

## A utilização do Modelo de Tomada de Decisão de Kortland para a promoção do pensamento crítico no ensino superior em química

Rita de Cássia Suart<sup>1\*</sup>, Giovanna de Amorim Renato<sup>2</sup>, Vitória Eduarda Assis Brito<sup>2</sup>, Márcio Pozzobon Pedroso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professora da Universidade Federal de Lavras, Instituto de Ciências Naturais, Lavras, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Licenciada pela Universidade Federal de Lavras, Curso de Licenciatura em Química, Lavras, Minas Gerais, Brasil. <sup>3</sup>Professor da Universidade Federal de Lavras, Instituto de Ciências Naturais, Lavras, Minas Gerais, Brasil. \*[ritasuart@ufla.br](mailto:ritasuart@ufla.br)

Recebido em: 04/11/2023

Aceito em: 22/10/2024

Publicado em: 30/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.2-2>

### RESUMO

Pesquisas têm demonstrado as contribuições de diferentes estratégias e recursos didáticos para a promoção do pensamento crítico. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou investigar as contribuições da utilização de um instrumento, denominado Modelo de Tomada de Decisão de Kortland (MK), para a promoção do pensamento crítico durante a resolução de um estudo de caso, na disciplina de Química Analítica Experimental II, de um curso de licenciatura em Química. Para isso, foram analisadas duas versões (inicial e final) desse instrumento, relacionando as etapas de desenvolvimento do MK às capacidades do PC manifestadas pelos licenciandos por meio de sua resolução de forma escrita. Os resultados evidenciam que os estudantes apresentaram diferentes capacidades do Pensamento Crítico e tiveram um grande envolvimento para a resolução do caso proposto. Entretanto, durante a pesquisa, pode-se observar que houve predominância de algumas capacidades do PC e outras não se manifestaram, evidenciando a necessidade de novas pesquisas que investiguem as contribuições desse instrumento e dessa metodologia para a promoção do pensamento crítico, bem como de outras habilidades pelos estudantes.

**Palavras-chave:** Estudo de caso. Química analítica. Formação crítica.

## The use of the Kortland's Model of Decision-make procedure for promoting critical thinking in chemistry in higher education

### ABSTRACT

The Research has shown the contributions of different strategies and educational resources to promote critical thinking. In this regard, the present study aimed to investigate the contributions of using a tool called the Kortland Decision-Making procedure (MK) to promote critical thinking during the resolution of a case study in the course "Analytical Experimental Chemistry II" within a pre-service chemistry teacher education program. To do this, two versions (initial and final) of this tool were analyzed, correlating the stages of MK development with the critical thinking abilities expressed by the students through their written resolution. The results indicate that students demonstrated various critical thinking abilities and were highly engaged in solving the proposed case. However, during the research, it was observed that certain critical thinking abilities predominated while others did not manifest, highlighting the need for further research to investigate the contributions of this tool and methodology to promote critical thinking as well as other skills among students.

**Keywords:** Case study. Analytical chemistry. Critical training.

## INTRODUÇÃO

O ensino da química no ensino médio ainda tem sido, muitas vezes, voltado para uma perspectiva mais tradicional, pautado em uma aprendizagem mecânica que pouco favorece a construção do conhecimento pelos estudantes. Assim também acontece em muitos componentes curriculares no Ensino Superior, pois muitos currículos vigentes ainda apresentam conteúdos com caráter informativo, que fazem com que os estudantes concluam a graduação com conhecimentos, às vezes, insuficientes para uma ação mais responsável e transformadora da sociedade (SILVA; SASSERON, 2021; SÁ et al., 2007).

Tardif (2014, p. 118) nos mostra que: “(...) ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de alunos, a fim de atingir determinados objetivos educativos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização”.

Para isso, quando pensamos mais especificamente no ensino de Química, torna-se necessário o desenvolvimento de processos que contribuam para a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos, por meio de um ensino que envolva os estudantes na resolução de problemas e tomada de decisões, contribuindo para um aprendizado mais significativo. Essas condições podem preparar melhor os estudantes para situações e problemas reais do cotidiano, bem como mostram a eles que somos resultado de nossas ações.

Além disso, outro fator essencial aos indivíduos para a tomada de decisão enquanto cidadãos é o pensamento crítico, isso porque, segundo Tenreiro-Vieira (2004), ao promover o Pensamento Crítico (PC) dos alunos, eles podem se afastar da mera aceitação de crenças que terceiros afirmam ser verdadeiras e são impulsionados a avaliar a credibilidade daqueles que se autointitulam peritos. A mesma autora ainda defende a necessidade de promover as capacidades do pensamento crítico no contexto da educação em ciências, já que os estudantes dessa área se tornarão responsáveis pelo desenvolvimento e/ou utilização de produtos e sistemas científicos e tecnológicos.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) argumentam que desenvolver o PC no ensino de ciências é muito importante para promover capacidades para que os estudantes tomem decisões críticas e fundamentadas sobre ciência e tecnologia. Além disso, os autores comentam sobre a importância dessa problemática no século XXI, já que os avanços tecnológicos têm mudado muito o cotidiano das pessoas.

Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), se os indivíduos não estiverem preparados para tomarem decisões coletivas, resolver problemas, atuando e intervindo nas questões

do cotidiano, eles serão analfabetos científicos do futuro. Ou seja, serão pessoas que não foram ensinadas a usarem as suas capacidades de pensamento estando, assim, em séria desvantagem para competir no mundo do trabalho.

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 aceitar, sem reflexões, ideias e pontos de vista que são difundidos diariamente, muitas vezes de forma inadequada e, até mesmo, errônea. Assim, o pensamento crítico varia necessariamente de domínio para domínio, idade para idade, e não pode ser projetado como um conjunto de capacidades gerais transferíveis para qualquer contexto (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Neste sentido, o Estudo de Caso (EC), uma variante da aprendizagem baseada em problemas, é uma metodologia de ensino que pode promover o desenvolvimento de diversas habilidades relacionadas a um pensamento mais crítico, como a autonomia, a criticidade, a argumentação, a tomada de decisão e a comunicação oral e escrita (BENJAMIN; SOUZA, 2021; SÁ, 2010).

