In: ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 3. ed. São Paulo: Summus, 2016. p. 205–236.

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular**. 2017.

CAMPOS, Angela Fernandes, FERNANDES, Lucas dos Santos. Tendências de pesquisa sobre aprendizagem baseada em problemas no periódico Journal of Chemical Education. **Revista Pesquisa e Ensino**, v.1, p.1-24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37853/pqe.e202023>

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei F.; EL-HANI, Charbel N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77-118. ISBN 978-85-232-2017-4.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei; VIANA, Blandina F.; EL-HANI, Charbel N. Declínio de polinizadores como questão sociocientífica no ensino de Biologia. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 145-172.

COSTA, Sandro Lucas Reis. **Práticas científicas no Ensino de Ciências: características, compreensões e contextos das publicações**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 107p, 2021. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/976925>

DIAS, Claudio Mendes; SASAKI, Daniel Guilherme Gomes. **Aprendizagem baseada em problemas e as habilidades do século XXI: revisão sistemática**. 2023. Preprint. SciELO Preprints. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7179/13520>.

DIONOR, Grégory Alves; CONRADO, Dália Melissa; MARTINS, Liziane; NUNES-NETO, Nei de Freitas. Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: uma revisão da literatura na educação básica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 197-224, 2020. DOI: 10.5007/1982-5153.2020v13n1p197.

FONTEIJN, Herco T. H., DOLMANS, Diana H. J. M. Group Work and Group Dynamics in PBL. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 199-220.

FRANCISCO, Wellington. Uma Releitura das Características para um “Bom” Caso: Tecendo Aproximações com as Crônicas Narrativas. **Revista Debates Em Ensino De Química**, v. 8, n. 1, p. 183–201, 2022 Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5027>

GADOTTI, Moacir. **História das ideias pedagógicas**. São Paulo: Ática, 2003. 325p.

GE, Xun e CHUA, Bee Leng. The Role of Self-Directed Learning in PBL: Implications for Learners and Scaffolding Design In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG,

Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 367-388.

GENOVESE, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; DE CARVALHO, Washington Luiz Pacheco. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 15, n. 34, p. 08-17, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6589>

HERREID, C. F. A Chef Returns: A recipe for writing great case studies. **Journal of College Science Teaching**, v. 48, n. 3, 2019.

HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-based learning: What and how do students learn?. **Educational psychology review**, v. 16, p. 235-266, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

HMELO-SILVER, Cindy E., e BARROWS, Howard S. Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1004>

HMELO-SILVER, Cindy E.; BRIDGES, Susan M.; McKEOWN, Jessica M. Facilitating Problem-Based Learning. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 297-320.

HODSON, Derek. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-58.

HUNG, Woei. Problem design in PBL. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p 3-24.

LEARY, Heather, WALKER, Andrew, LEFLER, Manson, KUO, Yu-Chun. Self-Directed learning in problem-based learning: A literature review. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 181-198.

LOPES, Renato Matos; ALVES, Neila Guimarães; PIERINI, Max Fonseca; SILVA FILHO, Moacelio Veranio. Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. In: LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. 1 ed. Publiki, 2019, p. 47-74

MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Júlio. Introdução. In: MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Júlio (org.). **Aprendizagem Baseada em Problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 13–23.

MOALLEM, Mahnaz. Effects of PBL on learning outcomes, knowledge acquisition, and higher-order thinking skills. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 107-134

PÁEZ GÓMEZ, Claudia Beatriz; GÓMEZ LENDE, Sebastián. Pensamento, trabalho e legado de John Dewey: das suas bases filosófico-pedagógicas à aprendizagem baseada em problemas. **Educação em Análise**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 257–278, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1984-7939.2020v5n2p257>

PERRENOUD, Philippe. **Desenvolver Competências ou Ensinar Saberes? A escola que prepara para a vida**. Porto Alegre: Penso, 2013.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2012. eISBN: 9788539303540. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788539303540>.

