



CONSTRUÇÃO DE CASO INVESTIGATIVO DE LABORATÓRIO PARA A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM AULAS DE QUÍMICA

Luiz Henrique Barros da Silva¹

Erivanildo Lopes da Silva²

Wellington Francisco³

RESUMO

No ensino de Ciências, observa-se a necessidade de planejar aulas para promover o Pensamento Crítico, busca-se, com isso, formar jovens que utilizem conhecimentos científicos nas suas tomadas de decisão, superando crenças ingênuas e informações falaciosas presentes no meio social. Esta pesquisa apresenta a análise de caso investigativo e experimental, ou caso investigativo de laboratório, cujo objetivo é contribuir para a ampliação de práticas de ensino de Química que busquem a promoção do Pensamento Crítico. O caso foi construído a partir de um processo de *design* educacional e foi analisado a fim de mostrar algumas de suas características favoráveis ao desenvolvimento do Pensamento Crítico. Foi observado, a partir do processo de pesquisa, que o caso possui potencialidade para gerar empatia nos alunos uma vez que conta uma história que emerge de suas realidades, intensificando o engajamento dos sujeitos na tomada de decisão e, conseqüentemente, promovendo o Pensamento Crítico.

Palavras-chave: Casos investigativos; Pensamento Crítico; Ensino de Química.

CONSTRUCTION OF RESEARCH CASES FOR THE PROMOTION OF CRITICAL THINKING IN CHEMISTRY CLASSES

ABSTRACT

¹ Professor Efetivo da Rede Estadual de Ensino da Bahia atuando no Colégio Estadual Luís Eduardo Magalhães (TUCANO-BA). Mestre em 2020 pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) sob orientação do professor Dr^o Erivanildo Lopes da Silva, desenvolvendo dissertação sobre Atividades Investigativas para mobilizar capacidades de Pensamento Crítico. E-mail: <luizhbs13@gmail.com>. ORCID ID.: <https://orcid.org/0000-0002-2196-4138>.

² Com formação em Licenciatura Plena em Química pelo Centro Universitário Fieo (1997), Mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (2007), Doutorado em Filosofia, História e Ensino de Ciências pela Universidade Federal da Bahia (2014) e Pós-Doutorado em Didática das Ciências pela Universidade de Aveiro-PT (2018). Professor do Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Licenciatura em Química. Professor e Investigador do Núcleo de Pós-Graduação em ensino de Ciências e Matemática (NPGECIMA), atuando principalmente nas seguintes linhas do Ensino de Ciências: (a) abordagem CTS na perspectiva Freiriana (linha de estudo oriunda do mestrado); (b) abordagem contextual, contribuições da História da Ciência para ensinar Ciência (linha de estudo oriunda do doutorado); (c) Pensamento Crítico e suas potencialidades para a Educação Científica (linha de estudo oriunda do Pós-Doutoramento). E-mail: <erivanildo@academico.ufs.br>. ORCID ID.: <https://orcid.org/0000-0003-2207-8661>.

³ Bacharel (2008), licenciado (2011) em Química pelo Instituto de Química de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista. Conclui o mestrado em Química (2011) pela mesma instituição, onde trabalhei com processos de extração, separação, purificação e elucidação estrutural de Produtos Naturais e doutor em Química (2015) pela Universidade Federal de Goiás, com tese na área de ensino de Química. Atualmente, sou professor Adjunto II da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) em Foz do Iguaçu, do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILCVN) e professor do Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi. E-mail: <10wellington@bol.com.br>. ORCID ID.: <https://orcid.org/0000-0002-1023-6389>.



In science education, it is necessary to plan classes to promote Critical Thinking, with the objective of training young people to use scientific knowledge in their decision-making, overcoming naive beliefs and fallacious information present in the social environment. This research presents the analysis of an investigative case whose objective is to contribute to the expansion of Chemistry teaching practices that seek the development of Critical Thinking. The case was built from an educational design process and was analyzed in order to show some of its characteristics favorable to the development of Critical Thinking. It was observed, from the research process, that the case has the potential to generate empathy in students for telling a story that emerges from their realities, intensifying the subjects' engagement in decision making and, consequently, promoting Critical Thinking.

Keywords: Investigative cases; Critical Thinking; Chemistry teaching.

CONSTRUCCIÓN DE CASOS DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO EN CLASES DE QUÍMICA

RESUMEN

En la educación científica es necesario planificar clases para promover el Pensamiento Crítico, con el fin de capacitar a los jóvenes para que utilicen los conocimientos científicos en la toma de decisiones, superando creencias ingenuas e información falsa presente en el entorno social. Esta investigación presenta el análisis de un caso de investigación cuyo objetivo es contribuir a la expansión de las prácticas de enseñanza de la Química que buscan el desarrollo del Pensamiento Crítico. El caso se construyó a partir de un proceso de diseño educativo y se analizó con el fin de mostrar algunas de sus características favorables al desarrollo del Pensamiento Crítico. Se observó, desde el proceso de investigación, que el caso tiene el potencial de generar empatía en los estudiantes al contar una historia que surge de sus realidades, intensificando la participación de los sujetos en la toma de decisiones y, en consecuencia, promoviendo el Pensamiento Crítico.

Palabras-clave: Casos de investigación; Pensamiento crítico; Enseñanza de la química.

