



**VITÓRIA EDUARDA ASSIS DE BRITO**

**ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DE UM ESTUDO DE  
CASO ELABORADO PARA O COMPONENTE CURRICULAR  
QUÍMICA ANALÍTICA EXPERIMENTAL II NO ENSINO  
SUPERIOR VISANDO A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO  
CRÍTICO**

**LAVRAS**

**2021**

**VITÓRIA EDUARDA ASSIS DE BRITO**

**ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DE UM ESTUDO DE CASO ELABORADO  
PARA O COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA ANALÍTICA EXPERIMENTAL  
II NO ENSINO SUPERIOR VISANDO A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO  
CRÍTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Química (Licenciatura  
Plena), para a obtenção do título de Licenciada.

Professora Dra. Rita de Cássia Suart  
Orientadora

**LAVRAS - MG**  
**2021**

**VITÓRIA EDUARDA ASSIS DE BRITO**

**ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DE UM ESTUDO DE CASO ELABORADO  
PARA O COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA ANALÍTICA EXPERIMENTAL  
II NO ENSINO SUPERIOR VISANDO A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO  
CRÍTICO**

**ANALYSIS OF THE POTENTIALITIES OF A CASE STUDY DESIGNED FOR THE  
CURRICULUM COMPONENT EXPERIMENTAL ANALYTICAL CHEMISTRY II  
IN HIGHER EDUCATION AIMING TO PROMOTE CRITICAL THINKING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Química (Licenciatura  
Plena), para a obtenção do título de Licenciada.

APROVADO em 29 de junho de 2021.  
Profa. Dra. Rita de Cássia Suart – UFLA.  
Profa. Dra. Marianna Meirelles Junqueira – UFLA.  
Prof. Dr. Marcio Pozzobon Pedroso – UFLA.

Professora Dra. Rita de Cássia Suart  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2021**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser luz e guia ao longo de minha caminhada, me dando força, saúde, paciência, perseverança e sabedoria.

Aos meus pais, Andréa e Enéas, por me incentivarem, conduzirem quando a indecisão tomava conta de mim, apoiarem e respeitarem minhas escolhas, sempre com muito amor, carinho e cuidado.

À minha irmã, Jamile, que me ensina muito sobre a vida, lealdade, determinação e companheirismo, agradeço, principalmente, quando se fez presente em Lavras e, às vezes, se posicionou como uma irmã mais velha. Ao meu irmão, Diogo, que mesmo seguindo um caminho diferente do que escolhi, por ser tão parceiro e amigo.

Aos meus familiares, tios, primos e avós, por terem se preocupado comigo e sempre estarem na torcida por meu êxito, sendo apoio e me esperando de braços bem abertos.

À professora Rita, por me orientar ao longo destes anos, com muita dedicação, paciência e cuidado... por compartilhar saberes e ensinar com tanto amor, me inspirando a olhar a educação e o processo de aprendizagem com ainda mais entusiasmo. Sem você eu não seria crítica e tampouco reflexiva.

Aos meus amigos, Vitória Almeida, Thainá, Gustavo, Yuri, Otávio, Júlia, Bruna e Helena, pela grande amizade que supera os desencontros, se fazendo presentes nestes anos.

Aos meus colegas de sala, em especial aqueles que se tornaram amigos, Pedro Micael, João Antonio, Andressa, Pedro Santos e Marcos, por tornarem estes anos mais fáceis, alegres e divertidos.

À Giovanna, por ser tão parecida comigo e, ao mesmo tempo, tão diferente, por ser minha amiga e confidente, desde que chegou em minha vida.

Ao Deyvison, pelos momentos compartilhados e amizade, por ser meu exemplo de força e resistência. Ao Flávio, pela amizade que também ganhou espaço em meu coração, sempre muito doce, proativo e empático.

À Karoline, por ter estreitado nossos laços de amizade nessa pandemia, ser companheira nas incansáveis trocas de mensagens ao longo deste último ano.

À Portela, pela parceria e ensinamentos durante o desenvolvimento de trabalhos.

Aos colegas que compartilharam momentos, conhecimento e experiências nos grupos que tive oportunidade de participar, PIBID, CA, NEPEQuí, PRO e RP.

À UFLA e o DQI, por me possibilitarem ampliar meu conhecimento através da vivência e atividades desenvolvidas nestes espaços. À CAPES, pela concessão de bolsas de pesquisa.

Aos professores Márcio e Marianna, os quais têm minha admiração, por aceitarem fazer parte da banca e contribuírem para a finalização desta etapa.

Enfim, toda gratidão e amor por vocês.

## RESUMO

O processo de aprendizagem no ensino de química ainda tem sido voltado para uma perspectiva mais tradicional, pautado em uma aprendizagem mecânica que pouco favorece a construção do conhecimento. Assim também acontece no Ensino Superior, faltam investigações quanto a metodologias e estratégias que estimulem os alunos a serem protagonistas em sala de aula. Nesse sentido, buscando investigar esta etapa do processo formativo, o presente trabalho objetivou a análise das potencialidades da metodologia de Estudo de Caso (EC) no ensino superior, por meio do componente curricular Química Analítica Experimental II nos cursos de bacharelado e licenciatura em Química, visando a promoção do Pensamento Crítico (PC). Para isso, foi elaborado um Caso hipotético e planejada uma Sequência de Aulas (SA) para orientar os alunos em sua resolução, contando com algumas estratégias de ensino e atividades que podem auxiliar os alunos na tomada de decisão. Neste trabalho foi analisado o caso elaborado, tendo em vista a caracterização de um “bom caso” proposta por Herreid (1998) e as estratégias propostas na SA planejada, que podem ser utilizadas para nortear a resolução do caso; especificamente foram analisadas as estratégias: discussão/debate, leitura de texto introdutório, pesquisa virtual, elaboração de vídeo, apresentação de slides e o Modelo de Kortland (MK), tendo em vista a promoção de PC de acordo com os estudos de Ennis (1985). O trabalho demonstrou resultados promissores para o desenvolvimento do PC, perpassando por todas as áreas das capacidades estudadas por Ennis (1985): clarificação elementar, suporte básico, inferência, clarificação elaborada e estratégias e táticas, obtendo satisfatória relação com o EC no ensino de química através das etapas que compõe sua resolução.

**Palavras-chave:** Ensino Superior. Química Analítica. Estudo de Caso. Sequência de Aulas. Pensamento Crítico.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 OBJETIVOS .....	8
2.1 Objetivo Geral.....	8
2.2 Objetivos Específicos .....	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3.1 Ensino e Aprendizagem de Química.....	9
3.2 Desenvolvendo o Pensamento Crítico.....	10
3.3 Estudo de Caso.....	13
4 METODOLOGIA .....	17
4.1 Metodologia de Pesquisa .....	17
4.2 Metodologia de Análise.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
5.1 Caracterização de um “bom caso” segundo Herreid (1998, <i>apud</i> Sá. 2006, p. 32-33)..	22
5.2 Análises quanto ao desenvolvimento de pensamento crítico.....	26
5.2.1 Análise das estratégias da SA .....	26
5.2.2 Análise do MK .....	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
APÊNDICE 1 – Caso Original .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Frequentemente, na sociedade contemporânea, os estudantes ainda são vistos como receptores de conhecimentos, os quais advêm de professores do ensino básico e/ou superior. Metodologias e estratégias de ensino nas quais os alunos não estão ativos, acabaram levando a uma aprendizagem mecânica, pautada na repetição e memorização de conceitos. Também, no componente curricular Química, essa característica é predominante, por ela ser vista como uma matéria abstrata e de difícil entendimento. Geralmente as aulas são bastante conceituais, elaboradas a partir da exposição de conteúdo, com foco no uso de livros didáticos, frisando fórmulas e conceitos, mantendo o aluno como agente passivo no processo de aprendizagem.

Em contrapartida, estudos e pesquisas têm apresentado uma diversidade de alternativas para a proposição e desenvolvimento de aulas mais interativas e dinâmicas, por meio da valorização do aluno como protagonista em sala de aula, sendo ativo na construção do seu conhecimento. Assim, dentre as abordagens de ensino, destaca-se o professor como mediador em sala de aula, capaz de articular saberes e tornar o aluno autônomo neste processo de aprendizagem. Além disso, existem outras possibilidades que envolvem os recursos didáticos disponíveis, estratégias e metodologias de ensino.

Um método bastante usado para estimular o aluno ativo é a Aprendizagem Baseada em Problemas, que permite o aluno solucionar uma problemática através de seu conhecimento. Nesse sentido, para que o aluno consiga fazer relações entre o saber e a solução da situação ou questão problema, necessita-se de um aprendizado mais significativo. Dessa forma, o Estudo de Caso (EC) emerge como uma variante deste método, que caracteriza o caso como um problema a ser resolvido e envolve conceitos e variáveis.

Tal metodologia tem sido utilizada em cursos superiores, por possibilitar que os estudantes deem significados aos conteúdos que lhes são apresentados, tornando-os mais aplicáveis e contextualizados, estimulando a aprendizagem e participação em sala de aula, além de possibilitar um contato com a provável futura profissão.