Assim, para que o aluno consiga fazer relações entre o saber e a solução da situação ou da questão problema apresentada a ele, faz-se importante um ambiente de aprendizado que promova oportunidades para que sua participação seja mais ativa e autônoma. Para tanto, associado ao estudo de caso, está a utilização de instrumentos orientadores, os quais apresentam questões para auxiliar o processo de resolução do caso pelos estudantes. Um desses instrumentos é o Modelo de Tomada de Decisão Kortland (SILVA et al., 2022; BENJAMIN; SOUZA, 2021).

O Modelo de Kortland (MK) é um instrumento muito utilizado quando se pretende a resolução de uma situação problemática, pois auxilia o estudante a identificar o problema, promover, gerir e avaliar as alternativas, almejando a tomada de uma decisão fundamentada, discutida em diferentes âmbitos, como, por exemplo, considerando as relações CTSA.

Assim, este trabalho teve como objetivo investigar as contribuições do Modelo de Tomada de Decisão de Kortland para a promoção de capacidades de Pensamento Crítico por estudantes de Licenciatura em Química de uma Universidade Mineira, durante a resolução de um Estudo de Caso, desenvolvido no componente curricular Química Analítica Experimental II. O caso apresentava um problema relacionado a irrigação de

um solo em uma fazenda, e diversos conceitos abordados durante o componente curricular eram necessários para sua resolução

## **METODOLOGIA**

### ***Metodologia de pesquisa***

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, isso porque analisamos a relação entre sujeitos e objeto, valorizando as questões subjetivas envolvidas no estudo das potencialidades da proposta. Com isso, a metodologia de pesquisa utilizada foi a Estudo de Caso, já que se trata de um caso específico, bem delimitado, enfatizando a interpretação de um único contexto que pode permitir posteriores generalizações (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Para tanto, foi elaborado um estudo de caso, como metodologia de ensino, para estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma universidade mineira. O caso foi elaborado por uma professora da área de ensino, o professor do componente curricular Química Analítica Experimental II e duas alunas de iniciação à docência; também autoras deste trabalho.

Para Pazinato e Braibante (2014), o caso deve estar relacionado ao contexto do aluno, representando sua realidade por meio da problematização de uma situação real ou simulada, que possibilite o estudante buscar por uma solução. 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 de decisão fundamentada.

O caso foi elaborado considerando as características propostas por Herreid (1998).

Herreid (1998) propõe várias características que podem facilitar a elaboração e o desenvolvimento de um bom caso de ensino. São elas: (1) um bom caso narra uma história; (2) desperta o interesse pela questão; (3) é atual; (4) gera empatia com os personagens centrais; (5) inclui citações; (6) é relevante ao leitor; (7) tem utilidade pedagógica; (8) provoca um conflito; (9) força uma decisão; (10) possibilita generalizações e, por fim, (11) é curto.

Tais características auxiliam a elaboração de bons casos que tenham maior potencial de mobilizar os alunos, por meio de um enredo e uma problemática, à sua resolução, baseada em uma decisão tomada com base em justificativas fundamentadas, considerando o contexto científico, social, ambiental, tecnológico, ético e moral.

O Caso proposto conta a estória 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 (parâmetros pH e minerais do solo) estavam bastante diferentes para as amostras analisadas. Dessa forma, Sr. José pede a seu filho Rodolfo, estudante de química, que averiguasse 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, esperava-se que os alunos formassem pequenos grupos, dispostos a solucionar o problema de Sr. José.

O caso foi proposto para ser desenvolvido em seis aulas, as quais seriam ministradas pelo professor regente, para estudantes do quarto período do curso de licenciatura em Química, com auxílio das professoras em formação e a outra pesquisadora. Assim, com o intuito de não comprometer a carga horária e o plano de ensino do componente curricular, o caso foi estruturado para ser abordado ao longo das aulas obrigatórias e, também, por meio de encontros extracurriculares entre os pesquisadores e os estudantes, paralelamente às práticas experimentais de análises volumétricas (ácido base, precipitação e complexação), da seguinte maneira: o caso se inicia posterior a introdução dos fundamentos da volumetria, acompanhando as volumetrias ácido base, de precipitação e de complexação; todos presentes no plano de curso do componente curricular.

O estudo de caso contemplou seis semanas, ou seja, seis aulas do componente curricular, cada uma com duração de aproximadamente 3:30 horas e, seis aulas extracurriculares, que aconteceram, semanalmente, com o decorrer das práticas experimentais. As 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 envolvia os conceitos de pH, alcalinidade e determinação de minerais (cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio).

A escolha desta estratégia de desenvolvimento do caso foi feita com intuito de facilitar a sua resolução, tendo em vista a aprendizagem dos alunos nas aulas obrigatórias e as atividades que foram propostas paralelamente. Assim, considerou-se importante

também que, ao longo das aulas obrigatórias, o problema do caso sempre fosse retomado, dando mais fluidez e seguimento na sua resolução.

O Quadro 1, a seguir, resume o desenvolvimento do caso durante o componente curricular.

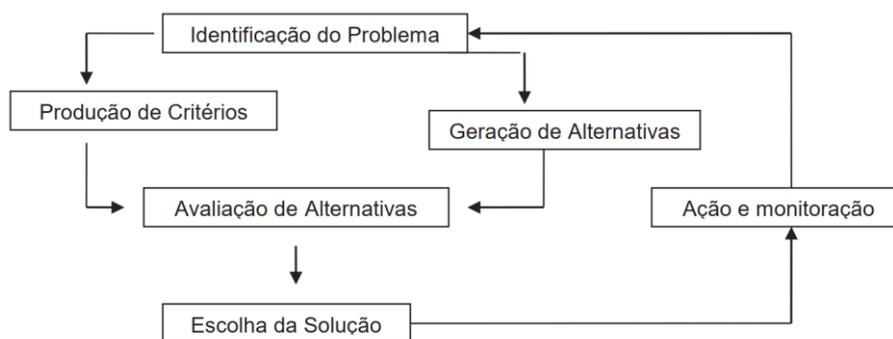
**Quadro 1** - Relação de semanas entre o componente curricular Química Analítica Experimental II e Estudo de Caso.