A necessidade de ensinar Química para além de conceitos

Comumente, a Química é uma ciência que muito se relaciona com técnicas e procedimentos. Sua natureza experimental atribui a esta ciência um reflexo demasiadamente técnico, o qual muitas vezes a distancia dos aspectos sociais que a permeiam. Como discute Krasilchik (2000), desde as primeiras iniciativas para consolidar o ensino formal de ciências, nos anos 60 durante a “guerra fria”, observa-se o apelo à técnica e à reprodução de processos. Os Estados Unidos realizaram investimentos em educação com forte alicerce na formação de cientistas, visando à manutenção da soberania bélica e tecnológica norte-americana. Esse educacional modelo tencionado pela corrida científica possuiu repercussão em modelos de ensino por todo o mundo, inclusive no Brasil (KRASILCHIK, 2000).

Em oposição a essa lógica mecânica de ensino baseada na reprodução de conhecimentos e técnicas, a pesquisa em ensino de Química tem uma frente de investigação a respeito da Formação Cidadã, que reflete sobre a formação de pessoas para além da

instrução técnica. Uma educação cuja pauta não seja a formação cidadã, resume-se a reprodução de informações com pouco ou nenhum grau de crítica.

Observa-se urgência em pensar o ensino de ciências em função das demandas apresentadas pela sociedade em suas diferentes facetas e manifestações. Quando o ensino se estrutura em torno de uma matriz demasiadamente técnica, no qual o foco de atenção está em habilidades estritamente procedimentais ou matemáticas, ele se distancia do indivíduo que é alvo deste ensino (CAPECCHI, 2017).

Santos (2008), ao abordar sobre o processo educativo na visão freireana, argumenta que seria improdutivo, do ponto de vista educacional, não refletir sobre os sujeitos aos quais o ensino se destina.

Para ele, não há como conscientizar sem a dialética inerente a todo processo que implica diálogo entre pessoas. É só por meio dela que homens e mulheres se humanizam, que fazem da palavra não a palavra do outro, mas a sua própria palavra, capaz de dizer-se, de se pensar no mundo. Para ele, palavra não é mero pensamento expresso, é práxis, ação transformadora no mundo e do mundo. Diálogo não é o que impõe, o que maneja, mas o que desvela a realidade (SANTOS, 2008, p. 115).

Professores e professoras podem refletir sobre como aproximar o ensino do sujeito ao qual este se destina, de modo que o estudante se constitua e se perceba parte integrante de uma sociedade plural por meio do conhecimento científico e do raciocínio crítico. É imprescindível que o ensino de ciências auxilie na constituição humana dos indivíduos e que esse desenvolvimento seja buscado pelo docente de forma intencional e deliberada.

Para construir propostas que sejam efetivamente relevantes para o local de ensino, é essencial refletir sobre como reunir pressupostos em torno de práticas pedagógicas favorecedoras do desenvolvimento da criticidade, do diálogo e do desenvolvimento dos indivíduos e, por consequência, da sociedade.

Perfazendo esse caminho reflexivo, este artigo, fruto de uma pesquisa de dissertação de mestrado, apresenta a análise de um caso investigativo construído a partir de um processo de *design* educacional, ou *design research* (PLOMP, 2010). Este tipo de pesquisa possui etapas que podem representar um instrumento para o docente construir seus planejamentos didáticos, otimizando-os para que efetivamente trabalhem as demandas

formativas dos estudantes. Com isso, pretende-se contribuir para a ampliação de práticas de ensino de Química centradas na promoção do Pensamento Crítico.

O Pensamento Crítico no ensino de Ciências

Na Didática das Ciências, o Pensamento Crítico (PC) enquanto movimento educacional, busca agregar objetividade ao termo “crítico”. As definições de PC são variadas e no âmbito da pesquisa existem diversas delas. Na área de ensino de Química, Bordoni e Silveira (2017) sugerem que o PC funciona como uma orientação para que o indivíduo decida sobre o que fazer a partir da análise racional das informações que dispõe. Na pesquisa desenvolvida pelos referidos autores, que contou com a participação de licenciandos do curso de Química, foi possível constatar que a maioria dos futuros professores apresenta concepções sobre PC distantes do que indicam as reflexões teóricas.

De acordo com as concepções dos estudantes investigados pelos autores mencionados, é necessário discutir o desenvolvimento do PC nos cursos de formação docente inicial. Constata-se isso, principalmente, por não ter emergido, na pesquisa, aspectos voltados aos pressupostos pedagógicos e metodológicos do desenvolvimento desse tipo de pensamento (BORDONI; SILVEIRA, 2017).

Neste texto, defendemos a concepção de que o PC é um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão, ocorrendo de forma reflexiva e pautado em argumentos (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2000). Assim, buscando instrumentalizar o PC para ser aplicado em propostas educacionais, Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) constroem uma lista de 12 (doze) capacidades de PC que estão divididas em 5 (cinco) áreas. Tais capacidades são características que o sujeito precisa desenvolver para exercer o Pensamento Crítico. No âmbito do ensino, a lista de capacidades mostrada no quadro 1 apresenta-se como um instrumento para infundir intencionalmente o PC em propostas didáticas. Já no âmbito da pesquisa, contribui para a objetividade ao se investigar o desenvolvimento do PC, uma vez que atribui um conjunto de características que podem servir de referência para o pesquisador.

Quadro 1 - Lista de capacidades e suas respectivas áreas

ÁREA	CAPACIDADES
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: Elaboração do autor, com base em Tenreiro-Vieira; Vieira (2000).