Em resumo, como tentativa de promover uma aprendizagem mais significativa para os estudantes de química na Universidade Federal de Lavras (UFLA), a proposta deste trabalho é sugerir um EC inserido em uma Sequência de Aulas (SA) no componente curricular Química Analítica Experimental II, voltada para a promoção do Pensamento Crítico (PC).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as potencialidades da metodologia de EC no ensino superior, por meio do componente curricular Química Analítica Experimental II nos cursos de bacharelado e licenciatura em Química, visando a promoção do PC pelos estudantes.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar um Caso e analisar as características de um “bom caso” segundo Herreid (1998);
- Elaborar uma SA, considerando a abordagem do ensino por investigação e o desenvolvimento do PC, para orientar a resolução do Caso;
- Analisar as estratégias planejadas para a SA observando as possíveis capacidades do PC (ENNIS, 1985) que podem ser desenvolvidas pelos estudantes.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Ensino e Aprendizagem de Química

O ensino das ciências naturais passou por modificações ao longo do tempo e essas mudanças encontram-se intimamente relacionadas aos aspectos sociais, econômicos e políticos de cada período (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). No que se refere à educação científica, atualmente, ainda se enfrentam muitas dificuldades, principalmente quando as propostas de ensino estão baseadas na transmissão e memorização, devido a redução do ensino à reprodução de conteúdo (BARROW, 2006; DEWAY, 2004; SCHNETZLER, 2004).

É nesse sentido que o ensino de química, do ensino médio ao nível superior, ainda tem sido fundamentado na memorização de conceitos, fórmulas e exercícios que, na maioria das vezes, não permitem a generalização e a aprendizagem efetiva. Isso ocorre em consequência de vários fatores e, um deles, é o emprego de metodologias e estratégias não inovadoras escolhidas pelos professores, podendo advir de falta de recursos escolares, por exemplo, e de suas identidades profissionais, algumas vezes limitadas às suas respectivas formações iniciais, já que muitos não têm oportunidade de participarem de cursos que possam ampliar o conhecimento, como a formação continuada, devido a exigências como a carga horária extensa (DURHAM, 2003; RODRIGUES; LIMA; VIANA, 2017).

Este ensino, ainda frequente no atual contexto, resulta em uma aprendizagem mecânica que não requer que o estudante construa o conhecimento e compreenda os porquês da aprendizagem do conteúdo, mas somente ocorre uma incorporação das informações de forma arbitrária (BRAATHEN, 2012). Consequentemente, os discentes de licenciatura e bacharelado que concluem sua formação por meio desse ensino, aprendem somente conteúdos químicos, da matriz curricular exigida no curso e não tem, ou tem muito pouco, espaço para tornar aplicáveis os conceitos estudados, limitando a ampliação do conhecimento em outras áreas, pensamentos contextualizados, relacionados a questionamentos éticos, políticos e sociais, que envolvem outras demandas, resoluções além da científica, mas pragmática.

Em contrapartida, o aprendizado mais significativo demanda a construção do conhecimento e incorporação de conceitos por meio da associação ao conhecimento prévio (BRAATHEN, 2012). Assim, o aluno tem acesso a informações e, com a mediação do professor, vinculada a sua autonomia e criticidade, torna tais informações um conhecimento significativo, que possibilita mais que reconhecer conceitos, mas, que eles consigam utilizar os conhecimentos construídos em sala de aula nas mais diversas situações de seu cotidiano,

relacionando-os com aspectos voltados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e ao Ambiente (CTSA).

Assim, é necessária a busca de reformulações nas práticas docentes ainda pautadas em um ensino mecânico, visando a adoção de metodologias, estratégias e abordagens que permitam a participação ativa dos estudantes, objetivando um aprendizado com mais significado, além do desenvolvimento de habilidades (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Na Química Analítica, vários são os estudos/pesquisas que envolvem casos reais e hipotéticos, na tentativa de encontrarem resultados e melhorias para problemas sociais e ambientais. Porém, poucos trabalhos ainda são aplicados no ensino superior, momento em que os sujeitos estão em processo de formação e, de acordo com o que foi comentado anteriormente, poderiam estimular uma aprendizagem significativa, permitindo generalizações e dando mais aplicabilidade aos conteúdos aprendidos.

### **3.2 Desenvolvendo o Pensamento Crítico**

Tendo em vista o ensino de Ciências como tentativa de favorecer a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados por meio de ações promovidas no ambiente escolar, busca-se o desenvolvimento de habilidades, como relacionar, comparar, analisar e explicar ideias, com intuito de que estes indivíduos sejam capazes de articular seus conhecimentos, para tomar decisões e assumirem posturas cruciais perante a sociedade, como em aspectos pessoais, profissionais, econômicos, por exemplo (MIRANDA; MARCONDES; SUART, 2015; SANTIAGO, 2018).

Nesse sentido, segundo Alarcão (2005), a quantidade de informações disponíveis na atual sociedade requer que os cidadãos saibam fazer relações, e que sejam capazes de transformar tais informações em conhecimento. Essa conversão ocorre por meio de um “percurso de aprendizagem”: disponibilidade de dados, acesso à informação, compreensão, visão e sabedoria, em outras palavras, partir do acesso à informação para sua avaliação e gestão. Para tanto, neste trajeto, com o objetivo de avaliar e gerir informações, o cidadão deve ser crítico, assumindo uma postura flexível, autônoma, racional e criativa (ALARCÃO, 2005; TENREIRO-VIEIRA, 2004).

Ainda segundo Tenreiro-Vieira (2004), os indivíduos devem pensar de forma crítica, questionando e contribuindo para a tomada de decisões em diversos âmbitos em sociedade, tanto no campo pessoal quanto profissional, para não se tornarem escravos de ideias e pontos de vista que são difundidos diariamente. Assim, o PC varia necessariamente de domínio para

domínio e não pode ser perspectivado como um conjunto de capacidades gerais transferíveis para qualquer contexto (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Nessa perspectiva destaca-se Ennis (1985), definindo o PC como uma atividade prática e reflexiva, cujo objetivo é realizar uma ação sensata. Além disso, de acordo com o autor, esta atividade envolve disposições e capacidades, que dizem respeito a aspectos afetivos e cognitivos, respectivamente.

Adaptando de Santiago, Santos e Silva (2017), o quadro 1 abaixo lista as disposições apresentadas nos estudos de Ennis (1985).

**Quadro 1: Disposições do Pensamento Crítico de acordo com Ennis (1985)**

<b>DISPOSIÇÕES</b>	Procurar um enunciado claro da questão ou tese;
	Procurar razões;
	Tentar estar bem-informado;
	Utilizar e mencionar fontes credíveis;
	Tomar em consideração a situação na sua globalidade;
	Tentar não se desviar do cerne da questão;
	Ter em mente a preocupação original e/ou básica;
	Procurar alternativas;
	Ter abertura de espírito: (a) Considerar seriamente outros pontos de vista além do seu próprio; (b) Raciocinar a partir de premissas de que os outros discordam sem deixar que a discordância interfira com o seu próprio raciocínio; (c) Suspender juízos sempre que a evidência e as razões não sejam suficientes;
	Tomar uma posição (e modificá-la) sempre que a evidência e as razões sejam suficientes para o fazer;
	Procurar tanta precisão quanta o assunto permitir;
	Lidar de forma ordenada com as partes de um todo complexo;
	Usar as suas próprias capacidades para pensar de forma crítica;
	Ser sensível aos sentimentos, níveis de conhecimento e grau de elaboração dos outros.

**Fonte: Adaptado de Santiago, Santos e Silva (2017)**

Estas disposições, apresentadas no quadro 1, são vistas pelo autor como tendências afetivas para desenvolver o PC, ou seja, são propensões para agir de forma crítica. Para tanto,

estas características são entendidas como necessárias de ser formadas pelos alunos para alcançar as capacidades do PC.

Nessa perspectiva, Santos (2018) discute que é preciso desenvolver atividades promotoras do PC no ensino, podendo ser na inserção de novos componentes curriculares na escola ou práticas didáticas que visem a compreensão de conteúdos científicos de maneira contextualizada. Assim sendo, a segunda alternativa torna-se mais viável, uma vez que não demanda a criação de um novo componente curricular, mas a promoção de atividades integradoras, que mobilizem o PC.

Diante disso, pode-se dizer que as atividades promotoras do PC devem ser desenvolvidas de forma dialogada em sala de aula, contemplando componentes curriculares já existentes, propostas interdisciplinares e contextualizadas, as quais demandam do aluno aspectos associados as disposições do PC, como *procurar alternativas* e *tomar posição*, buscando alcançar as capacidades deste pensamento, apresentadas no Quadro 2 abaixo.

**Quadro 2: Capacidades do Pensamento Crítico de acordo com Ennis (1985)**

<b>CAPACIDADES</b>	Clarificação elementar	Focar uma questão;
		Analisar argumentos;
		Fazer e responder a questões de clarificação e desafio.
	Suporte básico	Avaliar a credibilidade de uma fonte;
		Fazer e avaliar observações.
	Inferência	Fazer e avaliar deduções;
		Fazer e avaliar induções;
		Fazer e avaliar juízos de valor.
	Clarificação elaborada	Definir termos e avaliar definições;
		Identificar assunções.
	Estratégias e táticas	Decidir sobre uma ação;
		Interagir com os outros.

**Fonte: Adaptado de Santiago, Santos e Silva (2017)**

Assim, de acordo com o Quadro 2, observa-se que as capacidades do PC envolvem características cognitivas, que vão além das afetivas dispostas nas disposições. Nesse sentido, expressa que o aluno já desenvolveu as tendência e alcançou tais capacidades de pensar criticamente.

Dessa forma, dentre as atividades que possibilitam o desenvolvimento do PC, estão aquelas estratégias que implicam na participação efetiva dos estudantes, assumindo postura de

indivíduo responsável pelo seu próprio conhecimento, enquanto o professor atua como orientador e mediador, estimulando os alunos através do uso de abordagens, estratégias e metodologias, com intuito de promover e aperfeiçoar a prática de pensar criticamente, como o EC (SOUZA, 2019).

