



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGEICIMA

CASOS INVESTIGATIVOS COMO UMA METODOLOGIA PARA A
MOBILIZAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO

ADELMA TALLINE SILVA

SÃO CRISTÓVÃO
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECIMA

CASOS INVESTIGATIVOS COMO UMA METODOLOGIA PARA A
MOBILIZAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO

ADELMA TALLINE SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como etapa para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Currículo, didáticas e métodos de ensino das ciências naturais e matemática.

Orientador: Prof. Erivanildo Lopes da Silva

Coorientador: Prof. Welington Francisco

SÃO CRISTÓVÃO/SE

2022

ADELMA TALLINE SILVA

**CASOS INVESTIGATIVOS COMO UMA METODOLOGIA PARA A
MOBILIZAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva
(UFS/PPECIMA – Orientador)

Prof. Dr. . Welington Francisco
(UNILA – Coorientador)

Prof. Dr. João Paulo Attie
(UFS/PPGECIMA – Interno)

Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos
(UESB - Externo)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Silva, Adelma Talline
S586c Casos investigativos como uma metodologia para a mobilização
do pensamento crítico no ensino de Química: uma análise sob a
perspectiva da pesquisa de desenvolvimento / Adelma Talline Silva;
orientador Erivanildo Lopes da Silva. – São Cristóvão, SE, 2022.
89 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Química (Ensino médio). 3.
Pensamento crítico. I. Silva, Erivanildo Lopes da, orient. II. Título.

CDU 54:37



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA – PPGECIMA**

**CASOS INVESTIGATIVOS COMO UMA METODOLOGIA PARA A
MOBILIZAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO**

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
30 DE MARÇO DE 2022**

**Erivanildo Lopes da
Silva**

Assinado de forma digital por
Erivanildo Lopes da Silva
Dados: 2022.09.26 11:27:12 -03'00'

Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva
Universidade Federal de Sergipe – PPGECIMA/UFS
(presidente)

Prof. Dr. Wellington Francisco
Mat. 1903249

Prof. Dr. Wellington Francisco
UNILA (Membro externo)

Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos
UESB – (Membro externo)

Documento assinado digitalmente

gov.br

JOAO PAULO ATTIE

Data: 24/09/2022 17:56:36-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. João Paulo Attie
PPGECIMA/UFS – (Membro interno)

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui. Por Ele ser minha fortaleza nos momentos difíceis e me encorajar a vencer cada obstáculo. Iluminando, guiando e protegendo meus caminhos.

Agradeço a minha família por todo carinho, cuidado e educação. Pelas ligações e mensagens nos dias distante e por não me deixarem esquecer quem eu sou. Muito obrigada!

Agradeço grandemente ao meu orientador, Prof. Dr. Erivanildo Lopes, pelas valiosas lições, pela contribuição no desenvolvimento desse trabalho, e pelos aportes essenciais à minha formação, pela acolhida, compreensão, paciência e orientações.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Welington Francisco, pelas orientações e contribuições neste trabalho.

Aos colegas de curso por tornarem a jornada mais leve e mais alegre, por compartilharem sonhos, conquistas, angústias e alegrias. Em especial, Jamille Santana, Danielle Guimarães, Maynara Nunes pela acolhida e amizade. Sempre Winxs.

Agradeço imensamente ao grupo PROLICE, núcleo de Química, *Campus* São Cristovão, pelas inúmeras contribuições para a realização desta pesquisa.

Ao grupo LAPECI, pela acolhida, construção de conhecimentos compartilhada e pela participação nas validações.

Agradeço a banca desta pesquisa formada pelo professor Dr. João Paulo Attie e pelo professor Dr. Bruno Ferreira dos Santos pelas preciosas contribuições no refinamento deste trabalho e em minha formação.

RESUMO

No Ensino de Ciências para a Educação Básica discute-se a Literacia Científica como mediação para construção do conhecimento científico e desenvolvimento do Pensamento Crítico (PC). Diversos estudos vêm sendo realizados sobre estratégias de ensino que sejam potencialmente favoráveis para o desenvolvimento do Pensamento Crítico. Como mais uma alternativa, podemos trazer o emprego de Casos Investigativos (CI) como uma proposta de ensino promotora da Literacia Científica e de capacidades do PC. Nesta pesquisa, objetivou-se investigar como os CI podem ser utilizados, quanto uma estratégia didática, para mobilizar as capacidades do Pensamento Crítico em aulas de Química, isso na percepção de um grupo de professores em formação inicial. Este estudo foi estruturado na Design Research, uma metodologia de pesquisa em desenvolvimento que permite a projeção da produção de estratégias de ensino em etapas cíclicas buscando o aprimoramento do material produzido, que no caso dessa pesquisa buscou responder ao seguinte questionamento: como os CI podem ser utilizados, como uma estratégia didática, capaz de mobilizar capacidade do PC em aulas de Química. Desse modo, essa pesquisa visou a produção e validação de CI junto a um grupo de licenciandos, membros do Programa Apoio Pedagógico Licenciandos/as na Escola – PROLICE – Núcleo de Química – da Universidade Federal de Sergipe. Com o percurso metodológico estruturado na Design Research ou pesquisa de desenvolvimento, mediante um sistema de elaboração-validação-reelaboração de CI, na qual as validações sucessivas, que foram realizadas durante um curso de formação, configuram-se como parte do processo de geração de conhecimento sobre o material que se busca desenvolver para atender um determinado objetivo. Tais validações, transcorreram mediante a análise dos CI elaborados, questionários, discussões sobre CI e PC e produção de uma Sequência de Ensino Investigativa. A interpretação dos dados desse processo de validações aconteceu através da técnica Análise de Conteúdo, pois permite realizar inferências sobre a viabilidade e as reformulações do primeiro protótipo. Entre alguns dos resultados alcançados, observou-se que os elementos essenciais para a elaboração de um bom Caso Investigativo são relevantes para compreender e auxiliar a produção dessa estratégia didática, assim como pode-se notar que a partir dos procedimentos adotados na pesquisa foi possível observar indícios de mobilização das capacidades de “Focar uma questão”; “Fazer e avaliar induções”; “Decidir sobre uma ação” e “Interagir com outros” do Pensamento Crítico. Identificou-se também, que embora as atividades tenham sido pensadas para expressarem essas capacidades de Pensamento Crítico, as atividades expressam capacidades de diversas áreas.

Palavras-chaves: Casos Investigativos. Pensamento Crítico. Design Research.

ABSTRACT

In Science Teaching for Basic Education, Scientific Literacy is discussed as a mediation for the construction of scientific knowledge and the development of Critical Thinking (CP). Several studies have been carried out on teaching strategies that are potentially favorable for the development of Critical Thinking. As another alternative, we can bring the use of Investigative Cases (CI) as a teaching proposal that promotes Scientific Literacy and CT capabilities. This research aimed to investigate how IC can be used, as a didactic strategy, to mobilize the capacities of Critical Thinking in Chemistry classes, in the perception of a group of teachers in initial training. This study was structured in Design Research, a research methodology under development that allows the projection of the production of teaching strategies in cyclical stages seeking to improve the material produced, which in the case of this research sought to answer the research question of how IC can be used as a didactic strategy, capable of mobilizing PC capacity in Chemistry classes. Thus, this research aimed at the production and validation of IC with a group of graduates, members of the Pedagogical Support Program for Graduates at School - PROLICE - Chemistry Nucleus - of the Federal University of Sergipe. With the methodological path structured in Design Research or development research, through a system of elaboration-validation-re-elaboration of IC, in which the successive validations, which were carried out during a training course, are configured as part of the process of generating knowledge about the material that is sought to be developed to meet a certain objective. Such validations took place through the analysis of the ICs elaborated, questionnaires, discussions about IC and CP and the production of an Investigative Teaching Sequence. The interpretation of the data from this validation process took place through the Content Analysis technique, as it allows making inferences about the feasibility and reformulations of the first prototype. Among some of the results achieved, it was observed that the essential elements for the elaboration of a good Investigative Case are relevant to understand and help the production of this didactic strategy, as well as it can be noted that from the procedures adopted in the research it was possible to observe indications of mobilization of capacities to “Focus an issue”; “Making and evaluating inductions”; “Decide on an action” and “Interact with others” from Critical Thinking. It was also identified that although the activities were designed to express these capacities of Critical Thinking, the activities express capacities in different areas.

Keywords: Investigative Cases. Critical Thinking. Design Research.

Lista de Figuras

Figura 1 – Etapas que auxiliam na elaboração de um caso.....	24
Figura 2 – Trecho do caso elaborado por Silva (2020)	30
Figura 3- Quadro que expressa o descritor controle de variáveis.....	31
Figura 4 - Processo cíclico de desenvolvimento da Design Research.....	35
Figura 5- Esquema das etapas que serão realizadas em conjunto com os licenciandos.....	38
Figura 6: Etapas da formação correspondente a origem da unidade de registro “Casos Iniciais”	42
Figura 7- Casos Investigativo 1 e identificação de elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso” de acordo com as recomendações de Herreid (1998)	44
Figura 8 – Casos Investigativo 2 e identificação de elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso” de acordo com as recomendações de Herreid (1998)	45
Figura 9 – Análise do Grupo 1 sobre o caso 1 referente aos elementos essenciais para um bom caso.....	46
Figura 10 – Análise do Grupo 2 sobre o caso 1 referente aos elementos essenciais para um bom caso.....	47
Figura 11 – Análise do Grupo 1 sobre o caso 2 - Elementos essenciais para um bom caso.....	48
Figura 12 – Análise do Grupo 2 sobre o caso 2 - Elementos essenciais para um bom caso.....	49
Figura 13- Características para escrever um “Bom Caso”.....	50
Figura 14- Caso Investigativo elaborado pelo grupo 1 e identificação dos elementos essenciais para um bom caso.....	51
Figura 15- Caso Investigativo elaborado pelo grupo 2 e identificação dos elementos essenciais para um bom caso.....	52
Figura 16 – Conteúdos de Química identificados pelos professores que podem ser trabalhados com a utilização dos casos.....	59
Figura 17: Etapa do curso correspondente a origem da unidade de registro “Capacidades do PC nas SEI.....	64
Figura 18: Capacidades do PC elencadas de acordo com SILVA (2020) para identificação na SEI.....	64

Lista de Quadros

Quadro 1 - Formas de trabalhar os casos em sala de aula.....	18
Quadro 2 – As 11 Características propostas por Herreid (1998) para escrever um “Bom Caso”	21
Quadro 3 – Etapas que auxiliam o processo de elaboração de um CI.....	23
Quadro 4 – Taxonomia de Ennis para as capacidades do PC.....	26
Quadro 5- Categorias referente a unidade de registro “A temática dos Casos”	53
Quadro 6: Possíveis estratégias de ensino as quais os casos possam se encontrar inseridos.....	55
Quadro 7: Análise das capacidades do PC sobre a SEI produzida pelo grupo 1.....	65
Quadro 8: Análise das capacidades do PC sobre a SEI produzida pelo grupo 2.....	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. APORTES TEÓRICOS.....	15
2.1 Casos Investigativos.....	17
2.1.1 Características dos CI.....	20
2.2 Pensamento Crítico.....	25
2.3 Algumas aproximações entre CI e PC.....	28
3. Metodologia.....	33
3.1 A Pesquisa de desenvolvimento.....	33
3.2 Condução da Pesquisa.....	37
3.3 Técnicas de Análise.....	39
4. Resultados e discussão.....	41
4.1 Características dos Casos Investigativos.....	42
4.1.1 Casos iniciais.....	42
4.1.2 Casos produzidos.....	51
4.2 A temática do Caso.....	53
4.3 Teor Pedagógico do Caso.....	55
4.4 Capacidades do Pensamento Crítico.....	59
4.4.1 Capacidades do PC nos casos iniciais.....	60
4.4.2 Capacidades do PC nas SEI.....	63
5. Considerações finais.....	71
6. Referências.....	73
Apêndice A.....	76
Apêndice B.....	79
Apêndice C.....	81
Anexo A.....	83
Anexo B.....	92

1 INTRODUÇÃO

O interesse pela realização desta pesquisa surge ainda durante a graduação, em uma disciplina eletiva cursada no 5º período, momento no qual fui apresentada aos Casos Investigativos (CI). Essa experiência proporcionou um contato com as chamadas metodologias ativas, em especial os CI, na oportunidade foi possível produzir materiais didáticos com a utilização dessa perspectiva de ensino. Esse momento me fez refletir sobre a importância da elaboração desse tipo de material para o ensino, em especial para o Ensino de Ciências, mais especificamente para o Ensino de Química, levando-me a escrever meu primeiro CI, que foi meu instrumento de investigação para o Trabalho de Conclusão do Curso.

No mestrado, surgiu a oportunidade de conhecer o Pensamento Crítico (PC), uma abordagem de ensino e pesquisa que vem sendo difundida no Ensino de Ciências. Essa aproximação surgiu através dos trabalhos realizados pelo meu orientador e pelas pesquisas realizadas pelo grupo do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências – LaPECi, o qual também é coordenado por ele. Assim, escolhi conhecer como os Casos Investigativos, quanto estratégia didática, permitem a mobilização de capacidades do PC.

Casos Investigativos como proposta didática, no meu ponto de vista, ainda são um dos principais desafios enfrentados por muitos professores da Educação Básica, pois alguns ainda não conhecem essa estratégia e outros a identificam como atividades investigativas, até mesmo aqueles que buscam por práticas pedagógicas que promovam a participação ativa dos alunos nas aulas, correlacionando-as com a vida cotidiana e promovam a criticidade.

Com o projeto desta pesquisa pude compreender que os CI não são propriamente uma variante da Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a qual consiste na utilização de narrativas com situações-problemas que procuram representar os diferentes e, às vezes, conflitantes pontos de vista presentes numa situação social e científica, contudo, no aspecto metodológico, percebe-se muita similaridade nas duas perspectivas de ensino.

Os CI e a ABP, em muitos estudos, são consideradas metodologias ativas, as quais têm como foco do processo de ensino e aprendizagem o aluno, com atividades que buscam envolvê-los e engajá-los, colocando os seus conhecimentos em ação, pensando e

conceituando o que fazem, sendo capazes de construir conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, além de desenvolver estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, fornecendo e recebendo um *feedback* sobre o tema em estudo, aprendendo a interagir com colegas e professor, explorando atitudes e valores pessoais e sociais.

Com os caminhos teóricos desta pesquisa determinado, foi a partir dos estudos, pesquisas e discussões com o grupo LaPECi, que conheci e pude ter contato com o que seria a estrutura do meu trabalho: o *Design Research*. O Grupo vem apresentando algumas pesquisas sobre a utilização de materiais didáticos, de acordo com o Design, como desencadeador de capacidades do Pensamento Crítico, as quais podem se configurar como um conjunto de saberes, habilidades e competências que um determinado indivíduo necessita mobilizar para tomada de decisões de vida com base em um conhecimento científico.

Uma pesquisa em *Design Research* ou Pesquisa de desenvolvimento, visa uma solução para um problema educacional, fornecendo subsídios para a elaboração de tal proposta, que pode tratar-se de um material didático, uma atividade, um jogo etc. Trata-se de uma metodologia dinâmica, na qual é necessário que o pesquisador conheça profundamente seu objeto de estudo para que possa determinar o percurso metodológico mais apropriado para a produção de uma solução educacional específica.

Portanto, para produzir um CI que mobilize capacidades de PC, é necessário conhecer seus respectivos pressupostos teóricos, buscando compreender qual a relevância da construção um material didático com tais características, visando assim, construir um percurso metodologicamente adequado para sua produção. Dessa forma, a seguir apresentam-se algumas características e importância do PC no ensino de ciências.

No ensino de ciências, a criticidade é a capacidade que um aluno apresenta ao utilizar o conhecimento científico na tomada de decisão, por meio de argumentos válidos que norteiam a sua escolha. Assim, ao utilizar atividades que requeiram uma posição dos alunos e que estimulem a autonomia destes, podemos contribuir para a formação do cidadão crítico.

A multiplicidade de conceitos que definem o termo “crítico” causa uma confusão e divergência de posicionamento. Algumas pesquisas no ensino de ciências apresentam uma definição para tal. Assim, amparamos nossa pesquisa na definição apresentada pelos

pesquisadores Tenreiro-Vieira e Vieira (2001), que nesta introdução podemos definir o Pensamento Crítico como um pensamento centrado na tomada de decisões mediante a utilização de informações válidas, de modo voluntário e fundamentados em argumentos. Os estudos desses pesquisadores apontam para a necessidade de desenvolver estratégias de ensino intencionalmente pensadas para a mobilização do PC em diversos contextos.

Dessa forma, esta pesquisa buscou responder o seguinte questionamento: como um grupo de Licenciandos de um curso de Química da Universidade Federal de Sergipe compreende os Casos Investigativos, enquanto uma estratégia didática, como uma abordagem de ensino capaz de mobilizar intencionalmente capacidades do PC em aulas de Química?

Diante da questão proposta, esta pesquisa teve como objetivo geral investigar como os Casos Investigativos podem ser utilizados como uma metodologia didática intencionalmente elaborada para mobilizar as capacidades do Pensamento Crítico em aulas de Química sob a percepção de um grupo de professores em formação inicial. Em desdobramento temos os seguintes objetivos específicos:

- Compreender as aproximações existentes na literatura sobre o Pensamento Crítico e os Casos Investigativos;
- Identificar quais características um Caso Investigativo precisa apresentar para expressar capacidades de Pensamento Crítico e;
- Validar Casos Investigativos para a promoção de capacidades do Pensamento Crítico.

2. APORTES TEÓRICOS

A formação inicial de professores por muito tempo esteve restrita as disciplinas como Didática, Prática em Ensino de Química e Estágio Supervisionado. Tais disciplinas permitem aos licenciandos refletirem sobre o trabalho a ser desenvolvido no âmbito escolar, sobretudo provocando alguma reflexão sobre os desafios a serem enfrentados. Porém, esse contato dos futuros professores com a Escola Básica geralmente ocorre a partir de meados do curso de formação inicial, sendo, portanto, um espaço de tempo relativamente curto no ambiente escolar.

Como uma alternativa para provocar a imersão dos licenciandos no âmbito escolar por um período maior do que aquele permitido pelas disciplinas pedagógicas dos cursos de licenciatura, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a CAPES, idealizou há pouco mais de dez anos o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência-PIBID. Esse programa vem fazendo parte do cenário dos mais diversos cursos de Licenciatura das Universidades Brasileiras, sobretudo das instituições públicas. Pode-se argumentar que essa demanda vem se mostrando promissora na formação inicial de professores, todavia, a criação de projetos e programas com essa natureza ainda é muito dependente de órgãos de fomento e pouco promovidas por iniciativas das próprias Universidades.

Na vanguarda dessas iniciativas próprias, destacamos o projeto Licenciandos/as na Escola (PROLICE), promovido pela Pró-Reitora de Graduação da Universidade Federal de Sergipe (UFS), com o propósito de fortalecer a formação docente de estudantes das diversas licenciaturas da UFS. Esse projeto apresenta como objetivos promover a aproximação dos estudantes de graduação da rotina diária das escolas da Educação Básica; a articulação de atividades de ensino com a teoria e prática na formação docente; a melhoria dos cursos de licenciatura da Universidade Federal de Sergipe e a ampliação de oportunidades de aprendizado mediante o desenvolvimento de atividades de ensino.

O PROLICE possibilitou a criação de diversos Núcleos de atuação de acordo com os cursos de licenciaturas da UFS, dentre estes destacamos o Núcleo de Química – da Universidade Federal de Sergipe – *Campus* São Cristóvão. O grupo desse núcleo é formado por um coordenador de área, uma professora supervisora da Escola Básica e quatro licenciandos.

Diante do novo cenário imposto pela pandemia provocada pelo covid-19 desde 2020, a educação passou por várias modificações para adequar-se ao novo contexto. As aulas passaram a ser remotas e os professores sentiram a necessidade de se reinventar. Assim, a abordagem adotada pelo Núcleo de Química no período de junho a dezembro de 2021 foi a produção de material didático como elemento fundamental das atividades e encontros do grupo, colocando essa perspectiva como preponderante do processo formativo. Os materiais didáticos foram planejados de modo a contemplar algumas tendências do Ensino de Ciências, sendo uma proposta contextualizada e investigativa. Nesse sentido, a busca por estratégias que despertem a atenção dos alunos na construção do conhecimento e que contribuam para a formação cidadã tem motivado vários pesquisadores a investigar a relevância das metodologias ativas no ensino de ciências.

E as atividades investigativas são apresentadas como uma dessas propostas que permitem uma participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem quando conectadas com temáticas cotidianas e contribuem também para construção do conhecimento científico em sala de aula (AZEVEDO, 2009; SILVA, 2020).

Além disso, as atividades investigativas quando utilizadas ainda na formação dos professores, permitem ao professor refletir sobre atividades sejam estas da matemática ou ciências e sua utilização em sala de aula levando a desenvolver sua habilidade de selecionar, modificar e aplicar tarefas com seus alunos.

Em um trabalho realizado por Silva (2014), o pesquisador utilizou na produção materiais didáticos na formação inicial de professores como maneira de problematizar a prática do professor mediante a teoria. Nesse sentido, o pesquisador, buscou através de um processo formativo de iniciação à docência, discutir com um grupo de licenciandos a teoria e a prática docente, a partir da produção e validação de Sequências de Ensino Aprendizagem.