O uso de capacidades de PC infundidas em materiais didáticos objetiva possibilitar que o aprendiz as utilize em diversos contextos de ensino, reflita sobre o uso dessas capacidades e, posteriormente, seja capaz de usá-las em contextos não escolares. Ou seja, após utilizar as capacidades de diversas formas nas aulas, o estudante deve ser capaz de aplicar as capacidades de PC nas suas decisões de vida.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) orientam que a forma mais eficaz para promover o PC dos estudantes é usar intencional e deliberadamente as capacidades de PC em propostas de ensino, infundindo, explicitamente, capacidades de PC nos materiais didáticos. Dessa forma, o PC passa a ser um objetivo axial do ensino e não simplesmente um efeito secundário das práticas desenvolvidas.

Ao buscar desenvolver capacidades de PC é necessário escolher uma estratégia apropriada para que os estudantes possam exercitar o uso de tais capacidades. Nesse sentido, Vieira e Tenreiro-Vieira (2015) argumentam que a escolha da estratégia de ensino é fator preponderante para que uma atividade didática expresse, de fato, capacidades de PC. As pesquisas dos autores mencionados têm indicado que estratégias didáticas orientadas explicitamente ao PC conseguem evidenciar capacidades de PC, mobilizando-as nos estudantes.

Casos investigativos para a promoção do Pensamento Crítico

Sobre os CI (Casos Investigativos), Francisco e Benite (2015) argumentam que estes possuem potencial educativo uma vez que os personagens do caso são submetidos ao enfrentamento de decisões e dilemas. Diante da necessidade de tomar decisões, os estudantes precisarão recrutar a autonomia para definir os rumos da investigação, assumindo o controle do processo. O docente surge, nesse momento, como um mediador, orientando o

processo e trazendo questionamentos, mas nunca fornecendo respostas prontas diante das incongruências nas decisões dos estudantes.

Relacionando as ideias sobre CI de Francisco e Benite (2015) e as proposições de Tenreiro-Vieira e Vieira (2015) sobre o uso deliberado de capacidades de PC para promover o PC, é possível inferir que se o processo de construção de CI for feito a partir da explicitação e orientação direta às capacidades de PC, este caso será potencialmente mobilizador de PC. Tal inferência norteou a construção do caso discutido neste artigo.

Herreid (1998) apresenta um conjunto de características primordiais para que se construa um bom caso. Para o autor, um bom caso deve contar uma história, concentrar-se em uma questão interessante, apresentar um problema atual, criar empatia, incluir diálogos, ser relevante para o leitor, ter caráter pedagógico, provocar conflitos, forçar uma decisão, ter generalidade e ser curto.

Em pesquisa mais atual, Herreid et al. (2016) discutem resultados de investigações empíricas a respeito das características de um bom caso. O conjunto de especificidades para construir um bom caso, mostrada no parágrafo acima, foi analisada junto a mais de 1300 (mil e trezentos) professores de ensino médio norte-americanos, e a partir das concepções desses as características de um bom caso foram validadas, a “relevância para o leitor” foi destacada pelos professores como uma característica especialmente importante, uma vez que julgaram ser importante evocar o contexto do aluno nas aulas.

A fim de aproximar as ideias sobre CI dos referenciais de PC, destacamos que duas das características ressaltadas são: “um bom caso deve provocar conflitos” e “forçar uma decisão”. Visto que insere alguma situação conflituosa, o CI solicita ao estudante a tomada de decisões, de modo a recrutar conhecimentos e argumentos para propor uma solução coerente. Nota-se, assim, mais uma correlação possível de ser inferida entre os CI e o PC. Ao passo que solicita alguma decisão e provoca conflitos, um caso construído de forma orientada para as capacidades de PC pode representar uma estratégia potencialmente mobilizadora de PC.

Nesse sentido, a intencionalidade é fundamental para que de fato um CI expresse capacidades de PC. Recomenda-se que o material seja construído em função das capacidades, e não que se observe posteriormente quais delas se enquadra. Não se trata de um exercício de correlação, e sim de construção conjunta de objetivos que funcionam em uníssono. Neste aspecto, o caráter pedagógico do caso, apontado por Herreid et al (2016), deve estar alinhado

com os pressupostos do PC. Dessa forma, construir pedagogicamente o CI perpassa pela imersão de capacidade de PC.

Os CI possuem algumas características que permitem a inserção de outros debates em sua discussão, por exemplo, as diversas questões sociais que permeiam a ciência. Ao evocarem uma narrativa e/ou história, abrem margem para inserção de diversas questões de cunho social. Nesse sentido, Moreira (2020) discute que a partir dos elementos inseridos em um CI é possível potencializar a compreensão de valores éticos e morais.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) argumentam que o PC é essencial para os estudantes tomarem decisões bem informadas sobre ciência e tecnologia. Acreditamos que, dentro de uma sociedade cada vez mais marcada por desigualdades e preconceitos, é essencial para o exercício do PC o debate sobre conhecimentos científicos acompanhados da reflexão humanística necessária para a compreensão dos desdobramentos sociais atrelados a tais conceitos. Torna-se relevante destacar a dimensão ética e moral que permeia os conhecimentos científicos.

A partir das ideias acima discutidas, observa-se importância dos docentes realizarem reflexões a respeito da dimensão humana do conhecimento, de modo que suas aulas desenvolvam outras habilidades nos estudantes para além das capacidades técnicas. Sá, Francisco e Queiroz (2007) argumentam que na aprendizagem baseada em casos o estudante irá refletir sobre personagens e circunstâncias, sendo necessário compreender fatos, valores e contextos presentes na narrativa.