COMPONENTE CURRICULAR			DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES RELACIONADA AO CASO
Aula	Conteúdo	Práticas	Caso
01	Titulação	Fundamentos de Titulação	---
02	Titulação Ácido Base	Análise de alimentos (Determinação de ácido acético em vinagre)	Contextualização do Caso Apresentação do Modelo de Kortland
03		Determinação da alcalinidade de águas	Entrega Versão Inicial do Modelo de Kortland pelos estudantes
04		Determinação indireta de nitrogênio	Discussão sobre o caso e sua relação com os conceitos.
05		Determinação da acidez de refrigerante (titulação potenciométrica)	Discussão sobre o caso e sua relação com os conceitos
06		Titulação de Precipitação	Determinação da pureza do KCl
07	Titulação de Complexação	Determinação de cálcio e magnésio em amostra de calcário	Discussão sobre o caso e sua relação com os conceitos
08	---	---	Entrega da versão Final do Modelos de Kortland pelos estudantes

Fonte: Os autores.

Para orientar os alunos na resolução do caso e contribuir para as análises posteriores, foi solicitado aos estudantes que respondessem a duas versões do Modelo de Kortland, sendo uma inicial e outra final. O modelo é baseado nas etapas apresentadas na Figura 1, a seguir.

**Figura 1** - Modelo de Tomada de Decisão de Kortland (1996).



Fonte: Kortland (1996, p. 675) - tradução.

O MK é proposto para que o estudante proponha sua decisão de forma articulada, contemplando elementos essenciais para a tomada de decisão crítica e fundamentada, a partir da **identificação de um problema**, que possibilita a **produção de critérios** e a **geração de alternativas**, culminando na **avaliação das alternativas** para **escolha da ação** a ser tomada e, conseqüentemente, de sua **ação e monitoração** (KORTLAND, 1996).

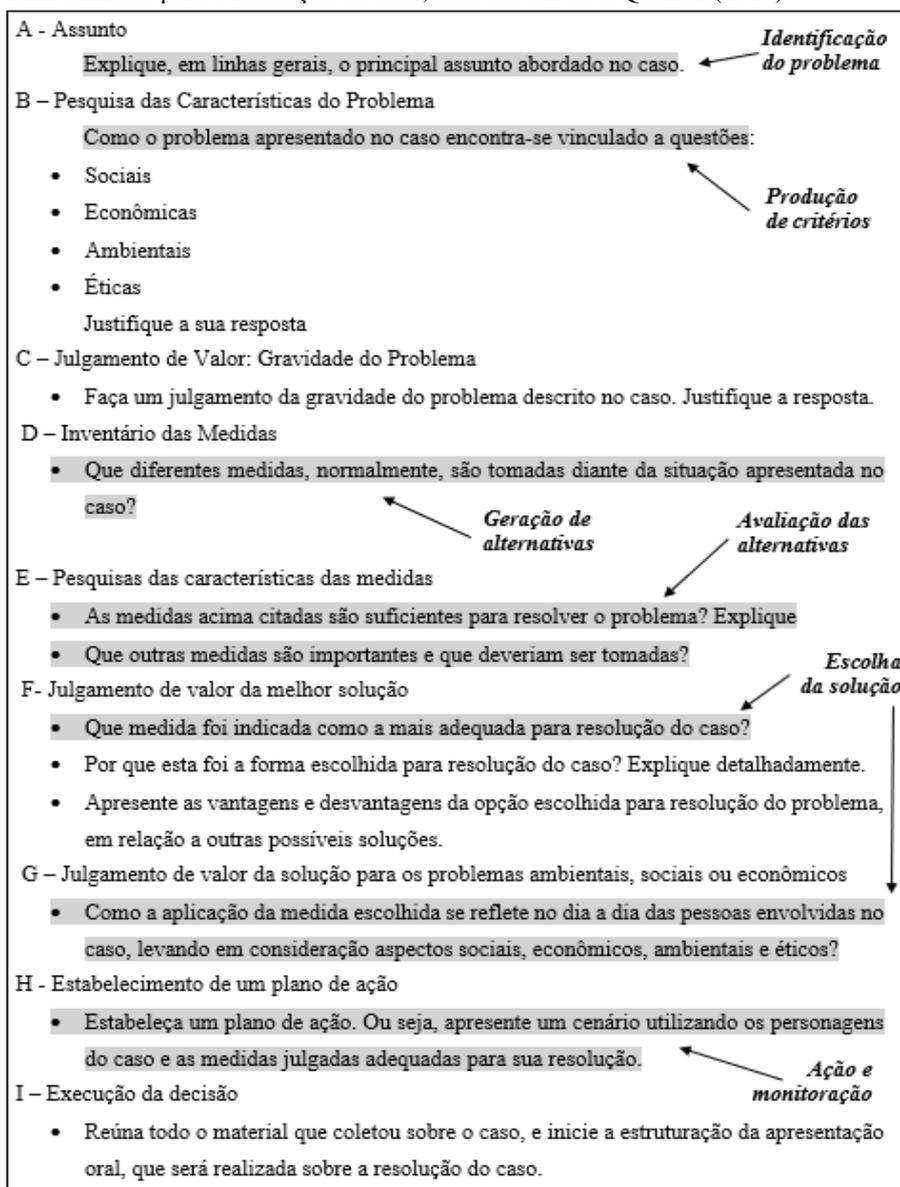
Sá (2010) discorre sobre cada uma desses elementos:

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).