QUADROS, Ana Luiza de, FERREIRA, Dalva Ester da Costa, CORRÊA, Roberta Corrêa. Eu só quero criar peixes! A construção de significados para conceitos químicos em um curso de aquacultura. **Revista Internacional de Educação**

Superior, Campinas, v.9, p.1-22. Disponível em:
<https://doi.org/10.20396/riesup.v5i0.8653586>

QUEIROZ, Salete L., CABRAL, Patrícia F. O. Ensinar e aprender ciências na educação básica a partir de estudos de caso. In. QUEIROZ, Salete L., CABRAL, Patrícia F. O. **Estudos de caso no ensino de Ciências Naturais**. São Paulo: Art Point Gráfica e Editora, 2016. p. 11 – 20.

RAIMONDI, Angela Cristina, RAZZOTO, Eliane Siqueira. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Analítica Qualitativa. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v.3, n.2, p.36-48, 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i2.11159>

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EdUFSCAR. 2010, 151 p.

SAVERY, John R. Overview of Problem-Based Learning: definitions and distinctions. In: WALKER, Andrew; LEARY, Leary; HMELO-SILVER, Cindy E.; ERTMER, Peggy A. (org.). **Essential Readings in Problem-Based Learning: exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows**. 1 ed. West Lafayette, IN: Purdue University Press, 2015. 398 p.

SCHMIDT, Henk G. As bases cognitivas da Aprendizagem Baseada em Problemas. In: MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Júlio (org.). **Aprendizagem Baseada em Problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 81–108.

SCHMIDT, Henk G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical education**, v. 27, n. 5, p. 422-432, 1993. Disponível em:
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1993.tb00296.x>

SCHMIDT, Henk G.; ROTGANS, Jerome I.; YEW, Elaine H. J. Cognitive constructivist foundations of problem-based learning. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 25-50.

SCHMIDT, Henk G.; ROTGANS, Jerome I.; YEW, Elaine HJ. The process of problem-based learning: what works and why. **Medical education**, v. 45, n. 8, p. 792-806, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04035.x>

SERVANT-MIKLOS, Virginie F. C. A revolution in its own right: how Maastricht University reinvented problem-based learning. **Health Professions Education**, v. 5, p. 283–293, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2018.12.005>

SERVANT-MIKLOS, Virginie F. C. Problem solving skills versus knowledge acquisition: the historical dispute that split problem-based learning into two camps. **Adv in Health Sci Educ**, v. 24, p. 619–635, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10459-018-9835-0>

SERVANT-MIKLOS, Virginie F. C.; NORMAN, Geoff R.; SCHMIDT, Henk G. A short intellectual history of problem-based learning. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 3-24.

SILVA, Osni Oliveira Norberto; SOUZA, Gildison Alves de. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas em cursos de graduação do ensino superior: uma revisão sistemática. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 8, p. 472–481, 1 abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v8.e1.a2020.pp472-481>

SOUZA, Samir Cristino; DOURADO, Luis. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182–200, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880>

VEIGA, Ilma Passos Alencastro; SILVA, Edileuza Fernandes da; BRANCO, Magda Verçosa Carvalho; SOUZA, Maria Helena Viana de; LOPES, Mário Lúcio Moreira; GARBIN, Neuza; FERNANDES, Rosana C. de A. Aprendizagem baseada em problemas: desafios para a formação médica. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org.). **Formação médica e aprendizagem baseada em problemas**. Campinas, SP: Papyrus, 2015.

WIJNIA, Lisette; LOYENS, Sofie M. M.; RIKERS, Remy M. J. P. The problem-based learning process: an overview of different models. In: MOALLEM, Mahnaz; HUNG, Woei; DABBAGH, Nada. **The Wiley handbook of problem-based learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019. p. 273–296.