Referenciais metodológicos e condução do estudo

Objetivando a promoção de capacidades de PC, selecionou-se, nesta pesquisa, a estratégia metodológica dos Casos Investigativos (CI) para elaborar atividades que intencionalmente recorressem aos descritores “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “Procurar evidências e contra-evidências” e “Procurar outras conclusões possíveis” da área de “Inferência”. Os CI podem possuir potencial para a promoção do PC se forem construídos para o estudante tomar de decisões.

Nesse trabalho a resolução do caso se dá a partir do uso da experimentação, no qual os estudantes são solicitados a elaborarem e desenvolverem um procedimento para a resolução do problema. Nesse sentido, é possível tecer uma aproximação entre o caráter

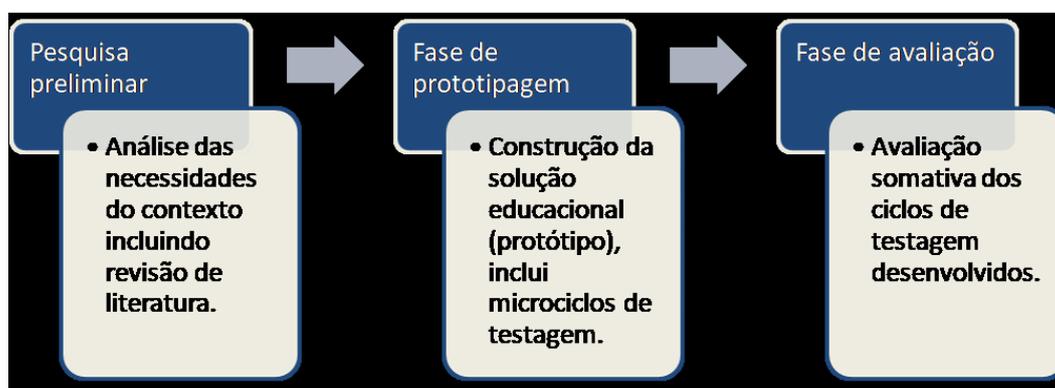
investigativo-experimental da atividade, entre o CI e o PC. Roda e Linhares (2018) apontam que o conjunto de capacidades da área de “Inferência” do PC possui estreita relação com as atividades de laboratório.

Dessa forma, uma vez que busca expressar os descritores “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “Procurar evidências e contra-evidências” e “Procurar outras conclusões possíveis” da área de “Inferência”, a partir do uso de uma atividade de laboratório, o CI produzido possui para trabalhar tais. Em outras palavras, por ser construído para expressar um conjunto de descritores que possuem estreita relação com a estratégia de experimentação adotada, o CI já se encontra teoricamente alinhado aos pressupostos da promoção de capacidades de PC.

A forma que o CI é apresentado ao estudante também deve ser refletida. Francisco (2018) apresenta algumas possibilidades de utilização do CI. Nesta pesquisa, utilizou-se casos de laboratório, uma vez que os problemas introduzidos pelos casos seriam resolvidos experimentalmente. Tal processo foi conduzido a partir de três métodos utilizados de forma síncrona: método de pequenos grupos – os alunos formaram grupos e debateram dentro destes grupos; método da leitura – o ministrante assumiu a postura de contador da história descrita no caso; e o método da discussão – toda a sala foi convidada a explorar o caso e analisar seu problema (FRANCISCO, 2018).

A construção dos CI amparou-se nas ideias de *design* educacional apresentadas por Plomp (2010). Para este autor, as pesquisas em *design* podem ser entendidas como um conjunto de abordagens que buscam produzir soluções para um problema educacional aumentando o conhecimento sobre ele. Plomp (2010) indica algumas etapas que compõem a pesquisa em *design*, as quais podem ser vistas na Figura 1.

Figura 1: Etapas do *design* educacional apresentada por Plomp (2010)



Fonte: Autor

A primeira etapa diz respeito à pesquisa preliminar, nesta etapa é levantado conhecimento sobre o produto que se busca gerar. Dois principais aspectos norteiam a pesquisa preliminar: 1) a revisão de literatura - fornece os subsídios teóricos sobre conhecimentos já construídos a respeito da solução educacional que se busca construir; 2) a análise do contexto - para o qual a solução se destina auxilia na relevância da intervenção construída, pois facilita que o pesquisador-*designer* atribua algumas características ao seu material em conexão com o contexto no qual será aplicado.

Para a construção dos CI analisados nesta pesquisa, foi realizado um levantamento sobre as indicações da literatura para a construção de CI e para a promoção do PC. Os CI foram utilizados para apresentar e contextualizar o problema de investigação que ao ser desenvolvido deveria mobilizar capacidades de PC. Considerando o contexto de aplicação do material didático, que era uma escola pública do estado de Sergipe, foi realizada uma entrevista com a professora da escola para que ela explicasse a dinâmica de funcionamento da instituição e igualmente relatasse sobre possíveis temas relevantes para os estudantes.

A segunda etapa, a prototipagem, caracteriza-se pela construção da solução educacional a partir dos pressupostos levantados na pesquisa preliminar e por microciclos de testagem cuja finalidade é identificar se o protótipo⁴ gerado atende aos seus objetivos com eficiência. Adotando como referência o CI aqui mostrado, os protótipos se tratam de todas as versões do caso que passaram por testagem e consequente reformulação.

Cada microciclo de testagem deve ser pensado para investigar se os pressupostos que amparam a construção do protótipo foram atendidos, assim como para analisar a estrutura geral do protótipo e fornecer possíveis reformulações.