### 3.3 Estudo de Caso

Ao longo dos anos, com o advento de estudos e pesquisas no campo educacional que abordam o ensino e aprendizagem de ciências, nota-se uma grande preocupação com o processo de construção do conhecimento, ou seja, um ensino que já não é voltado para uma perspectiva tradicional, ou seja, para uma relação de transmissão de conhecimento, limitada entre sujeito e objeto (ou aluno e professor), mas, a triangulação entre sujeito, objeto e estado de conhecimento, relacionando esses fatores, implicando na construção do conhecimento por parte do aluno, o qual passa a ser sujeito ativo neste processo (RODRIGUES; BORGES, 2008).

Dessa forma, o ensino por investigação emerge como uma abordagem passível de mediar as relações que ocorrem em sala de aula, pautada no papel do professor como mediador do processo de aprendizagem e o aluno como protagonista, ativo na construção do seu próprio conhecimento (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Além disso, Cachapuz *et al.* (2005) sugere que todo processo investigativo surge com uma problematização e que não há conhecimento científico evidente, tudo deve ser construído a partir do processo de hipótese, crítica e solução provisória. Assim também ocorre no ensino: com uma problematização, os alunos podem ser capazes de organizar informações, elaborar hipóteses, avaliá-las por meio de discussões coletivas e relacioná-las com situações cotidianas e conceitos científicos, a fim de alcançar uma explicação para a situação problema investigada (CARVALHO, 2018).

A partir disso, o EC, uma variante da aprendizagem baseada em problemas, é um método que pode promover o desenvolvimento de diversas habilidades. Estas, como a autonomia, a criticidade, a argumentação, a tomada de decisão, a comunicação oral e escrita, advém, principalmente, do fato que o caso permite o aluno direcionar sua própria aprendizagem (SÁ, 2010).

Mesmo tendo isso em vista, poucas pesquisas são associadas ao EC no Ensino Superior, sendo, em maioria, nos componentes curriculares Química Geral e Ambiental. De acordo com Sá, Francisco e Queiroz (2007), as pesquisas ocorrem, majoritariamente, quando para introduzir algum assunto, mas ainda surgem estudos com objetivos de desenvolver habilidades na

resolução de problemas, trabalho em grupo e comunicação, além de algumas com intuito de desenvolverem o PC.

Assim, segundo Pazinato e Braibante (2014), o caso deve ser condizente com o contexto do aluno, representando sua realidade por meio da problematização de uma situação real ou simulada, capaz de instigar uma solução vinda do estudante. Tendo em vista que é uma história com personagens centrais, também pode provocar empatia nos leitores, além de conduzir a um conflito que demanda uma tomada fundamentada de decisão.

Dessa forma, Herreid<sup>1</sup> (1998 *apud* Sá, 2006, p. 32-33), propõe várias características que podem facilitar a elaboração e desenvolvimento de um bom caso de ensino, como se pode observar:

**um bom caso narra uma história:** o fim não deve existir ainda; **um bom caso desperta o interesse pela questão:** para que um caso pareça real, deve haver um drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida; **um bom caso deve ser atual:** deve tratar de questões atuais, onde o estudante perceba que o problema é importante; **um bom caso produz empatia com os personagens centrais:** os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões forem tomadas; **um bom caso inclui citações:** é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações; **um bom caso é relevante ao leitor:** os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar; **um bom caso deve ter utilidade pedagógica:** deve ser útil para o curso e para o estudante; **um bom caso provoca um conflito:** a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; **um bom caso força uma decisão:** deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos; **um bom caso tem generalizações:** deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade; **um bom caso é curto:** os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos, que provoquem uma análise tediosa (SÁ, 2006, p. 32-33).

Por meio de tais características, torna-se mais fácil a criação de bons casos que tenham maior potencial de envolver os alunos em sala de aula, através de um enredo e uma problemática que mobilizem a resolução. Portanto, o trabalho se apresenta no intuito de unir estas estratégias e metodologias supracitadas, objetivando que os alunos consigam desenvolver o PC por meio delas.

Isto posto, os estudantes precisam apresentar a resolução para a problemática proposta no EC, ou seja, apresentar a decisão que foi tomada com base em uma justificativa bem fundamentada. Nesse sentido, a argumentação é parte importante do processo, pois através dela é possível inferir, por exemplo, o quanto os alunos se sentiram motivados a investigar o caso,

---

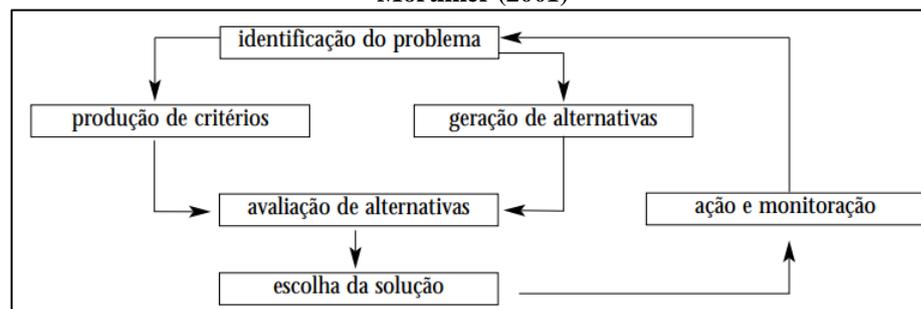
<sup>1</sup> HERREID, C.F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v.27, n. 3, p. 163-169, 1998.

desenvolveram habilidades buscando informações e a capacidade de convencer e persuadir o outro, defendendo seus argumentos (BRITO; SÁ, 2010).

Assim, o Modelo de Kortland (MK) emerge como uma atividade que norteia a elaboração de perguntas para orientar indivíduos a tomarem decisões. A escolha deste instrumento para esta pesquisa, se deve pela ligação direta obtida entre ele e o EC, em outras palavras, a relação é feita porque o EC solicita ao aluno, ao final, uma decisão, a qual é orientada pelo modelo da tomada de decisão de Kortland neste estudo.

Continuando, esta proposta sugere que a decisão seja bem articulada, feita por meio de alguns “passos”, favorecendo a argumentação e uma melhor fundamentação, perpassando por algumas características, de acordo com Santos e Mortimer (2001), como podem ser observadas abaixo (Figura 1).

**Figura 1: Modelo normativo da tomada de decisão proposto por Kortland (1996), traduzido por Santos e Mortimer (2001)**



**Fonte: Extraído de Santos e Mortimer (2001)**

Assim, de acordo com os autores Santos e Mortimer (2001), estes são passos que norteiam ações que envolvem a tomada de decisão, os quais são discutidos por Sá (2010):

Os critérios para avaliar as soluções alternativas (ou as características desejáveis de uma solução) são formulados em direta conexão com a identificação do problema. As soluções alternativas geradas são avaliadas em um estágio posterior de acordo com esses critérios, resultando em uma decisão sobre o que parece ser a melhor ou a pior solução. E, finalmente, esses critérios são usados para monitorar os efeitos da decisão tomada: a solução escolhida teve os efeitos desejados na prática? Assim, esse modelo tem como um dos seus principais objetivos ensinar os estudantes a tomar decisões independentemente e de maneira reflexiva, comparando sistematicamente os prós e contras das possíveis alternativas de solução (SÁ, 2010, p. 76).

Dessa forma, o MK é um instrumento muito utilizado quando se pretende a resolução de uma situação problemática, pois permite identificar o problema, promover, gerir e avaliar as alternativas, almejando a tomada de uma decisão bem fundamentada, discutida em diferentes âmbitos como o movimento CTSA. Neste estudo, este modelo é proposto não só com intuito de orientar mas, também, estimular o desenvolvimento de capacidades do PC, devido a

organização de suas etapas que demandam diferentes competências, principalmente quando associado a estratégias de ensino.

Referente ao uso de tais estratégias de ensino, como discussão/debate, a proposta deste trabalho para contemplar a metodologia EC apresenta-se quando estas são usadas em uma SA. Já a SA é caracterizada como aulas ministradas em sequência, envolvendo um assunto, tema, caso ou problema em comum, podendo diferir o uso de estratégias, abordagens, recursos, entre outros, ao longo da aplicação e planejamento (ZABALA, 1998).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Metodologia de Pesquisa**

Este trabalho possui natureza qualitativa, uma vez que se procurou compreender relações entre sujeitos e objeto, valorizando as questões subjetivas envolvidas no estudo das potencialidades da proposta. Nesse sentido, foi utilizada a metodologia de pesquisa Estudo de Caso, por se tratar de um caso específico, bem delimitado, enfatizando a interpretação de um único contexto que pode permitir posteriores generalizações (ANDRÉ; LUDKE, 1986; GONSALVES, 2001).

#### **O Estudo de Caso (metodologia de ensino)**

O Caso proposto para SA (APÊNDICE 1), conta a história do Sr. José, produtor rural e cafeicultor que possui uma plantação, irrigada pelo sistema de gotejamento e fertirrigação, no sul de Minas Gerais. O problema surge através de uma análise do solo da plantação, solicitada pelo senhor José a uma empresa, e os respectivos resultados obtidos para as duas amostras coletadas (na projeção da saia do cafeeiro e no bulbo de gotejo), pois os valores resultantes da análise, dos parâmetros pH e minerais do solo, estão bastante diferentes para as amostras analisadas. Dessa forma, Sr. José pede a seu filho Rodolfo, estudante de química, que averigüe as causas daquele resultado, propondo uma solução para o problema. Rodolfo, então, resolve reunir alguns colegas para atender o pedido de seu pai. Assim, para a resolução do caso, espera-se que os alunos formem pequenos grupos, dispostos a solucionar o problema de Sr. José.