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 potencializadoras para isso, como o Estudo de Caso.

O instrumento utilizado para mobilizar o PC dos estudantes, baseado nas etapas descritas anteriormente, está apresentado na Figura 2, a seguir.

**Figura 2** - MK utilizado para a resolução do caso, baseado em Sá e Queiróz (2010).



Fonte: Sá e Queiróz (2010).

Neste sentido, o Modelo de Tomada de Decisão de Kortland emerge como uma atividade que orienta os alunos à resolução do caso. Por meio de perguntas, ele indaga os estudantes a se posicionarem e a tomarem decisões. A escolha deste instrumento para esta pesquisa, se deve pela ligação direta obtida entre ele e o estudo de caso, em outras palavras, a relação é feita porque ele solicita ao aluno, ao final, uma decisão, a qual é orientada pelo MK.

O primeiro modelo (inicial) foi respondido após a primeira aula e o segundo modelo (final) foi entregue após a sexta aula. O MK foi proposto com o intuito de facilitar a tomada de decisão pelos alunos. Ele foi uma atividade proposta para ser realizada no

início e ao final do caso, a fim de constatar se houveram evoluções quanto às hipóteses, gestão e avaliação destas, levando à tomada de decisão pelos alunos. Assim, a partir das etapas apresentadas no modelo, pode-se também analisar as suas potencialidades para a promoção do PC, por meio da análise das respostas escritas pelos estudantes.

A turma na qual a pesquisa foi desenvolvida era composta por 12 alunos, do quarto período do curso, os quais foram divididos em 2 grupos para desenvolver as atividades em conjunto.

### *Metodologia de análise*

Para analisar a promoção do pensamento crítico manifestado por meio das atividades desenvolvidas (MK inicial e MK final) pelos estudantes, foram utilizadas as capacidades descritas por Ennis (1995), visando relacionar as atividades com a promoção das capacidades de PC. Assim, durante o desenvolvimento do caso, foram elaborados 4 MK ao total, ou seja, duas versões de cada grupo, com o objetivo de inferir as contribuições da metodologia do estudo de caso para a promoção do pensamento crítico.

Ennis esclarece que “a expressão ‘pensamento crítico’ é geralmente usada querendo significar uma atividade prática e reflexiva, cuja meta é uma crença ou uma ação sensata. [...] é uma forma de pensamento racional, reflexivo focado no decidir em que acreditar ou o que fazer” (ENNIS, 1985, p. 46). O autor define Pensamento Crítico (PC) como uma atividade prática e reflexiva, a qual envolve disposições e capacidades, que dizem respeito a aspectos afetivos e cognitivos, respectivamente.

As disposições estão relacionadas a aspectos afetivos que contribuem para desenvolver o PC, e são entendidas como necessárias de ser desenvolvidas pelos alunos para alcançar as capacidades do PC. As disposições consideradas por Ennis são: Procurar um enunciado claro da questão ou tese; Procurar razões; Tentar estar bem-informado; Utilizar e mencionar fontes credíveis; Levar 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 (Considerar seriamente outros pontos de vista além do seu próprio; Raciocinar a partir de premissas de que os outros discordam sem deixar que a discordância interfira com o seu próprio raciocínio; 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; Ser sensível aos sentimentos, níveis de conhecimento e grau de elaboração dos outros.

Esse conjunto de disposições representam as atitudes que cada indivíduo pode usar para desenvolver certas capacidades e, conseqüentemente, o pensamento crítico. Neste sentido está a importância de o professor propor aulas para que os estudantes sejam mobilizados para uma situação que lhes seja de interesse, inserindo-os na problemática da aula, de forma a desenvolverem habilidades que fomentem o pensamento crítico. Aqui está a importância do estudo de caso e do Modelo de Kortland, como auxiliares de um processo de busca pela resolução de um problema, exigindo do estudante seu envolvimento, promovendo assim, seu desenvolvimento cognitivo.

Com relação aos aspectos cognitivos, evidenciamos no Quadro 2, a seguir, as capacidades necessárias para o desenvolvimento do pensamento crítico, segundo Ennis. As capacidades do PC estão organizadas em cinco áreas: Clarificação elementar, Suporte básico, Inferência, Clarificação elaborada e Estratégias e táticas.

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

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

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estas duas dimensões, capacidades e disposições, são essenciais para se decidir de forma racional e crítica o que fazer, dizer ou, até mesmo, em o que acreditar, quando diante de um problema ou uma situação controversa (ENNIS, 1985; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2021).

Assim, neste estudo, antes de realizarmos a análise das respostas aos trabalhos escritos pelos estudantes, relacionamos as etapas do MK com as capacidades do PC, de forma a inferir as principais capacidades esperadas em cada etapa de resolução do caso, conforme mostra o Quadro 3.

**Quadro 3** - Relação entre etapas do Modelo de Kortland e promoção de Capacidades do Pensamento Crítico.

<b>Momento</b>	<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: Os autores.