Nesta pesquisa, a fase de prototipagem foi realizada a partir de ciclos de testagem, contando com as contribuições de um grupo de pesquisa, mestres especializados(as) nas áreas de Pensamento Crítico e/ou Atividades Investigativas e alunos da educação básica.

A última etapa, a Fase de Avaliação, corresponde ao momento no qual as informações levantadas na Fase de Prototipagem são analisadas a partir de referenciais relevantes para os objetivos da pesquisa, a fim de se obter informações sobre as reformulações necessárias no protótipo construído.⁵

⁴ Protótipo é o termo empregado no *design* educacional para se referir a intervenção educacional que ainda está em processo de construção.

⁵ Foram suprimidas neste artigo algumas informações sobre o processo de validação dos casos investigativos, pois o foco aqui é discutir a estrutura do caso para que ele seja promotor do Pensamento Crítico.

Resultados e discussões

Amparando-se nas ideias mostradas anteriormente, buscou-se escolher os temas norteadores dos CI (Casos Investigativos) a partir do contexto real de ensino. Dessa forma, inicialmente será discutido como os temas norteadores foram selecionados, posteriormente, o caso será analisado à luz dos referenciais adotados neste estudo.

O escopo deste artigo trata da análise do seguinte CI: “Como é possível identificar a quantidade de calorias dos alimentos?”. Utilizando como base uma entrevista com a professora da escola, foi possível criar temas norteadores para os CI. No quadro 2, são apresentadas as atividades que foram produzidas e a relação com a entrevista da docente.

Quadro 2: Relação dos temas dos CI com a entrevista da docente

Tema do Caso Investigativo	Relação com a entrevista
Como é possível analisar o pH do solo?	A escola possuía uma horta na qual os estudantes realizavam atividades pedagógicas. Acredita-se que analisar variáveis que influenciam no pH do solo pode ser relevante para este contexto.
É possível limpar frutas e verduras com qualquer água sanitária?	A professora sugeriu que, em virtude da realidade sócio-econômica dos estudantes, eles possuem mais facilidade de compreender os assuntos quando são contextualizados com práticas cotidianas em suas residências. Por exemplo, processos realizados em cozinhas. Dessa forma, a higienização de alimentos surge como potencialmente mobilizador.
Como é possível identificar a quantidade de calorias dos alimentos?	A docente informou que o tema “ <i>Bullying</i> ” já foi indicado pelos alunos da escola como relevante para o processo de desenvolvimento deles. Sendo assim, é possível que os alunos se sintam motivados em participar de uma aula que aborde tal tema.

Fonte: Autor

Como afirmam Anderson e Shattuck (2012), as pesquisas em *design* se configuram em uma ferramenta para que professores e pesquisadores potencializem o impacto das soluções educacionais, alinhando o contexto de ensino com o material didático produzido.

O CI “Como é possível identificar a quantidade de calorias dos alimentos?” buscou utilizar os conhecimentos sobre caloria para desenvolver uma investigação a respeito de alimentação e preconceito com pessoas gordas. Esse tema foi escolhido por ser indicado pela professora como mobilizador da motivação dos estudantes, sendo reconhecido pelos mesmos como necessário no seu processo de formação. Busca-se, com isso, ressaltar a importância de

se refletir sobre temas que emergem a partir dos interesses dos estudantes para a construção dos planejamentos pedagógicos.

Esta temática também surge em um contexto de validação com grupo de pesquisa. No encontro do grupo de pesquisa, no dia 27/04/2019, estavam presentes 2 (duas) mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (NPGECIMA) e 1 (uma) mestre formada pelo mesmo programa, todas participantes deste mencionado grupo de pesquisa. O objetivo do encontro era validar a temática do caso investigativo, nesse momento buscou-se compreender se as relações tecidas entre a fala da professora e o caso construído eram coerentes.

Os CI foram apresentados em formato impresso às validadoras e estas realizaram a análise do material fazendo anotações nas folhas. Posteriormente abriu-se para discussão das impressões, as validadoras foram perguntadas sobre a coerência e clareza dos eixos estruturados dos materiais: teor investigativo, Pensamento Crítico e sobre a redação do caso. A discussão foi registrada em áudio.

Foi sugerido nesse processo de validação, que existisse relação entre as temáticas “alimentação” e “bullying” ao se estruturar o caso, de forma que todas as temáticas dos CI construídos se interconectassem. Assim, durante o debate com o grupo de pesquisa, surgiu a ideia de integrar essas observações a partir do preconceito contra pessoas gordas em ambientes escolares.

No processo de validação descrito, buscou apresentar o material para outros avaliadores (membros do grupo) a fim de ajustar as conexões entre CI e PC. Pois, uma vez que o material de fato possui relação com o contexto de ensino, sendo assim próximo do aluno (HERREID, 2016), potencialmente facilitará a promoção dos descritores “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”, “Procurar evidências e contra-evidências” e “Procurar outras conclusões possíveis” da área de “Inferência”. De acordo com Tenreiro-Vieira (2004), as capacidades da área de Inferência podem ser promovidas nos estudantes a partir da participação de processos experimentais investigativos, dessa forma, fazer com que a atividade seja próxima do aluno é requisito importante para gerar interesse pela investigação.

No Caso Investigativo em questão, um garoto sofre pressão na escola em virtude de seu peso e encontra no conhecimento científico e na escola uma forma de debater ideias a respeito dessa temática. A escrita do caso foi desenvolvida a fim de explicitar os dilemas

vivididos pelo garoto, de modo que os conceitos científicos ficassem suficientemente compreensíveis no processo investigativo a ser desenvolvido.