#### **Contexto da Pesquisa: Química Analítica Experimental II**

O EC, metodologia de ensino, foi elaborado para ser desenvolvido durante a oferta do componente curricular Química Analítica Experimental II, para estudantes do quarto período que cursam licenciatura ou bacharelado em Química, na Universidade Federal de Lavras. De acordo com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura (2018) e Bacharelado (2013) desta universidade, o componente curricular é contemplado com uma carga horária de 68h práticas, baseando-se no estudo da química analítica quantitativa, desde a calibração de vidrarias, preparo e padronização de soluções, até a determinação de componentes de amostras, através de análises quantitativas gravimétricas, volumétricas e técnicas instrumentais.

Com o intuito de não comprometer a carga horária e plano de ensino do componente curricular, o caso foi elaborado em parceria com o professor da mesma, e estruturado para ser

trabalhado ao longo das aulas obrigatórias por meio de uma SA, desenvolvida de forma extracurricular, paralelamente às práticas experimentais de análises volumétricas (ácido base, precipitação e complexação), da seguinte maneira: o caso se inicia posterior a introdução dos fundamentos de titulação, acompanhando as titulações ácido base, precipitação e complexação, presentes no componente curricular, como descrito no Quadro 3 abaixo.

**Quadro 3: Relação de semanas entre o componente curricular Química Analítica Experimental II e Estudo de Caso.**

Semana	COMPONENTE CURRICULAR		ESTUDO DE CASO
	Conteúdo	Práticas	Caso
01	Titulação	Fundamentos de Titulação	
02	Titulação Ácido Base	Análise de alimentos (determinação de ácido acético em vinagre)	Estudo de Caso
03		Determinação da alcalinidade de águas	
04		Determinação indireta de nitrogênio	
05		Determinação da acidez de refrigerante (titulação potenciométrica)	
06	Titulação de Precipitação	Determinação de íons cloreto	
07	Titulação de Complexação	Determinação de cálcio e magnésio em amostra de calcário	

Fonte: Da autora (2021)

Como pode ser observado no Quadro 3, o EC contempla seis semanas, ou seja, seis aulas do componente curricular e seis aulas extracurriculares que acontecem, semanalmente, com o decorrer das práticas experimentais. Estas práticas foram escolhidas a partir do plano de ensino do componente curricular e de acordo com as sugestões do professor responsável, tendo em vista a análise de solo presente no caso, que envolve os conceitos de pH, alcalinidade e determinação de minerais (cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio).

A escolha desta estratégia de aplicação do caso foi feita com intuito de facilitar a resolução do caso, tendo em vista a aprendizagem dos alunos nas aulas obrigatórias e as atividades que serão propostas paralelamente. Assim, é importante também que, ao longo das aulas obrigatórias, este caso seja retomado, dando mais fluidez e seguimento na resolução.

### A Sequência de Aulas

Para orientar os estudantes na resolução do caso, também foi elaborada uma sugestão de SA extracurricular, descrevendo as atividades que serão solicitadas em cada uma, que podem colaborar para o posterior desenvolvimento do Estudo de caso. Estas aulas, estão descritas no Quadro 4.

**Quadro 4: Organização da Sequência de Aulas (SA).**

<b>SEMANA</b>	<b>AULA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ATIVIDADE</b>
<b>02</b>	01	Contextualização do Caso Texto Introdutório	Discussão Modelo de Kortland
<b>03</b>	02	Modelo de Kortland	Discussão
<b>04</b>	03	Técnicas de Análise de pH	Pesquisa Virtual Debate
<b>05</b>	04	Princípios de calagem e irrigação	Elaboração de vídeo
<b>06</b>	05	Proposta de solução	Debate Modelo de Kortland
<b>07</b>	06	Apresentação Final	Apresentação de slides

Fonte: Da autora (2021)

Esta SA foi pensada para ser desenvolvida em seis aulas paralelas às aulas experimentais do componente Química Analítica Experimental II, contribuindo para o processo de tomada de decisão e resolução do caso por parte dos alunos. Assim, no início, será feito o levantamento de hipóteses sobre o caso, as quais devem ser retomadas ao longo de toda SA, com intuito de relacionar os novos conhecimentos com os prévios, ocorrendo um aprendizado mais significativo.

A primeira aula tem por objetivo promover a contextualização do EC, por meio de uma discussão mediada pelo professor. Para tanto, será disponibilizado um texto introdutório, de Salgado (2006), intitulado “Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica L.*) em Lavras-MG” com intuito de propiciar a contextualização e as primeiras ideias sobre a temática do caso, bem como envolver os alunos e despertar o seu interesse para a resolução.

Ainda nessa aula, será proposto aos alunos um questionário segundo o Modelo de Kortland (1996 *apud* Sá (2010, p. 76), visando orientá-los quanto a tomada de decisão, através das seguintes etapas: identificação do problema, produção de critérios, geração e avaliação de alternativas, escolha da solução, ação e monitoração; esperando, assim, que os estudantes possam relacionar o problema com seu cotidiano, abordando aspectos que envolvam o movimento CTSA, delineando seu próprio plano de ação para a resolução do caso.

Já na segunda aula, com o objetivo de debater as primeiras hipóteses acerca do problema, levantadas por meio do questionário da aula anterior, será discutida a argumentação apresentada pelos alunos no MK, tendo em vista que os alunos argumentem cada vez melhor e saibam identificar problemas, defender suas próprias ideias e justificar suas escolhas, aproximando da tomada de decisão.

Assim, dando continuidade as etapas de resolução do caso, a partir da identificação do problema e discussões que partem para possíveis soluções, para a terceira aula, será solicitada uma pesquisa realizada pelos alunos, com intuito de buscar diferentes técnicas de análise de pH. Essa pesquisa partirá da orientação de que o aluno investigue uma técnica, com intuito de apresentá-la na terceira aula, de forma detalhada. E, para a apresentação, que ocorrerá em formato de debate, cada aluno deve ser capaz de defender sua técnica, demonstrando suas potencialidades, e os porquês, desenvolvendo a argumentação que foi discutida na aula anterior.

Nesse sentido, na quarta aula, com o intuito de iniciar as discussões acerca de calagem e irrigação, será apresentado um vídeo intitulado “Irrigação por gotejamento para o cultivo do café” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=22GjzRHPMZ8>, sendo que, a partir dele, será solicitado que os estudantes produzam seus próprios vídeos, através de um roteiro orientado pelo professor, relacionando a irrigação por gotejamento com a fertirrigação e técnicas de calagem.

Na quinta aula, a partir do MK, os estudantes serão orientados a propor novamente soluções para o EC. Assim, deve ocorrer mais um debate, objetivando a discussão destas propostas, para que os alunos defendam suas próprias ideias e justificativas, escolhendo a melhor alternativa para a solução final do caso, que ocorre na sexta aula, por meio de uma apresentação de slides para toda turma.

### **O Modelo de Kortland**

O MK foi proposto com intuito de facilitar a tomada de decisão pelos alunos. Ele será uma atividade proposta no início e ao final da SA, a fim de constatar se houveram evoluções quanto as hipóteses, gestão e avaliação destas, levando à tomada de decisão. Assim, a partir das etapas contidas no modelo, pode-se também analisar as potencialidades para desenvolvimento do PC.

## 4.2 Metodologia de Análise

Com intuito de caracterizar o EC e suas potencialidades, buscou-se analisar o caso com base nas diretrizes de Herreid (1998 *apud* Sá, 2006, p. 32-33), que discute os aspectos contemplados em um “bom caso”. A análise foi feita posterior a leitura do caso e das diretrizes, relacionando por meio da identificação das características no caso, que estão apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5: Características de um "bom caso" segundo Herreid (1998)**

<b>UM BOM CASO...</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descrição</b>
Narra uma história	Deve ter um enredo e um desfecho final
Desperta interesse pela questão	Deve contar uma história dramática, com uma questão a ser resolvida
Deve ser atual	Deve conter discussões atuais, para ser mais relevante
Produz empatia com os personagens centrais	Os personagens devem chamar atenção do leitor, influenciando a tomada de decisões
Inclui citações	Deve incluir citações para envolver o leitor, sendo dados, diálogos, reportagens, entre outros
É relevante ao leitor	Deve despertar o interesse do leitor com situações que ele saiba enfrentar
Deve ter utilidade pedagógica	Deve ser útil para um curso/disciplina e para os estudantes
Provoca um conflito	Deve ter um conflito, baseado em controvérsias
Foça uma decisão	Deve se ter uma urgência na resolução do caso
Tem generalizações	Não deve ser específico, de apenas curiosidade, mas que possibilite generalizações
É curto	Não deve ser longo e tedioso, mas somente o suficiente para desenvolver a narrativa

Fonte: Adaptado de Sá (2006)

Além disso, também posterior a leitura dos materiais que envolvem o Caso e a SA elaborados, com intuito de analisar os instrumentos de dados (estratégias da SA) foram utilizadas as capacidades descritas por Ennis (Quadro 6), visando relacionar as potencialidades das estratégias com o desenvolvimento de capacidades do PC.