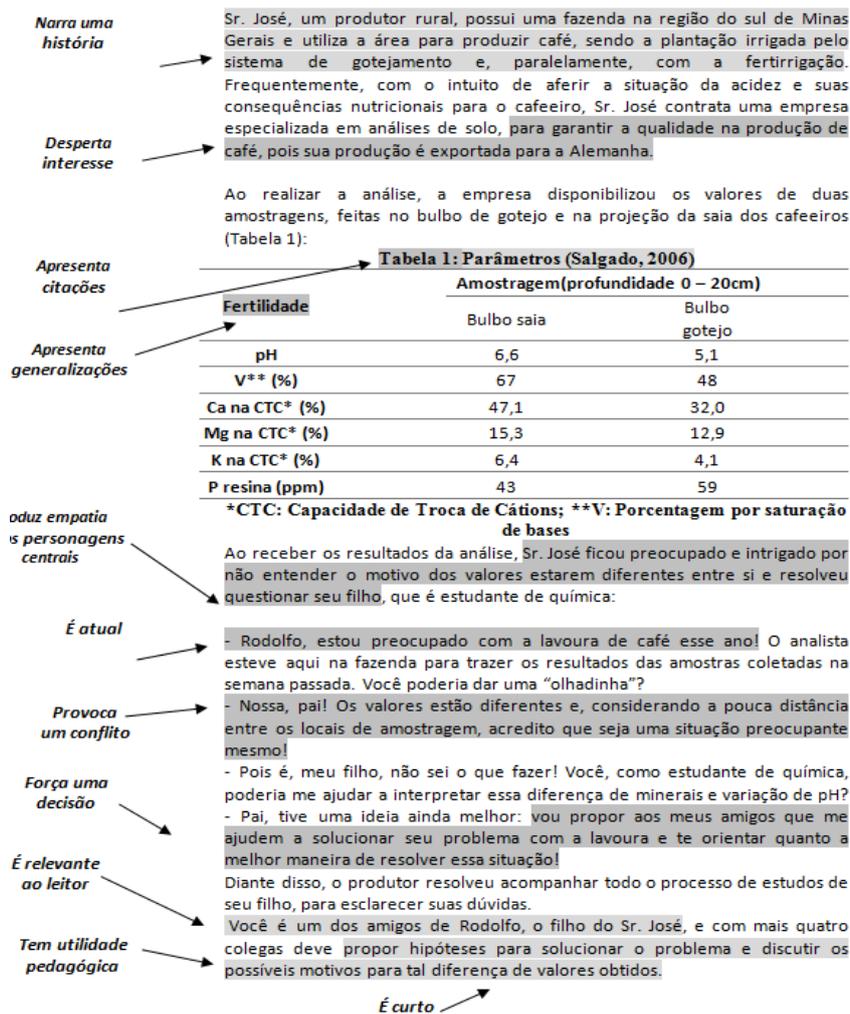
Assim, a relação estabelecida, evidenciada no Quadro 3, será utilizada para analisar as duas versões do MK, com o objetivo de investigar se houve de fato a promoção dessas capacidades durante a resolução do caso e, ainda, se houve evolução da versão inicial para a versão final do MK. Ainda, a análise possibilitou investigar qual a relação das etapas do MK com as capacidades de PC de Ennis, de forma a propor inferências sobre as potencialidades desse instrumento como mobilizador das capacidades de PC. As capacidades de PC puderam ser relacionadas em três momentos, considerando as etapas do MK. O primeiro deles, relaciona a etapa Identificação do Problema (MK) com a área Clarificação Elementar de 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 de PC e, o terceiro momento, relaciona as etapas Escolha da Solução e Ação e Monitoração (MK) com a área Estratégias e Táticas de PC. Evidencia-se que essas relações formam propostas como forma de suposições realizadas diante dos estudos teóricos realizados durante o desenvolvimento de toda a pesquisa e por inferência do grupo de pesquisa deste trabalho.

É importante destacar, ainda, que as análises passaram por um processo de validação com o grupo de pesquisadores, participantes de um grupo de pesquisa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente, realizamos a análise do caso, como evidenciado no Figura 3, de forma a identificar se ele apresentava as características de um “bom caso”, segundo Herreid (1998), uma vez ele poderia influenciar na promoção do pensamento crítico, se elaborado de maneira inadequada.

**Figura 3** - Narrativa do Caso e análise de acordo com Herreid (1998).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que o caso em questão é caracterizado como um “bom caso”, por se enquadrar nas características descritas por Herreid, o que poderia potencializar a promoção do pensamento crítico. Essa análise se faz importante, pois se o caso não apresentar essas características, pode comprometer o envolvimento dos alunos para sua resolução. Além disso, o caso envolve conhecimentos não apenas de química analítica, mas também da área agrônômica, o que reforça o caráter interdisciplinar de conteúdos necessários para a formação docente. Dessa forma, espera-se que o discente consiga compreender a aplicação de conhecimentos de química em outros contextos que contemplem a ciência e a sociedade.

Após essa análise, utilizando a relação estabelecida no Quadro 3, entre as etapas de desenvolvimento do MK e as capacidades do PC, foi possível analisar as duas versões

do MK de cada grupo e identificar se as capacidades relacionadas foram manifestadas em relação à cada etapa.

As análises estão apresentadas no Quadro 4, a seguir.

**Quadro 4** - Análise das Etapas do Modelo de Kortland e as Capacidades do Pensamento.

Momento/Etapas (MK)	Capacidades (PC)	MK Grupo A		MK Grupo B		
		1º Versão	2º Versão	1º Versão	2º Versão	
		<b>1</b>	Identificação do Problema	Clarificação Elementar	Sim	Sim
<b>2</b>	Produção de Critérios	Suporte Básico	Sim	Sim	Sim	Sim
	Geração de alternativas	Inferências Classificação Elaborada	Não	Sim	Não	Não
<b>3</b>	Avaliação de Alternativas		Sim	Sim	Não	Não
	Escolha da solução	Estratégias e Táticas	Não	Sim	Sim	Sim
	Ação e Monitoração		Não	Sim	Não	Sim

Fonte: Os autores.

Observando o Quadro 4, de maneira geral, é possível perceber que os dois grupos apresentaram capacidades de pensamento crítico na segunda versão que não estavam presentes na primeira. Essa diferença entre as versões pode estar ligada ao fato de que a primeira versão foi entregue no início do estudo de caso e a segunda foi entregue no final, ou seja, nesse espaço de tempo entre elas, houve atividades e discussões que potencialmente contribuíram para a promoção das capacidades de PC.