No material são fornecidas algumas recomendações para o(a) docente que irá utilizar o CI. São discutidos neste material para o professor aspectos sobre as capacidades de PC que são intencionalmente expressas no material e sobre a estrutura do caso. Neste trabalho, o foco é discutir a relação do caso com o PC. Reiteramos que a discussão sobre as etapas de validação da atividade foi suprimida deste artigo.

Figura 2: Primeira parte do CI

MATERIAL DO ALUNO

COMO É POSSÍVEL IDENTIFICAR A QUANTIDADE DE CALORIAS DOS ALIMENTOS?

Jorge é um jovem de 15 anos que enfrenta problemas com a balança, seu Índice de Massa Corporal (IMC) é de 31, sendo considerado com obesidade grau I. Jorge já frequentou diversos nutricionistas e preza por manter uma dieta indicada por esses profissionais. Mesmo assim, sente dificuldade em diminuir o peso, isso impacta na sua autoestima e em alguns problemas de saúde, como o cansaço excessivo.

Na escola, Jorge já passou por problemas associados a palavras agressivas relacionadas ao seu peso vindas de colegas. Em uma ocasião particular, Jorge precisou se ausentar da escola, pois se sentiu mal e teve uma crise de ansiedade. O garoto revelou que se sentia em constante conflito por seguir as orientações médicas e mesmo assim não conseguir baixar seu peso. Jorge se sentia mal na escola, pois outros jovens zombavam dele, criando apelidos depreciativos sem saber que ele se dedicava fielmente durante anos a uma dieta, sem sucesso.

BULLY



Partes do caso colocadas para caracterizar um conflito vivido pelo personagem gerando empatia por ele

Fonte: Autor

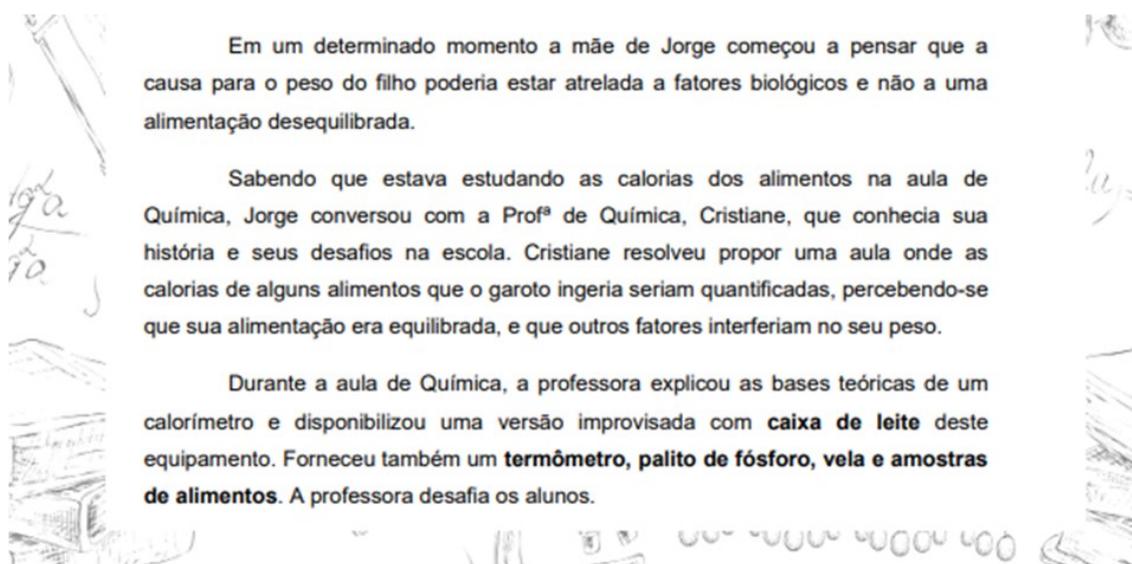
Seguindo as recomendações de Herreid (1998), algumas características foram contempladas no referido caso para que o mesmo pudesse gerar empatia no leitor. Na figura 2, são destacados trechos do caso em que é possível perceber os dilemas que o personagem Jorge enfrenta. O objetivo desses trechos é abordar o tema *bullying*, aspecto destacado pela professora como relevante para os alunos.

Como já foi discutido, criar uma narrativa em que o personagem é caracterizado e seus dilemas, decisões e desafios são conhecidos, auxilia no engajamento dos estudantes na resolução do problema proposto. Nesta pesquisa, utilizou-se um problema indicado pela professora como relevante para os alunos a partir de sua vivência na escola, assim os

estudantes estão mais propensos a envolver-se com a narrativa e a tomar decisões, atitude necessária para a mobilização de capacidades de PC (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Na etapa seguinte do CI, começa a ser abordada a tentativa do estudante e da escola, na figura da professora, de abordar nas aulas questões a respeito da obesidade. Na figura 3, expõe-se a parte da narrativa na qual o estudante dialoga sobre seus dilemas com a professora de Química e a mesma planeja uma atividade que pode levantar essas questões.

Figura 3: Continuação do caso



Fonte: Autor

Destaca-se que essa é uma etapa do CI na qual é possível debater questões relacionadas ao preconceito na sociedade. Como destaca Moreira (2020), é a possibilidade de inserção de valores éticos e morais que demarca teoricamente os Estudos de Caso. Buscou-se atribuir essa característica na atitude da professora para valorizar os dilemas dos estudantes e criar uma forma de melhorar aquela situação. Espera-se que explicitar valores de solidariedade e sensibilidade a respeito de questões humanas pode ajudar na formação crítica dos estudantes, uma vez que são elementos constituintes da tomada de decisão.