**Quadro 6: Capacidades do Pensamento Crítico de acordo com Ennis**

<b>CAPACIDADES</b>	Clarificação elementar	Focar uma questão;
		Analisar argumentos;
		Fazer e responder a questões de clarificação e desafio.
	Suporte básico	Avaliar a credibilidade de uma fonte;
		Fazer e avaliar observações.
	Inferência	Fazer e avaliar deduções;
		Fazer e avaliar induções;
		Fazer e avaliar juízos de valor.
	Clarificação elaborada	Definir termos e avaliar definições;
		Identificar assunções.
	Estratégias e táticas	Decidir sobre uma ação;
		Interagir com os outros.

Fonte: Adaptado de Santiago, Santos e Silva (2017)

Por fim, para a análise da SA, foram descritas as estratégias contidas nas aulas, estabelecendo relações entre as aulas e o desenvolvimento do PC por meio das capacidades descritas no quadro 6.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Caracterização de um “bom caso” segundo Herreid (1998, *apud* Sá, 2006, p. 32-33)

Tendo em vista as diretrizes descritas por Herreid (1998 *apud* Sá, 2006, p. 32-33), o caso elaborado foi analisado a partir da caracterização e identificação destas diretrizes propostas pelo autor, com intuito de verificar se as contemplavam. Assim, pode-se observar a análise na Figura 2 a seguir.

**Figura 2: Análise de um "bom caso"**

*um "bom caso" narra uma história*

*um "bom caso" desperta interesse pela questão*

*um "bom caso" inclui citações*

*um "bom caso" tem generalizações*

*um "bom caso" produz empatia pelos personagens centrais*

*um "bom caso" deve ser atual*

*um "bom caso" provoca um conflito*

*um "bom caso" força uma decisão*

*um "bom caso" deve ter utilidade pedagógica*

*um "bom caso" é relevante ao leitor*

*um "bom caso" é curto*

Sr. José, um produtor rural, possui uma fazenda na região do sul de Minas Gerais e utiliza a área para produzir café, sendo a plantação irrigada pelo sistema de gotejamento e, paralelamente, com a fertirrigação. Frequentemente, com o intuito de aferir a situação da acidez e suas consequências nutricionais para o cafeeiro, Sr. José contrata uma empresa especializada em análises de solo, para garantir a qualidade na produção de café, pois sua produção é exportada para a Alemanha.

Ao realizar a análise, a empresa disponibilizou os valores de duas amostragens, feitas no bulbo de gotejo e na projeção da saia dos cafeeiros (Tabela 1).

**Tabela 1: Resultados da análise de solo**

Parâmetros de fertilidade avaliados	Locais de Amostragem (profundidade 0 – 20cm)	
	Projeção da saia	Bulbo de gotejo
pH	6,6	5,1
V** (%)	67	48
Ca na CTC* (%)	47,1	32,0
Mg na CTC* (%)	15,3	12,9
K na CTC* (%)	6,4	4,1
P resina (ppm)	43	59

\*CTC: Capacidade de Troca de Cátions; \*\*V: Porcentagem por saturação de bases  
Fonte: Da autora (2021)

Ao receber os resultados da análise, Sr. José ficou preocupado e intrigado por não entender o motivo dos valores estarem diferentes entre si e resolveu questionar seu filho, que é estudante de química:

- Rodolfo, estou preocupado com a lavoura de café esse ano! O analista esteve aqui na fazenda para trazer os resultados das amostras coletadas na semana passada. Você poderia dar uma "olhadinha"?

- Nossa, pai! Os valores estão diferentes e, considerando a pouca distância entre os locais de amostragem, acredito que seja uma situação preocupante mesmo!

- Pois é, meu filho, não sei o que fazer, se estes parâmetros continuarem tão distintos, a safra será prejudicada e não haverá exportação neste ano! Você, como estudante de química, poderia me ajudar a interpretar essa diferença de minerais e variação de pH?

- Pai, tive uma ideia ainda melhor: vou propor aos participantes do grupo de pesquisa interdisciplinar da Universidade que me ajudem a solucionar seu problema com a lavoura e te orientar quanto a melhor maneira de resolver essa situação!

Diante disso, o produtor resolveu acompanhar todo o processo de estudos de seu filho, para esclarecer suas dúvidas. Você é um dos participantes do grupo de pesquisa, junto com Rodolfo e mais quatro colegas deve propor hipóteses para solucionar o problema e discutir os possíveis motivos para tal diferença de valores obtidos.

A partir da observação da Figura 2, ou seja, o panorama geral da análise, é possível notar que as setas indicam qual trecho do caso caracteriza as diretrizes de um “bom caso” e, a partir disso, apresenta-se, a seguir, o detalhamento da análise.

***Um bom caso narra uma história***, ou seja, o caso deve ter um enredo, contando uma história com o fim em aberto, o que permite a participação do leitor como um personagem deste. Assim, o trecho retirado da abertura do caso, demonstra o início da história, evidenciando a preocupação em se detalhar o contexto no qual o problema acontece através de personagens, envolvendo o leitor: *“Sr. José, um produtor rural, possui uma fazenda na região do sul de Minas Gerais e utiliza a área para produzir café, sendo a plantação irrigada pelo sistema de gotejamento e, paralelamente, com a fertirrigação.”*

***Um bom caso desperta o interesse pela questão***, em outras palavras, através do caso, o leitor deve se sentir pertencente a história, envolvido na dramaturgia, para que, ao final, sintasse motivado a solucionar o problema. Nesse sentido, o trecho *“...para garantir a qualidade na produção de café, pois sua produção é exportada para Alemanha...”* torna o caso relevante, dando importância para a resolução do problema, além de que o estudante deve estar simpatizado pelo personagem principal do caso, pela linguagem e preocupação dele com o problema, como demonstra o trecho, *“Rodolfo, estou preocupado com a lavoura de café esse ano!”*, e se fazer pertencente ao caso, pois, afinal, ele é um dos participantes do grupo de pesquisa interdisciplinar junto com o personagem central: *“Você é um dos participantes do grupo de pesquisa, junto com Rodolfo...”*.

***Um bom caso deve ser atual***: o caso deve abordar uma temática atual, uma notícia real ou simulada, que desperte interesse do aluno devido a sua importância e relação com seu cotidiano. No caso,   possível perceber que o caso aqui proposto   atual quando demarca tempo, como no trecho: *“...estou preocupado com a lavoura de café esse ano!”*. Além disso, a elaboração do caso foi baseada em uma reportagem, publicada em dezembro de 2020, como pode ser observada na Figura 3.

### Figura 3: Reportagem sobre cafezais

Solo do bulbo do gotejo, em cafezais, mostra piores índices de correção

01/12/2020 CCCMG Estudo e pesquisa, fertirrigação, Irrigação, Manejo

**Fonte:** Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais, disponível em: <[cccmg.com.br/solo-do-bulbo-do-gotejo-em-cafezais-mostra-piores-indices-de-correcao/](http://cccmg.com.br/solo-do-bulbo-do-gotejo-em-cafezais-mostra-piores-indices-de-correcao/)>

***Um bom caso produz empatia com os personagens centrais***, assim sendo, os personagens criados devem possuir o caráter de influenciar as decisões do leitor, além de nortear o desenvolvimento do caso. Acredita-se que por meio dos sentimentos descritos ao longo do caso, detalhando os pensamentos dos personagens, seja capaz criar uma empatia pela história e sensibilizar os estudantes para a resolução do problema, como os trechos a seguir: “...Sr. José ficou preocupado e intrigado por não entender o motivo dos valores estarem diferentes entre si e resolveu questionar seu filho...” e “...acredito que seja uma situação preocupante mesmo!”

***Um bom caso inclui citações***, ou melhor, a história deve envolver o aluno com os personagens, uma citação de reportagem, dados, diálogos que aproximem o leitor do contexto, para que se crie um vínculo de empatia com os personagens, através da linguagem e drama. No caso em questão, há uma conversa entre José e Rodolfo, que permite abranger a descrição esperada para contemplar um bom caso, além da tabela que contém o resultado da análise do solo.

***Um bom caso é relevante ao leitor***, ou seja, o caso deve despertar no aluno interesse, por meio de empatia com os personagens, temática presente no cotidiano e situações possíveis de serem resolvidas pelos alunos. A partir da leitura do caso e do envolvimento que é possibilitado pelos personagens através dos sentimentos e citações, o leitor, ao final, passa a ser o filho de Sr. José, e deve propor a solução do problema, como observado no trecho: “Você é um dos participantes do grupo de pesquisa, junto com Rodolfo e mais quatro colegas...”

***Um bom caso deve ter utilidade pedagógica***, isso significa que, além de ter um contexto a ser aplicado, o caso deve ser relacionado a um curso de interesse do estudante, dando significado ao conhecimento científico. Para isso, o caso se relaciona com as práticas experimentais do componente curricular Química Analítica Experimental II, principalmente com os conceitos envolvidos na titulação para a resolução do problema, como pode ser observado nas falas de Sr. José: “...interpretar essa diferença de minerais e variação de pH?” e “...deve propor hipóteses para solucionar o problema e discutir os possíveis motivos para tal diferença de valores obtidos”.

***Um bom caso provoca um conflito***, em outras palavras, a história deve ter um problema a ser resolvido, envolvendo controvérsias de opiniões de personagens ou até informações. O enredo do caso é pautado pela diferença obtida nos valores de pH e minerais obtidos pela análise do solo, que não era esperada, causando uma dúvida, observado na fala de Rodolfo: “os valores estão diferentes e, considerando a pouca distância entre os locais de amostragem, acredito que

*seja uma situação preocupante mesmo!*”. Além de identificar o problema, o filho passa a assumir a centralidade do caso quando deve propor uma solução, como solicitada pelo pai: *“Você, como estudante de química, poderia me ajudar a interpretar essa diferença de minerais e variação de pH?”*

***Um bom caso força uma decisão***, pois o problema precisa demandar uma certa urgência em sua resolução, para que haja seriedade dos alunos e uma tomada de decisão. Assim, o problema e história relatada, requer de Rodolfo a tomada de uma decisão para contribuir com as expectativas do pai, que está preocupado com a colheita do café para a exportação: *“... se estes parâmetros continuarem tão distintos, a safra será prejudicada e não haverá exportação neste ano!”*.