YEUNG, Elaine Kit Ling; ZHONG, Miao; HUANG, Jing; CHAN, Man Ho; SIU, Carrey Tik Sze; CHEUNG, Him. Constructivist learning approaches do not necessarily promote immediate learning outcome or interest in science learning. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 34, p. 753–764, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40299-024-00893-8>

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016. 320 p.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998, 224 p.

ZEIDLER, Dana L.; APPLEBAUM, Scott M.; SADLER, Troy D. Enacting a socioscientific issues classroom: transformative transformations. In: SADLER, Troy D. (ed.). **Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research. (Contemporary Trends and Issues in Science Education)** New York: Springer, 2011, v. 39, p. 277–302.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) graduando(a),

Há alguns anos, a literatura relativa à Educação em Ciências tem apontado algumas maneiras de melhorar o ensino desta área de conhecimento. Um caminho para se atingir esse objetivo tem sido investir na formação em cursos superiores, a partir do uso de abordagens de ensino que sejam centradas nos estudantes, que se aproximem das atividades científicas e que possam contribuir para a formação cidadã dos estudantes.

Diante disso, foi elaborado um projeto de pesquisa – *A Associação Entre A Aprendizagem Baseada Em Problemas E A Avaliação Formativa No Curso de Graduação em Química* – Promover a associação entre a ABP e a Avaliação Formativa com vistas a identificar as habilidades mobilizadas e conhecimentos científicos aprendidos durante a resolução do problema.

Neste projeto, os dados serão coletados a partir de observação dos momentos formativos e situações de ensino-aprendizagem conduzidas pelo professor, entrevistas com os graduandos relacionadas às vivências formativas e os resultados dos alunos durante as situações de ensino conduzidas. Para isso, as aulas realizadas em sala de aula deverão ser registradas em áudio e vídeo, a fim de que todas as ações do professor e dos alunos relacionadas às situações de ensino-aprendizagem possam ser revistas, analisadas e discutidas.

Sinalizamos que os riscos envolvidos na pesquisa se associam apenas à sua participação na realização e discussão das atividades, especialmente no que diz respeito ao possível constrangimento durante a sua participação nas atividades. Contudo, asseguramos que serão tomadas as medidas e cautelas para a minimização de danos como: será assegurada a confidencialidade, a privacidade e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas; os dados da pesquisa serão codificados, garantindo o seu anonimato na divulgação dos resultados da pesquisa. Além disso, os resultados dessa pesquisa estarão à sua disposição. Qualquer apoio ou assistência podem ser solicitados a qualquer momento, diretamente às pesquisadoras responsáveis, bem como à própria escola.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa serão armazenados em um HD externo, sendo acessados exclusivamente para fins de pesquisa. Além disso, ficarão arquivados com as pesquisadoras responsáveis por um período de 10 (dez) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. A sua identidade será tratada com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e as informações serão utilizadas somente para fins acadêmicos e

científicos. Além disso, você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação.

Finalmente, informamos que os dados serão analisados por pesquisadores experientes e qualificados, cujo trabalhos serão orientados pelas pesquisadoras responsáveis, e o desenvolvimento deste projeto foi autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

Caso tenha dúvidas sobre a pesquisa, maiores informações poderão ser obtidas junto às pesquisadoras identificadas abaixo:

- Clara Avelar Resende

Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da UFMG (PPGE/FaE/UFMG), Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, telefone (31)3409-5746, email: klimica@ufmg.br

- Profa. Roberta Guimarães Corrêa

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química, Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha, telefone (31)3409-5746, e-mail: robertacorrea@ufmg.br

Caso tenha dúvidas sobre os princípios éticos que fundamentam a pesquisa, maiores informações poderão ser obtidas junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG:

- AV. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901. Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005. Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Atenciosamente,



Clara Avelar Resende

Roberta Guimarães Corrêa

Mestranda do PPGE/FaE/UFMG

Docente do DQ/ICEx/UFMG

AUTORIZAÇÃO

Após ler este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, informo que entendi os objetivos da pesquisa “A Associação Entre A Aprendizagem Baseada Em Problemas E A Avaliação Formativa No Curso de Graduação em Química” e como ela será feita. Sendo assim, concordo em participar da mesma.