O trabalho apresentado por Silva (2014), também permitiu que os futuros professores percebessem a relevância da elaboração de materiais didáticos que consentem uma relação com o cotidiano e que necessariamente não estejam diretamente ligados aos manuais didáticos. Ressaltando a importância desses momentos formativos durante a formação inicial, rompendo assim com uma formação inicial conteudista.

Desse antelóquio, nessa pesquisa buscamos a partir de um momento formativo de iniciação à docência, investigar o potencial da construção de um material didático com

um grupo de professores em formação inicial. Nosso material trata dos Casos Investigativos, como uma metodologia didática, capaz de promover o PC. Assim, entendendo que um CI pode ser considerado uma atividade investigativa torna-se necessário compreender as principais características que configuram um caso.

2.1 Casos Investigativos

Os Casos Investigativos (CI) são narrativas que apresentam dilemas reais ou fictícios que não exibem um final, o que permite aos estudantes investigarem mais informações sobre o tema, desafiando-os na busca de soluções para os problemas e tomada de decisões com os conhecimentos que foram sendo aprimorados durante as etapas da resolução (SÁ; QUEIROZ, 2010; HERREID, 2011; FRANCISCO, 2018).

A utilização dos casos como histórias para ensinar surgiram no século XX, na Harvard Business School, na qual histórias verdadeiras eram utilizadas para que os estudantes refletissem diferentes situações em sala de aula na forma de um diálogo com perguntas que visavam elucidar as ideias e respostas proferidas por eles. Suas origens aconteceram inicialmente nos cursos de Direito, na Universidade de Harvard e de Medicina, na Universidade de McMaster, no Canadá, na qual as narrativas apresentavam situações-problemas do contexto dessas disciplinas, e através dessas histórias os alunos deveriam identificar o que estava acontecendo e propor uma solução. Desse modo, o método de ensino baseado em histórias, foi sendo formalizado e ganhando espaço (HERREID, 1997; 2011).

No Ensino de Ciências, os casos começaram a ser utilizados por volta da década de 1940, também na Universidade de Harvard, pelo professor e químico James Conant. Ele utilizava o contexto histórico dos conceitos científicos para apresentar os caminhos percorridos pelos cientistas através das narrativas criadas por ele.

No Brasil, a inserção dessa metodologia ocorreu, por volta de 1997 e 1998, tendo procedência também nos currículos de Medicina, particularmente, na Faculdade de Medicina de Marília e a Faculdade de Medicina do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Londrina. Atualmente, essa variação do método PBL (Problem Based Learning) ou método Aprendizado baseado em problema, vem sendo empregada em outros cursos e outros níveis de ensino, se adaptando, assim, a outros contextos

educacionais. O método PBL, desde 2012, também vem sendo utilizado pela Universidade Federal de Sergipe – UFS, mais especificamente no *Campus* de Lagarto, apesar de ainda muito restrito aos cursos da área da saúde, outros cursos estão inserindo aos poucos (SÁ; QUEIROZ, 2010; HERREID, 2011; FRANCISCO, 2018).

Os CI são classificados como “uma variante do método Aprendizado Baseado em Problema ou Aprendizado Centrado em Problemas, também conhecido como Problem Based Learning (PBL)” (SÁ; QUEIROZ, p. 11, 2010).

Os CI promovem o protagonismo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, pois apresentam como objetivo principal colocar esses alunos em contato com problemas e situações reais, nas quais necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões; identificando-se com o contexto e os personagens da narrativa, sendo assim estimulados a buscar a solução do caso. O que permite estimular a mobilização do pensamento crítico, a habilidade de resolver problemas e facilitar a aprendizagem de conceitos da área estudada em questão. Nesse sentido, segundo Francisco (2018), os CI são narrativas que apresentam uma mensagem educativa (SÁ; QUEIROZ, 2010; HERREID, 2011; FRANCISCO, 2018).

Bem como na maioria das variações existentes do método PBL, para a resolução de um CI, é necessário que os alunos cumpram as seguintes etapas: identificar e definir a situação-problema; acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema; e apresentar a solução para tal.

Ainda de acordo com Francisco (2018), por ser a narrativa o elemento central dos CI, as histórias podem ser trabalhadas de diversas formas, o que permite que os professores sejam criativos, sem a necessidade de uma rigidez ou manual de apresentação durante a condução da aula (Quadro 1).

Quadro 1 - Formas de trabalhar os casos em sala de aula

Estratégias de utilização dos casos	
Tarefa individual/Casos individuais	O caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar. Implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução. Uma outra forma, seria propor aos alunos que escrevam um diálogo sobre um tema polêmico, como por exemplo, a transposição do Rio São Francisco, declarando sua própria posição sobre o tema e as razões pelas quais defendem tal posição. (QUEIROZ et al, 2007; Francisco, 2018).

Método leitura/ formato aula expositiva	O professor é o contador da história, e a informação apresenta-se em um contexto. Esse método pode ser exemplificado, quando um professor conta uma narrativa com as grandes descobertas da história da ciência. Uma desvantagem desse método é o fato de ser apenas uma exposição e os estudantes continuam sendo receptores passivos (FRANCISCO, 2018).
Método da discussão	O caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do problema; eles são convidados a discutir o caso. Esse formato pode incluir debates, simpósios e juris simulados (FRANCISCO, 2018).
Casos de simulação em computador	São casos que utilizam de plataformas interativas, na qual os estudantes possuem tempo suficiente para pesquisarem, comunicarem-se, interagirem-se e escreverem a resolução através dessas plataformas. Os participantes podem interagir através de fóruns e inserir documentos, e o professor atua como um tutor, conduzindo a discussão e oferecendo um suporte à distância (BERGLAND et al., 2006; FRANCISCO, 2018).
Formato de atividades em pequenos grupos	Os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração. Os estudantes leem parte do caso em voz alta, em seguida discutem os elementos apresentados até aquele ponto no caso. Listam o que já sabem e elaboram uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar individualmente antes do encontro seguinte. Este processo se repete até a resolução do caso. O professor, neste contexto, desempenha um papel de facilitador durante as discussões, em vez de um papel didático e diretivo (QUEIROZ et al, 2007; FRANCISCO, 2018).

Fonte: Autora

O leque de possibilidades de utilização dos CI em aulas permitiu um aprimoramento e refinamento das características e estratégias na escrita dessa narrativa. Desse modo, o professor pode tanto utilizar casos “prontos” como os disponíveis nos trabalhos de Sá e Queiroz (2010); Queiroz (2012); Queiroz e colaboradores (2016);

Francisco (2018) entre outros, disponibilizados em sites na internet e livros voltados para o Ensino de Ciências tanto na Educação Básica como para o Ensino Superior.

Ao utilizar os casos prontos, o professor necessita apenas definir os objetivos e conteúdo(s) que pretende trabalhar, determinando as questões científicas e sociocientíficas que delimitam o seu objetivo.

Os professores também podem produzir os próprios casos, de acordo com o contexto e temática do seu ambiente escolar, e empregar diversos elementos do cotidiano, o que irá proporcionar uma maior relevância ao estudo e engajamento dos alunos. Sá e Queiroz (2010), destacam algumas fontes de inspiração que auxiliam na produção dos casos como: os artigos de divulgação científica, artigos originais de pesquisa e filmes comerciais. Entretanto, além das fontes de inspiração, é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre as características que um caso precisa e os elementos que são essenciais para tal.

2.1.1 Características dos CI

Por muitas vezes os CI são caracterizados como “Estudo de Caso”, contudo, isso provoca uma certa confusão para a comunidade, pois este termo também é utilizado para tipificar uma modalidade de metodologia da pesquisa acadêmica. Em função disso, pesquisadores como Francisco (2018) adotam a terminologia “Casos Investigativos”, na tentativa de minimizar tal confusão, definição esta a qual essa pesquisa se filia.

Os primeiros indícios da utilização dos CI no ensino de ciências estão vinculados diretamente a fatos da história da ciência, elaborados e propostos por Conant. No livro *On Understanding Science: An Historical Approach*, publicado por James Conant em 1951. O autor destaca que um dos maiores desafios para a elaboração de casos com contexto historiográficos sobre os conceitos científicos e dos trabalhos desenvolvidos pelos cientistas está relacionado a disponibilidade de fontes primárias em materiais impressos e que estes apresentem um valor pedagógico (CONANT, 1951).

Para Conant (1951), as características para escrever um caso com contexto histórico foram agrupadas em uma categoria que foi denominada de Táticas e Estratégias da Ciência (TEC), essa categoria era voltada para o trabalho experimental da ciência, destacando seu desenvolvimento e progressão. Nesse sentido, os casos deveriam apresentar como características: a análise do progresso científico, entendendo que os

novos conceitos evoluem a partir dos experimentos ou observações; que o progresso acontece mediante as observações significativas, que são resultados de experiências controladas; e identificar como acontece a mudança de conceitos e sua evolução, bem como a execução de experimentos que originam novas técnicas.

Além disso, esse pesquisador também destacou que uma outra característica do caso seria a interação da Ciência com a sociedade, de modo que a evolução da ciência seria uma atividade social organizada (CONANT, 1951). Assim, podemos entender que desde suas origens os casos já apresentavam um caráter sociocientífico.

Após quase 30 anos, Reynolds (1980) apresenta três tipos de casos: os casos de decisão/dilema, os casos de avaliação e os casos históricos. Este último tipo se assemelha com o modelo proposto por Conant, no qual as narrativas buscavam explorar a evolução de um conceito científico. Os casos de avaliação visam o desenvolvimento de habilidades de análise dos estudantes. Os casos de decisão narram uma história com uma situação-problema, seguida de um apêndice com informações que ajudam a compreender a problemática.

Os estudos de Reynolds foram de grande importância e demonstram o avanço nesse método de ensino. E muitas das características apresentadas por ele encontram-se presentes no modelo atual.

Em 1998, Herreid elencou alguns elementos essenciais, com onze características para a escrita de um “bom caso” no Ensino de Ciências, o quadro 2 a seguir apresenta tais elementos e sua descrição:

Quadro 2 – As 11 Características propostas por Herreid (1998) para escrever um “Bom Caso”.

Características	Descrição
Narrar uma história	O enredo deve relacionar ao contexto do público, apresentando um começo, um meio e um fim, sendo o fim elaborado pelos alunos enquanto o caso for discutido.
Despertar o interesse	Para que o caso pareça real deve haver drama, deve haver suspense... um problema a ser resolvido.
Ser atual	A característica de ser atual é definida em um espaço dentro dos últimos cinco anos. Abordar questões atuais, como as mencionadas na mídia, por exemplo, mostrará que o problema é importante.
Criar empatia com	As características dos personagens centrais permitem a empatia com estes, tornando o enredo da história envolvente e podendo

os personagens	influenciar a maneira como a decisão poderá ser tomada pelos estudantes.
Incluir diálogos ou citações	Pode ajudar entender a situação e obter empatia pelos personagens. Além disso, acrescentam vida, drama e dão realismo.
Ser relevante	Para ser relevante para o leitor, devem ser escolhidos casos que envolvam situações que os alunos conhecem ou provavelmente enfrentam. Isso melhora o fator empatia e torna o caso claramente algo que vale a pena estudar.
Ter utilidade pedagógica	Deve ser útil para o aluno seja na sua formação escolar ou social. Questionamentos como “Para que o caso servirá? Qual a importância do caso para o curso e para a vida do aluno?” devem ser pensados antes da elaboração do caso.
Provocar conflitos	A maioria dos casos é fundamentalmente sobre algo controverso.
Forçar a tomada de decisões	Deve haver urgência e seriedade envolvida na solução do caso.
Apresentar generalidades	Os casos devem envolver também problemas universais, com uma aplicabilidade geral.
Ser curto	Os casos devem ser longos o suficiente para introduzir os fatos, mas não tornar a análise tediosa. Assim, deve fornecer alguns dados e, em seguida, apresentar um ponto de decisão.

Fonte: Adaptado de HERREID (1998); SÁ e QUEIROZ (2010)

Tais elementos não apresentam uma ordem cronológica a ser seguida. Porém, Herreid (2000) destaca alguns aspectos que podem ser observados antes de escrever um caso e propõe dois caminhos a serem seguidos. O aspecto mais relevante apresentado por ele é o conhecer o público, ou seja, o professor conhecer seus alunos, seus anseios e seu contexto. Tendo este aspecto bem determinado, a etapa seguinte consiste em escolher que percurso seguir: (a) listar os conceitos que deseja ensinar e em seguida escolher uma boa história; (b) reconhecer uma boa história que tenha alguma relação com a disciplina e elencar os conceitos que deseja trabalhar e se adequam com o caso.

Ainda nesse mesmo ano, Herreid propõe uma sequência de oito etapas que pode ser seguida na escrita de um caso, tais etapas foram agrupadas por Sá e Queiroz (2010), em apenas 4, como demonstra o quadro 3 na página 23:

Quadro 3 – Etapas que auxiliam o processo de elaboração de um CI

Etapas	Descrição
1ª Etapa: Escolha do assunto principal a ser destacado no caso.	O assunto deve ser relevante dentro do contexto da disciplina ministrada e relacionado a questões atuais e/ou controversas, como: problemas ambientais, questões sociais etc.;
2ª Etapa: Elaboração de uma lista de conceitos/habilidades/attitudes que se pretende abordar com a aplicação do caso.	Para que em sua construção sejam inseridas questões e situações que possam conduzir o desenvolvimento de tais aspectos;
3ª Etapa: Elaboração de uma lista dos possíveis personagens do caso.	Os quais deverão apresentar características pertinentes à situação geral neles apresentada;
4ª Etapa: Elaboração de uma série de questões para discussão em sala de aula.	Essas questões auxiliarão os alunos a reconhecerem aspectos importantes, passíveis de serem discutidos a partir da solução do caso.

Fonte: Adaptado de SÁ e QUEIROZ (2010)

Assim como os elementos essenciais, tais etapas não são consideradas pelos autores como regra, mas poderão auxiliar durante o processo de escrita do caso. E encorajar os professores a escrever os casos para suas aulas.

As características que foram abordadas até aqui podem ser observadas em um dos primeiros casos produzidos no Brasil e voltado para o Ensino de Química, publicado em um artigo de autoria de Sá, Francisco e Queiroz (2007), no caso intitulado “Caso Ameaça nos laranjais”, no qual elas apresentam em quais trechos da narrativa estão evidenciados os elementos essenciais descritos por Herreid. Essa análise permite ressaltar que os elementos apresentados por Herreid ainda são relevantes para a escrita da narrativa, além de incentivar professores e pesquisadores na produção de novos casos.

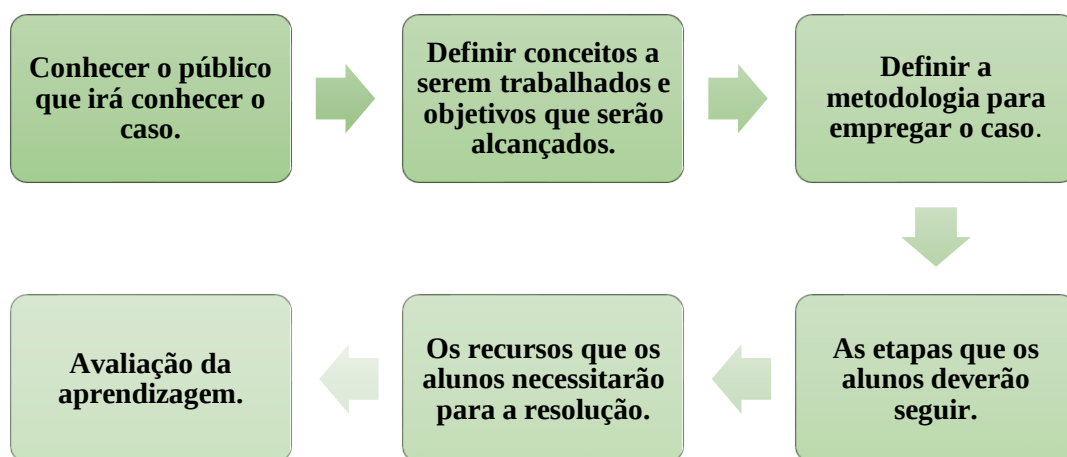
Mais adiante, Queiroz e Cabral (2016) enfatizam que a minuciosidade da identidade conferida aos personagens, como as gírias e a regionalidade da fala, permite ao leitor maior empatia com os personagens, deixando o diálogo dinâmico e lúdico, trazendo a história para mais próximo do contexto do aluno.

Em 2016, Herreid e colaboradores realizaram uma pesquisa com um grupo de professores que trabalham com CI. Os dados obtidos nessa pesquisa demonstraram que o

Pensamento Crítico foi considerado o fator mais importante e os elementos “ser relevante” e “narrar uma história”, foram aspectos de grande destaque. Baseando-se nas características apresentadas e nos resultados apresentados nessa pesquisa percebemos que alguns desses elementos apresentam aspectos que se assemelham e podem estabelecer categorias e subcategorias entre eles.

Recentemente, Herreid (2019) realizou uma releitura sobre as etapas da escrita de um caso, atribuindo ao caso um caráter mais pedagógico e intencional. Instigando desse modo, professores na produção de um material didático contextualizado, interdisciplinar e pedagógico. A figura 1, destaca as etapas apresentadas a partir da releitura:

Figura 1 – Etapas que auxiliam na elaboração de um caso.



Fonte: Autora

Com base nesse panorama sobre as características de um CI, e nos resultados apresentados em 2016 por Herreid, que destaca a importância do Pensamento Crítico na utilização dos casos como um instrumento didático, e em concordância com Francisco (2018), que afirma que ao elaborar e utilizar os CI com essas características, favorecem a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, entendemos que os CI permitem que os alunos reflitam sobre tal; compreendendo que a ciência não é neutra ao apreenderem conhecimentos aplicáveis, flexíveis ao conteúdo científico e ao contexto.

Quanto ao papel do professor durante a utilização dessa estratégia, ele deve atuar como orientador das etapas descritas e mobilizador, incentivando os alunos a refletirem suas ações, tomadas de decisões e prováveis consequências. Assim, entendemos que os

casos exigem a mobilização do Pensamento Crítico e possibilitam a autonomia no processo de aprendizagem.

Desse modo no item a seguir apresentaremos correlações possíveis entre Casos Investigativos e Pensamento Crítico, destacando inicialmente o PC e suas características e importância no Ensino de Ciências.

2.2 Pensamento Crítico

O termo “crítico” apresenta uma multiplicidade de concepções, principalmente, quando este é associado a formação crítica do indivíduo. No ensino de ciências, esse termo é designado a capacidade de utilizar o conhecimento científico para a tomada de decisões e resolver problemas sociais e/ou pessoais que guiaram seu posicionamento a partir de argumentos válidos. Como destacam os pesquisadores Vieira & Tenreiro-Vieira (2015):

“(...)o pensamento crítico corresponde a um elemento ou dimensão fundamental na formação de cidadãos cientificamente literados que sejam capazes de mobilizar conhecimentos e usar capacidades na tomada de decisões racionais e na resolução de problemas pessoais e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2015, p. 36).”

Desse modo, o PC pode ser compreendido como um processo de decisão, que utiliza de conhecimentos, para analisar as informações que são válidas ou não, e utilizar de uma lógica de pensamento que determine suas escolhas.

Esses pesquisadores também destacam a definição de PC apresentada por Ennis, na qual o pensamento crítico é uma atividade crítica e reflexiva, tendo como meta uma crença ou ação sensata. Destacam também as atitudes ou tendência que permitem atuar de maneira crítica, denominada de disposições, e as capacidades que descrevem PC.

Essas capacidades definidas por Ennis para o campo teórico da filosofia estão organizadas em cinco áreas: clarificação elementar, suporte básico, inferências, clarificação elaborada e estratégias e táticas, que integram grupos de capacidades e descritores. Apresentadas no quadro 4 na página 26. A Taxonomia de Ennis é apenas uma das taxonomias existentes para caracterizar o PC. Tal referência tem sido utilizada como norteadora de estratégias de ensino/aprendizagem para o desenvolvimento do PC. (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2013; Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015).

Quadro 4 – Taxonomia de Ennis para as capacidades do PC

ÁREA	CAPACIDADES	DESCRIPTORES
Clarificação elementar	Focar uma questão	Identificar ou formular uma questão.
	Analisar argumentos	Identificar conclusões; identificar as razões não anunciadas.
	Fazer e responder a questões de clarificação e desafio	Que diferença é que isso faz?; Quais são os fatos?
Suporte básico	Avaliar a credibilidade de uma fonte	Conflito de interesses; Acordo entre fontes.
	Fazer e avaliar observações	Características do observador; Características das condições de observação.
Inferência	Fazer e avaliar deduções	Lógica de classes; lógica de enunciados.
	Fazer e avaliar induções	Generalizar; explicar e formular hipóteses; Investigar.
	Fazer e avaliar juízos de valor	Relevância de fatos antecedentes; Consequências de ações propostas.
Clarificação elaborada	Definir termos e avaliar definições	Forma da definição; Estratégia de definição.
	Identificar assunções	Assunções não enunciadas; Assunções enunciadas.
Estratégias e táticas	Decidir sobre uma ação	Definir problema; selecionar critérios para avaliar possíveis soluções.
	Interagir com os outros	Empregar e reagir a denominações falaciosas; apresentar uma posição a uma audiência particular.