***Um bom caso tem generalizações***, ou seja, o caso não deve ser específico a uma única situação, mas passível de ser generalizado a uma área ou um grupo de situações. Nesse sentido, o caso proposto não é específico, pois não é isolado, em outras palavras, várias são as situações que necessitam de análise de solo, que pode variar bastante, seja na diferença do tipo de solos, parâmetros analisados, plantação e suas necessidades nutricionais, recursos para correção, entre outros, o que torna o caso geral e passível de ser aplicado a outras situações.

***Um bom caso é curto*** e, por mais que deva conter um enredo com personagens, ele não deve ser tão longo para evitar o desinteresse do estudante ao longo da leitura e coleta de informações. Para isso, assim como o caso proposto, a história deve ser suficiente para apresentar os personagens, o problema, os dados para solução, uma conversa que comova o leitor e a solicitação para resolução, sendo bastante objetivo.

Com isso, observa-se que o caso em questão é caracterizado como um “bom caso”, por se enquadrar nas características acima descritas de acordo com Herreid (1998, *apud* Sá, 2006, p. 32-33). Assim, com a aplicação deste, espera-se que seja um caso interessante para o aluno, que desperte seu interesse e estimule a participação por meio da busca por respostas, almejando resultados positivos para solução e desenvolvimento de habilidades ao longo da trajetória planejada.

## **5.2 Análises quanto ao desenvolvimento de pensamento crítico**

### **5.2.1 Análise das estratégias da SA**

De maneira geral, a SA foi desenvolvida com o objetivo de orientar os estudantes ao longo da resolução do caso e para a promoção do PC, mediante o uso de diferentes estratégias de ensino nas atividades propostas. Para tanto, foi construído um quadro buscando relacionar

as atividades das aulas com tais capacidades do PC, ou seja, identificar as contribuições da SA para o desenvolvimento das capacidades do PC. A relação obtida pode ser observada no quadro 7.

**Quadro 7: Relação entre potencialidades da estratégia e capacidades do desenvolvimento de Pensamento Crítico**

<b>Atividade</b>	<b>Potencialidades</b>	<b>Capacidades PC</b>
Discussão/ Debate	Interação entre alunos e professor; defesa de ideias controversas; desenvolvimento da argumentação	Clarificação Elementar Estratégias e Táticas
Leitura de Texto Introdutório	Interpretação textual; identificação de conceitos.	Clarificação Elaborada
Pesquisa Virtual	Identificar fontes de informação; selecionar e avaliar informações; desenvolver autonomia	Suporte Básico Inferência
Elaboração de Vídeo	Comunicação visual; aplicabilidade de conceitos; seleção de informações	Suporte Básico Inferência Clarificação Elaborada
Apresentação de slides	Seleção de informações; estrutura; solução do caso; organização do grupo	Estratégias e Táticas

Fonte: Da autora (2021)

A primeira estratégia disposta no quadro acima, **Discussão/Debate**, foi pensada com intuito de que os alunos desenvolvam a argumentação para discutir e debater sobre o caso com os outros estudantes e o professor mediador. Nesse sentido, para que o aluno tenha a capacidade de se envolver nesse tipo de diálogo, ele deve ter conhecimentos e informações básicas sobre o assunto tratado, compreendendo essa linguagem, relacionando com a temática da atividade, para então desenvolver seu próprio argumento e proposições que serão estimulados ao longo da atividade, com o objetivo de defender seu ponto de vista (WINCH; TERRAZZAN, 2007). Com isso, o aluno também pode desenvolver algumas habilidades específicas das capacidades do PC, como *Analisar argumentos* (Clarificação Elementar) e *Interagir com os outros* (Estratégias e Táticas), porque essa estratégia solicita que o aluno analise seus argumentos e os dos colegas, para que haja maior interação entre eles e o desenvolvimento de uma argumentação efetiva, sendo, dentre as aulas da SA, a estratégia que mais exige do aluno quanto ao PC, pois perpassa por todas as capacidades que podem ser desenvolvidas segundo os estudos de Ennis (1987-1996).

Já a segunda estratégia, **Leitura de Texto Introdutório**, é baseada na leitura de um artigo científico, com o intuito de promover a contextualização do caso. Dentre as potencialidades desta estratégia, destaca-se o entendimento do contexto do caso por meio da leitura, a interpretação textual e gráfica, a identificação de definições, entendimento de termos

e ideias que poderão contribuir de alguma maneira para a resolução do caso (SÁ, 2010). Assim, as habilidades específicas contidas na área Clarificação Elaborada, *Definir termos e avaliar definições* e *Identificar assunções*, são aquelas que mais se aproximam das potencialidades da estratégia de ensino.

Porém, esta estratégia, quando associada a um grupo de alunos, por exemplo, pode desenvolver outras áreas, como a Estratégias e táticas, que exige a interação com outras pessoas. Então não bastaria a leitura do texto, entendimento, gestão e avaliação do conteúdo, mas sim, estas habilidades promovidas em conjunto, demandando um envolvimento pelos estudantes, de forma que alcancem um consenso mais generalizado, extrapolando as ideias pontuais.

A terceira estratégia, **Pesquisa Virtual**, requer o desenvolvimento de outra área do PC, pois o estudante deve, inicialmente, buscar por fontes de pesquisa e avaliá-las, para que as informações que estão sendo obtidas sejam verídicas, além de gerir e avaliar tais informações. Assim, o estudante ainda deve selecionar um texto para defender em sala de aula, contemplando, assim, as habilidades específicas da capacidade de Suporte Básico: *Avaliar a credibilidade de uma fonte* e *Fazer e avaliar observações*.

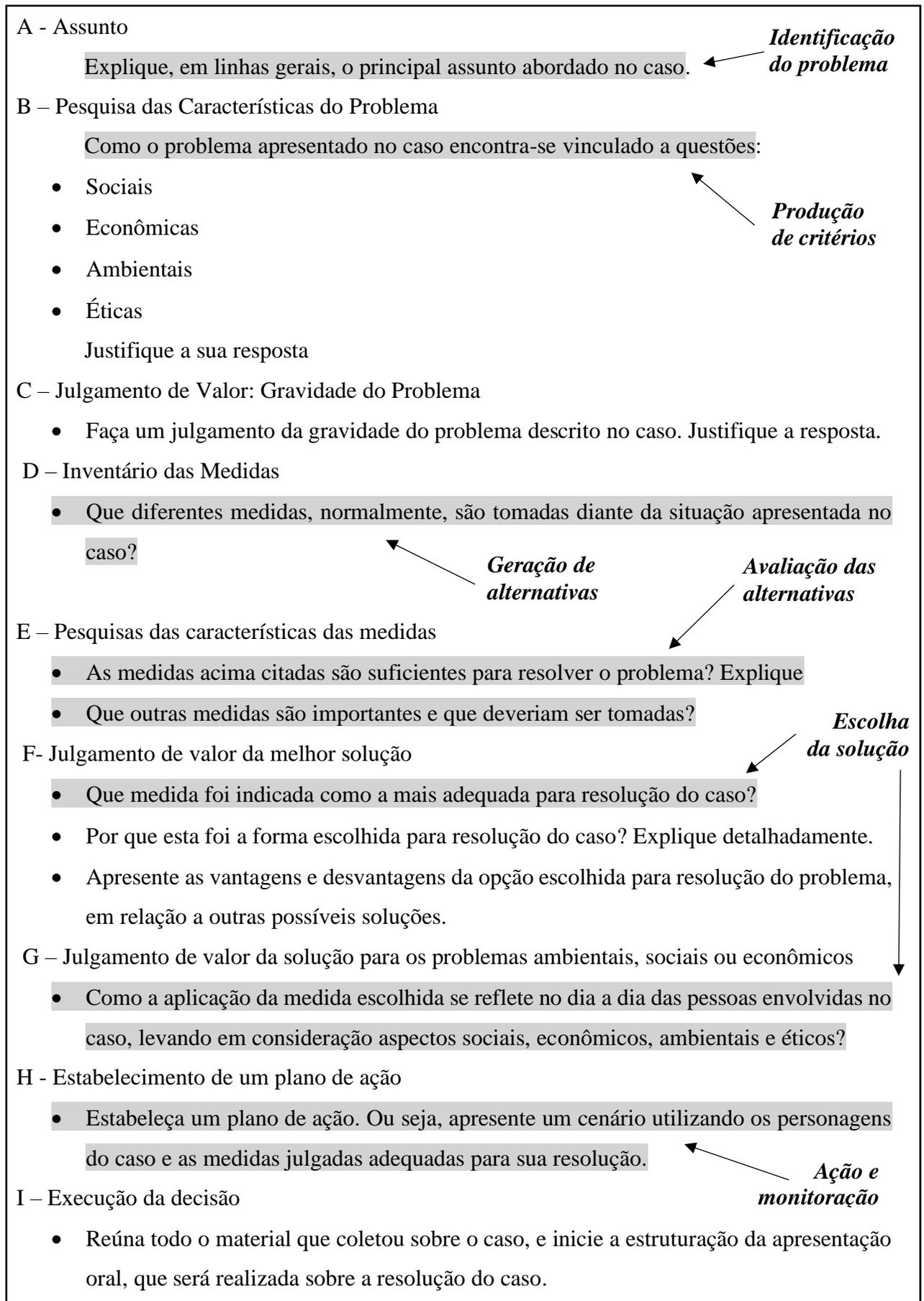
A quarta atividade, **Elaboração de um Vídeo**, tem potencial de desenvolver várias capacidades do PC, pois, segundo Oliveira (2014), a criação de um vídeo exige que o aluno faça busca de informações, avalie e selecione estas informações para elaborar o roteiro do vídeo, além de saber fazer definições e articulá-las. Com isso, pode-se desenvolver três áreas das capacidades do PC: Suporte Básico, através do *Fazer e avaliar observações* a partir de leituras que possibilitem formular o roteiro do vídeo; Inferência, por meio das três capacidades específicas, *Fazer e avaliar deduções, induções e juízos de valor*, ao longo das pesquisas e seleção de informações para o vídeo; Clarificação Elaborada, *Definir termos e avaliar definições* também para elaborar o recurso audiovisual.