Nome do(a) graduando(a): _____

Assinatura: _____

RG: _____

APÊNDICE B – Cronograma final da disciplina optativa

CRONOGRAMA DA DISCIPLINA - Atualizado		
Tópicos em Química C: Fundamentos da Resolução de Problemas Sociocientíficos – 1/2024		
Data	Conteúdo e Atividades de Aula	Entregas
11/mar	Apresentação da disciplina. Discussão sobre autoavaliação. Leitura conjunta do caso (Parte 1).	-
13/mar	Resolução do caso (Parte 1).	Entrega do termo de consentimento assinado.
18/mar	Resolução do caso (Parte 1).	-
20/mar	Resolução do caso (Parte 1).	Entrega da Etapa 1 do Relatório de Desenvolvimento 1.
25/mar	Resolução do caso (Parte 1).	-
27/mar	Discussão sobre critérios de avaliação dos seminários.	Entrega da Etapa 2 do Relatório de Desenvolvimento 1.
01/abr	Apresentação do seminário.	-
03/abr	Apresentação do seminário. Discussão das apresentações. Autoavaliação (a ser feita até dia 09/04)	-
08/abr	Leitura conjunta do caso (Parte 2) Resolução do caso (Parte 2).	-
10/abr	COMFIC	-
15/abr	Discussão sobre a autoavaliação referente à Resolução da Parte 1 do caso. Resolução do caso (Parte 2).	-
12/jun	Discussão sobre as apresentações dos seminários referentes à Parte 1 do caso	-
17/jun	Reapresentação da Parte 2 do Caso Resolução do caso (Parte 2).	-
19/jun	CAFÉ PEDAGÓGICO	-
24/jun	Resolução do caso (Parte 2).	-
26/jun	Resolução do caso (Parte 2).	Entrega da Etapa 1 do Relatório de Desenvolvimento 2.
01/jul	Resolução do caso (Parte 2).	Entrega da Etapa 2 do Relatório de Desenvolvimento 2.
03/jul	Resolução do caso (Parte 2).	Entrega da Etapa 3 do Relatório de Desenvolvimento 2.
08/jul	Apresentação do seminário. Discussão sobre as apresentações.	-
15/jul	Apresentação do seminário. Discussão sobre as apresentações.	-
17/jul	Apresentação do seminário. Discussão sobre as apresentações. Autoavaliação Parte 2 do caso	Autoavaliação da Parte 2 do caso (a ser feita até o dia 21/07)
22/jul	Leitura conjunta do caso (Parte 3).	-
24/jul	Resolução do caso (Parte 3).	-
29/jul	Resolução do caso (Parte 3).	Entrega da Etapa 1 do Relatório de Desenvolvimento 3.
31/jul	Resolução do caso (Parte 3).	-
05/ago	Resolução do caso (Parte 3). Gravação do pitch – Não haverá aula	Entrega da Etapa 2 do Relatório de Desenvolvimento 3.

APÊNDICE C – Três partes do caso sobre mineração

Parte 1 – Falta muito pouco!

Último ano do curso de graduação! Jaqueline, Márcio, Lívia, Mônica e Jaime finalmente conseguiram chegar juntos no último ano do curso de Química. Ainda faltava o TCC, o Estágio Supervisionado, e também precisavam cursar uma disciplina optativa para completar os créditos. Depois de muito debate, decidiram que todos fariam a optativa A Química e os desafios da Atualidade, da Profa. Bruna.

Na primeira semana de aula, a Profa. Bruna apresentou a disciplina e os trabalhos que deveriam ser realizados pelos estudantes em grupo. Como primeiro trabalho, Bruna solicitou aos grupos a apresentação de um seminário sobre: Os impactos e problemas da Mineração no Brasil.

Mônica, revirando os olhos, olhou para seus amigos que logo responderam em conjunto: Calma amiga, a gente vai se organizar para fazer esse seminário.