Fonte: Adaptado de Silva (2020)

Além disso, utilizaremos os termos utilizados por Silva (2020), para quando nos referirmos ao PC no ensino de ciências:

“Expressar” será um verbo empregado para indicar que a capacidade de PC está explícita no material, ou seja, está no âmbito do planejamento de ensino. O termo “mobilizar” está no âmbito do aluno, tratando-se dessa forma de aspectos relacionados aos processos internos do sujeito, é quando o aluno utiliza uma capacidade no contexto de ensino. E “manifestar” está no âmbito da transferência de capacidades, onde o aluno já aplica as capacidades em contextos de sua vida (p. 26).

Pesquisas como as de Silva (2020) e Santiago (2018), ressaltam que os professores ao pensarem em suas estratégias de ensino, o PC precisa ser visto como um objetivo de

ensino. Assim, ao propor um material didático, o professor deve refletir sobre qual capacidade pode ser expressa com a utilização deste. Ou ainda, que capacidades o aluno irá utilizar durante a aplicação de uma determinada estratégia de ensino.

No campo teórico área do ensino, em especial do ensino de Ciência, Tenreiro-Vieira e Vieira, embasados na taxonomia de Ennis e na abordagem FRISCO, desenvolveram a abordagem FA²IA, com o intuito de investigar a promoção do PC através de estratégias de ensino/aprendizagem no ensino de Ciência.

A abordagem FRISCO visa “a operacionalização da estratégia de questionamento e por forma a apelar explícita, consciente e intencionalmente a capacidades de Pensamento Crítico” (Vieira; Tenreiro-Vieira, p. 37, 2015). Cada letra do acrônimo FRISCO corresponde a uma etapa a resolver para a tomada de decisão. Esses pesquisadores também apresentam alguns exemplos para o significado desse acrônimo:

São exemplos de questões no âmbito de cada momento, as seguintes: (i) Foco - Qual é a questão principal?; (ii) Razões - “Quais são as razões que o(s) autor(es) aponta(m) para a(s) conclusão(ões)?”; (iii) Inferências - “Há uma alternativa plausível para esta conclusão?”; (iv) Situação - Que assunção(ões) faz(em) o(s) autor(es)?”; (v) Clareza - “Resuma, com as suas próprias palavras.”; e (vi) Overview - “Quais são as implicações do que é afirmado pelo(s) autor(es)? (Vieira; Tenreiro-Vieira, p. 37, 2015).

O termo **FA²IA** parte do questionamento sobre um assunto, contexto de discussão ou debate em sala de aula, seja através de uma exposição oral ou através de leitura e inicia-se por **Focar** a questão, assunto ou problema; seguindo-se da análise de **Argumentos**; identificação de **Assunções** (processo e seleção de apropriação do conhecimento seja este científico ou não); as **Inferências** (relacionadas ao conhecimento que o aluno já possui) e a **Avaliação** de todo o processo ou solução do problema ou questão (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2015).

Essa abordagem tem sido apresentada no campo epistemológico da ciência como norteadora do processo de seleção de estratégias que tem se revelado como potencializadoras da mobilização do pensamento crítico dos alunos. Dentre as estratégias de ensino/aprendizagem que apresentaram um bom potencial para o desenvolvimento do PC no ensino de ciência estão: a Aprendizagem Baseada em Problemas, os debates,

experimentação e os Casos Investigativos (Herreid, 2004; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2015; Francisco, 2018).

Ainda referente ao campo teórico do ensino, a seguir tecemos algumas relações entre os casos investigativo e as capacidades do PC na perspectiva da abordagem FA²IA. Essas relações, apresentadas a seguir, auxiliaram os licenciandos na proposta da elaboração dos CI visando a mobilização do PC.

2.3 Algumas aproximações entre CI e PC

A utilização de estratégias que potencializam o desenvolvimento do PC requer dos professores além de um conhecimento aprofundado sobre essa abordagem, que na elaboração do seu planejamento didático empreguem o pensamento crítico como um objetivo de ensino (Santiago, 2018). Desse modo os materiais didáticos produzidos devem apresentar possibilidade para que o aluno desenvolva e utilize as capacidades promotoras do PC.

Uma dessas abordagens propostas que alicerçam os materiais com o intuito de mobilizar as capacidades do PC, é a abordagem FA²IA. Trata-se de uma abordagem criada pelos portugueses, Vieira e Tenreiro-Vieira (2015), para introduzir um ensino que promova o PC por infusão em abordagens voltadas para a Literacia Científica no Ensino de Ciências. Cada momento dessa abordagem deve se fazer ou levar o estudante a fazer questionamentos incitativos do uso de capacidades do PC em direção a tomada de decisão racional.

Assim, os pressupostos teóricos apresentados sobre o PC e os CI permitem tecer algumas relações entre as etapas de aplicação e solução da problemática do caso com as capacidades do pensamento crítico na perspectiva da abordagem FA²IA.

A primeira etapa que os alunos devem desenvolver para resolver um CI é a identificação da situação-problema. Nessa etapa, os alunos desenvolvem a capacidade de Focar a questão, assunto ou problema. Além disso, os alunos podem desenvolver a capacidade de análise de Argumentos, pois eles podem apresentar argumentos que justifiquem a identificação da problemática. Assim como, a identificação de Assunções e Inferências, tendo em vista que para que as narrativas sejam classificadas como um bom caso, esta deve apresentar informações incompletas, citações, generalizações, ser atual e

relevante permitindo assim que os alunos se apropriem do conhecimento, seja este científico ou não.

Na segunda etapa da resolução dos CI, as capacidades de análise de Argumentos, identificação de Assunções, Inferências e Avaliação também podem ser trabalhadas, pois nessa etapa os alunos devem buscar as informações necessárias para a resolução dos problemas, avaliar as informações, selecioná-las e utilizá-las.

A última etapa consiste da apresentação da solução do problema. Nessa etapa, a principal capacidade mobilizada será a avaliação, pois permitirá que através das soluções sugeridas para o problema o aluno possa avaliar se sua proposta é a mais adequada, as possíveis consequências de sua escolha e a sua aprendizagem.

Outro aspecto importante, é que além do material didático ou estratégia de ensino expressar características que potencializam o desenvolvimento do PC, é necessário que a orientação desse material didático ou estratégia seja intencional, permitindo assim que ocorra a mobilização das capacidades no sujeito e a manifestação destas em sua vida cotidiana.

Os CI quanto estratégia de ensino, mais especificamente para o ensino de Química e que visam expressar ou mobilizar o PC, aparecem em uma pesquisa realizada por Silva (2020). Nessa pesquisa, o autor utiliza uma sequência de atividades investigativas, na qual o CI aparece como instrumento para problematizar uma experimentação, denominando-o de Caso Investigativo de Laboratório. A narrativa era apresentada ao grupo de alunos seguida de questionários que auxiliariam na resolução da situação-problema. E permitiram ao pesquisador averiguar como a capacidade de “Fazer e avaliar induções” da área de “Inferência” e conjunto de descritores: delinear investigações, incluindo o planejamento de investigações e controle efetivo de variáveis, procura de evidências e contra-evidências e procura de outras conclusões possíveis, poderiam ser mobilizadas.

A figura 2 na página 28, a seguir, mostra trecho de um dos casos elaborado por Silva (2020). Na imagem, o autor destaca partes do caso que caracterizam um conflito e dilema vivido por um personagem que permite ao aluno desenvolver uma empatia pela narrativa. Tais características são recomendadas por Herreid (1998) para a elaboração de um bom caso. O problema apresentado por este pesquisador surgiu a partir do relato da professora sobre uma vivência da escola onde a pesquisa foi desenvolvida, o que segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2013), proporciona um maior envolvimento dos estudantes com

a narrativa e a tomada de decisão, sendo estas atitudes necessárias para a mobilização de capacidades do PC.

Figura 2 – Trecho do caso elaborado por Silva (2020)

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.



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

Fonte: Silva (2020)

O caso proposto por Silva (2020) foi utilizado para contextualizar a problemática que será o ponto inicial da atividade, seguido por um experimento investigativo. Assim, entendendo que o PC é um tipo de pensamento centrado na tomada de decisão (TENREIRO-VIEIRA, 2015), o momento de aplicação do caso é considerado o início da mobilização do PC, pois a apresentação de uma situação conflituosa, a qual requer propor um trajeto para sua resolução.

O pesquisador buscando averiguar como a capacidade de “Fazer e avaliar induções” da área de “Inferência” e conjunto de descritores: delinear investigações, incluindo o planejamento de investigações e controle efetivo de variáveis, procura de evidências e contra-evidências e procura de outras conclusões possíveis poderiam ser mobilizadas. Após introduzir o CI, utilizou também um experimento investigativo vinculado a última etapa do caso, no qual empregou um quadro com questionamentos sobre esses experimentos que buscavam expressar tais capacidade no experimento e

mobilizá-las durante a execução deste. A figura 3, a seguir apresenta o modelo utilizado por Silva (2020):

Figura 3- 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			

Fonte: Silva (2020)

A mesma pesquisa também foi estruturada na *Design Research*, o processo de validação do material produzido por Silva (2020) foi realizado inicialmente em conjunto com um grupo de especialistas em CI e PC, e seguida com professores da educação básica que utilizaram o material proposto e aplicação do material com alunos do Ensino Médio. Essa pesquisa, segundo o autor, revelou que o material proposto permitiu expressar as capacidades e descritores do PC almejados.

Além disso, ainda nessa pesquisa, “os validadores apontaram para outro conjunto de capacidades que também estão relacionadas com a própria estruturação do processo investigativo, como a capacidade de “focar em uma questão”, “analisar argumentos” e “interagir com os outros” (Silva, 2020, p. 73).

Nesse sentido, a existência desses estudos direciona para um conjunto de capacidades de PC que possuem semelhanças com as atividades investigativas, em

especial, com os CI. Isso justifica, nesta pesquisa, o uso das capacidades **“Focar uma questão”** da área Clarificação elementar; a capacidade **“Fazer e avaliar induções”** da área de “Inferência” e conjunto de descritores: delinear investigações, incluindo o planejamento de investigações, procura de evidências e contra-evidências e procura de outras conclusões possíveis; e por fim as capacidades **“Decidir sobre uma ação”** e **“Interagir com os outros”** da área Estratégias e Táticas.

Portanto, procurou-se expressar nos casos elaborados e apresentados no Apêndice A, esses conjuntos de capacidades da forma mais compreensível possível, permitindo que os alunos sejam estimulados a mobilizá-las durante o processo investigativo.

3. METODOLOGIA

A organização metodológica desta pesquisa encontra-se alicerçada na Pesquisa de Desenvolvimento, surge do entendimento de que esse tipo de estrutura em uma pesquisa permite a projeção da produção de estratégias de ensino em etapas cíclicas buscando o aprimoramento do material produzido, que no caso desta pesquisa, a produção e validação de CI, capaz de mobilizar capacidade do PC em aulas de Química. Com o intuito de responder ao objetivo geral desta pesquisa: investigar como os Casos Investigativos podem ser utilizados como uma metodologia didática intencionalmente elaborada para mobilizar as capacidades do Pensamento Crítico em aulas de Química sob a percepção de um grupo de professores em formação inicial.

3.1 A Pesquisa de Desenvolvimento

A presente pesquisa encontra-se estruturada na Pesquisa de desenvolvimento, trata-se um tipo de design educacional que pode ser entendida como um conjunto de abordagens de pesquisa que buscam produzir soluções sobre um problema da prática educacional aumentando o conhecimento sobre ele. Esse tipo de pesquisa também é conhecida como *design research*, pesquisa em design educacional, pesquisa em *design research*, estudos de design (PLOMP, 2010).

No caso desta pesquisa, busca-se identificar quais características um Caso Investigativo como estratégia de ensino deve apresentar para que seja potencialmente mobilizador de capacidades de Pensamento Crítico. Pois, a pesquisa em design também pode ser entendida como uma ferramenta, na qual educadores e pesquisadores que buscam potencializar o impacto de instrumentos e produtos educacionais que são desenvolvidos, empregando estratégias que visam aumentar o grau de generalidade de uma atividade (ANDERSON; SHATTUCK, 2012. SILVA, 2020).

Após a identificação e análise do problema da prática educacional, a elaboração de um material didático como proposta de solução é desenvolvida a partir de ciclos de testagem que visam o refinamento desse material baseada nos princípios de design, sendo o material denominado de protótipo. Esses ciclos de testagem se repetem até que se atinja um número satisfatório de princípios. Assim, ao final de cada ciclo de testagem é realizada uma avaliação somativa, que se trata de um processo de reflexão sobre as

limitações e potencialidades do material. Dessa forma, um novo protótipo da intervenção didática surge após a avaliação somativa de cada ciclo de testagem (SILVA, 2020).

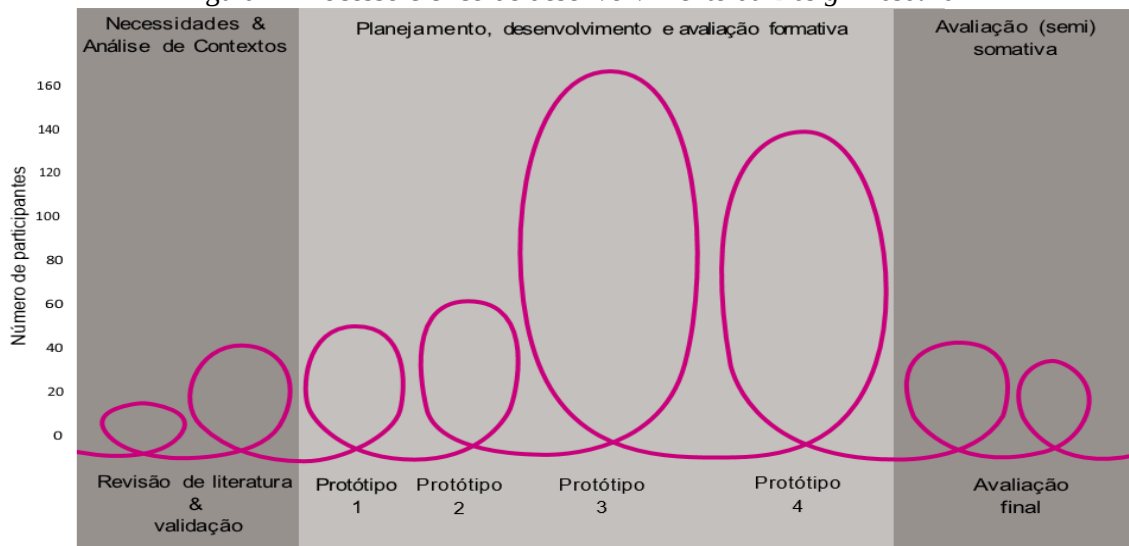
Plomp (2010) apresenta três etapas da pesquisa em design educacional:

- **Pesquisa Preliminar** – Nesta fase é realizado um estudo teórico sobre os conhecimentos já construídos a respeito do produto que se busca elaborar e uma análise do contexto ao qual se destina a solução, facilitando ao pesquisador a atribuição de algumas características ao seu material com o contexto no qual será aplicado.
- **Fase de prototipagem** – É a etapa marcada pela construção da solução educacional a partir das conjecturas apresentadas na pesquisa preliminar e pelos microciclos de testagem que buscam identificar se o protótipo construído atende aos objetivos com eficiência. Assim, a partir dessa avaliação formativa, busca-se melhorar e refinar o protótipo.
- **Fase de Avaliação** – Trata-se da avaliação somativa que busca inferir se a solução, intervenção ou material, atende as características pré-determinadas. Resultando em recomendações para melhorar o protótipo construído.

Essa organização metodológica faz com que a pesquisa desenvolvida se torne a construção de conhecimentos sobre o material elaborado e, conseqüentemente, sobre seus princípios de design. Esses princípios de design, não apresentam um modelo a ser seguido, porém, na fase preliminar o pesquisador pode determinar os princípios de design que serão definidos e validados no material elaborado. Sendo um dos grandes destaques da *Design Research*, a compreensão do processo de elaboração e validação do material como um dos meios de se construir conhecimentos sobre toda organização didática do produto educacional, seja do conceitual, teórico, pedagógico ou metodológico (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015; SILVA, 2020).

A figura 4, na página 35, apresenta um esquema do processo cíclico composto por estas três fases, na qual a fase preliminar finda na produção de princípios do design, que se tratam das hipóteses apontadas como potenciais soluções para o problema educacional em questão; e a construção de um primeiro protótipo de intervenção a ser testado empiricamente.

Figura 4- Processo cíclico de desenvolvimento da *Design Research*



Fonte: Santos (2017)

Uma pesquisa com essa abordagem metodológica permite a construção do conhecimento sobre o material desenvolvido e seus princípios de design, o que permite a compreensão do processo de elaboração e validação sobre o material percorrendo caminhos de sua matriz conceitual, teórica, pedagógica e metodológica. Nesse sentido, Plomp (2010) apresenta uma versão hipotética do tipo de resultado esperado a partir da *Design Research*:

Se você desenvolverá uma intervenção X para o propósito/função Y no contexto Z, então você será aconselhado a dar a esta intervenção as características A, B e C, bem como fazer isso por meio dos procedimentos K, L e M, por causa dos argumentos P, Q e R (p. 20).

Nessa perspectiva, esta pesquisa utiliza de alguns procedimentos com o objetivo de produzir casos investigativos como materiais didáticos que proporcionem potencial para mobilizar capacidades do pensamento crítico.

Dessa forma, a seguir apresentamos um modelo hipotético para esta pesquisa baseado no modelo geral de resultado de um processo de design apresentado por Plomp (2007), mostrado anteriormente, aos quais se aplicado às especificidades desta pesquisa poderia ser representado da seguinte forma: “Se você desenvolverá um caso investigativo (X) para mobilizar as capacidades de “Focar uma questão”; “Fazer e avaliar induções” e “Decidir sobre uma ação” do pensamento crítico (Y) no contexto de ensino médio, então você será aconselhado a apresentar no caso os elementos essenciais propostos por

HERREID e proporcionar a atividade um grau de liberdade para que o aluno possa participar ativamente do processo de resolução do caso(A, B e C), bem como fazer isso por meio da apresentação de um caso investigativo (D, E e F), por proporcionar maior engajamento dos alunos e oferecer situações nas quais a investigação possa ser viável (G, H e I)”.

Os princípios da design para esta pesquisa estão centrados nas características que um Caso Investigativo deve apresentar, como os elementos essenciais para um bom caso e as capacidades do PC que se encontram expressas no material apresentado e o novo material construído.

Quanto ao processo de validação do material, ele consiste em uma análise, por especialistas ou sujeitos que trabalham com o objeto de estudo, material ou estratégia de ensino construído. Esse processo de validação encontra-se fundamentado na fase preliminar, no qual o levantamento teórico realizado norteará a validação do material. Servindo assim de parâmetro para verificação e ampliação do conhecimento sobre o produto.

Com os princípios da design definido, a primeira etapa de validação deste material consiste na apresentação dos casos como proposta para o primeiro protótipo a um grupo de licenciandos em Química, nesse primeiro contato foi aplicado um questionário que permitiu um levantamento preliminar sobre as características dos CI e as capacidades do PC que podem ser expressas com o material.

Ainda durante esse processo de validação, os momentos de formação com o grupo permitirão a pesquisadora através das discussões sobre CI e PC refletir sobre as limitações e potencialidades do material proposto. Além dessas discussões, o grupo também irá construir um caso investigativo e uma proposta de ensino utilizando este instrumento, possibilitando que estes tenham um contato prático com a teoria discutida. Esse processo de validação cíclica consentirá a pesquisadora propor eventuais reformulações dos CI com base no PC.

As informações obtidas nesse processo de validação serão analisadas de modo a auxiliar na reestruturação do material. Os dados obtidos nesses ciclos serão analisados a partir da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Com a análise busca-se encontrar elementos que indiquem quais atividades se mostraram eficientes para mobilizar capacidades de Pensamento Crítico

3.2 Condução da pesquisa

A primeira fase da pesquisa trata-se da Pesquisa Preliminar na qual foi realizada um estudo e levantamento teórico sobre os Casos Investigativos e Pensamento Crítico no Ensino de Ciências, buscando tecer aproximações entre os dois objetos do conhecimento.

A segunda etapa é a Fase da Prototipagem. Nessa fase foram construídos dois Casos Investigativos, Apêndice A, com a temática “Rio São Francisco”. A escolha desta temática atrela-se a um projeto de extensão sob a coordenação do orientador desta pesquisa, que busca a articulação entre ciência, literatura e saberes locais tendo a água como ponto de partida.

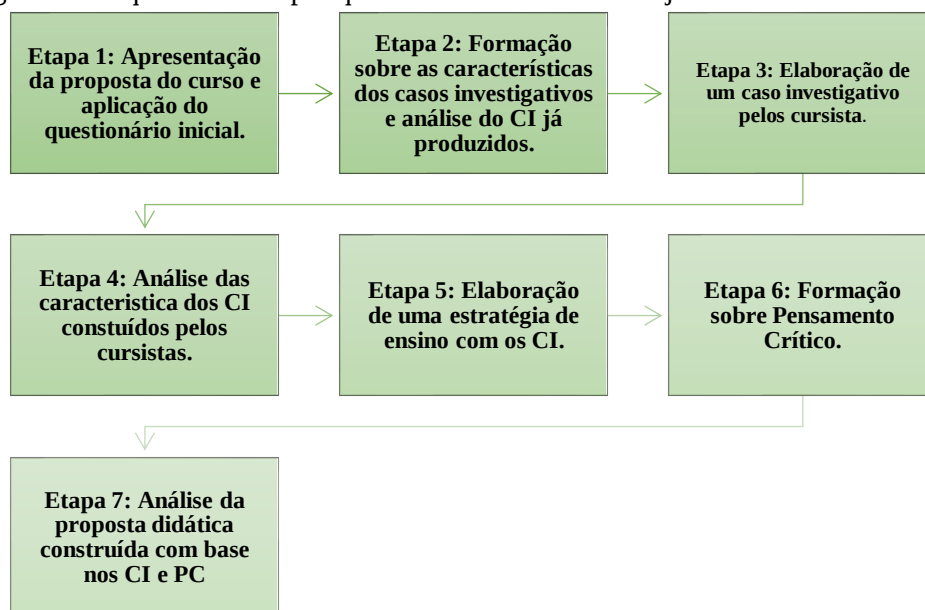
Ainda na fase da prototipagem, a validação do material construído foi realizada com cinco participantes, sendo estes, quatro estudantes de graduação em Química licenciatura plena da UFS e uma professora da educação básica de Sergipe, membros do Programa Apoio Pedagógico Licenciandos/as na Escola – PROLICE, do Núcleo de Química da UFS. Três dos participantes são alunos do 4º e 5º período do curso e um dos alunos estão finalizando o curso.