Por fim, a **Apresentação de slides** surge como um fechamento do EC, e deve englobar todas as ações anteriores por ser o caminho da tomada de decisão. Nessa perspectiva, a atividade não só demanda a seleção de informações para elaboração dos slides mas, ainda mais, força a tomada de uma decisão por representar a apresentação final do caso. Assim sendo, desenvolve principalmente as capacidades específicas do desenvolvimento do PC: *Decidir sobre uma ação* e *Interagir com os outros*, da área de Estratégias e Táticas, pois demanda que os estudantes se reúnam com seu respectivo grupo para definir a apresentação da solução final do caso. Mas, ainda, por envolver toda a trajetória percorrida até a resolução do caso, sugere que o aluno perpassasse todas as capacidades do PC até alcançar esta decisão e apresentá-la frente a classe.

### **5.2.2 Análise das etapas do MK**

O MK é uma atividade proposta para orientar a resolução do Caso, solicitada em dois momentos da SA, buscando evoluções quanto as percepções dos alunos e avaliação de hipóteses e alternativas que levam a tomada de decisão.

Em seguida, pode-se observar a atividade do MK proposto, que envolve algumas questões para serem respondidas pelos alunos. A partir de cada questão, como indicado nas setas da Figura 4, é possível visualizar as etapas capazes de nortear a tomada de decisão.

**Figura 4: Atividade proposta do Modelo de Kortland**

Nesse sentido, analisando o material depois de leituras das etapas do MK e as capacidades do PC, observa-se que há uma relação direta entre suas etapas, apresentada no quadro 8.

**Quadro 8: Relação entre etapas do Modelo de Kortland e desenvolvimento de Capacidades do Pensamento Crítico**

	<b>ETAPAS (MK)</b>	<b>CAPACIDADES (PC)</b>
<b>1º</b>	Identificação do Problema	Clarificação Elementar
<b>2º</b>	Produção de Critérios	Suporte Básico
	Geração de Alternativas	Inferências
	Avaliação de Alternativas	Clarificação Elaborada
<b>3º</b>	Escolha da Solução	Estratégias e Táticas
	Ação e Monitoração	

Fonte: Da autora (2021)

Para facilitar a análise, relacionando o MK com as capacidades do PC, as relações obtidas foram divididas em três momentos. O primeiro deles, relaciona a etapa Identificação do Problema (MK) com a área Clarificação Elementar (PC); o segundo, relaciona as etapas Produção de Critérios, Geração de Alternativas e Avaliação de Alternativas (MK) com as áreas Suporte Básico, Inferências e Clarificação Elaborada (PC) e o terceiro momento, relaciona as etapas Escolha da Solução e Ação e Monitoração (MK) com a área Estratégias e Táticas.

A primeira etapa do MK propõe a **Identificação do Problema**, com perguntas que solicitam a descrição e caracterização do problema/principal assunto abordado, como a seguir: *“Explicue, em linhas gerais, o principal assunto abordado no caso”*. Dessa forma, a partir da leitura do Caso, o estudante começa a ser norteado para sua resolução, iniciando pela identificação da situação problemática e sua caracterização. Para isso, o estudante pode desenvolver algumas das capacidades do PC, inclusas na Clarificação Elementar, são elas: *Focar uma questão*, ou, identificar uma questão central e, neste caso, a problemática que exige urgência na resolução; *Analisar argumentos*, ou seja, analisar o EC como um todo no sentido de facilitar a análise e identificação do assunto principal; *Fazer e responder questões de clarificação e desafio*, pois a partir da identificação, o estudante deve ser bastante reflexivo, pensando se aquela seria a problemática central e como ela se relaciona com o restante da problemática, identificando aspectos que podem facilitar a posterior solução.

Em seguida, o estudante pode observar o restante da história direcionando o olhar a buscar mais informações e dados que colaborem com a resolução do caso. Assim, o MK vem para o segundo momento da resolução do caso, direcionando as próximas três etapas que envolvem uma tomada de decisão. A primeira destas é a **Produção de Critérios** que visa

analisar a relação do problema com um contexto mais abrangente, como o CTSA, por meio de algumas perguntas norteadoras: “*Como o problema apresentado no caso encontra-se vinculado a questões sociais, econômicas, ambientais e éticas?*” e “*Faça um julgamento da gravidade do problema descrito no caso*”.

Ainda neste segundo momento, a segunda etapa é a **Geração de Alternativas** que, mediante a questão “*Que diferentes medidas, normalmente, são tomadas diante da situação apresentada no caso?*”, são solicitadas ao estudante algumas hipóteses frente a problemática. O estudante ainda não precisa tomar uma decisão propriamente dita, mas elaborar diferentes hipóteses buscando um maior número de alternativas para solução do problema. E, a partir disso, vem a terceira etapa (**Avaliação de Alternativas**), que é avaliar as possibilidades de se optar por uma das medidas elaboradas acima. Em outras palavras, o estudante começa a julgar as alternativas criadas, através de alguns questionamentos como “*As medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Explique.*”, onde ele passa a avaliar se são possíveis, plausíveis e eficazes ou, se deve ainda propor outras hipóteses mais importantes para a resolução.

Este segundo momento composto por três etapas, supracitadas, pode desenvolver capacidades do PC em três áreas: Suporte Básico, Interferência e Clarificação Elaborada. Tais áreas discutem sobre a *Proposição, definição, identificação e avaliação de observações, deduções, induções, juízos de valor, termos e assunções*. Estas capacidades são desenvolvidas ao longo da produção de critérios, geração e avaliação de alternativas, as quais são propostas no MK. Sendo assim, o processo de proposição e avaliação constante de ideias é um dos mais importantes para o desenvolvimento de PC, pois permite que o aluno desenvolva e reelabore suas próprias hipóteses.

Por fim, o terceiro momento é composto por duas etapas **Escolha da Solução e Ação e Monitoração**, diretamente relacionadas a área do PC de Estratégias e Táticas. Depois de gerar e avaliar alternativas, os estudantes devem escolher uma medida que foi julgada a melhor escolha, através do questionamento “*Que medida foi indicada como a mais adequada para resolução do caso?*” ou ainda “*Apresente vantagens e desvantagens da opção escolhida [...]*”, exercendo assim a capacidade específica do PC “*Decidir sobre uma ação*”, a qual, também é desempenhada quando se escolhe um plano de ação para resolução do caso, que é monitorado ao longo de cada etapa.

Com isso, o MK se mostra articulado com o desenvolvimento de capacidades do PC, pois em todas as suas etapas, as quais norteiam a tomada de decisão dos indivíduos, tem-se

presente capacidades específicas que podem ser desenvolvidas, tornando-se bastante pertinente de ser utilizado. Além disso, este, quando solicitado ao início e ao final da SA, permite comparar as hipóteses dos alunos, bem como a contribuição dos processos envolvidos nas aulas para a tomada de decisão, criticidade e autonomia. Também, por ser requisitado nestes dois momentos, mesmo que contemplando o desenvolvimento das mesmas áreas do PC, acredita-se que na segunda versão, ao final, os alunos possam aprofundar mais na argumentação, coleta de dados, dentre outras habilidades que envolvem as capacidades deste pensamento.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou a análise das potencialidades da metodologia de EC no ensino superior, por meio do componente curricular Química Analítica Experimental II nos cursos de bacharelado e licenciatura em Química, visando a promoção do PC. Para isso, foi elaborado um Caso hipotético e planejada uma SA para orientar os alunos em sua resolução, contando com algumas estratégias de ensino e materiais que podem auxiliar os alunos na tomada de decisão.

O Caso elaborado envolvendo a análise de minerais do solo foi pensado no contexto dos alunos, uma vez que na região de Lavras, no sul de Minas Gerais, há grandes plantações com diferentes culturas, sendo predominante o café. Para tanto, o componente curricular de Química Analítica Experimental II conta com diversos experimentos para a análise de minerais, o que sugere aos alunos, base para a resolução do caso.

A SA foi proposta com o intuito de nortear os alunos para a resolução do caso, pois pode estimular o aluno a ser mais autônomo e ativo, motivado na busca do seu próprio conhecimento. Além disso, por meio da SA, é provável que os alunos saiam da passividade, observando aplicação dos conceitos científicos em contextos mais amplos, através de práticas que vão além das paredes do laboratório.