— Veja pelo lado bom, não vai ter prova! – Falou Márcio com tom irônico e segurando a risada.

— Ok, ok, mas lembrem-se que eu não gosto de fazer as coisas de qualquer jeito, vamos fazer um seminário decente, por favor. – Disse Mônica tentando se convencer que vai dar tudo certo.

Jaqueline, um tanto em dúvida com relação a atividade, perguntou a Profa. Bruna:

— Profa., o tema do seminário é muito amplo, o que você espera que a gente apresente nesse seminário?

Bruna, animada com a pergunta da graduanda, prontamente respondeu:

— Você tem toda razão, o tema é amplo, não só considerando a diversidade de minerais que são extraídos no território brasileiro, mas também por conta do impacto econômico, social e ambiental da atividade mineradora. A extração de minerais e metais está intimamente ligada ao estabelecimento dos portugueses

e a exploração da nossa terra. Só para vocês terem uma ideia da relevância econômica, em 2019, a produção mineral brasileira foi de US\$ 38 bilhões. Em 2016, a indústria da mineração gerou mais de 180 mil empregos diretos e aproximadamente dois milhões indiretos, cidades inteiras dependem da atividade mineradora que é realizada em seus territórios. A mineração é muito importante porque qualquer objeto metálico, desde a panela que usamos em casa até o mais complexo instrumento científico, é fabricado a partir de uma variedade de insumos minerais. Mas não só os objetos metálicos: tijolos e telhas são feitos com minérios. Os alimentos são produzidos em grande escala graças à adição de fertilizantes, adubos, corretivos e outros compostos que são produzidos a partir de minérios e minerais.

— Profa., entendo a importância e tais, mas não é nenhuma novidade a quantidade de problemas associados a atividade mineradora, isso não pode ser ignorado, não acha Profa.? – Destacou Jaime com tom questionador.

— Você tem toda razão Jaime, não pode e não deve ser ignorado. As questões humanas, ambientais e sociais precisam ser consideradas nas discussões. Pesquisem com cuidado, procurem explorar as diferentes dimensões do tema, desde a perspectiva científica até a dimensão humana e ambiental. Lembrem-se, cada grupo terá de 15 até 25 minutos para apresentar o seminário – Respondeu Bruna.

Considerem que vocês estão cursando a disciplina optativa da Profa. Bruna e por isso também deverão, em grupo, elaborar e apresentar um seminário que aborde o seguinte tema: *Os impactos e problemas da Mineração no Brasil*.

Parte 2 – Um novo começo?

Jaqueline, Márcio, Lívia, Mônica finalmente conseguiram se reunir. A sensação era que tinha sido ontem, mas já estavam formados a mais de 6 meses. Mestrado, aulas em um cursinho pré-vestibular, trabalho em um laboratório de pesquisa e no setor de projetos de uma agência de fomento, eram suas novas realidades. Lívia, com um tom saudosista logo dispara:

— Ah gente, se eu soubesse que ia ser difícil, eu teria reprovado mais uma vez naquela matéria!

Márcio, rindo e concordando com a cabeça, abraça a amiga e fala:

— Nem me fale, e sabe o que eu mais sinto falta: disso aqui, das nossas conversas, reclamações...

— Vocês estão satisfeitos com o que estão fazendo? – Pergunta Jaqueline de forma enérgica após uma golada de cerveja.

— Satisfeito, satisfeito, não! Mas, é o que tem para hoje. - Responde Márcio sorridente.

— Concordo com o Márcio, mas eu sempre me pego pensando se não valeria a pena procurar outra coisa para fazer, que me dê retorno financeiro, mas que eu goste sabe?! – Responde Mônica reflexiva.

— Mas gente, cadê o Jaime? – Lívia interrompe abruptamente a conversa.

— Ah, Jaime anda todo ocupado com o trabalho, desmarcou com a gente de última hora porque tinha que preparar uma apresentação para amanhã. – Jaqueline esclarece.