A escolha dos participantes desta pesquisa surgiu diante do cenário de pandemia do covid-19 em 2020, no qual a doença tem causado diversas perdas e grandes desafios, principalmente no âmbito da Educação. Afetando a realização de pesquisas e o desenvolvimento de projetos como o PROLICE. O orientador desta pesquisadora que vos escreve atua no núcleo, e a abordagem pensada para se trabalhar com esses futuros professores coincidiu com o projeto desta pesquisa. Sendo, assim possível definir tais participantes para realização dela.

A validação dos CI produzidos pela autora desta pesquisa e a produção de novos CI ocorreu mediante um processo formativo de Iniciação à Docência, realizado durante quatorze encontros síncronos e assíncronos. Ambos os tipos de encontro foram realizados mediante a utilização de plataformas digitais que permitiam realizar videoconferências, aplicar formulários, anexar material de apoio para leitura e atividades que os alunos poderiam realizar de modo online. De modo, que os encontros síncronos foram realizados através de videoconferências, que permitiram uma interação com o grupo. Os encontros assíncronos com as atividades que poderiam ser realizadas mediante utilização das plataformas de ensino dentro do prazo estabelecido. A escolha para realização do curso

de modo online aconteceu mediante a necessidade imposta pela pandemia. De forma resumida, o processo formativo esteve estruturado nas etapas apresentadas na figura 5:

Figura 5 – Esquema das etapas que serão realizadas em conjunto com os licenciandos.



Fonte: Autora

A primeira etapa da formação foi realizada de modo virtual com a apresentação geral sobre as atividades que serão trabalhadas durante a formação. E para processo de validação do material, proporcionamos uma atividade assíncrona na qual utilizamos uma plataforma digital onde disponibilizamos os CI elaborados (Apêndice A) e o questionário semiestruturado como (apêndice B), com o intuito de realizar uma análise inicial sobre os casos apresentados no apêndice A.

A segunda etapa consistiu em aproximadamente cinco encontros semanais nos quais foram apresentadas e discutidas as características, o contexto histórico e aspectos pedagógicos sobre os CI. As discussões foram norteadas utilizando os CI elaborados por esta pesquisadora e com artigos científicos sobre a temática que embasaram esta pesquisa. Além disso, foram solicitadas atividades (Apêndice C) que permitiram uma análise mais detalhada sobre as características que um caso deve apresentar segundo a perspectiva abordada por Herreid (1998).

Após a discussão sobre a estrutura de um caso, os participantes foram organizados em dois grupos, cada grupo elaborou um CI buscando aproximar a temática escolhida para tal, com a temática utilizada nos casos já analisados e o contexto ao qual a escola

que o PROLICE atua encontra-se inserido. Essa foi a terceira etapa do curso e aconteceu de modo assíncrono.

A quarta etapa incide em uma análise das características apresentadas nos CI construídos pelos participantes. Essa análise foi realizada através de discussões realizadas de modo síncrono nos encontros virtuais e por meio da apreciação da atividade proposta na etapa 2 (Apêndice C), sobre as características de um caso.

A quinta etapa versou sobre a elaboração de uma estratégia didática com a utilização dos casos pelos grupos. Para isso, eles tiveram livre decisão para escolher se desejavam inserir qualquer um dos casos apresentados até o momento. Ou até mesmo elaborar uma sequência que permita trabalhar com todos os casos.

A próxima etapa consistiu na formação sobre o Pensamento Crítico, essa etapa teve uma duração de aproximadamente quatro encontros síncronos, nos quais foram apresentados e discutidos os aspectos sobre o Pensamento Crítico no ensino de ciências, buscando tecer relações com as etapas anteriores, o material elaborado e as capacidades do PC que podem ser expressas e mobilizadas com a utilização desse material em aulas de Química, de modo que levem os participantes a refletirem sobre as correlações estabelecidas.

E a última etapa foi constituída de uma análise da proposta didática construída, essa análise foi realizada através de dois momentos, um assíncrono com análise da sequência elaborada com foco nas capacidades do PC que se encontravam expressas nas sequências e nos casos, e outra discussão síncrona, de forma virtual, na qual os grupos apresentaram as capacidades identificadas. Bem como, uma análise geral sobre a formação.

A coleta de dados foi realizada através das gravações de áudio e vídeos dos momentos de formação que ocorreram via plataforma *Google meet* e questionários semiestruturados disponibilizados através das plataformas *Google Forms* e *Google Classroom*. Sendo mantido o anonimato dos participantes.

3.3 Técnica de Análise

A análise dos dados provenientes dos registros escritos dos participantes e das discussões nos momentos de formação foi realizada através da Análise de Conteúdo. Essa

técnica de análise é composta por três etapas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos dados.

Na etapa de pré-análise ocorrerá o primeiro contato com os textos que serão analisados. É a etapa que permite uma análise das impressões iniciais, orientações do material em estudo mediante os objetos analisados, sendo composta principalmente por atividades não estruturadas (BARDIN, 2011).

Na etapa de exploração do material a compreensão construída na pré-análise é sistematizada em “operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas” (BARDIN, 2011, p. 131). Essa sistematização proporciona a organização da similaridade dos dados que irão culminar em unidades de registro.

É a partir da identificação das unidades de registro que o pesquisador irá obter informações suficientes sobre seus dados e poderá propor categorias que representam significados similares encontrados nas unidades de registro. Construídas as categorias é possível propor inferências e interpretações sobre o objeto em estudo.

Desse modo, na etapa de pré-análise, as contribuições dos validadores foram lidas e analisadas para conhecer o teor das considerações sobre os CI e assim poder sistematizar as informações fornecidas na etapa de exploração do material. Nesta próxima etapa, as considerações propostas foram distribuídas em categorias que fazem referência ao tipo de observação que o validador fez, por exemplo, sobre as capacidades de Pensamento Crítico e sobre o teor pedagógico do CI.

Por fim, foram realizadas as inferências e conclusões, fundamentadas na *Design Research*, serviram de bases para a identificação dos princípios de design. E para a análise de conteúdo, essa etapa constitui em utilizar os aportes teóricos que amparam a pesquisa para interpretar os dados construídos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados foram obtidos apenas dos dados das produções escritas desta pesquisa e alguns comentários oriundos das etapas de formação. Essa escolha se deve ao fato da grande quantidade de dados obtidos durante a pesquisa. Os dados referentes as gravações das videoconferências poderão ser utilizadas em trabalhos futuros. Desse modo, os resultados apresentados a seguir são oriundos da análise inicial dos casos apresentados, do formulário, dos casos produzidos e das Sequências de Ensino Investigativas - SEI.

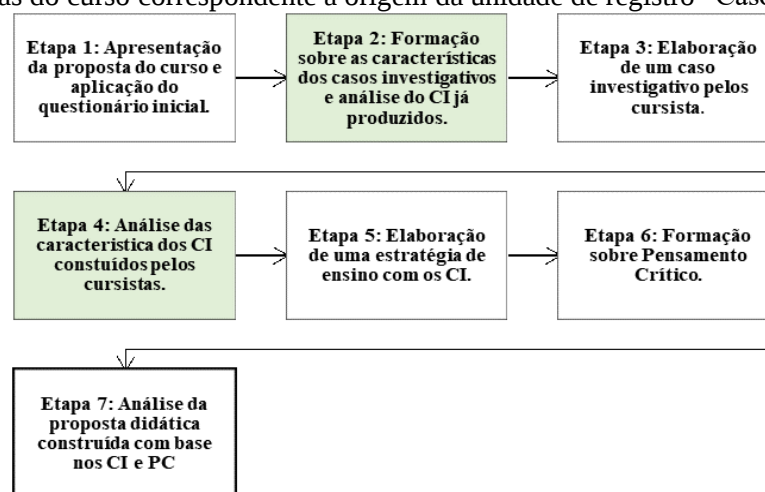
Tais resultados como já citado, são oriundos da análise de dados, fundamentada na Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Essa técnica permite a partir dos dados inferir unidades de registro oriundas da pré-análise dos dados, essas unidades são providas de características similares. Essas características permitiram aproximar ainda mais a similaridade dos dados, construindo assim as categorias, que consentiram propor inferências e interpretações sobre o objeto de estudo.

Assim, os dados obtidos durante o curso, mais especificamente, relacionados as primeiras impressões dos participantes sobre os CI apresentados e produzidos (Apêndice A, Anexos A e B); as respostas do questionário inicial (Apêndice B) e as Sequências de Ensino (Anexo A e B) com os casos produzidos, permitiram realizarmos uma pré-análise que originaram as seguintes unidades de registro: “Características dos Casos Investigativos”; “A temática dos CI”; o “Teor pedagógico dos CI” e as “Capacidades do Pensamento Crítico expressas nos CI e nas SEI”. Tais unidades foram organizadas em categorias que emergiram das respostas e interpretações apresentadas sobre o nosso objeto de estudo.

É importante ressaltar que quando mencionada as ações realizadas pelos participantes dessa pesquisa nos resultados apresentados a seguir, estes serão denominados de validadores, pois estarão avaliando o potencial do material em estudo. Bem como, em algumas etapas e mantendo o anonimato destes participantes quando apresentadas produções escritas individualmente por eles serão representados por A1, A2, A3 e A4 e nas produções realizadas em grupos serão identificados como grupo 1 e grupo 2.

Assim, surge nossa primeira unidade de registro, oriunda da pré-análise dos dados das etapas 2 e 4 do curso, como em destaque na figura 6 a seguir, denominada “Características dos Casos Investigativos”. Nessa unidade de registro apresentaremos um panorama entre as características teóricas e como estas encontram-se presentes nos casos utilizados na discussão e nos casos produzidos pelos participantes da pesquisa.

Figura 6: Etapas do curso correspondente a origem da unidade de registro “Casos Iniciais”.



Fonte: Autora.

4.1 Características dos Casos Investigativos

Como uma maneira de organizar melhor os resultados apresentados aqui e aproximar mais as similaridades dos dados, sentimos a necessidade de apresentar duas categorias para esta unidade de registro: a categoria “Casos Iniciais” referente aos casos apresentados no início do curso, e a categoria “Casos produzidos” referente aos casos produzidos pelos participantes da pesquisa.

4.1.1 Casos Iniciais

É importante destacar que para a elaboração dos casos apresentados no curso de formação para licenciandos, escolhemos a temática Águas do Rio São Francisco e seus caminhos, de modo que pudesse ser trabalhada com alunos que moram ou estudam em locais que estejam no percurso do Rio São Francisco, ou até mesmo que utilizem da água desse rio em seu cotidiano. Considerando que Herreid (2000) propõe que ao pensar no

caso é importante que o professor ou pesquisador conheça o seu público ou grupo de alunos. Mesmo assim, isso não impede que os casos sejam trabalhados com um público de outra localidade.

É importante ressaltar que essa escolha foi determinada porque inicialmente tínhamos o intuito de trabalhar com um público que morasse próximo ao rio, mas que devido ao contexto pandêmico do mundo tornou-se necessário refazer os caminhos desta pesquisa. Desse modo, buscamos verificar a relevância de tais casos para pessoas que não moram ou estudam próximo ao rio.

De posse dessa informação, Herreid (2000) ainda resalta que podemos escolher duas abordagens para definirmos o próximo passo na elaboração de um CI: (a) listar os conceitos que se pretende trabalhar e buscar uma boa história que englobe tais conceitos; ou (b) identificar uma boa história que se adeque a disciplina e definir os conceitos que se encaixam com a narrativa. Nessa pesquisa, optamos por percorrer o caminho (b). Essa escolha nos auxiliou a investigar se o protótipo construído atende aos objetivos pré-determinados com eficiência.

Mediante a definição da temática, tornou-se necessária a realização de uma busca por reportagens e artigos que apresentassem uma situação-problema real para compor nossa narrativa. Sendo estes os meios de informação utilizados como fontes de inspiração para a elaboração do enredo presente nos casos apresentados no Apêndice A. Esse aspecto é o que torna o caso relevante.

Após a determinação do contexto em que se passa a história, foi necessário pensar nos personagens e as características que estes apresentariam de modo que permitisse gerar uma empatia com o público e que apresentassem elementos característicos do povo que habita na localidade em que acontece a história. Assim como o comportamento dessas pessoas diante de questões sociais, científicas, políticas, individuais e coletivas.

Uma vez definido esses aspectos, torna-se indispensável inserir uma situação que possa ser controversa, algo em que as pessoas possam concordar ou não, ou seja, algo que possa ser um conflito. Uma situação que possibilite tecer relações entre o emocional e o racional.

E a mais importante de todas as características, resolver um problema, exigindo assim uma tomada de decisão, e implicitamente apresentando a função de ensinar. Todos esses elementos são apresentados por Herreid (1998) para a elaboração de um caso. As

figuras 7 e 8 a seguir apresentam os casos elaborados por esta pesquisadora destacando os trechos em que essas características são apresentadas nos casos construídos:

Figura 7 – Casos Investigativo 1 e identificação de elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso” de acordo com as recomendações de Herreid (1998)

Caso 1 - O rio que pode virar mar: S.O.S Velho Chico

Sr. Epaminondas Dourado é um pescador que reside na comunidade Pixaim. O povoado é último banhado pelo Rio São Francisco e fica localizado próximo da foz do Rio, na cidade de Piaçabuçu - AL. Esse povoado é rodeado por dunas de areia que são consideradas vivas. Em Pixaim residem cerca de vinte famílias quilombolas, que devido a movimentação dos bancos de areias, de tempos em tempos, esses habitantes mudam suas casas dentro do mesmo espaço. As casas são construídas com taipa e a maioria delas não possuem energia elétrica e nem água encanada. Sendo o único recurso hídrico dessas famílias a própria água do Velho Chico.

Há pouco mais de uma semana, o Sr. Epaminondas percebeu uma mudança no tamanho e nos tipos de peixes da região e, a pesca, sua única fonte de renda, tem sido afetada por isso. Ainda sobre a água do rio, dona Raquel, sua esposa, que habitualmente cuida da água para consumo, vem se queixando que a água está um pouco salgada.

Dona Raquel: — Oh Epaminondas, você tem notado que a água do mar está mais misturada com água do rio homi? A água de beber está salgada!

Epaminondas: — Mulher, agora tu me fizeste relembrar uma coisa: outro dia a plantação de arroz de Zé de Madalena estava toda caidinha. Será que a água do rio se misturando com a do mar tá causando esse problema? Eita, meus peixes, será que também tão sendo afetados?! Bom, amanhã, nossa Açucena retorna da cidade, já vi ela falando disso quando bebe da água aqui em casa, ela poderá nos ajudar a entender o que está acontecendo.

Açucena é filha de Sr. Epaminondas e Dona Raquel. Ela conseguiu ingressar numa universidade pública, ela é estudante de química na Universidade Federal de Alagoas e vem participando de discussões num grupo de pesquisa que estuda as questões ambientais. No dia seguinte...

Epaminondas: — Que bom que você retornou hoje minha filha, estamos com um problema sério! Nessas últimas semanas, a água do rio baixou muito e os peixes que pesquei são bem pequenos, encontrei alguns peixes mortos, e pior, os peixes de água salgada já estão aqui do lado de casa. Essa é nossa única renda minha filha! Eu nasci e me criei aqui, e não quero sair!

Dona Raquel: - Filha sem falar na água para beber e cozinhar que está salgada demais.

Açucena: — Que triste painho! Já venho percebendo que a vegetação próxima ao nosso povoado mudou, parecem plantas de mangues. Pois é, muita coisa tem mudado. Eu li em um jornal em fevereiro desse ano que a vazão das hidroelétricas diminuiu muito, em menos de um mês, a vazão da represa de Xingó, entre Alagoas e Sergipe, caiu de 2.800 m³/s, para os atuais 900 m³/s. E o pior Mainha, as autoridades governamentais nem falam muito disso.

Epaminondas: — Precisamos de sua ajuda minha filha! Sugestões para resolver isso! Eu não quero sair do meu lugar.

Açucena: — Calma, painho! Segunda volta para a universidade, vou relatar tudo isso para os membros do grupo de pesquisa. Penso que eles poderão nos ajudar a entender esse problema!

Suponha que vocês fazem parte do grupo de pesquisa no qual Açucena participa e tenham que esclarecer o que está acontecendo e, ainda, apontar possíveis soluções para o caso. Como saber se a água está realmente salobra? E por que isso afeta tanto a vida dos pais de Açucena?

Narra uma história

É atual.

Desperta o interesse pela questão e força uma decisão

Provoca um conflito

Inclui citações e diálogo

Força uma tomada de decisão e apresenta uma utilidade pedagógica

Fonte: Autora

Figura 8 – Casos Investigativo 2 e identificação de elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso” de acordo com as recomendações de Herreid (1998)

Caso 2 – O rio que pode virar mar: presta atenção no pH

Clara e João são irmãos que estudam numa Escola Pública na cidade de Aracaju e cursam o Ensino Médio. No último final de semana eles viajaram junto com a família para visitar parentes na cidade natal, Gararu. Que fica localizada no interior de Sergipe e margeada pelo Rio São Francisco, que tem na outra margem Traipu, localizada no estado de Alagoas. Os dois irmãos, durante uma conversa com seu primo Luizinho de Madalena, souberam dos baixos níveis de água do Velho Chico e dos problemas que a família de Gararu está enfrentando com a pequena plantação de alface e com um criatório de peixes que cuidam. Ele reclama que isso já está afetando até o trabalho de seus pais que sobrevivem da venda de peixes nas feiras das cidades de Traipu e Gararu.

Luizinho de Madalena: — Ah meus queridos primos, as coisas estão ficando difíceis aqui, as águas do rio estão a cada dia mais baixas e turvas, sem falar que durante o trajeto de barco até Traipu podemos ver alguns bancos de areia. Os peixes da pesca estão a cada dia menores, não se desenvolvem bem como antes. Esse problema do rio nos afeta tanto que até nossas alfaces estão murchinhas. É triste ver o rio nessa situação!

Clara e João: — Puxa! Que triste!

Luizinho de Madalena: — Vamos realizar um passeio de barco até a cidade de Traipu assim vocês podem ver como o rio está.

Clara e João concordaram. Durante o passeio Luizinho comenta que na semana anterior deu uma carona a um senhor que fez umas análises das águas do Rio e que ele relatou que o pH da água apresentou variações em algumas cidades margeadas pelo rio.

Luizinho de Madalena: — Na semana passada, um senhor me pediu uma carona até a cidade de Traipu e ele disse que o pH da água do rio na cidade de Pão de Açúcar, que fica próximo à Traipu apresenta características alcalinas e na região da foz, próximo a Piaçabuçu, levemente ácido. Procuramos a associação de pescadores e horticultores da cidade para saber como está a água na cidade e no que esse pH pode prejudicar as plantações ou pesca, mas ninguém sabe nos responder. Vocês sabem o que é esse tal de pH?

João: — O pH é o potencial hidrogeniônico é uma escala que os químicos usam para informar se um material é ácido, neutro ou alcalino...

Luizinho de Madalena: — Tá. Mas esse pH pode prejudicar minha plantação de alface? Já que utilizo a água do rio para irrigar. Estou ficando preocupado! Vocês poderiam me ajudar, a entender o que está acontecendo?

Vocês são os amigos de João e Clara, que estudam Química e Biologia, como podem esclarecer o que está acontecendo com o pH da água do rio? Quais possíveis soluções para o problema dessa família de Gararu?

Narra uma história

Promove empatia com os personagens.

Provoca um conflito

Apresenta uma utilidade pedagógica

Força uma decisão e apresenta uma utilidade pedagógica.

Fonte: Autora

Em ambas figuras, são apresentados em destaque os trechos que remetem aos elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso” segundo recomendado por Herreid (1998). É válido destacar que essa análise foi realizada pela pesquisadora desta pesquisa, de acordo com a interpretação realizada por ela. Entretanto, durante as discussões de outras etapas da formação é possível que surjam outras releituras sobre como tais elementos encontram-se evidentes nos casos.

As figuras 9, 10, 11 e 12, apresentam a análise realizada pelos validadores. Para essa análise os validadores foram organizados em dois grupos de modo que após o estudo sobre o que era um Caso Investigativo, suas características e os elementos essenciais apresentados por Herreid (1998), realizaram uma análise dos casos apresentados inicialmente para a discussão. Essa análise permitiu fornecer inferências para a reformulação do protótipo elaborado pela pesquisadora desta pesquisa, dentre as quais podemos destacar: deixar mais evidente o teor pedagógico na narrativa e ressaltam também a importância de aproximar o contexto da narrativa com o público ao qual se pretende trabalhar.