No primeiro momento do MK é proposta a **Identificação do Problema**, com perguntas que solicitam a descrição e caracterização do problema/assunto principal abordado, como “Explique, em linhas gerais, o principal assunto abordado no caso”. Dessa forma, a partir da leitura do Caso, os estudantes começam a ser norteados para sua resolução, iniciando pela identificação da situação problemática e sua caracterização, desenvolvendo a capacidade de **Clarificação Elementar**, utilizando de capacidades como, por exemplo, focar em uma questão, uma vez que a problemática apresentava urgência na sua resolução. Outra capacidade está em analisar argumentos, ou seja, analisar o Estudo de Caso como um todo no sentido de facilitar a análise e identificação

do assunto principal e; ainda, fazer e responder questões de clarificação e desafio, pois a partir da identificação do problema, o estudante deveria refletir sobre ele, pensando se aquela seria a problemática central e como ela se relacionava com o restante da problemática, identificando aspectos que poderiam facilitar a posterior solução. Segundo Tenreiro-Vieira e Marques Vieira (2019), a clarificação elementar pode ajudar os estudantes a esclarecerem as suas ideias e a avaliar as limitações e potencialidades na sua argumentação, procurando razões para ela, assumindo-a publicamente.

Neste sentido, foi possível observar que a capacidade de clarificação elementar esteve presente nas duas versões de ambos os grupos, isso porque, ao identificar o problema, respondendo ao MK, os alunos estavam focando em uma questão, que é uma das habilidades dessa capacidade. Além disso, Santos (2018) discute que cada uma das áreas das capacidades do PC exige algumas habilidades dos indivíduos e, ainda, é possível perceber que existe um certo grau cognitivo em cada uma, sendo que a área de clarificação elementar comporta o menor grau cognitivo das capacidades. Então, este é um outro fato para que os alunos tenham apresentado essa capacidade nas duas versões do MK. Essa relação pode ser observada através de trechos como:

“...nota-se que o principal problema é a variação do pH e da concentração, aparentemente fora dos padrões...” (1ª versão Grupo A);

“Os resultados mostraram uma divergência entre a projeção da saia e o bulbo de gotejo, então Sr. José conversa com seu filho químico para dar uma olhada nos resultados...” (2ª versão Grupo B).

Em seguida, o segundo momento do MK direciona as próximas três etapas que envolvem os estudantes a buscarem por mais informações e dados que colaborem com a resolução do caso e a tomada de decisão. A primeira delas é a **Produção de Critérios**, que visa analisar a relação do problema em um contexto mais abrangente, além das ciências, como o ambiente e a tecnologia, por meio de algumas perguntas norteadoras (Figura 2), por exemplo, “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, tem-se a segunda etapa, **Geração de Alternativas**, na qual 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 a solução do problema.

E, a partir disso, vem a terceira etapa, a **Avaliação de Alternativas**, que é avaliar as possibilidades de se optar por uma das medidas elaboradas anteriormente. 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.”, possibilitando a ele pensar a avaliar se são possíveis, plausíveis e eficazes ou, se deve ainda propor outras hipóteses mais relacionadas à problemática do caso.

Consideramos que esse segundo momento pode promover o desenvolvimento de capacidades de PC em três áreas: Suporte Básico, Interferência e Clarificação Elaborada, as quais exigem dos estudantes, por meio das questões norteadoras do MK, analisar fontes, fazer observações, avaliar induções e juízos de valores em relação às alternativas encontradas, utilizando para isso, de termos e suposições científicas. 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, as quais são propostas por meio do MK.

Analisando esse segundo momento, é possível perceber que o Grupo A só não apresenta inferências na primeira versão, porém, essa capacidade já é observada na segunda versão do MK, muito provavelmente devido às discussões realizadas nas aulas; às observações feitas na primeira versão do modelo, já que os grupos enviaram essa primeira versão e os pesquisadores fizeram comentários e propuseram reflexões para a realização do próximo modelo, bem como durante os encontros extracurriculares. Essa diferença pode ser observada nos trechos a seguir:

“Mapear o local para controle de água subterrânea possivelmente contaminada, medição do pH do solo, adubação errada por nitrogenados não nítricos gerando alta concentração de H+.” (1ª versão Grupo A).

Percebe-se que o grupo não apresenta inferências, somente ações, o que não contempla a capacidade relacionada.

Na segunda versão, o grupo já apresenta uma resposta reformulada com inferências, caracterizando a capacidade do PC.

“Diante dos resultados obtidos através das amostragens do solo, o produtor poderia rever o caráter do fertilizante utilizado, que pode conter uma alta concentração de íons H+. O tipo de irrigação também poderá interferir na diferença do pH e

concentração de substâncias no solo, então seria viável uma possível mudança no método de irrigação e uma análise da água utilizada nesse processo.” (2ª versão Grupo A).

Em contrapartida, o Grupo B não apresenta as capacidades de PC inferência ou clarificação elaborada, em nenhuma das versões. Ao invés disso, foi observada uma capacidade não esperada, mesmo que de forma parcial para a primeira versão do MK: **Estratégias e Táticas**. Assim, o Grupo B, ao invés de gerar e avaliar alternativas, já propôs de forma direta uma resolução, ou seja, a **Escolha da Solução**, indo de encontro ao proposto por Kortland (Figura 1), transitando diretamente da identificação do problema para a sua solução, o que pode ter implicado em menores avanços na segunda versão do MK. Nesta etapa do MK, o aluno não precisa propor uma solução de imediato, mas, propor hipóteses, fazer e avaliar juízos de valores, visto que ainda pode não apresentar o domínio de conceitos e inferências que seriam essenciais para uma melhor resolução do caso, considerando sua resolução para além dos conhecimentos exclusivamente científicos.

Entretanto, dependendo da interpretação dos estudantes, eles podem, de fato, nesse momento, já sentir a necessidade de propor uma possível solução para o problema, visto que o comando do MK solicitava para que eles indicassem que tipos de medidas seriam tomadas diante da situação apresentada no caso (Figura 2). Ao mesmo tempo, elaborar hipóteses e inferências exige dos estudantes habilidades de alta cognição, conforme argumentam Suart e Marcondes (2022), o que pode sugerir uma adequação do modelo, principalmente para sua versão 1, para que outras questões de menor exigência cognitiva sejam apresentadas a eles, de forma a orientá-los a um pensamento mais elaborado, visando as capacidades de pensamento crítico nesta segunda etapa.