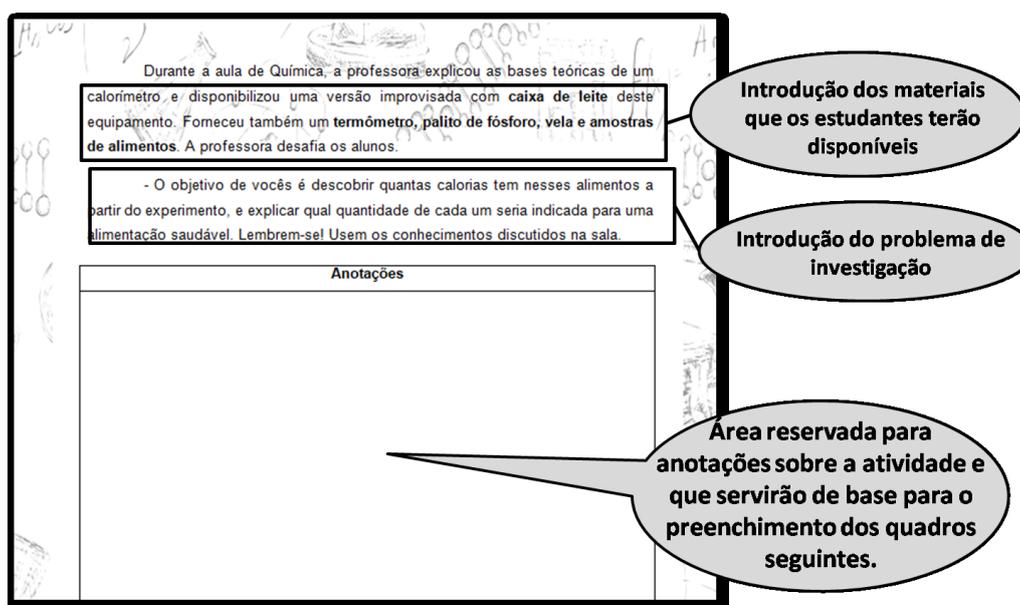
Ao final dessa etapa, apresenta-se o problema experimental que será foco de investigação por parte dos alunos. Nesse momento, o caso foi utilizado para apresentar e contextualizar o problema que nortearia a atividade, assim como para solicitar uma decisão para que os estudantes mobilizassem capacidades de PC. É introduzida a situação que irá

inserir o conflito da atividade, momento no qual não existem informações suficientes e os estudantes precisarão recrutar sua tomada de decisão para resolver o problema mostrado.

Sendo o PC um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2000), é nesse momento que o estudante inicia a mobilização do PC, pois é apresentada uma situação conflituosa, sensível e compreensível para ele, o qual deverá criar uma rota para sua resolução. Característica também apontada por Herreid (2016) para a construção de um bom caso.

Retomando o descritor “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis” o qual se buscou mobilizar com o caso, a inserção desse problema que solicita ao estudante a elaboração de uma solução é essencial, pois dispara o comando para o estudante investigar determinados aspectos do problema.

Figura 4: Parte final do caso



Fonte: Autor

Nas figuras 3 e 4 aborda-se a parte final do caso, inserindo-se, assim, o problema experimental, os materiais que os estudantes poderão usar no desenvolvimento da tarefa e a definição do objetivo da atividade. Como recomenda Herreid (1998), o caso deve ser conflituoso, nesse momento do caso, em específico, demanda-se que os estudantes pesquisem e discutam informações sobre calorias dos alimentos e sobre formas de resolver o problema proposto.

Vale ressaltar que essa atividade exige dos estudantes a mobilização de conhecimentos prévios sobre calorimetria e sobre transferência de calor. Aqui busca-se discutir somente o caso investigativo e seu alinhamento com os pressupostos teóricos que nortearam sua construção. O docente deve refletir sobre o melhor enquadramento da atividade no seu planejamento didático. Sugere-se que o caso é uma forma de problematizar o tema de “calorias” e composição dos alimentos, assim como pode ser usado para construir tais conceitos.

Sobre o nível da atividade, Carvalho (2018) discute que as atividades didáticas pautadas em cunho investigativo devem respeitar o nível intelectual do aluno. Em outras palavras, ao utilizar ou planejar uma atividade didática, o docente deve refletir sobre os conhecimentos que seus alunos possuem e quais ainda irão precisar construir para resolver a situação que será proposta.

Por fim, na figura 5, explana-se a última etapa do caso que busca mobilizar o descritor “Delinear investigações incluindo o planejamento e controle de variáveis”.

Figura 5: Quadro que expressa o descritor controle de variáveis

Quadro 2: Interpretação dos testes realizados

Nº do teste	O que foi medido?	O que foi modificado?	A partir de discussões em grupo e com auxílio do professor, concluímos que...
1.			
2.			
3.			