A figura 9, a seguir, apresenta a análise realizada pelo grupo 1 sobre o caso 1, na qual o grupo destacou muitos elementos essenciais para a produção de um bom caso, alguns assemelham-se com os já destacados pela pesquisadora. Os destaques realizados sobre os elementos foram seguidos de comentários que justificavam e exaltavam evidências desses elementos.

Figura 9 – Análise do Grupo 1 sobre o caso 1 referente aos elementos essenciais para um bom caso.

Caso 1 - O rio que pode virar mar: S.O.S Velho Chico

Despertar o interesse.
Aqui, nota-se que as evidências e consequências de um problema ambiental maior são expostas, despertando, dessa maneira, o interesse dos estudantes.

Criar empatia com os personagens e narrar uma história.
Neste trecho inicial é possível situar o leitor quanto à realidade social e estrutural da comunidade, e pode-se, também, a partir dessas informações, construir o sentimento de empatia, pois a fragilidade desses nativos é exposta.

Inclui diálogos ou citações; despertar o interesse.
Por meio de diálogos, as evidências do problema ambiental são apontadas pelos personagens. Desenvolve-se, também empatia por estes, pois o problema recebe um contexto.

Apresenta generalidades.
Este fragmento parece criar um sentido de generalidade do problema, pois mostra como um problema de cunho ambiental interfere na economia das regiões fragilizadas.

Forçar a tomada de decisões, provocar generalidades.
Aqui aparenta ser o cerne da investigação, pois, cientes do contexto socioambiental dos personagens, os alunos buscarão soluções para o problema, o que acarreta em tomada de decisões, levando em conta o caráter social da ciência e sempre se posicionando como um agente daquele contexto explorado no texto.

Provoca conflitos.
Esta fala talvez possa ser considerada uma forma de conflito, pois, por mais que o problema exista e seja vivenciado pela população em questão, ele tende a ser ignorado pelas autoridades, que parecem ter uma ideia divergente da realidade dos nativos.

Forçar a tomada de decisões.
Esta fala começa a incitar a tomada de decisões e a busca por soluções para o problema.

Sr. Epaminondas Dourado é um pescador que reside na comunidade Pixaim. O povoado é último banhado pelo Rio São Francisco e fica localizado próximo da foz do Rio, na cidade de Piaçabuçu - AL. Esse povoado é rodeado por dunas de areia que são consideradas vivas. Em Pixaim residem cerca de vinte famílias quilombolas, que devido a movimentação dos bancos de areias, de tempos em tempos, esses habitantes mudam suas casas dentro do mesmo espaço. As casas são construídas com taipa e a maioria delas não possuem energia elétrica e nem água encanada. Sendo o único recurso hídrico dessas famílias a própria água do Velho Chico.

Há pouco mais de uma semana, o Sr. Epaminondas percebeu uma mudança no tamanho e nos tipos de peixes da região e, a pesca, sua única fonte de renda, tem sido afetada por isso. Ainda sobre a água do rio, dona Raquel, sua esposa, que habitualmente cuida da água para consumo, vem se queixando que a água está um pouco salgada.

Dona Raquel: — Oh Epaminondas, você tem notado que a água do mar está mais misturada com água do rio homi? A água de beber está salgada!

Epaminondas: — Mulher, agora tu me fizeste relembrar uma coisa: outro dia a plantação de arroz de Zé de Madalena estava toda caidinha. Será que a água do rio se misturando com a do mar tá causando esse problema? Eita, meus peixes, será que também tão sendo afetados?! Bom, amanhã, nossa Açucena retorna da cidade, já vi ela falando disso quando bebe da água aqui em casa, ela poderá nos ajudar a entender o que está acontecendo.

Açucena é filha de Sr. Epaminondas e Dona Raquel. Ela conseguiu ingressar numa universidade pública, ela é estudante de química na Universidade Federal de Alagoas e vem participando de discussões num grupo de pesquisa que estuda as questões ambientais. No dia seguinte...

Epaminondas: — Que bom que você retornou hoje minha filha, estamos com um problema sério! Nessas últimas semanas, a água do rio baixou muito e os peixes que pesquei são bem pequenos, encontrei alguns peixes mortos, e pior, os peixes de água salgada já estão aqui do lado de casa. Essa é nossa única renda minha filha! Eu nasci e me criei aqui, e não quero sair.

Dona Raquel: - Filha sem falar na água para beber e cozinhar que está salgada demais.

Açucena: — Que triste painho! Já venho percebendo que a vegetação próxima ao nosso povoado mudou, parecem plantas de mangues. Pois é, muita coisa tem mudado. Eu li em um jornal em fevereiro desse ano que a vazão das hidroelétricas diminuiu muito, em menos de um mês, a vazão da represa de Xingó, entre Alagoas e Sergipe, caiu de 2.800 m³/s, para os atuais 900 m³/s. E o pior Mainha, as autoridades governamentais nem falam muito disso.

Epaminondas: — Precisamos de sua ajuda minha filha! Sugestões para resolver isso! Eu não quero sair do meu lugar.

Açucena: — Calma, painho! Segunda volta para a universidade, vou relatar tudo isso para os membros do grupo de pesquisa. Penso que eles poderão nos ajudar a entender esse problema!

Suponha que vocês fazem parte do grupo de pesquisa no qual Açucena participa e tenham que esclarecer o que está acontecendo e, ainda, apontar possíveis soluções para o caso. Como saber se a água está realmente salobra? E por que isso afeta tanto a vida dos pais de Açucena?

Fonte: Autora

Os elementos “Narrar uma história” e “Criar empatia com os personagens”; “inclui diálogos ou citações” e “despertar o interesse”; e “forçar a tomada de decisão” e “provocar generalidades” foram identificados em um mesmo trecho selecionado pelo grupo, o que nos permite inferir que os licenciandos identificaram uma correlação entre esses elementos.

Ao relacionar os elementos “forçar a tomada de decisão” e “provocar generalidades”, percebemos que de acordo com o comentário realizado pelo grupo o questionamento final da narrativa exige que os alunos busquem soluções para os problemas e provoca uma generalidade no sentido de que a problemática apresenta um caráter social. Nesse sentido, também entendemos que o elemento “Gerar empatia”, nesse

trecho é ressaltado, não apenas a empatia com os personagens, mas também com a problemática, de modo que pode ser um problema que pode afetar outras localidades.

Contudo, um dos elementos que não foi apresentado nessa análise realizada pelo grupo, trata-se da utilidade pedagógica do caso. Quando questionados sobre a utilidade pedagógica do caso, eles relataram que apresentava sim esse elemento, porém haviam esquecido de destacar, e que ele se encontra em alguns trechos da narrativa.

A figura 10, a seguir, apresenta a análise realizada pelo grupo 2 sobre o caso 1, assim como na análise apresentada pelo grupo 1, os elementos foram destacados sempre seguidos de comentários que enalteciam sua presença na narrativa. Algumas das escolhas dos trechos também diferem das realizadas pelo outro grupo e pela pesquisadora deste trabalho. O elemento “Ter utilidade pedagógica” também não foi evidenciado. Quando questionados, a resposta foi a mesma que o grupo anterior.

Figura 10- Análise do Grupo 2 sobre o caso 1 - Elementos essenciais para um bom caso.

Caso 1 - O rio que pode virar mar: S.O.S Velho Chico

Sr. Epaminondas Dourado é um pescador que reside na comunidade Pixaim. O povoado é último banhado pelo Rio São Francisco e fica localizado próximo da foz do Rio, na cidade de Piaçabuçu - AL. Esse povoado é rodeado por dunas de areia que são consideradas vivas. Em Pixaim residem cerca de vinte famílias quilombolas, que devido a movimentação dos bancos de areias, de tempos em tempos, esses habitantes mudam suas casas dentro do mesmo espaço. As casas são construídas com taipa e a maioria delas não possuem energia elétrica e nem água encanada. Sendo o único recurso hídrico dessas famílias a própria água do Velho Chico.

Há pouco mais de uma semana, o Sr. Epaminondas percebeu uma mudança no tamanho e nos tipos de peixes da região e, a pesca, sua única fonte de renda, tem sido afetada por isso. Ainda sobre a água do rio dona Raquel, sua esposa, que habitualmente cuida da água para consumo, vem se queixando que a água está um pouco salgada.

Dona Raquel: — Oh Epaminondas, você tem notado que a água do mar está mais misturada com água do rio homi? A água de beber está salgada!

Epaminondas: — Mulher, agora tu me fizeste relembrar uma coisa: outro dia a plantação de arroz de Zé de Madalena estava toda caidinha. Será que a água do rio se misturando com a do mar tá causando esse problema? Eita, meus peixes, será que também tão sendo afetados?! Bom, amanhã, nossa Açucena retorna da cidade, já vi ela falando disso quando bebe da água aqui em casa, ela poderá nos ajudar a entender o que está acontecendo.

Açucena é filha de Sr. Epaminondas e Dona Raquel. Ela conseguiu ingressar numa universidade pública, ela é estudante de química na Universidade Federal de Alagoas e vem participando de discussões num grupo de pesquisa que estuda as questões ambientais. No dia seguinte...

Epaminondas: — Que bom que você retornou hoje minha filha, estamos com um problema sério! Nessas últimas semanas, a água do rio baixou muito e os peixes que pesquei são bem pequenos, encontrei alguns peixes mortos, e pior, os peixes de água salgada já estão aqui do lado de casa. Essa é nossa única renda minha filha! Eu nasci e me criei aqui, e não quero sair.

Dona Raquel: - Filha sem falar na água para beber e cozinhar que está salgada demais.

Açucena: — Que triste painho! Já venho percebendo que a vegetação próxima ao nosso povoado mudou, parecem plantas de mangues. Pois é, muita coisa tem mudado. Eu li em um jornal em fevereiro desse ano que a vazão das hidroelétricas diminuiu muito, em menos de um mês, a vazão da represa de Xingó, entre Alagoas e Sergipe, caiu de 2.800 m³/s, para os atuais 900 m³/s. E o pior Mainha, as autoridades governamentais nem falam muito disso.

Epaminondas: — Precisamos de sua ajuda minha filha! Sugestões para resolver isso! Eu não quero sair do meu lugar.

Açucena: — Calma, painho! Segunda volta para a universidade, vou relatar tudo isso para os membros do grupo de pesquisa. Penso que eles poderão nos ajudar a entender esse problema!

Suponha que vocês fazem parte do grupo de pesquisa no qual Açucena participa e tenham que esclarecer o que está acontecendo e, ainda, apontar possíveis soluções para o caso. Como saber se a água está realmente salobra? E por que isso afeta tanto a vida dos pais de Açucena?

Desperta o interesse, é relevante e atual.

Esse trecho é responsável por apresentar o problema enfrentado pelo senhor Epaminondas, sua esposa e pelos moradores daquela região. Desse modo, o problema apresentado desperta o interesse, pois há um envolver nos fatos, há uma necessidade real a ser satisfeita. Também é relevante, pois apresentar um fato de interesse da sociedade local e talvez do seu leitor, que pode ter essa realidade em seu cotidiano. O trecho também é atual pois propõe discutir questões que são pertinentes e discutidas atualmente. Como a questão da poluição das águas, meio ambiente, escassez de recursos naturais.

Narra uma história.

Esse trecho apresenta uma narrativa da história, onde apresenta um contexto local, um problema real e que faz parte do cotidiano dos estudantes.

Provoca conflitos, Força a tomada de decisões.

Nesse trecho em destaque, podemos ver que o senhor Epaminondas expõe os problemas que estão acontecendo para sua filha, a sua rotina está problemática e conflituosa, o desempenho que ele tinha na pesca não era mais o mesmo. E o pior, como poderia haver peixes de água salgada no rio? Tendo em vista todo esse conflito, o senhor Epaminondas busca sua filha que será encarregada de tomar decisões para descobrir o problema que assola o futuro da sua família e daquela região.

Inclui diálogos ou citações, cria empatia com os personagens, desperta o interesse.

Nesse trecho podemos perceber o diálogo existente entre Epaminondas e Açucena, uma característica presente dos casos investigativos. Algo que também está presente e tem relevância é a empatia que os personagens conseguem transmitir. Sejam através dos nomes que foram utilizados para estes ou até mesmo a fala característica de determinada região. O trecho em si também desperta o interesse ao provocar a busca por uma solução com os integrantes do grupo de pesquisa daquela universidade. Pode-se gerar o questionamento no estudante enquanto a busca pelo conhecimento.

Fonte: Autora

Um aspecto que chamou atenção é o fato de um mesmo trecho do caso apresentar mais de um dos elementos, o que nos leva a compreender que esses elementos podem apresentar uma correlação entre si. Ao destacar os elementos “Despertar o interesse”, “ser atual” e “relevante” no trecho da narrativa, o grupo destaca em seu comentário que para que a problemática desperte o interesse ele deve ser relevante, ou seja, apresentar um problema que talvez possa acontecer com o leitor ou em seu contexto, nesse sentido, também entendemos que deve apresentar uma generalidade em relação a problemática.

A identificação dos elementos “inclui diálogos ou citações”, “Cria empatia com os personagens” e “despertam interesse” em um mesmo trecho também apresentam uma correlação, pois as características apresentadas pelos personagens e as relações entre os diálogos, revelam um aspecto importante na narrativa que buscam despertar o interesse do leitor.

As análises apresentadas nas figuras 11 e 12, a seguir, também foram realizadas da mesma maneira das anteriores. Contudo, em ambas o elemento “Ter utilidade pedagógica” aparece em destaque pela visão dos validadores. O que nos leva a interpretar que nessa narrativa esse elemento se encontra mais expresso no material.

Figura 11 – Análise do Grupo 1 sobre o caso 2 - Elementos essenciais para um bom caso.

Caso 2 – O rio que pode virar mar: presta atenção no pH

Cria empatia com os personagens; apresenta generalidades.

Esta introdução apresenta o contexto socioambiental dos personagens ao mesmo tempo em que busca desenvolver empatia por eles. Também é possível notar a exposição das consequências do problema central, ou seja, problemas secundários, podendo ser aspectos sociais, ambientais etc., e que podem ser generalizados para outros contextos que possuem problema ambiental semelhante.

Clara e João são irmãos que estudam numa Escola Pública na cidade de Aracaju e cursam o Ensino Médio. No último final de semana eles viajaram junto com a família para visitar parentes na cidade natal, Gararu. Que fica localizada no interior de Sergipe e margeada pelo Rio São Francisco, que tem na outra margem Traipu, localizada no estado de Alagoas. Os dois irmãos, durante uma conversa com seu primo Luizinho de Madalena, souberam dos baixos níveis de água do Velho Chico e dos problemas que a família de Gararu está enfrentando com a pequena plantação de alface e com um criatório de peixes que cuidam. Ele reclama que isso já está afetando até o trabalho de seus pais que sobrevivem da venda de peixes nas feiras das cidades de Traipu e Gararu.

Luizinho de Madalena: — Ah meus queridos primos, as coisas estão ficando difíceis aqui, as águas do rio estão a cada dia mais baixas e turvas, sem falar que durante o trajeto de barco até Traipu podemos ver alguns bancos de areia. Os peixes da pesca estão a cada dia menores, não se desenvolvem bem como antes. Esse problema do rio nos afeta tanto que até nossas alfaces estão murchinhas. É triste ver o rio nessa situação!

Clara e João: — Puxa! Que triste!

Luizinho de Madalena: — Vamos realizar um passeio de barco até a cidade de Traipu assim vocês podem ver como o rio está.

Clara e João concordaram. Durante o passeio Luizinho comenta que na semana anterior deu uma carona a um senhor que fez umas análises das águas do Rio e que ele relatou que o pH da água apresentou variações em algumas cidades margeadas pelo rio.

Luizinho de Madalena: — Na semana passada, um senhor me pediu uma carona até a cidade de Traipu e ele disse que o pH da água do rio na cidade de Pão de Açúcar, que fica próximo à Traipu apresenta características alcalinas e na região da foz, próximo a Piaçabuçu, levemente ácido. Procuramos a associação de pescadores e horticultores da cidade para saber como está a água na cidade e no que esse pH pode prejudicar as plantações ou pesca, mas ninguém sabe nos responder. Vocês sabem o que é esse tal de pH?

João: — O pH é o potencial hidrogeniônico é uma escala que os químicos usam para informar se um material é ácido, neutro ou alcalino.

Luizinho de Madalena: — Tá. Mas esse pH pode prejudicar minha plantação de alface? Já que utilizo a água do rio para irrigar. Estou ficando preocupado! Vocês poderiam me ajudar, a entender o que está acontecendo?

Vocês são os amigos de João e Clara, que estudam Química e Biologia, como podem esclarecer o que está acontecendo com o pH da água do rio? Quais possíveis soluções para o problema dessa família de Gararu?

Desperta o interesse

Este diálogo explora a problemática a partir do ponto de vista dos personagens, reforçando o processo de desenvolvimento de empatia por esses, ao fomentar o interesse do leitor pela temática que é expressa como forma de denúncia e insatisfação por parte dos agentes dos textos.

Desperta o interesse.

Reforça o imaginário do leitor, com base nas descrições do aspecto rio citadas anteriormente.

Ter utilidade pedagógica.

Este trecho, assim como ambos os textos, possui uma utilidade pedagógica, aqui, em particular, ao explorar o conceito de pH e dar-lhe uma aplicação prática e um sentido de como um conceito se relaciona com fatos da realidade.

Fonte: Autora

A análise realizada pelo grupo 1, na figura 11 acima, apresentou os elementos de forma mais direta. Em apenas um trecho percebemos que mais de um elemento foi destacado, o trecho inicial que os elementos “Criar empatia com os personagens” e “apresenta generalidades” foram destacados. Nesse mesmo trecho, apesar de não aparecerem destacados subentendessem que os elementos “narrar uma história” e “despertar o interesse” se encontram expressos no material, mediante os comentários elaborados pelos bolsistas.

Na análise realizada pelo grupo 2, na figura 12, demonstra que os bolsistas conseguiram tecer as relações entre os elementos de modo a agrupá-los em determinados trechos da narrativa. No primeiro parágrafo da narrativa, o grupo identificou cinco elementos essenciais expressos no material: “Narra uma história”, “é atual”, “relevante”, “apresenta generalidades” e “desperta interesse”. Esses elementos e os demais destacados ressaltam a relevância deles na escrita dos casos.

Figura 12 – Análise do Grupo 2 sobre o caso 2 - Elementos essenciais para um bom caso.

Narra uma história, é atual e relevante, apresenta generalidades, desperta o interesse.

O trecho em destaque apresenta diversas características presentes em um caso investigativo. Podemos destacar a história narrada sobre um problema local e atual. Pois envolve todo um contexto onde o fato ocorre e os personagens estão inseridos. O trecho também apresenta generalidade, mesmo que o fato esteja acontecendo em determinada região, que vive um problema local, não é impossível que o fato apresentado seja recorrente em outras regiões e em outros contextos.

Caso 2 – O rio que pode virar mar: presta atenção no pH

Cria empatia com os personagens, inclui diálogos ou citações.

Podemos perceber como no caso anterior os nomes dos personagens e a forma como dialogam, remete uma empatia e nos envolvem nas questões. Nesse trecho percebemos também uma conversação entre personagens, outra característica dos casos investigativos.

Clara e João são irmãos que estudam numa Escola Pública na cidade de Aracaju e cursam o Ensino Médio. No último final de semana eles viajaram junto com a família para visitar parentes na cidade natal, Gararu. Que fica localizada no interior de Sergipe e margeada pelo Rio São Francisco, que tem na outra margem Traipu, localizada no estado de Alagoas. Os dois irmãos, durante uma conversa com seu primo Luizinho de Madalena, souberam dos baixos níveis de água do Velho Chico e dos problemas que a família de Gararu está enfrentando com a pequena plantação de alface e com um criatório de peixes que cuidam. Ele reclama que isso já está afetando até o trabalho de seus pais que sobrevivem da venda de peixes nas feiras das cidades de Traipu e Gararu.

Luizinho de Madalena: — Ah meus queridos primos, as coisas estão ficando difíceis aqui, as águas do rio estão a cada dia mais baixas e turvas, sem falar que durante o trajeto de barco até Traipu podemos ver alguns bancos de areia. Os peixes da pesca estão a cada dia menores, não se desenvolvem bem como antes. Esse problema do rio nos afeta tanto que até nossas alfaces estão murchinhas. É triste ver o rio nessa situação!

Clara e João: — Puxa! Que triste!

Luizinho de Madalena: — Vamos realizar um passeio de barco até a cidade de Traipu assim vocês podem ver como o rio está.

Clara e João concordaram. Durante o passeio Luizinho comenta que na semana anterior deu uma carona a um senhor que fez umas análises das águas do Rio e que ele relatou que o pH da água apresentou variações em algumas cidades margeadas pelo rio.

Luizinho de Madalena: — Na semana passada, um senhor me pediu uma carona até a cidade de Traipu e ele disse que o pH da água do rio na cidade de Pão de Açúcar, que fica próximo à Traipu apresenta características alcalinas e na região da foz, próximo a Piaçabuçu, levemente ácido. Procuramos a associação de pescadores e horticultores da cidade para saber como está a água na cidade e no que esse pH pode prejudicar as plantações ou pesca, mas ninguém sabe nos responder. Vocês sabem o que é esse tal de pH?

João: — O pH é o potencial hidrogeniônico é uma escala que os químicos usam para informar se um material é ácido, neutro ou alcalino...