Essa análise pode ser observada a partir de trechos como:

“O tratamento do solo com minerais que estão em falta, ou que podem corrigir o solo sem que cause problemas a plantação ou ao próprio solo futuramente.” (1ª versão Grupo B).

“Adoção de sistemas agroflorestais (SAF’S);

Adoção da agroecologia;

Adoção de produção e certificação orgânica.” (2ª versão Grupo B)

Em ambos os trechos, nas duas versões, o grupo já propõe soluções para a resolução do problema, contemplando algumas das capacidades de PC **Estratégias e Táticas**, ao contrário de propor inferências, a qual era uma capacidade esperada. Assim,

embora eles proponham uma possível solução, ela ainda se apresenta incompleta, visto que outras capacidades, habilidades de pensamento, bem como conhecimentos científicos, eram necessários.

Por fim, o terceiro momento é composto por duas etapas, **Escolha da Solução e Ação e Monitoração**, diretamente relacionadas a área de PC de **Estratégias e Táticas**. Depois de gerar e avaliar alternativas, os estudantes devem escolher uma medida que tenha sido julgada a melhor escolha, por meio de questionamentos como, “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.

Analisando as versões do Grupo A, é possível perceber que os estudantes não manifestaram a capacidade de estratégias e táticas em nenhuma das etapas da primeira versão, porém, na segunda versão, ambas estão presentes. É possível observar essa diferença a partir dos trechos:

“O Sr. José deverá contratar um agrônomo para verificação da adubação e Rodolfo juntamente com seu grupo de estudos poderá utilizar o laboratório da faculdade para analisar a água presente na irrigação.” (1ª versão Grupo A).

O trecho acima mostra que o grupo não apresenta uma decisão, de fato, acerca do problema proposto.

Já na segunda versão, é possível observar uma posição do grupo em relação a uma solução para o problema proposto, contemplando, assim, a capacidade do PC de Estratégias e Táticas.

“A calagem é a solução mais indicada para o problema apresentado, pois é responsável por oferecer suplementos de cálcio e magnésio para as plantas, assim auxiliando na neutralização do pH e no crescimento das raízes da cultura, possibilitando um maior fornecimento de água e nutrientes para a planta, conseqüentemente obtendo um produto de melhor qualidade.” (2ª versão Grupo A).

Já o Grupo B, só não apresenta a capacidade de estratégias e táticas na etapa de ação e monitoração na primeira versão, mas na segunda versão já é possível observá-la, como nos trechos a seguir.

“O Sr. José deverá contratar a mesma empresa, ou outra, caso esta não faça tal trabalho. Deverá comprar os minerais que a empresa terceirizada indicar para a correção e aplicá-los no solo.” (1ª versão Grupo B).

1º Passo- O filho deveria sensibilizar seu pai a investir em um SAF

2º Passo- Procurar uma empresa especializada em SAF's, onde as melhores possibilidades de espécies seriam pesquisadas e apresentadas ao produtor.

3º Passo- O produtor deverá refletir sobre o futuro de sua fazenda, os possíveis lucros e suas contribuições para à sociedade ao redor da fazenda.

4º Passo- Continuar monitorando o solo de sua propriedade, para que tome conclusões relacionadas ao seu investimento.” (2ª versão Grupo B).

A capacidade do PC “estratégias e táticas” abriga um elevado grau cognitivo, ou seja, a capacidade de decidir sobre uma ação faz com que os alunos levantem argumentos, testem esses argumentos, inferindo e deduzindo os resultados encontrados (SANTOS, 2018; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2021). No entanto, se as ações da segunda etapa não tiverem sido avaliadas com maior delineamento, considerando a avaliação de critérios, geração e avaliação de alternativas, pode ocasionar na escolha de uma ação pouco apropriada e viável para a resolução do caso, como pode ser observado com o grupo B. Ou seja, na segunda versão, o grupo também não apresentou elementos da segunda etapa do MK, como geração e avaliação de alternativas, o que pode ter implicado em uma etapa de ação e monitoração com pouca relação com os aspectos químicos, bem como ao não considerar outras alternativas possíveis, caso as ações sugeridas não fossem levadas em consideração pelo produtor, o Sr. José.

Com isso, o MK se mostra articulado com a promoção 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 das aulas, possibilita avaliar 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, ao final, na segunda versão, os alunos possam aprofundar mais na argumentação, coleta de dados, dentre outras habilidades que envolvem as capacidades deste pensamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi analisar as contribuições do Modelo de Tomada de Decisão de Kortland para a promoção das capacidades do Pensamento Crítico por licenciados da disciplina Química Analítica Experimental II de um curso de licenciatura em Química, por meio da aplicação de um Estudo de Caso no ensino superior.

Para isso, foram analisadas as duas versões (inicial e final) do modelo de Kortland respondidos de forma escrita pelos estudantes, relacionando as etapas de desenvolvimento do MK às capacidades do PC, observando se elas foram apresentadas e se houve alguma capacidade não esperada que foi apresentada por meio dos modelos.

Foi possível observar que a maioria das capacidades do PC foram manifestadas em pelo menos uma versão dos modelos escritos pelos estudantes. Ou seja, eles apresentaram ao menos uma habilidade que envolve as capacidades de Clarificação Elementar, Suporte Básico e Estratégias e Táticas. No entanto, foi observado que as capacidades Inferência e Clarificação Elaborada, não foi manifesta por um grupo. Ainda, houve predominância de algumas capacidades de PC, possivelmente devido, entre outros aspectos, ao enfoque dado durante a resolução do Caso, direcionando para algumas habilidades em detrimento a outras. Isso nos faz considerar que em futuras ações e pesquisas seja considerada a reelaboração do instrumento, de forma a incitar que essas capacidades sejam manifestadas antes da escolha da solução e de sua ação e monitoração, por meio de outras questões norteadoras, de níveis cognitivos que avencem dos menores para os de maiores exigências, conforme sugerem Suart e Marcondes (2022).