— Poxa, queria tanto conversar com o Jaime. Ele está trabalhando em uma Startup da área de mineração. Da última vez que conversamos ele falou bem do trabalho, que dependendo do problema e da inovação da Startup, pode receber financiamento e até ser comprada por uma empresa maior. – Destacou Lívia com voz chateada por conta da ausência do amigo.

— Olha, interessante! Sei pouco sobre esse trem de Startup, mas lá no Departamento tem professores que trabalham com isso. Inclusive, nos grupos de zap sempre tem alguma notícia de Edital para essas Startups concorrerem. Mas é um negócio arriscado. – Destaca Márcio com um tom de dúvida em sua voz.

— Eu sempre achei muito legal essa coisa de abrir seu próprio negócio. Mas, na área de mineração? Vocês não acham complicado não?! – Mônica fala e procura no grupo algum sinal de concordância entre os amigos.

— Concordo Mônica, é um tema muito complexo, mas isso quer dizer que não vale a pena ser foco de inovação e investimento? – Rebateu Jaqueline.

— Gente, e se criássemos nossa Startup? Poderíamos pensar em alguma inovação na área de mineração. O que acham? – Fala Livia toda animada com a possibilidade.

Os amigos se entreolharam rindo. No entanto, rapidamente começam a refletir sobre o assunto. Mônica, antecipando qualquer manifestação, rompe o silêncio:

— Amigos, vamos lá, acho que pode ter algo interessante aí. Mas, vamos por partes...acho que agora o foco é matar a saudade e contar fofocas. Vocês ficaram sabendo o que aconteceu com a Profa...

Vários dias se passaram do encontro do grupo e o que pareceria ser uma conversa de boteco passou a fazer parte da rotina dos amigos, que resolveram dedicar parte de seu tempo para criar uma Startup na área de mineração. No entanto, apesar da vontade, não sabiam por onde começar. Por isso, chamaram outros amigos para compor a equipe.

Considere que seu grupo faz parte da equipe que vai propor a criação de uma nova Startup. Por onde começar?

Parte 3 – A solução está logo ali....

Seis meses se passaram e a Startup parecia cada vez mais real. Depois de muita conversa, tensões, entendimentos e desentendimentos, o grupo conseguiu definir melhor o problema relacionado a mineração que seria o foco da startup.

No entanto, mesmo com os avanços, muitas perguntas permaneciam sem respostas e precisavam de atenção:

1. Qual o problema relacionado a mineração que a Startup pretende resolver?
2. De quem é ou quem é o maior interessado em resolver o problema? Por quê?

3. Qual é a solução proposta para o problema?
4. Quais são as limitações e potencialidades da solução proposta?
5. Por que a Startup quer resolver esse problema?

Jaqueline, Márcio, Lívia, Mônica tinham mais clareza agora que responder cuidadosamente cada uma das perguntas seria de fundamental importância para a reunião que farão com possíveis interessados pela solução da Startup. Cada informação e argumento poderá ser decisivo para o avanço ou não do novo negócio dos amigos.

— Gente, inclusive, nos pediram para gravar e enviar previamente uma apresentação breve (pitch), de 3 minutos, sobre a nossa solução - Destacou Lívia um pouco apreensiva.

— Nossa, me deu até nervoso agora, mas vamos lá, começamos agora precisamos terminar – Exclamou Márcio animado.

— Isso gente, a solução está logo ali...

APÊNDICE D – Relatórios de desenvolvimento

RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO 1

Como funciona este relatório?

Olá!

Este relatório é uma ferramenta que vocês deverão utilizar durante a resolução do caso. Nele, vocês irão planejar as atividades, anotar informações importantes e claro, acompanhar o desenvolvimento do grupo em busca da solução para o problema!

É importante destacar que, para o bom andamento da disciplina, cada parte deste relatório deve ser preenchida até uma determinada data - que está especificada ao longo do texto.