Luizinho de Madalena: — Tá. Mas esse pH pode prejudicar minha plantação de alface? Já que utilizo a água do rio para irrigar. Estou ficando preocupado! Vocês poderiam me ajudar, a entender o que está acontecendo?

Vocês são os amigos de João e Clara, que estudam Química e Biologia, como podem esclarecer o que está acontecendo com o pH da água do rio? Quais possíveis soluções para o problema dessa família de Gararu?

Provoca conflitos, força a tomada de decisões, é relevante, tem utilidade pedagógica.

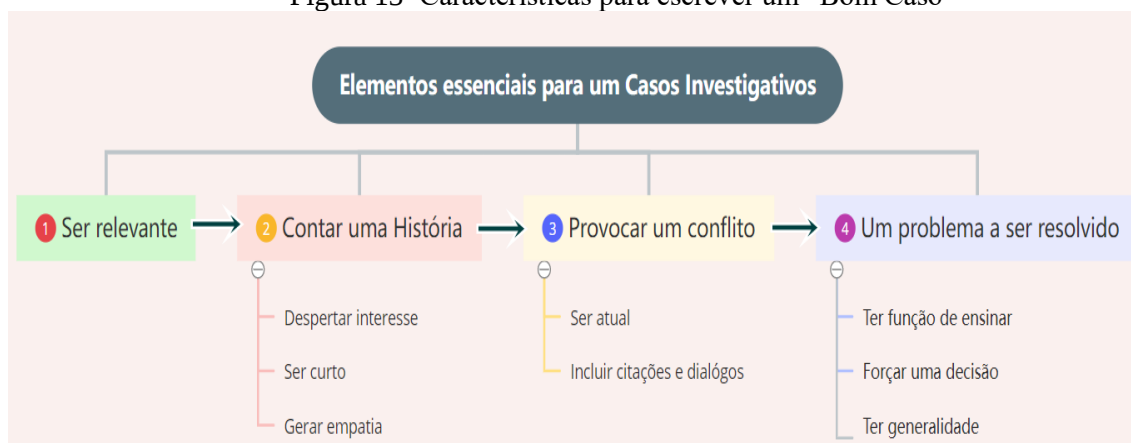
Nesse trecho Luizinho de Madalena informa que um senhor informou que o pH de determinado rio é ácido, como buscou ajuda aos horticultores e pescadores da região e ninguém soube responder, tendo em vista os problemas aconteceram em sua plantação, com os peixes e a água do rio, possivelmente Luizinho de Madalena acredita que isso deve estar relacionado ao pH do rio. Dessa forma busca-se problematizar e gerar um conflito com o pH do rio em questão. Esse conflito gerado possibilita a tomada de decisão que já ocorre ao se buscar ajuda dos horticultores e pescadores, sem sucesso ele ainda busca ajuda de João. João dá uma explicação muito técnica sobre o pH e não consegue explicar de fato a sua influência no Rio, plantação e consumo. Dessa forma, o estudante que está em meio a esse conflito vivenciado por Luizinho de Madalena passa a atuar como detentor da toma de decisão. De que forma ele buscaria identificar e solucionar o problema? Coloca o estudante de forma a tomar decisões.

Fonte: Autora.

Ainda quanto as características dos casos, podemos inferir que alguns dos elementos essenciais apresentados por Herreid (1998) podem ser organizados em conjuntos, de modo que alguns desses elementos se encontrem correlacionados a uma

categoria maior e outros sejam classificados como subcategorias. Francisco (2022), em um de seus trabalhos mais recentes apresenta essa característica que identificamos na análise dos casos realizada pelos validadores desta pesquisa. Nesse trabalho, Francisco classifica as características para um bom caso em duas categorias: as primárias que foram o eixo estruturante do caso e as secundárias que correlacionadas as características mais gerais. Como podemos observar na figura 13 a seguir:

Figura 13- Características para escrever um “Bom Caso”



Fonte: Adaptado de Francisco (2022).

Um CI precisa narrar uma história, trata-se de ter um enredo que deve se relacionar ao contexto do público, apresentando um começo, um meio e um fim, sendo o fim elaborado pelos alunos enquanto o caso for discutido. Um CI deve também despertar o interesse do leitor mediante um drama, suspense ou problema a ser resolvido. Essa problemática ou drama deve ser atual, podem ser abordadas questões que aparecem na mídia, preferencialmente problemas do contexto em que os alunos estão inseridos. Isso também permitirá provocar empatia aos alunos, além da identificação com os personagens e suas características. Além disso, os casos devem ser curtos, porém longos o suficiente para introduzir os fatos, fornecendo alguns dados e, em seguida, apresentar um ponto de decisão.

Um bom caso deve provocar um conflito, desse modo, é de suma importância que a narrativa presente seja atual e apresente citações ou diálogos que descrevam algo que tenha passado na mídia recentemente e que esteja correlacionando com o contexto, apresentando pontos concordantes e divergentes. E por fim, apresentar um problema do contexto do aluno, mas que apresente um caráter universal, com aplicabilidade geral. Também é importante que a narrativa force a tomada de decisão, havendo uma urgência

em resolver a problemática. Apresentar também uma função pedagógica, levando o aluno a refletir o motivo de estudar tal caso.

4.1.2 Casos produzidos

Essa categoria surge dos dados apresentados na quarta etapa do curso proposto, a qual os validadores realizam uma análise dos casos produzidos por eles na etapa anterior. Essa análise consiste na identificação dos elementos essenciais apresentados por Herreid (1998).

O grupo 1 para a produção do caso escolheu permanecer com a temática água, assim como com os caminhos das águas do Rio São Francisco. A situação-problema criada pelo grupo está relacionada a salinidade da água. Quando questionados sobre a escolha dessa problemática, os validadores destacaram que surgiu de pesquisas realizadas em sites que apresentavam reportagens sobre a questão problemática e que inspirados nos casos anteriores e nas características vivenciadas pelo povo nordestino, construíram o enredo e definiram os personagens.

Quanto aos elementos essenciais identificados, o grupo também identificou diversos elementos em um único trecho reforçando as evidências apresentadas na categoria anterior, como podemos observar na figura 14 a seguir.

Figura 14- Caso Investigativo elaborado pelo grupo 1 e identificação dos elementos essenciais para um bom caso.

A água que era doce!

Provoca conflito; apresenta generalidades.

Este trecho apresenta conflito, pois há uma situação controversa no sabor da água ao longo do rio, fato que pode influenciar na percepção do problema apresentado. A questão também é abrangente, o que a torna comum em qualquer outra localização do planeta.

Um grupo de trilheiros estava explorando as regiões próximas da foz do Rio São Francisco, entre os estados de Alagoas e Sergipe. Marcos e Paula fazem parte deste grupo, e, numa pausa, durante aquela excursão, decidiram aproveitar as águas do Velho Chico para matar a sua sede. Utilizando uma garrafa que filtra água, eles e os demais colegas coletaram uma quantidade de água, porém notaram que após a filtragem ela não apresentava um sabor agradável. Segundo eles, a água estava salobra. A partir daquele episódio, que os deixou intrigados, o grupo seguiu na trilha e coincidentemente deslocou-se para uma comunidade que está localizada às margens do rio.

Jo interagir com Mariiazinha e Seu Januário das cabritas, que são habitantes locais, Marcos e Paula acabaram questionando-os sobre o sabor estranho que havia na água daquela região do rio, visto que, na semana passada, estiveram em outra região mais ao sul do mesmo corpo d'água e não notaram aquele sabor característico.

Marcos: -Dona Mariiazinha, como vocês fazem para consumir essa água com sabor tão salgado?

Paula: -É verdade, nossas garrafas não foram eficientes na filtragem dessa água.

Dona Mariiazinha: -Meus filhos, dependemos da ação de carros pipas para abastecer nossas caixas d'água ou de poços artesanais. Meu marido, Januário, e eu estamos querendo sair daqui, pois não há como sobreviver.

Marcos: -Poxa, Dona Mariiazinha, sentimos muito!

Januário das cabritas: -Então, seu doutor, as plantações estão morrendo, quase não tem mais peixe no rio, os que restaram são muito pequenos e não dá para vendê-los. No entanto, não temos mais idade para nos aventurar em zonas perigosas na parte de cima do leito na busca por peixes maiores. Nossos filhos foram embora para a cidade em busca de trabalho e de uma vida melhor.

Dona Mariiazinha: -Por isso queremos sair daqui, assim como nossos vizinhos, amigos e parentes estão fazendo. Temos medo da solidão e da fome. A água daqui já não produz mais alimento. A água já não é mais doce!

Paula: -Que tristeza! E ninguém explica o que está acontecendo para vocês e nem os protegem dessa situação?

Dona Mariiazinha e Januário das cabritas: -Não! Estamos precisando de ajuda. Como fazer a nossa água voltar a ser como era antes? Como trazer os peixes de volta?

Marcos: -Conheço um amigo que entende disso, ele é químico e biólogo, além de conhecer pessoas que atuam em órgãos de proteção a comunidades nativas, ele pode ajudar vocês.

Suponha que você é o amigo de Marcos e possui conhecimento do diálogo entre os personagens envolvidos na narrativa. Com base nos relatos acima, descubra o que está causando tais problemas ao Rio São Francisco e à comunidade visitada por Marcos e Paula; O que está deixando a água salobra? Como contornar e/ou resolver as consequências do problema?

Narra uma história; desperta interesse; tem uma função pedagógica e é atual.

Esta parte inicial visa apresentar ao aluno o problema e a narrativa que será desenvolvida. O trecho também desperta o interesse do leitor ao introduzir a problemática da água salobra que tem uma função pedagógica, assim como todo o texto, para a compreensão de conceitos químicos e outros, interligados com a temática, a partir de uma situação atual do cotidiano.

Gera empatia, apresenta diálogos, é relevante.

Aqui são apresentados os dramas vivenciados pelos personagens nativos, que são diretamente impactados pelo problema. É relevante para a sociedade por ser uma problemática que envolve situações ambientais e sociais.

Gera conflito

De modo que os moradores não apresentam uma explicação para o problema e nem entendem o que está acontecendo, sendo, assim, incapazes de oferecer uma solução plausível.

Tomada de decisão.

Evidência a necessidade de o aluno intervir no problema com propostas consistentes.

Os casos elaborados por ambos os grupos apresentam os elementos essenciais propostos por Herreid. Entretanto, quanto à natureza do problema/situação-problema presente nas narrativas são amplas, incumbindo ao professor que utilizar o caso em uma proposta didática detalhar em seu planejamento claramente os caminhos que deverão ser percorridos, assim como, a determinação do conteúdo que se adequa melhor a temática e problemática do caso.

Quanto ao aspecto estrutura dos casos, percebemos que o caso elaborado pelo grupo 2 presente na página 13, apresenta uma estrutura mais longa podendo inclusive ser confundido com um conto curto. Desse modo, identificamos um aspecto que é importante no refinamento do material. E conseqüentemente, reelaboração do protótipo apresentado pelo grupo.

O questionário proposto para etapa inicial da formação foi elaborado de forma intencional, para que pudéssemos identificar os elementos essenciais para atingir o nosso objetivo de pesquisa. Assim, a próxima unidade de registro que destacamos é a temática do caso. Nessa unidade, destacamos aspectos observados sobre o enredo, a temática e os personagens dos CI apresentados na primeira etapa do curso.

4.2 A temática dos Casos

Essa unidade de registro é oriunda do questionário sobre os casos iniciais apresentados ao grupo de validadores que foi aplicado na primeira etapa do curso que mediante as respostas apresentadas no questionário culminaram em três categorias determinadas, são elas: enredo, temática e características dos personagens, como apresentadas no quadro 5:

Quadro 5: Categorias referente a unidade de registro “A temática dos Casos”

Categorias	Aspectos observados	Comentário dos Validadores
<i>Enredo</i>	Os casos são relevantes, inseridos no contexto cotidiano e problemática	A1: O enredo é instigante, pois aborda uma temática negligenciada pelas mídias e a forma como fora desenvolvido subverte a tendência passiva a qual estamos acostumados, nos colocando como agentes que participam das situações em pauta. A2: O enredo insere um contexto que podemos ver cotidianamente e aborda um tema de grande relevância. A3: Achei bem empolgante, prendeu minha atenção quando no texto apareceu o problema e as conseqüências desses problemas.

	que estimula o leitor.	A4: Os dois casos apresentados tiveram enredos bem próximo de nossas vivências, por isso, é de suma importância que saibamos orientar as pessoas nesse tipo de situação.
Temática	Relevante para os alunos da escola que atuam, pois envolve uma problemática também do cotidiano destes alunos. “Forçar a tomada de decisão” – Elemento expresso no material.	A1: Num sentido de dar visibilidade a um problema socioambiental importante que assola a população da região da foz do rio São Francisco. Algum tipo de mobilização com a sociedade civil, por meio de mídias sociais, a fim de cobrar dos órgãos ambientais apropriados políticas públicas que garantam meios para que a população fragilizada possa contornar os eventuais problemas apontados nas situações apresentadas, e, assim, garantir sua permanência nas localidades onde habita, me parece uma possibilidade que pode ser fomentada no âmbito dos estudantes. A2: Aborda possivelmente algum efeito que está inserido no cotidiano do leitor, desse modo se trata de uma situação problema muito relevante. Tendo em vista que o estudante está envolvido diretamente nessa temática e é o construtor do conhecimento, pois busca incansavelmente por respostas.
Características dos Personagens	Assemelham-se as apresentadas pelas que vivem as margens do Rio São Francisco - Empatia com os personagens.	A1: Os personagens parecem representar muito bem a coletividade humana que habita tal região, pois são pescadores, comunidades nativas e pessoas que utilizam as margens do rio para desenvolver algum tipo de cultura que visa promover a subsistência de sua comunidade e até de outros. A2: Os personagens possuem falas e possivelmente rotinas de famílias da região. Como a pesca e a agricultura. A3: Geralmente as pessoas que vivem nessas regiões tem nomes assim, isso é bem típico deles.

Fonte: Autora

As respostas apresentadas demonstraram que o enredo escolhido é relevante, apresenta um contexto do cotidiano desse público e uma problemática que estimula ao leitor propor soluções para tal.

Assim, podemos assegurar que os casos apresentados contam uma história que é considerada relevante, que desperta um interesse e cria uma empatia. Tais elementos são apresentados por Herreid (1998) como elementos essenciais para a elaboração de um “bom caso”.

Quanto a temática, esta também foi considerada relevante para os alunos da escola onde os professores atuam. Pois, segundo eles, a temática envolve um problema do cotidiano dos alunos e permite a formação de um cidadão crítico. A temática ainda é considerada pertinente, tendo em vista que aborda um problema socioambiental e uma população que mora próximo ao rio.

Além dos elementos essenciais identificados na categoria anterior, é possível perceber que o elemento “forçar a tomada de decisão” foi identificado pelos validadores.

As características dos personagens apresentadas nos casos foram consideradas semelhantes às que são apresentadas pelas pessoas que vivem às margens do Rio São Francisco. Queiroz e Cabral (2007) destacam que os diálogos que apresentam a identidade dos personagens, já através de expressões coloquiais ou descrição do ambiente em que se passa a história, permitem uma familiarização com a narrativa e consequentemente criar uma empatia com os personagens. Nesse aspecto, os casos aqui elaborados apresentam mais um dos elementos propostos por Herreid.

4.3 O teor pedagógico dos Casos

Essa unidade de registro surge da necessidade de compreender como os licenciandos de posse dos casos apresentados inicialmente que foram elaborados por esta pesquisadora, visualizam o preceito pedagógico que esse material pode expressar, ou seja, que permitem aos leitores e futuros professores vislumbrarem em sua prática pedagógica. Os resultados apresentados nessa unidade são procedentes do questionário inicial apresentado na primeira etapa do curso. Emergindo assim duas categorias: Possíveis estratégias de ensino e os conteúdos. É importante ressaltar que os casos aos quais permitiram essa análise são os que foram apresentados inicialmente e elaborados por esta pesquisadora.

❖ Possíveis estratégias de ensino

Sobre a utilização dos casos em suas aulas, os futuros professores destacaram os casos sendo inseridos em estratégias de ensino como em sequências de ensino ou oficina temática, também destacaram a utilização da experimentação e questionários como demonstra no quadro 6 a seguir:

Quadro 6: Possíveis estratégias de ensino as quais os casos possam se encontrar inseridos.

Categorias	Aspectos observados	Validadores
Possíveis estratégias de ensino	Sequências de Ensino, oficinas temáticas, experimentação e aplicação de questionário.	A1: <i>Procuraria recursos didáticos com tecnologias como aplicativos com escalas de pH e outros, para auxiliar no caso de investigação e faria uma SEI baseada nos contextos e na ciência para apresentar aos alunos. No momento da elaboração da</i>

	<i>SEI, faria já pesando em algumas modificações caso fosse preciso no andar da apresentação.</i> <i>A2: Em uma sequência de ensino ou em uma oficina temática, acho que seria bastante interessante.</i> <i>A3: É uma boa oportunidade para fazer com que um tema socioambiental dialogue com conceitos científicos, por isso, eu os utilizaria como temas geradores, que são repletos de sentido para os estudantes, a fim de desenvolver um ambiente de aprendizagem envolvente, que retire os educandos de sua condição passiva no processo de aprendizagem. Para isso, estratégias de ensino, como o uso de experimentos, estudo de casos e mobilização desses estudantes, buscando solucionar a problemática, seriam incluídas no planejamento e desenvolvimento das aulas.</i>
Aproximações com os métodos de aplicação do CI apresentados por Francisco (2018): Método de discussão e Método Leitura	<i>A4: Trazer o caso para aula e fazer uma leitura, aplicar um questionário com perguntas relacionadas ao caso logo depois da discussão da problemática, uma apresentação oral da resolução do caso pelos alunos e um questionário no final.</i> <i>A3: Tentaria reduzir um pouco os textos e antes de entregar as histórias faria uma aula de orientação relatando casos ocorridos na região.</i>

Fonte: Autora.

Percebe-se pelas estratégias propostas que os futuros professores enxergam um leque de possibilidades para a aplicação, e que a utilização desse instrumento permite a participação ativa do estudante, estabelecendo conexão entre os conhecimentos cotidianos e os conhecimentos científicos. Vale ressaltar ainda, que o participante A1 sugere algumas modificações, acreditamos que seja referente a temática, entretanto, ele não atribui mais detalhes sobre isso.

As propostas apresentadas por A1, A2 e A3 não descrevem com detalhes o método utilizado com minúcias suficientes para compararmos com aqueles apresentados no quadro 1. Porém, quando indagados sobre como utilizariam os casos em suas aulas, eles destacaram alguns trechos que remetem aos métodos de aplicação do CI apresentados por Francisco (2018).

O trecho da resposta relacionada a A4 apresenta aproximações com o método de discussão, pois a proposta é que os alunos realizem uma leitura, seguida de uma discussão e apresentação da solução, o professor ainda frisa que tal apresentação será realizada de modo oral, como uma espécie de júri. Já a proposta de A3 assemelha-se ao método leitura, ou aula expositiva. Entretanto, as respostas obtidas no questionário parecem um pouco vagas, o que requer um momento de discussão sobre estes aspectos antes de iniciarmos as formações sobre as características.

Ainda sobre as estratégias de ensino, buscamos também averiguar a compreensão destes futuros professores quanto a utilização dos casos no ensino híbrido ou no ensino remoto, tendo em vista, que tais abordagens de ensino estão sendo inseridas em diversos contextos educacionais, em razão do momento pandêmico que estamos vivenciando, e todos relataram que tal estratégia e recurso didático poderiam ser abordados de forma híbrida ou remota, permitindo que através da utilização de tecnologias os alunos possam interagir uns com os outros apresentando seus anseios, posicionamentos e propostas de solução.

Quando questionados sobre se apenas a utilização das narrativas permitia identificar sua utilidade pedagógica para o grupo de alunos ao qual estão trabalhando, apenas um dos futuros professores relatou que não seria possível, pois considerava o problema um pouco distante da realidade dos alunos.

A1: Não, eu tentaria incluir algum outro problema socioambiental de mesma perspectiva, que estivesse

próximo da comunidade na qual os estudantes da escola que atuam estejam inseridos, como, por exemplo a poluição dos corpos d'água por agentes químicos orgânicos e seus respectivos impactos na economia e saúde desta, tentando criar um vínculo com as experiências vivenciadas pela população da foz do rio São Francisco.

Entretanto, quando indagados sobre como a narrativa proposta pode apresentar um contexto atual para sua localidade, todos relatam que isso estaria associado aos fatores sociais, científicos e ambientes relacionados a temática. Nesse sentido, entendemos que o validador que não identificou a utilidade pedagógica nos casos apresentados para seus alunos, pois estaria relacionada às características dos personagens e ao contexto em que a história não se assemelha ao seu contexto. Mas os fatores relacionados a problemática sim.

Encontramos aqui um aspecto que possa ser reformulado nesse primeiro protótipo, na tentativa de promover a empatia dos leitores com os personagens despertando assim o interesse pela problemática. Isso também ressalta os aspectos essenciais apresentados por Herreid.

Além disso, relataram também que o material apresenta aspectos que permitem trabalhar de forma interdisciplinar com outras disciplinas, como Biologia, Geografia e Física.

❖ Conteúdos

Quanto aos conteúdos de Química que podem ser abordados com a utilização dos casos, a figura 7, apresenta os conteúdos destacados pelos professores. O conteúdo pH foi o mais destacado por eles. Os demais emergiram em uma observação igualitária. Os conteúdos citados podem sim serem abordados com a utilização dos casos, pois estes estão diretamente ou indiretamente ligados as problemáticas apresentadas em ambas as narrativas.