Consideramos ainda, que a elaboração e execução de um EC como metodologia de ensino é uma tarefa complexa, pois demanda tempo para sua elaboração e execução, bem como domínio da metodologia para o seu desenvolvimento. Assim, um outro aspecto que pode ter contribuído para que algumas capacidades de PC não tenham sido manifestadas está na mediação do professor. Ou seja, embora o professor tenha participado de toda elaboração do caso e de seu desenvolvimento, a falta de domínio da metodologia e de mediação em alguns questionamentos para o envolvimento dos alunos no caso, pode ter contribuído para que algumas capacidades não tenham sido manifestadas. Isso evidencia a importância de as instituições formadoras mobilizarem trabalhos colaborativos e de formação contínua de seus professores, de forma que as áreas de conhecimento específico de conteúdo, e aquelas relacionadas à metodologias e práticas de ensino mais inovadoras, dialoguem e desenvolvam ações coletivas, de forma a

contemplar um ensino que promova diferentes habilidades, essenciais para a promoção do pensamento crítico, bem como de outras relacionadas à sua atuação mais cidadã crítica.

Todavia, a metodologia mostrou-se satisfatória. Com os dados apresentados, nota-se que os estudantes apresentaram as capacidades do PC e tiveram um bom desenvolvimento durante a aplicação do EC.

Já sobre as relações estabelecidas entre o MK e as capacidades de pensamento crítico, consideramos que elas foram observadas, se não na primeira, na segunda versão do modelo, o que mostra a importância das etapas do modelo de Kortland associados à promoção de habilidades de pensamento crítico específicas para a resolução adequada do caso, ou seja, considerando uma resolução que leve em conta a compreensão sobre ela, para sua resolução, bem como sobre outros fatores que podem interferir na proposta de resolução tomada.

Consideramos ainda, que desenvolver a presente pesquisa foi desafiador e de grande valia e importância, não só para a formação acadêmica, como também para a formação dos pesquisadores envolvidos, visto que a utilização do MK e do Estudo de Caso foi desafiador e ambos apresentaram aspectos positivos para a atuação docente, trazendo um repensar sobre a prática docente e para o aprendizado mais significativo e crítico dos estudantes.

Por fim, foi possível observar a relevância de metodologias como a do EC e do MK no ensino superior. Isso porque os estudantes puderam solucionar um problema real do cotidiano que envolveu conhecimentos em química e agronomia, o que ressalta a interdisciplinaridade do caso. Ainda, promoveram suas capacidades relacionadas ao pensamento crítico, o que exigiu uma postura e tomada de decisão. Diante disso, sugere-se que os cursos de graduação invistam em metodologias, estratégias e recursos didáticos que mobilizem o pensamento crítico. Neste sentido, consideramos que outras pesquisas relacionando a utilização de metodologias, estratégias e recursos didáticos para a promoção do pensamento crítico sejam impulsionadas, de forma a avançarmos na formação de indivíduos cada vez mais críticos e éticos diante de suas ações e daquelas tomadas por outros.

## **REFERÊNCIAS**

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed, São Paulo: Cortez, 2005.

BENJAMIM, A. G. A. N.; SOUZA, R. S. Estudo de caso no ensino de ciências: de sua descrição à reivindicação de uma educação química humanística. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 1., p. 152-171, 2021.

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, 1985.

FERNANDES, C. G.; SOUZA, J.A.; SUART, R. C.; THOMASI, S. S. Estudo de Caso como Estratégia para Desenvolver o Pensamento Crítico em Licenciandos em Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ENPEC, 2019.

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

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

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**, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ENPEF, p. 1-12, 2008.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio científicas no Ensino Superior de Química**. 2010. 300 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2010.

SALGADO, B. G.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; VENTURIN, N. 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.; SANTOS, F. C.; SILVA, E. L. Uma aproximação entre os objetivos da história da ciência e as capacidades do pensamento crítico. In: ENCONTRO NACIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 17, EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS EM MÚLTIPLOS CONTEXTOS, 1, 2017, Viana do Castelo. **Livro de Resumos**, Viana do Castelo: ENEC/ECMC, 2017.

SANTOS, F. C. **Atividades investigativas e história da ciência: tendências em potencial para promover o pensamento crítico**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.

SILVA, D. G., LEAL, V. L.; CANDURI, F; QUEIROZ, S. L. Modelo de Tomada de Decisão de Kortland no Delineamento de Atividade Didática para o Ensino de Bioquímica. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 2, 2016.

SILVA, E. L; SANTIAGO, O. P; VIEIRA, R. M. Pensamento crítico em uma sequência de ensino-aprendizagem com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade tratando da temática combustíveis. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 240-259, 2022.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, p. 1-20, 2021.

SOUZA, R. S. B. **Possíveis contribuições de atividades investigativas para o desenvolvimento de capacidades do pensamento crítico**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. Processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: proposta para a promoção da alfabetização científica por meio da abordagem de ensino por investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, p. 93-115, 2022.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014.

TENREIRO-VIEIRA, C. Produção e avaliação de actividades 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. **Promover o Pensamento Crítico dos Alunos**: Propostas Concretas para a Sala de Aula. Porto: Porto Editora, 2000.

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, p. 163-188, 2013.

TENREIRO-VIEIRA, C.; MARQUES VIEIRA, R. Promover O Pensamento Crítico Em Ciências Na Escolaridade Básica: Propostas E Desafios. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**, v. 15, n. 1, 2019.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Promover O Pensamento Crítico E Criativo No Ensino Das Ciências: Propostas Didáticas E Seus Contributos Em Alunos Portugueses. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 70-84, 2021.