Também, com o desenvolvimento da SA acompanhada do MK em dois momentos (inicial e final) é possível que o professor identifique ideias iniciais e, ao longo do percurso, vejam as lacunas da aprendizagem, o que permite dar mais aporte teórico para a resolução final, a elaboração de respostas que saiam do senso comum, usando de argumentos que envolvem o contexto CTSA e não somente o científico, sendo plausível até avaliar este processo feito pelos discentes.

Nesse sentido, as atividades de discussões e pesquisas, que serão ofertadas paralelamente ao componente curricular, poderão nortear os alunos a uma resolução do caso que seja mais elaborada, articulada e argumentada, que não se prenda aos conceitos estudados em aula, mas que a extrapola, ampliando para a análise de outras variáveis, aplicação e generalização das práticas experimentais que são propostas em outros contextos.

É importante discorrer que a aplicação do caso de forma isolada, que não inclua o acompanhamento do componente curricular, não é viável, pois os alunos teriam que propor todas as hipóteses, desde a experimentação, o que tornaria a atividade muito trabalhosa e difícil, podendo ter pouca adesão. Cabe assim, a mediação proposta no trabalho, onde os alunos encontrarão nas aulas do componente curricular grande parte da fundamentação do caso e ainda

terão acesso à SA que pode propiciar um espaço para construção do conhecimento por meio das atividades propostas.

Além disso, como continuação da pesquisa, propõe-se que outros pesquisadores ministrem a proposta em sala de aula, a fim de investigar as inferências feitas ao longo do trabalho, pois acredita-se que haja diferença entre o planejamento e aplicação de fato, podendo desenvolver outras habilidades que não as citadas e desenvolvimento de diferentes capacidades na promoção do PC. Assim, também poderão ser coletados outros dados, como as respostas de cada etapa do caso, feita pelos alunos e o acompanhamento dos professores que ministrarão a proposta, através de reflexões da proposta e da própria prática.

As novas hipóteses, como as sugeridas acima, podem dar continuidade a pesquisa, de modo a contribuir para o componente curricular e a aprendizagem dos alunos, com metodologias inovadoras e mais eficazes frente ao objetivo.

Ademais, a pesquisa extrapolou as perspectivas, sendo algumas habilidades descritas ao longo deste trabalho, desenvolvidas pela própria pesquisadora ao longo da construção deste, como a pesquisa, a reflexão e a escrita, que estimulam a criticidade e reflexão. Diante disso, há uma constante reflexão quanto ao que foi registrado: para o lado profissional, carrega-se a busca incansável de inovações metodológicas, estratégicas e até epistêmicas, para trabalhar com alunos em diferentes contextos e assuntos, fugindo do senso comum e abordando mais que a sala de aula/componentes curriculares exigem, por mais desafiador que seja a prática docente; para o pessoal, aprender a lidar com este longo processo formativo, de muito aprendizado, é saber que nunca se para de aprender, que não somos completos e que todas as trocas, por conversas, discussões e experiências, são válidas para construir conhecimento. Saber articular tudo isso, deve ser uma grande habilidade a ser alcançada.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2005.
- ANDRÉ, M. E. D. A.; LUDKE, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.
- BARROW, L. H. **A brief history of inquiry: From Dewey to standards**. *Journal of Science Teacher Education*, v. 17, n. 3, p. 265–278, 2006.
- BRAATHEN, P. C. **Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química**. *Revista eixo*, v. 1, n. 1, p. 63-69, 2012.
- BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. **Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio científicas com alunos do ensino médio**. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, v. 9, n. 3, 2010.
- CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2005
- CARVALHO, A. M. P. de. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 765-794, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Cortez, 2011.
- DEWAY, J. **Experience and Education** filsafat pendidikan john dewey. Bandung: Mizan, 2004.
- DURHAM, Eunice Ribeiro. **O ensino superior no Brasil: público e privado**. 2003.
- ENNIS, R. H. **A logical basis for measuring critical thinking skills**. *Educational Leadership*, Alexandria, VA (USA), Association for Supervision and Curriculum Development, v. 43, n. 2, p. 44-48, oct. 1985.
- FAVILA, M. A.; ADAIME, M. **Uma análise da contextualização na perspectiva CTSA sob a ótica do professor de química**. *Revista Monografias Ambientais*, v. 13, n. 13, p. 2865-2873, 2013.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. 2001.
- MIRANDA, M. de S.; MARCONDES, M. E. R.; SUART, R. de C. **Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.
- OLIVEIRA, D. M. **Trânsito, espaço coletivo: um modelo de roteiro de vídeo educativo como proposta de ensino**. Dissertação de Mestrado. Fundação Oswaldo Aranha. Volta Redonda. 2014

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. **O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica**. Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, p. 1-12, 2008.

RODRIGUES, P. M. L.; LIMA, W. S. R.; VIANA, M. A. P. A importância da formação continuada de professores da educação básica: a arte de ensinar e o fazer cotidiano. **Saberes Docentes em Ação**, v. 3, n. 1, p. 28-47, 2017.

SÁ, L. P. A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2006.

SÁ, L. P.. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio científicas no Ensino Superior de Química**. 2010.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de caso em química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SALGADO, B. G. *et al.* Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica L.*) em Lavras-MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 343-349, 2006.

SANTIAGO, O. P. **Perspectivas da abordagem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações com as capacidades de pensamento crítico**. 2018.

SANTIAGO, O. P.; SANTOS, F. C.; SILVA, E. L. Uma aproximação entre os objetivos da história da ciência e as capacidades do pensamento crítico.. In: XVII ENEC Encontro Nacional em Ensino de Ciências 2017 | I SIEC: Educação em Ciências em múltiplos contextos, 2017, Viana do Castelo. Educação em Ciências em múltiplos contextos LIVRO DE RESUMOS, 2017.

SANTOS, F. C. **Atividades investigativas e história da ciência: tendências em potencial para promover o pensamento crítico**. 2018.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Química nova na escola**, v. 20, p. 49-53, 2004.

SOUZA, R. S. B. **Possíveis contribuições de atividades investigativas para o desenvolvimento de capacidades do pensamento crítico**. 2019.

TENREIRO-VIEIRA, C. Produção e avaliação de atividades de aprendizagem de ciências para promover o pensamento crítico dos alunos. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33, n. 6, p. 1-18, 2004.

TENREIRO-VIEIRA, C; VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, p. 163-188, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Projeto Pedagógico de Curso de Graduação: Bacharelado em Química. Lavras: UFLA, 2013. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1arm\\_vSjvzZzb9TmPqvotQL6UkFPHwimg/view](https://drive.google.com/file/d/1arm_vSjvzZzb9TmPqvotQL6UkFPHwimg/view)>. Acesso em: 15 mar. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química presencial. Lavras: UFLA, 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/11evSsJxHBFXcECcQfttUFXzr7ZmGxiiK/view>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

WINCH, P. G.; TERRAZZAN, Eduardo A. **Argumentação no Ensino de Ciências: resultados de pesquisas**. Atas do VI Encontro Nacional Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis: Santa Catarina, 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. trad. Ernani. F. F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

## APÊNDICE 1 – Caso Original

Sr. José, um produtor rural, possui uma fazenda na região do sul de Minas Gerais e utiliza a área para produzir café, sendo a plantação irrigada pelo sistema de gotejamento e, paralelamente, com a fertirrigação. Frequentemente, com o intuito de aferir a situação da acidez e suas consequências nutricionais para o cafeeiro, Sr. José contrata uma empresa especializada em análises de solo, para garantir a qualidade na produção de café, pois sua produção é exportada para a Alemanha.

Ao realizar a análise, a empresa disponibilizou os valores de duas amostragens, feitas no bulbo de gotejo e na projeção da saia dos cafeeiros (Tabela 1):

**Tabela 1: Resultados da análise de solo**

Parâmetros de fertilidade avaliados	Locais de Amostragem (profundidade 0 – 20cm)	
	Projeção da saia	Bulbo de gotejo
<b>pH</b>	6,6	5,1
<b>V** (%)</b>	67	48
<b>Ca na CTC* (%)</b>	47,1	32,0
<b>Mg na CTC* (%)</b>	15,3	12,9
<b>K na CTC* (%)</b>	6,4	4,1
<b>P resina (ppm)</b>	43	59

\*CTC: Capacidade de Troca de Cátions; \*\*V: Porcentagem por saturação de bases

Fonte: Da autora (2021)

Ao receber os resultados da análise, Sr. José ficou preocupado e intrigado por não entender o motivo dos valores estarem diferentes entre si e resolveu questionar seu filho, que é estudante de química:

- Rodolfo, estou preocupado com a lavoura de café esse ano! O analista esteve aqui na fazenda para trazer os resultados das amostras coletadas na semana passada. Você poderia dar uma “olhadinha”?

- Nossa, pai! Os valores estão diferentes e, considerando a pouca distância entre os locais de amostragem, acredito que seja uma situação preocupante mesmo!

- Pois é, meu filho, não sei o que fazer, se estes parâmetros continuarem tão distintos, a safra será prejudicada e não haverá exportação neste ano! Você, como estudante de química, poderia me ajudar a interpretar essa diferença de minerais e variação de pH?

- Pai, tive uma ideia ainda melhor: vou propor aos participantes do grupo de pesquisa interdisciplinar da Universidade que me ajudem a solucionar seu problema com a lavoura e te orientar quanto a melhor maneira de resolver essa situação!

Diante disso, o produtor resolveu acompanhar todo o processo de estudos de seu filho, para esclarecer suas dúvidas. Você é um dos participantes do grupo de pesquisa, junto com Rodolfo e mais quatro colegas deve propor hipóteses para solucionar o problema e discutir os possíveis motivos para tal diferença de valores obtidos.