Essa diversidade dos conteúdos que podem ser trabalhados reflete na importância do planejamento da aula, da intencionalidade e dos objetivos que o professor pretende obter com a utilização desse material. E assim como o professor identificou uma série de conteúdo, o aluno também pode vir a identificá-los, assim o papel do professor durante a aplicação do caso será como um norteador do processo de ensino e

aprendizagem de modo a auxiliar os alunos nos caminhos percorridos para atingir o objetivo que se pretende.

Figura 16 – Conteúdos de Química identificados pelos professores que podem ser trabalhados com a utilização dos casos.



Fonte: Autora.

4.4 Capacidades do Pensamento Crítico

O questionário inicial teve o intuito de obter um levantamento preliminar de modo a identificar se as capacidades do Pensamento crítico se encontram expressas no material apresentado aos validadores. E para isso, elencamos as capacidades apresentadas por Silva (2020) como guia para averiguar se tais capacidades encontram-se expressas nos casos apresentados inicialmente e nas SEI produzidas. Assim, para facilitar o entendimento e a organização, essa unidade de registro será dividida em duas subunidades: 4.4.1 Capacidades do PC nos casos iniciais e 4.4.2 Capacidades do PC nas SEI.

As capacidades pensadas intencionalmente para essa análise foram: “**Focar uma questão**”; “**Fazer e avaliar induções**”, “**Decidir sobre uma ação**” e “**Interagir com outros**”. Tais capacidades serão nossas categorias, nelas buscamos identificar se os descritores que ajudam a caracterizar essas capacidades estão expressos no material.

4.4.1 Capacidades do PC nos Casos iniciais

❖ Focar uma questão

No trabalho de Silva (2020) essa capacidade não é empregada intencionalmente no material, porém os validadores desse trabalho verificaram que ela pode ser expressa durante o processo de aplicação do material proposto.

Nesta pesquisa, escolhemos o descritor “identificar uma questão” para verificar se a capacidade “Focar uma questão” se encontra expressa. Para tal, foi realizado um questionamento inicial sobre os casos, trata-se da principal questão abordada no texto. Os professores identificaram como questão principal os problemas socioambientais relacionados a água do Rio São Francisco:

A1: Problemas que envolvem o rio São Francisco.

A2: A salinização das águas do rio São Francisco e seus respectivos impactos socioambientais.

A3: Problemas ambientais relacionados com a água.

Tais respostas, nos permitiram identificar que a capacidade “Focar uma questão” encontra-se expressa nos casos. Pois, a temática abordada em ambos os casos é pertinente aos problemas socioambientais enfrentados pelas comunidades ribeirinhas do Rio São Francisco.

❖ Fazer e avaliar induções

Para essa capacidade, escolhemos os descritores “investigar”, “explicar e formular hipóteses”, procurando evidências e contra-evidências e “procura de outras conclusões possíveis”. Esses descritores foram os mesmos empregados por Silva (2020), entretanto, o foco da pesquisa desenvolvida por ele foram as atividades investigativas e aqui o foco são os CI.

Para investigar se o descritor explicar e formular hipóteses, dois questionamentos foram utilizados, o primeiro está relacionado sobre o que os professores sabem sobre a situação-problema de cada caso e o segundo sobre o que eles precisam saber para solucionar os casos.

A1: Que a água do rio está com algum problema ambiental e que afeta direta e indiretamente o cotidiano dos moradores daquelas regiões. [...]A causa real dos problemas que afetaram os rios.

A2: Conheço apenas de modo genérico alguns problemas gerados por tal desequilíbrio, como, por exemplo, que o desaparecimento de espécies nativas afeta a cadeia trófica da localidade, e isso tem um impacto na sua economia e qualidade de vida da população local. [...]Um pouco de tudo, desde conceitos químicos, biológicos, sociais e históricos. Por exemplo, conceito de pH, relações entre seres vivos, aspectos da economia local, direitos civis etc...

A3: no caso 1 a situação-problema está relacionada a água salobra, no caso 2, mudança do pH. Entender um pouco da região, da ciência e da tecnologia para realizar as análises.

As respostas apresentadas deixam evidente que os CI estimularam os professores a formular hipóteses, para explicar o que sabiam e o que precisavam saber sobre o caso. Também é perceptível a necessidade de avaliar essas hipóteses elaboradas, buscando evidências e contra-evidências que explicam a escolha de tais hipóteses. Os professores também relatam que as informações apresentadas não são suficientes ou válidas para apoiar as conclusões apresentadas sobre a situação problema, reforçando a necessidade de buscar evidências e contra-evidências sobre a problemática.

A3:[...] Não é possível identificar uma causa concreta para os problemas. O que dá margem para o estudante buscar outros meios para responder o questionamento.

Dessa forma, podemos inferir que os casos expressam os descritores investigar, formular e avaliar hipóteses, buscando evidências e contra-evidências.

Quanto ao descritor “outras possíveis conclusões” este também demonstra ser expreso nos casos, pois quando os professores foram questionados sobre a situação-problema dos casos estes afirmaram que é possível que existam outras conclusões sobre tal, pois as lacunas existentes na narrativa permitem que este descritor seja expreso. Como demonstram os trechos a seguir:

A1: Sempre há, desde que tenha embasamento histórico e científico.

A2: Sim, possivelmente pode ser devido a alguma poluição, contaminação ou despejo que tenha ocorrido nas margens do rio.

❖ Decidir sobre uma ação

Os descritores “definir o problema” e “selecionar os critérios para avaliar possíveis soluções” foram os escolhidos para analisar se os casos expressam a capacidade decidir sobre uma ação. Quanto ao primeiro descritor fica evidente, o caso expressa a necessidade de definir o problema, pois exigem que os leitores identifiquem-no. E isso fica evidente no questionamento final apresentado em cada caso, bem como nas respostas apresentadas pelos professores sobre quando foram indagados sobre a questão principal de cada um dos casos:

A1: Problemas que envolvem o rio São Francisco.

A2: A salinização das águas do rio São Francisco e seus respectivos impactos socioambientais.

A3: Problemas ambientais relacionados com a água.

Apesar das respostas apresentadas estarem mais relacionadas a temática geral, tais respostas servem para ressaltar a importância da mediação do professor na resolução dos casos e da intencionalidade de cada etapa para o objetivo proposto.

Sobre o descritor “selecionar os critérios para avaliar possíveis soluções”, partimos de três questionamentos que nos levaram a dois caminhos que auxiliaram identificar se é possível que este seja expresso apenas através da narrativa: (a) As fontes que os professores utilizariam para construir a proposta de solução para o problema; (b) a importância das questões/assuntos abordados tanto nos casos como na proposta de solução para os professores e para a sociedade.

Sobre o caminho (a), as respostas estiveram ligadas diretamente a utilização de livros, artigos científicos, revistas e profissionais da área, todos elegeram essas fontes por acreditarem que sejam critérios confiáveis sobre a informação e auxiliariam melhor na tomada de decisão:

A1: Livros de autores com alguma proficiência no tema, artigos científicos, portal de órgãos que estudam sobre o tema ou tem alguma propriedade para falar sobre ele. A credibilidade da procedência da informação.

A2: Utilizaria vídeos, artigos científicos e conversa com algum profissional na área. Afim de elucidar questionamentos gerados a partir do problema.

A3: Artigo, revista, porque são fontes confiáveis e ajuda de forma relevante na construção da solução.

Quanto ao caminho (b), o reconhecimento da importância dos assuntos abordados nos casos faz os alunos refletirem sobre a importância de estudar um determinado assunto. E consequentemente avaliar a solução que seja mais viável para o problema. Tais características são postas nas respostas apresentadas pelos professores:

A1: Sim, pois faço parte de um ecossistema ambiental, social, tecnológico e científico, e, como cidadão, é meu dever participar de tais debates e propor soluções que visam o bem-estar da coletividade.

A2: Sim. Por mais que não esteja inserido diretamente com o problema. Somos afetados indiretamente, seja com a alimentação proveniente daquela região que pode ter consumido a água poluída ou até mesmo com o consumo e distribuição da água poluída.

A3: Sim, pois estamos interligados por meio de nossa relação planetária, e qualquer tema que envolva questões que impactam o meio ambiente e trate de debates científicos, ambientais, sociais e tecnológicos deveria ser de interesse coletivo.

A4: Sim. Abordar os fatos e questões-problema que permeiam a sociedade é permitir inserir o estudante no seu meio e garantir o protagonismo e a construção do conhecimento.

Diante disso, entendemos que os CI obedecem também a um dos princípios de design propostos por Silva (2020):

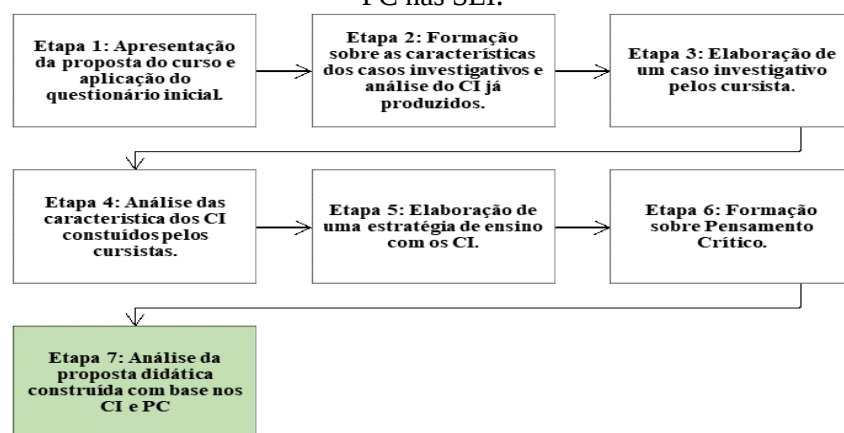
“um princípio de design: As atividades investigativas para a mobilização de capacidades de pensamento crítico devem ser estruturadas abordando temáticas reais e materiais presentes na realidade dos alunos ou que auxiliem na sua compreensão sem distanciar-se dela (p.46)”.

Portanto, podemos inferir que os descritores “definir o problema” e “selecionar os critérios para avaliar possíveis soluções”, e a capacidade “decidir sobre uma ação” encontram-se expressos nos casos produzidos inicialmente.

4.4.2 Capacidades do PC nas SEI

Os resultados que deram origem a essa subunidade de registro são oriundos da última etapa do curso correspondente a etapa de análise da proposta didática elaborada pelos grupos de validadores com base nas discussões sobre CI e PC, como demonstra a figura 17 a seguir. A análise dos resultados apresentados nos permite inferir quais capacidades do PC os validadores identificaram expressas no material proposto por eles.

Figura 17: Etapa da formação correspondente a origem da unidade de registro “Capacidades do PC nas SEI.



Fonte: Autora.

Nessa última etapa do curso e amparados nas discussões realizadas na etapa 6 do curso, foi solicitado que para a realização dessa etapa e da atividade final a qual solicitava a análise do material com foco no PC, os validadores buscassem avaliar se as capacidades “Focar uma questão”; “Fazer e avaliar induções”; “Decidir sobre uma ação” e “Interagir com outros”, em destaque na figura 18, a seguir, encontravam-se expressas no material.

Figura 18: Capacidades do PC elencadas de acordo com SILVA (2020) para identificação na SEI.



Fonte: Autora.

É importante ressaltar que tais capacidades escolhidas para análise foram o foco desta pesquisa. Porém, por se tratar de uma pesquisa estruturada em uma *pesquisa*

de desenvolvimento (*Design Research*), a qual permite identificar elementos que ajudam a aprimorar o material didático elaborado. Deixamos evidente para os validadores que durante essa etapa eles poderiam identificar outras capacidades possíveis que estarem expressas no material.

O quadro 7, na página 59 a seguir, apresenta um resumo da análise realizada pelos validadores do grupo 1. Nesse resumo, os validadores descreveram brevemente o planejamento de cada etapa da SEI destacando as capacidades do PC que poderiam encontrar-se expressa em cada etapa. De acordo com a análise realizada dos validadores desse grupo na proposta elaborada por eles, as capacidades **“Focar uma questão”**; **“Fazer e avaliar induções”**; **“Decidir sobre uma ação”** e **“Interagir com outros”** encontraram-se expresse. Eles também destacaram mais duas capacidades que podem encontrar-se expressa no material, são elas: **“Analisar argumentos”** da área clarificação elementar e **“Fazer e avaliar juízo de valor”** da área inferência.

Entretanto, os validadores não tecem comentários mais detalhados justificando o motivo pelo qual essas novas capacidades foram consideradas expressas no material. Essa não apresentação dessas justificativas, deixam uma lacuna na análise a qual pode um ponto de destaque que nos permite inferir que o material necessita passar por uma nova análise com os validadores, ou até mesmo com validadores que estudam sobre PC, no intuito de que esse novo processo de validação permita um aprimoramento do material e reformulação da SEI proposta.

Quadro 7: Análise das capacidades do PC sobre a SEI produzida pelo grupo 1.

Descrição breve das estratégias apresentadas na SEI	Capacidades de PC em foco
AULA 01 Neste primeiro momento da SEI, foi elaborado um CI fictício com a problemática de salinidade das águas do Rio São Francisco. Apresenta uma questão investigativa direcionada a temática para ser discutida em sala de aula e partindo dos argumentos dos alunos, o professor mediador fomenta a problematização, suscitando no estudante uma forma para resolver o impacto ambiental.	Focar uma questão; Analisar argumentos; Interagir com outros.

AULA 02

O segundo momento traz um texto informativo que explica a relevância de discutir a temática salinidade enquanto contexto socioambiental.

Apresenta um questionário problematizador como o intuito de os alunos expressarem suas opiniões sobre a situação-problema na forma escrita. Para essa aula, é proposta uma discussão sobre a importância da qualidade da água da foz do rio São Francisco para a sociedade, discutir como essa salinidade reflete as condições ambientais do rio para o meio ambiente.

Também é proposto um experimento, onde o professor busca através da experimentação uma compreensão mais significativa e abrangente do conteúdo de equilíbrio químico, associando a assimilação desse conhecimento com a sua aplicação no cotidiano.

Analisar argumentos;
Fazer e avaliar induções;
Interagir com outros.

AULA 03

No terceiro e último momento da SEI, traz uma atividade que busca determinar teoricamente as reações em reversíveis ou irreversíveis.

Desse modo, espera-se que os estudantes possam a partir das informações já discutidas, determinar as causas da salinidade nas águas do rio São Francisco, desse modo, os alunos são convidados a resolver uma questão do enem que abrange essa temática.

Induzir e avaliar induções;
Fazer e avaliar juízos de valor;
Focar uma questão;
Decidir sobre uma ação.

Fonte: Adaptada de material elaborado pelos validadores do grupo 1.

O quadro 8, na página 61 a seguir, apresenta um resumo da análise realizada pelos validadores do grupo 2. Nesse resumo, os validadores também descreveram brevemente o planejamento de cada etapa da SEI destacando as capacidades do PC que poderiam encontra-se expressa em cada etapa e teceram comentários sobre como as capacidades poderiam ser expressas.

De acordo com a análise realizada pelos validadores do grupo 2 na proposta elaborada por eles, as capacidades **“Focar uma questão”**; **“Fazer e avaliar induções”**; **“Decidir sobre uma ação”** e **“Interagir com outros”** encontraram-se expressa. Eles também destacaram mais duas capacidades que podem encontrar-se expressas no material, são elas: **“Analisar argumentos”** da área clarificação elementar; **“Fazer e avaliar observações”** e **“Fazer e responder a questões de clarificação e desafio”** da

área suporte básico; e a capacidade “**Definir termos e avaliar definições**” da área clarificação elaborada. O grupo 2 apresenta as capacidades sempre tecendo comentários que permitem inferirmos que evidenciam que elas encontram-se expressas no material.

Quadro 8: Análise das capacidades do PC sobre a SEI produzida pelo grupo 2.

Descrição breve das estratégias apresentadas na SEI	Capacidades de PC em foco
AULA 01 Caso investigativo O professor deverá iniciar a aplicação do caso investigativo e propor a leitura, discutir questões relacionadas ao estudo do caso e ao cotidiano dos estudantes. Aplicação de questionário Nesse momento será solicitado que os estudantes respondam os questionários propostos durante a sequência.	Clarificação elementar – Focar uma questão, Analisar argumentos. Essa aula em destaque apresenta o caso investigativo em que os estudantes realizaram a leitura. O CI traz o tema que será utilizado na problematização. É onde temos o primeiro contato do estudante com a problemática. Pode-se também identificar passagens, falas, interações no texto que possibilitem a sua interação (Analisar argumentos). Suporte básico – Fazer e avaliar observações. Durante a aula o estudante fará a leitura do material e destacará de forma crítica os pontos que lhe chamaram atenção. Devendo destacar, avaliar e discutir aqueles pontos. Estratégias e táticas - Interagir com os outros. A interação dessa aula será realizada mediante debate e discussão mediado pelo professor.
AULA 02 Vídeo + Utilização de simulação O professor fará apresentação da parte conceitual da sequência de ensino. Nesse momento será utilizado algumas ferramentas para que seja possível promover o processo de ensino e aprendizagem do estudante. Resolução de questões	Clarificação elementar - Analisar argumentos, Fazer e responder a questões de clarificação e desafio. Nessa aula será apresentado um vídeo em que os estudantes deverão observar e fazer uma análise crítica do que fora proposto. Suporte básico - Fazer e avaliar observações, Fazer e avaliar induções. Como essa será a nossa aula “conceitual” os estudantes terão mais contato com os conceitos químicos, o que pode promover algumas dúvidas e forçar a tomada de

Serão apresentadas questões referentes aos conceitos estudados nessa aula.	<i>decisão por alguns estudantes para buscarem entender mais sobre o conteúdo abordado (visto o pouco conhecimento e domínio do mesmo) durante a sequência de ensino.</i> Estratégias e táticas - Interagir com os outros. <i>As aulas serão bastante dinâmicas (embora remotamente) promovendo a interação entre estudantes/professor e estudantes/estudantes.</i>
AULA 03 Construção da Charge Será proposto a construção de um material (charge), essa charge deverá conter os conteúdos desenvolvidos e aprendidos durante essa sequência. Divulgação da charge A charge produzida será utilizada como forma de conscientização daqueles que não participaram da sequência. Os estudantes poderão utilizar o material na sua comunidade ou até mesmo na escola.	Clarificação elementar - Focar uma questão, Analisar argumentos. <i>Essa aula será dividida em dois momentos que podemos identificar essas capacidades. No primeiro momento, se construirá um diálogo a respeito da charge, do que é e como funciona. Logo em seguida, discutiremos com os estudantes sua criação, com um tema central que poderia ser ramificado a partir da sua imaginação.</i> Clarificação elaborada - Definir termos e avaliar definições. <i>Nessa etapa, acreditamos que o estudante será capaz de identificar o que foi proposto e questionar a respeito. Saber ser crítico na sua tomada de decisões com o que viu durante o desenvolvimento da sequência.</i> Estratégias e táticas - Decidir sobre uma ação, Interagir com os outros. <i>Nesse último momento, acreditamos que os estudantes conseguiram identificar o problema e que puderam tomar uma decisão a respeito do problema proposto na sequência de ensino. A partir do que foi discutido durante os encontros anteriores, com a parte social e científica, eles foram capazes de refletir de forma crítica sobre os temas abordados. Construindo sua conclusão através das charges que foram produzidas.</i>

Fonte: Adaptada de material elaborado pelos validadores do grupo 2.

Os resultados apresentados para essa categoria demonstraram que além das capacidades que foram pensadas intencionalmente para estarem expressas nos casos iniciais, também se encontram presentes nas SEI propostas para os casos elaborados para cada grupo. Além dessas capacidades, os validadores identificaram na proposta elaborada outras capacidades que se apresentam expressas no material, tais como, **“Analisar argumentos”** da área da clarificação elementar; **“Definir termos e avaliar definições”** da área da clarificação elaborada. Evidenciando ainda mais o potencial de estratégias com a utilização de Casos Investigativos quanto a mobilização de capacidades do Pensamento Crítico.

Apesar dos grupos terem realizado uma análise geral das SEI em relação ao Pensamento Crítico, é importante ressaltar que ambos os grupos destacaram as capacidades do PC que podem encontrar-se expressas na etapa de apresentação dos casos elaborados pelos bolsistas, e que consequentemente, eles identificaram como expressas nos casos.

As capacidades pensadas para os casos iniciais apresentados durante a formação inicial foram: **“Focar uma questão”**; **“Fazer e avaliar induções”**; **“Decidir sobre uma ação”** e **“Interagir com outros”**. Para a produção dos casos pelos bolsistas também foi solicitado que eles pensassem intencionalmente nessas capacidades para os casos que produziram.

Entretanto, de acordo com a análise realizada pelo grupo 1 sobre as capacidades expressas na SEI, percebemos que a aula 01, se trata da aula que o caso será apresentado aos alunos. Nessa aula, os validadores do grupo 1 destacaram que as capacidades **“Focar uma questão”**; **“Analisar argumentos”**; **“Interagir com outros”** poderiam ser expressas durante essa aula, e consequentemente nos casos. Desse modo, os validadores destacaram como capacidades expressas no caso elaborado por eles apenas duas das que estavam em destaque nessa pesquisa. No entanto, uma outra capacidade aparece em destaque, a capacidade **“Analisar argumentos”**, sendo este mais um aspecto que nos auxilia na formulação do protótipo.