Sempre que tiverem dúvidas sobre o preenchimento, é só perguntar!

E aí? Vamos começar?

Primeira etapa

Prazo: 20/03

Objetivo: Fazer uma leitura completa e crítica do caso e iniciar as pesquisas necessárias para melhor compreensão sobre o assunto e apresentação de um seminário mais fundamentado.

Perguntas a serem respondidas:

1. Quais trechos do caso chamaram a atenção do grupo?
2. Quais problemas vocês correlacionam com os temas/assuntos apresentados no caso?
3. Expliquem como o grupo vai dividir as tarefas que deverão ser realizadas entre os componentes do grupo.
4. Quais foram as palavras-chave utilizadas para realizar as pesquisas?

5. Considerando os sites que foram acessados pelo grupo durante a pesquisa, preencha a tabela a seguir. (Inclua quantas linhas acharem necessário)

Site/artigo acessado pelo grupo	Por que o site foi acessado?	Quais informações relevantes foram encontradas?	Por que esta informação é relevante?

Segunda etapa

Prazo: 27/03

Objetivo: Organizar o seminário que será apresentado pelo grupo. Esta organização deve contemplar as informações coletadas pelo grupo e, dentre elas, quais serão ou não compartilhadas com os colegas da sala.

Perguntas a serem respondidas:

1. Qual vai ser o foco da apresentação do seminário do grupo? Por quê?
2. Como o grupo irá dividir os tópicos que serão apresentados no seminário? Justifique.
3. Quais tópicos pesquisados não serão apresentados pelo grupo? Justifique.
4. Como a apresentação do seminário será dividida entre os integrantes? Quem será responsável por cada parte?

RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO 2

Primeira etapa

Prazo: 22/04

Objetivo: Fazer uma leitura completa e crítica do caso para que possam entender quais são as temáticas envolvidas e, a partir disso, levantar possíveis problemas.

Perguntas a serem respondidas:

1. Quais trechos do caso chamaram a atenção do grupo?
2. Quais problemas vocês correlacionam com os temas/assuntos apresentados no caso?
3. Considerando o que já foi respondido, preencham a tabela abaixo. (Incluam quantas linhas acharem necessário)

Quais conhecimentos vocês já têm para concluir essa segunda parte do caso?	O que vocês precisam conhecer melhor para conseguirem concluir esta segunda parte do caso?

4. Refletindo sobre os problemas relacionados à prática mineradora, completem a tabela a seguir. (Incluam quantas linhas acharem necessário)

Quais problemas relacionados à prática mineradora?	Por que é um problema?	É um problema de quem?	Quais as possíveis causas para este problema?	Quais dados podem confirmar ou refutar as causas identificadas?

5. Expliquem como o grupo vai dividir as tarefas que deverão ser realizadas entre os componentes do grupo.

 **Segunda etapa**

Prazo: 29/04

Objetivo: Compreender melhor quais aspectos envolvem os problemas levantados. Para isso, inicia-se um processo mais intenso de pesquisa, para que o grupo defina qual problema será resolvido pela Startup criada.

Perguntas a serem respondidas:

1. Qual problema a sua Startup se propõe a resolver? Por quê?
2. Quão viável é resolver este problema? Por quê?
3. Elabore no mínimo três argumentos que vocês usariam para convencer um possível financiador que a sua Startup tem como objetivo a solução de um problema relevante

 **Terceira etapa**

Prazo: 08/05

Objetivo: Organizar uma apresentação capaz de convencer uma banca de possíveis financiadores que a sua Startup sustenta um bom problema e, por isso, merece receber investimento.

Perguntas a serem respondidas:

1. Quais perguntas vocês acham que os financiadores podem fazer? Como responderiam cada uma delas?
2. Considerando estas possíveis perguntas, quais argumentos vocês apresentariam para defender a criação da Startup?
3. Como a apresentação do seminário será dividida entre os integrantes? Quem será responsável por cada parte?

RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO 3

 **Primeira etapa**

Prazo: 29/07

Objetivo: Compreender melhor o problema, os motivos de sua escolha e as evidências que ajudaram a consolidar o problema escolhido.

Perguntas a serem respondidas:

1. Qual o problema relacionado a mineração que a Startup pretende resolver?
2. Por que o problema mencionado é considerado um problema? Justifique a sua resposta.
3. Quais evidências (artigos, reportagens, relatórios) ajudaram o grupo a identificar o problema selecionado? (não deixem de apresentar as informações e as fontes).
4. Por que a Startup quer resolver esse problema?

 **Segunda etapa****Prazo:** 05/08**Objetivo:** Explicitar a solução para o problema. Compreender melhor as forças e interesses relacionados ao problema e a solução que será apresentada.**Perguntas a serem respondidas:**

1. Qual é a solução proposta para o problema?
2. Quais são as limitações e potencialidades da solução proposta?
3. De quem é ou quem é o maior interessado em resolver o problema? Por quê?
4. Elabore no mínimo três argumentos que vocês usariam para convencer um possível financiador que a sua Startup possui uma solução relevante para um problema de interesse

APÊNDICE E – Autoavaliações aplicadas durante a disciplina optativa

PRIMEIRA AUTOAVALIAÇÃO

1. Trabalhar em grupo durante o processo de resolução da primeira parte do caso...
2. A busca e seleção de informações para a resolução da primeira parte do caso...
3. Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a primeira parte do caso...
4. Apresentar seminário como parte do processo de resolução...
5. Assistir as apresentações dos demais seminários...
6. As intervenções realizadas pelas professoras...
7. Preencher a Autoavaliação...
8. Todo o processo de resolução da primeira parte do caso me fez pensar...
9. O processo de resolução do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades...
10. O processo de resolução possibilitou o contato com...

SEGUNDA AUTOAVALIAÇÃO

1. Trabalhar em grupo durante o processo de resolução da segunda parte do caso...
2. O uso da mineração como questão sociocientífica me permitiu...
3. A busca e seleção de informações para a resolução da segunda parte do caso...
4. Selecionar os sites que foram feitas as pesquisas...
5. A escolha do problema a ser resolvido pela startup foi baseada em...

6. O uso do conhecimento científico durante a resolução da segunda parte do caso...
7. Preencher o relatório de desenvolvimento relacionado a segunda parte do caso...
8. As intervenções realizadas pela professora durante a resolução...
9. Apresentar o seminário como parte do processo de resolução...
10. O feedback recebido após a apresentação dos seminários...
11. Todo o processo de resolução da segunda parte do caso me fez pensar...
12. O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu desenvolvesse habilidades...
13. O processo de resolução da segunda parte do caso contribuiu para que eu aprendesse...
14. O processo de resolução da segunda parte do caso possibilitou o contato com...
15. O que eu aprendi durante a resolução do caso pode me ajudar...
16. Preencher a Autoavaliação...

TERCEIRA AUTOAVALIAÇÃO

1. As intervenções realizadas pela professora durante a terceira parte do caso...
2. A produção do pitch foi...
3. O vídeo pitch produzido apresenta...
4. Apresentar o seminário como parte do processo de resolução da terceira parte do caso...
5. Os principais desafios enfrentados durante as atividades da disciplina...

6. O elevado nível de autonomia para desenvolver as atividades propostas na disciplina...
7. Trabalhar com uma questão controversa como a mineração me fez refletir...
8. Precisar desenvolver uma startup sobre mineração...
9. Durante a disciplina desenvolvi habilidades (ações) de...
10. Trabalhar em grupo durante toda a disciplina...
11. A disciplina possibilitou que eu aprendesse...
12. O que eu aprendi durante a disciplina pode me ajudar...
13. Analisando as demais disciplinas da minha formação, essa disciplina
14. Se eu pudesse mudar algo na disciplina seria...
15. Preencher a Autoavaliação durante toda a disciplina...