Busca-se com essa coluna estimular o pensamento por variáveis (Descritor: Controle de variáveis)

Busca-se conhecer as conclusões tiradas em pequenos grupos, antes da discussão aberta com toda a sala (Descritor: Essencial para introduzir o descritor “Outras conclusões possíveis”)

Busca-se conhecer o que mudou após a realização do teste (Descritor: Controle de variáveis)

Fonte: Autor

Na figura 5 é mostrado um quadro que foi entregue ao estudante junto com o CI. Cada coluna do quadro busca promover a reflexão do estudante sobre o processo de investigação que desenvolveu. A primeira coluna é destinada para organizar cada teste que os estudantes desenvolveram. A partir da segunda coluna são realizadas perguntas para que sejam refletidos aspectos dos testes.

Na segunda coluna que é perguntado “O que foi medido?”, espera-se que o estudante perceba que cada teste foi realizado objetivando a aferição de uma variável que foi medida. No caso do CI apresentado neste artigo, a variável é a quantidade de calorias em cada alimento testado.

Na terceira coluna, com a pergunta “O que foi modificado?”, buscou-se proporcionar a reflexão no estudante sobre o que mudou de um teste para o outro, compreendendo, dessa forma, a influência da variável nos resultados observados.

E, na última coluna, espera-se que os estudantes completem a seguinte sentença: “A partir das discussões em grupo e com o auxílio do professor, concluímos que...”, evidenciando as conclusões do grupo a partir da reflexão das informações preenchidas nas colunas anteriores. Ou seja, espera-se que, a partir da percepção da variável analisada e sua influência nos resultados observados, os estudantes construam uma conclusão para o problema investigado.

Conclusões

Foi possível constatar, a partir das informações discutidas neste artigo, que o CI apresentou-se como uma boa estratégia para indicar que problemas sociais presentes na escola podem ser abordados em aulas de ciência. A forma como os CI podem ser construídos abre o precedente para que as questões presentes na vivência dos alunos sejam pensadas ao se planejar esses materiais didáticos.

O processo de testagem do material é fundamental para que exista alinhamento entre os objetivos do material e o produto final. Foi possível observar isso na etapa de testagem com o grupo de pesquisa, onde foram analisadas as relações entre a realidade escolar e o caso investigativo construído. Essa etapa fornece caminhos para repensar a construção do material didático e suas relações com o contexto e com as bases teóricas.

Ressalta-se que o ensino de ciências seja pensado para o desenvolvimento de habilidades que perpassam pela reflexão crítica e humanizada dos alunos. O conhecimento científico apresenta-se como essencial para que a realidade seja questionada e analisada,

compondo um aspecto importante para a construção de pessoas que utilizam o PC nas tomadas de decisão. A partir das informações aqui mostradas, reafirma-se, portanto, que os CI são estratégias relevantes para alcançar tais objetivos, promovendo, assim, o PC no ensino de Química.

Referências

ANDERSON, T., SHATTUCK, J. Design-based research: A decade of progress in education research? **Educational research**. V. 41, n. 16, 2012.

BORDONI, A.J.; SILVEIRA, M.P. Reflexões acerca das concepções de futuros docentes de química sobre o Pensamento Crítico. In: **X Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de Las Ciências**. Anais...Sevilla: 2017.

CAPECCHI, M.C.V.M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CARVALHO, A.M.P. Fundamentos Teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

FRANCISCO, W. **Casos investigativos e relações com o saber no ensino de ciências**. Pedro e João Editores – São Carlos, 2018, 252p.

FRANCISCO, W., BENITE, A.M.C. Casos Investigativos e o Ensino de cromatografia líquida de alta eficiência. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Anais...Águas de Lindóia: 2015.

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

HERREID, C. F.; PRUD'HOMME-GÉNÉREUX, A.; SCHILLER, N. A.; HERREID, K. F.; WRIGHT, C. What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all. **Journal of College Science Teaching**, Arlington, v. 46, n. 1, p. 60–65, 2016.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. V. 14, n. 1, 2000.

MOREIRA, C.A. **Limites e possibilidades do uso de casos investigativos para a promoção de uma Educação Ambiental Crítica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

PLOMP, T. **Educational Design Research: an Introduction**. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. An introduction to educational Design Research. [S.I.]: SLO-NetherlandsInstitute for Curriculum Development, 2010. p. 9 - 35.

RODA, S.; LINHARES, E. Atividades Experimentais Promotoras de Pensamento Crítico nas Aulas de Ciências Naturais do 2º CEB. **Revista da UIIPS**. V. 6, n. 1, 2018, p. 110-125.

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

SANTOS, W.L.P. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino CTS. **Alexandria**. Mar. 2008, v.1, n. 1, p. 109-131.

SANTOS, W.L.P., SCHNETZLER, R.P. Função social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**. n. 4, p. 28-34, 1996.

TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R.M. Estratégias de ensino e aprendizagem e a promoção de capacidades de pensamento crítico. In: **IX Congresso Internacional sobre Investigación em didáctica de las ciencias**. Anais...Girona, 2013.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R.M. **Promover pensamento crítico dos alunos**: Propostas Concretas para a Sala de Aula. Porto Editora, 2000.

TENREIRO-VIEIRA, C. Produção e avaliação de actividades de aprendizagem de ciências para promover o pensamento crítico dos alunos. **Revista Iberoamericana de Educación**. Vol. 6, n. 33, 2004

VIEIRA, R.M., TENREIRO-VIEIRA, C. Práticas didático-pedagógica de ciências: estratégias de ensino/aprendizagem promotoras do Pensamento Crítico. **Saber e Educar**. n. 20, 2015.

Revisão gramatical por: Maximiano Martins de Meireles

E-mail: maxymuus@hotmail.com

RECEBIDO 09 DE SETEMBRO DE 2020.

APROVADO 02 DE DEZEMBRO DE 2020.