Quanto a análise realizada pelo grupo 2, os casos também são apresentados na aula 01 da SEI. Nessa aula, os validadores do grupo 2 destacaram que as capacidades **“Focar uma questão”**; **“Analisar argumentos”**; **“Fazer e avaliar observações”**, e **“Interagir com outros”** poderiam ser expressas durante essa aula e também nos casos.

Das capacidades as quais foram solicitadas que estivessem expressas no material apenas duas aparecem em destaque pela análise do grupo: **“Focar uma questão”** e **“Interagir com outros”**, e duas novas capacidades foram destacadas pelos validadores desse grupo: as capacidades **“Analisar argumentos”** e **“Fazer e avaliar observações”**.

Nesse sentido, podemos inferir que as capacidades pensadas se encontram expressas no material e que outras capacidades também podem ser expressas. Além disso, a intencionalidade e a definição do planejamento do professor durante a aplicação dos casos irão determinar se as capacidades podem ser expressas e mobilizadas na aplicação dessa metodologia didática.

5. Considerações finais

É importante destacar que os resultados apresentados nessa pesquisa são oriundos de um primeiro contato dos participantes da pesquisa com as temáticas vinculadas nela. Assim, as etapas seguintes consistiram em um estudo mais aprofundado sobre os CI e o PC.

A análise inicial dos casos elaborados por esta pesquisadora e realizada por um grupo de futuros professores que atuam em uma escola que não é localizada às margens do Rio São Francisco, mas que utilizam da água em situações cotidianas, permitiu inferir sobre os aspectos apresentados por Herreid (1998), mostrando que tais elementos ainda são relevantes para a elaboração dos casos. As capacidades do Pensamento Crítico pensadas intencionalmente se encontram expressas nos casos. Assim como, no material construído pelos participantes desta pesquisa.

A produção de uma estratégia de ensino simultânea ao estudo teórico sobre o material construído foram de suma importância para a formação dos participantes do curso, levando-os a refletir sobre a relevância do conhecimento teórico durante a construção de uma estratégia de ensino.

A metodologia de pesquisa adotada e orientada pela pesquisa de desenvolvimento (*Design Research*) demonstrou que além das capacidades do PC pensadas intencionalmente para esta pesquisa, outras capacidades de pensamento crítico acabam sendo expressas no material quando se busca construir uma estratégia didática com casos investigativos. Além das capacidades foco desta pesquisa como “Focar uma questão”; “Fazer e avaliar induções”; “Decidir sobre uma ação” e “Interagir com outros”, os validadores apontaram para outros conjuntos de capacidades que também estão relacionadas com a utilização dos Casos Investigativos como proposta didática, como as capacidades de “Analisar argumentos”, “Definir termos e avaliar definições”, “Fazer e responder a questões de clarificação e desafio”, “Fazer e avaliar observações”.

Nesta pesquisa, ainda do ponto de vista da *Design Research*, a qual tivemos como referência o trabalho concretizado por Silva (2020), realizamos o caminho inverso ao apresentado por esse pesquisador, pois o processo de validação do material elaborado por ele teve início com validadores especialistas nas temáticas sobre atividades investigativas e PC, seguido de validação do professor da Educação Básica e aplicação em sala. Esta pesquisa apresentada foi realizada com validadores, os quais são futuros professores de

Química que ainda estão em formação inicial e não conheciam as temáticas abordadas, os quais durante o processo de validação do material e estratégia didática conseguiram identificar vários aspectos que permitem um refinamento do material, permitindo assim atingirmos os objetivos desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. de (org); NASCIMENTO, V. B. do; CAPECCHI, M. C. de M.; VANNUCHI, A. I., CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M. ; ARAÚJO, R. S. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1º Edição. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARBOSA, J.C.; OLIVEIRA, A.M.P. Por que a pesquisa em desenvolvimento na educação matemática? **Revista do programa de pós-graduação em educação matemática da universidade federal de mato grosso do sul**. V. 8, 2015.

BERGLAND, M. et al. Exploring biotechnology using case based multimedia. **American Biology Teacher**, Nova Iorque, v. 68, n. 2, p. 81-86, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CARVALHO, A.M.P. (org.) **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017, 152 p.

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.

CONANT, J. B. **On understanding science: an historical approach**. Yale: Yale University Press, 1951.

FRANCISCO, W. **Casos investigativos e relações com o saber no Ensino de Ciências**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2018.

FRANCISCO, W. Uma releitura das características para um bom? Caso: tecendo aproximações com as crônicas narrativas. **Revista debates em ensino de química**, 8(1), 183-201, 2022.

FRANCISCO, W., & Benite, A. M. Casos Investigativos e a Relação com o saber. **Química Nova**, 39, p. 383-392. Disponível em https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422016000300383&script=sci_abstract > Acesso em: 30 Fev. 2021.

HERREID, C. F. What is a case? Bringing to science education the established teaching tool of law and medicine. **Journal of College Science Teaching**, Arlington, v. 27, n. 2, p. 92–94, 1997.

HERREID, C. F. Can case studies be used to teach critical thinking? **Journal of College Science Teaching**, 33, 12-14, 2004. Disponível em: <https://sciencecases.lib.buffalo.edu/pdfs/Can%20Case%20Studies%20Be%20Used%20to%20Teach%20Critical%20Thinking-XXX-6.pdf>> Acesso em: 24 Abr. 2021.

HERREID, C. F. Case study teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, Wiley, n. 128, p. 31–40, 2011.

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.

HERREID, C. F. The chef returns: a recipe for writing great case studies. **Journal of College Science Teaching**, Arlington, v. 48, n. 3, p. 38–42, 2019.

MOREIRA, H. CALEFFE L.G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

MOURA, F. A.; SILVA, R. Uma Proposta para o Estudo de Empuxo por meio de Atividades Investigativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 1, p. 155-176, Brasília, 2019.

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

QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza – Ensino Médio**. São Paulo. 2012. Disponível em: http://www.gpeqsc.com.br/sobre/manuais/natureza_estudo_casos.pdf. Acesso em: 08 jun 2020.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. de O. Org. **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point gráfica e editora. 2016. Disponível em: http://www.cdcc.usp.br/livros/2016-Estudos_de_Caso.pdf Acesso em: 24 jun 2020.

REYNOLDS, J. I. Case types and purposes. In: Reynolds, R. I. (org.). **Case method in management development: guide for effective use**. Geneva, Suíça: International Labour Office, n. 17, 1980, p. 123–132.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**. v. 30. n. 3. p. 731-739. 2007. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No3_731_38-ED06200.pdf. Acesso em: 23 maio 2020.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Caso no Ensino de Química**. Editora Átomo. Campinas-SP. 2010.

SANTIAGO, O. d. (2018). Perspectivas da abordagem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações com as capacidades de pensamento crítico. São Cristóvão, SE: **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)- Universidade Federal de Sergipe. Disponível em <<https://ri.ufs.br/handle/riufs/8329>> Acesso em: 20 Jan 2021.

Silva, E. L. Contribuições da elaboração de sequências de ensino aprendizagem tratando das tendências interdisciplinaridade, cotidiano e história da ciência no âmbito da formação de professores da Universidade Federal de Sergipe. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Instituto de Física, Salvador, 2014.

SILVA, L. H. B. da. Capacidades de pensamento crítico em atividades experimentais investigativas: uma perspectiva para a abordagem metodológica da pesquisa de desenvolvimento. 2020. 127 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020. Disponível em <<http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/13543>> Acesso em: 28 Nov. 2020.

SANTOS, J. M. O ensino da gravitação universal de Newton através da história da ciência e da argumentação: desenvolvimento e análise de uma sequência didática. Salvador, BA: **Dissertação** (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24711/1/DISSERTA%C3%87%C3%82O-JOSEBEL.pdf>> Acesso em: 08 abr 2020.

TENREIRO-VIEIRA, C., VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico:.. **Revista Brasileira de Educação**, 18, 163-242, 2013. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v18n52/10.pdf>> Acesso em: 18 Out. 2020.

VIEIRA, R. M., TENREIRO-VIEIRA, C. Práticas Didático-Pedagógicas de Ciências: Estratégias de Ensino / Aprendizagem Promotoras do Pensamento Crítico. **Saber e Educar**, 20, 34-41, 2015. Disponível em <<http://revista.esepf.pt/index.php/sabereducar/article/view/19>> Acesso em: 23 Out. 2021.

APÊNDICE A

CASOS INVESTIGATIVOS

Caso 1 - O rio que pode virar mar: S.O.S Velho Chico

Sr. Epaminondas Dourado é um pescador que reside na comunidade Pixaim. O povoado é o último banhado pelo Rio São Francisco e fica localizado próximo da foz do Rio, na cidade de Piaçabuçu - AL. Esse povoado é rodeado por dunas de areia que são consideradas vivas. Em Pixaim, residem cerca de vinte famílias quilombolas, que devido a movimentação dos bancos de areias, de tempos em tempos, esses habitantes mudam suas casas dentro do mesmo espaço. As casas são construídas com taipa e a maioria delas não possuem energia elétrica e nem água encanada. Sendo o único recurso hídrico dessas famílias a própria água do Velho Chico.

Há pouco mais de uma semana, o Sr. Epaminondas percebeu uma mudança no tamanho e nos tipos de peixes da região e, a pesca, sua única fonte de renda, tem sido afetada por isso. Ainda sobre a água do rio, dona Raquel, sua esposa, que habitualmente cuida da água para consumo, vem se queixando que a água está um pouco salgada.

Dona Raquel: — Oh, Epaminondas, você tem notado que a água do mar está mais misturada com água do rio, homi? A água de beber está salgada!

Epaminondas: — Mulher, agora tu me fizeste lembrar uma coisa: outro dia a plantação de arroz de Zé de Madalena estava toda caidinha. Será que a água do rio se misturando com a do mar tá causando esse problema? Eita, meus peixes, será que também tão sendo afetados?! Bom, amanhã, nossa Açucena retorna da cidade, já vi ela falando disso quando bebe da água aqui em casa, ela poderá nos ajudar a entender o que está acontecendo.

Açucena é filha de Sr. Epaminondas e Dona Raquel. Ela conseguiu ingressar numa universidade pública, ela é estudante de química na Universidade Federal de Alagoas e vem participando de discussões num grupo de pesquisa que estuda as questões ambientais. No dia seguinte...

Epaminondas: — Que bom que você retornou hoje, minha filha, estamos com um problema sério! Nessas últimas semanas, a água do rio baixou muito e os peixes que pesquei são bem pequenos, encontrei alguns peixes mortos, e pior, os peixes de água

salgada já estão aqui do lado de casa. Essa é nossa única renda, minha filha! Eu nasci e me criei aqui, e não quero sair.

Dona Raquel: - Filha, sem falar na água para beber e cozinhar que está salgada demais.

Açucena: — Que triste, painho! Já venho percebendo que a vegetação próxima ao nosso povoado mudou, parecem plantas de mangues. Pois é, muita coisa tem mudado. Eu li em um jornal em fevereiro desse ano que a vazão das hidroelétricas diminuiu muito, em menos de um mês, a vazão da represa de Xingó, entre Alagoas e Sergipe, caiu de 2.800 m³/s, para os atuais 900 m³/s. E o pior, mainha, as autoridades governamentais nem falam muito disso.

Epaminondas: — Precisamos de sua ajuda, minha filha! Sugestões para resolver isso! Eu não quero sair do meu lugar.

Açucena: — Calma, painho! Segunda volto para a universidade, vou relatar tudo isso para os membros do grupo de pesquisa. Penso que eles poderão nos ajudar a entender esse problema!

Suponha que vocês fazem parte do grupo de pesquisa no qual Açucena participa e tenham que esclarecer o que está acontecendo e, ainda, apontar possíveis soluções para o caso. Como saber se a água está realmente salobra? E por que isso afeta tanto a vida dos pais de Açucena?

Caso 2 – O rio que pode virar mar: presta atenção no pH

Clara e João são irmãos que estudam numa Escola Pública na cidade de Aracaju e cursam o Ensino Médio. No último final de semana, eles viajaram junto com a família para visitar parentes na cidade natal, Gararu. Que fica localizada no interior de Sergipe e margeada pelo Rio São Francisco, que tem na outra margem Traipu, localizada no estado de Alagoas. Os dois irmãos, durante uma conversa com seu primo Luizinho de Madalena, souberam dos baixos níveis de água do Velho Chico e dos problemas que a família de Gararu está enfrentando com a pequena plantação de alface e com um criatório

de peixes que cuidam. Ele reclama que isso já está afetando até o trabalho de seus pais que sobrevivem da venda de peixes nas feiras das cidades de Traipu e Gararu.

Luizinho de Madalena: — Ah, meus queridos primos, as coisas estão ficando difíceis aqui, as águas do rio estão a cada dia mais baixas e turvas, sem falar que durante o trajeto de barco até Traipu podemos ver alguns bancos de areia. Os peixes da pesca estão a cada dia menores, não se desenvolvem bem como antes. Esse problema do rio nos afeta tanto que até nossas alfaces estão murchinhas. É triste ver o rio nessa situação!

Clara e João: — Puxa! Que triste!

Luizinho de Madalena: — Vamos realizar um passeio de barco até a cidade de Traipu assim vocês podem ver como o rio está.

Clara e João concordaram. Durante o passeio Luizinho comenta que na semana anterior deu uma carona a um senhor que fez umas análises das águas do Rio e que ele relatou que o pH da água apresentou variações em algumas cidades margeadas pelo rio.

Luizinho de Madalena: — Na semana passada, um senhor me pediu uma carona até a cidade de Traipu e ele disse que o pH da água do rio na cidade de Pão de Açúcar, que fica próximo à Traipu apresenta características alcalinas e na região da foz, próximo a Piaçabuçu, levemente ácido. Procuramos a associação de pescadores e horticultores da cidade para saber como está a água na cidade e no que esse pH pode prejudicar as plantações ou pesca, mas ninguém sabe nos responder. Vocês sabem o que é esse tal de pH?

João: — O pH é o potencial hidrogeniônico é uma escala que os químicos usam para informar se um material é ácido, neutro ou alcalino...

Luizinho de Madalena: — Tá. Mas esse pH pode prejudicar minha plantação de alface? Já que utilizo a água do rio para irrigar. Estou ficando preocupado! Vocês poderiam me ajudar a entender o que está acontecendo?

Vocês são os amigos de João e Clara, que estudam Química e Biologia, como podem esclarecer o que está acontecendo com o pH da água do rio? Quais possíveis soluções para o problema dessa família de Gararu?

APÊNDICE B
Questionário de Inicial
Análise dos Casos

➤ **Sobre a temática dos Casos Investigativos:**

- a) O que achou do enredo presente no caso, prende sua atenção?
- b) Você considera a temática relevante para os alunos? Em que aspectos?
- c) Os personagens apresentam características de pessoas que vivem cotidianamente no contexto do Rio São Francisco? Fale das características.
- d) Sobre a temática, ela pode ser considerada pertinente em que sentido? O que acrescentaria?

➤ **Sobre o teor pedagógico dos Casos:**

- a) Como você, professor(a), transformaria este recurso didático em um procedimento metodológico para a sala de aula de forma híbrida ou remota? Descreva suas impressões.
- b) Como você utilizaria esses casos investigativos em suas aulas? Descreva detalhadamente sua ideia.
- c) Quais conteúdos seria possível trabalhar com a utilização destes casos?
- d) O material proposto permite trabalhar de forma interdisciplinar com outras disciplinas?
- e) Apenas através da narrativa é possível identificar sua utilidade pedagógica para o grupo de alunos ao qual você trabalha? Justifique sua resposta tecendo relações com os casos.
- f) A narrativa apresenta um contexto atual para sua localidade?

➤ **Ainda sobre os casos:**

- a) Qual a questão principal abordada em cada um dos casos?
- b) O que você sabe sobre a situação-problema de cada caso?
- c) O que precisa saber para solucionar o problema de cada caso?
- d) Sobre a situação-problema dos casos, dadas as razões, há outras conclusões possíveis?
- e) As conclusões sobre as informações fornecidas no texto pedem que se avalie algo? Se sim, como faria essa avaliação?
- f) As informações usadas apresentam-se como sendo relevante, significativa, válida e suficiente para apoiar as conclusões tiradas?
- g) Quais fontes você utilizará para construir a proposta para solucionar o problema? (Ex.: Artigos científicos, vídeos, revistas, etc.) Justifique o motivo que te levou a utilizar esta(as) fonte(s).
- h) São estes assuntos/questões abordados nos casos e na sua proposta de solução importantes para você? Por quê?

i) São estas questões/assuntos presentes nos casos e na sua proposta de solução importantes para a sociedade? Por quê?

Apêndice C

Atividade – Análise da estrutura dos Casos

O que são Casos Investigativos (CI)?

Os Casos Investigativos são narrativas curtas que apresentam uma situação-problema, real ou fictícia, que forçam o leitor resolver um dilema. O problema presente na narrativa deve apresentar caráter socio/científico, permitindo aos alunos uma análise crítica sobre a temática e o estudo de conceitos científicos em diferentes contextos.

Para a utilização dos CI como um instrumento de ensino, os professores podem utilizar casos prontos ou produzir sua narrativa de acordo com o seu contexto. Para a produção de um caso investigativo de boa qualidade, são necessários alguns elementos essenciais. Herreid (1989) destaca onze elementos para escrever um “bom” caso:

Narrar uma história – O enredo deve se relacionar ao contexto do público, apresentando um começo, um meio e um fim, sendo o fim elaborado pelos alunos enquanto o caso for discutido.

Despertar o interesse - Para que o caso pareça real deve haver drama, deve haver suspense... um problema a ser resolvido.

Ser atual - A característica de ser atual é definida em um espaço dentro dos últimos cinco anos. Abordar questões atuais, como as mencionadas na mídia, por exemplo, mostrará que o problema é importante.

Criar empatia com os personagens - As características dos personagens centrais permitem a empatia com estes, tornando o enredo da história envolvente e podendo influenciar a maneira como a decisão poderá ser tomada pelos estudantes.

Incluir diálogos ou citações – Pode ajudar entender a situação e obter empatia pelos personagens. Além disso, acrescentam vida, drama e dão realismo.

Ser relevante -Para ser relevante para o leitor, devem ser escolhidos casos que envolvam situações que os alunos conhecem ou provavelmente enfrentam. Isso melhora o fator empatia e torna o caso claramente algo que vale a pena estudar.

Ter utilidade pedagógica – Deve ser útil para o aluno seja na sua formação escolar ou social. Questionamentos como “Para que o caso servirá? Qual a importância do caso para o curso e para a vida do aluno?” devem ser pensados antes da elaboração do caso.

Provocar conflitos - A maioria dos casos é fundamentalmente sobre algo controverso.

Forçar a tomada de decisões – Deve haver urgência e seriedade envolvida na solução do caso.

Apresentar generalidades - Os casos devem envolver também problemas universais, com uma aplicabilidade geral.

Ser curto – Os casos devem ser longos o suficiente para introduzir os fatos, mas não tornar a análise tediosa. Assim, deve fornecer alguns dados e, em seguida, apresentar um ponto de decisão.

Sugestão de leitura:

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

Baseando-se nas descrições apresentadas sobre os elementos essenciais identifique-os tecendo comentários em trechos dos casos apresentados no Apêndice A.

➤ **Como tecer comentários:**

-Selecione o trecho do texto que remete ao elemento e insira dessa forma seu comentário explicando sua análise, por exemplo, esse trecho do texto apresenta um conflito porque os personagens apresentam ideias diferentes para comentar o acontecimento.

-Repita essa ação para cada elemento.

Anexo A

Sequência de Ensino produzida pelo grupo 1.

Salinidade: A água que era doce

JUSTIFICATIVA

A salinidade das águas do Rio São Francisco constitui-se como um problema ambiental para as cidades ribeirinhas, sendo assim um fator que consequentemente provoca perdas desordenadas para a biota da região. Com o crescimento populacional, a necessidade da geração de energia, produção de alimentos e mudanças climáticas a longo prazo podem causar modificações nas águas e com isso elevar a quantidade de sais presente. Compreender o conceito de equilíbrio químico para entender as proporções dos sais nas águas que originam a salinidade e compreender as ações que contribuem para a ocorrência desse fenômeno mostrando as suas consequências, promove no aluno o desenvolvimento para a tomada de decisão, suscitando o argumento científico, possibilitando a linguagem química e assim tornar possível o engajamento para as ações em defesa da região.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GERAL:

Este trabalho tem a finalidade de servir como objeto de estudo para a compreensão do conceito de equilíbrio químico, levando em consideração as dificuldades de aprendizagem no tocante à alfabetização científica para alunos do Ensino Médio, e especificamente de forma híbrida. Esta sequência de ensino investigativa trabalha a problemática da salinidade nas águas do Rio São Francisco, então, serão indagados casos e contextos que encontrem-se iminente no cotidiano do aluno, além de demonstrar e chamar a atenção para os problemas ambientais causados na região.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Partindo das observações fenomenológicas até o estudo do comportamento micro da espécie aqui abordada; fomentar conhecimento científico e a compreensão do conceito equilíbrio químico.

No final dessa sequência os alunos deverão ser capazes de:

Definir: Como se origina a salinidade das águas tratando do conceito equilíbrio químico

Explicar: A salinidade das águas.

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS:

- Realização de atividade investigativa envolvendo um caso e experimento;
- Aulas remota de forma híbrida;
- Leitura de textos;
- Resolução de questões.

RECURSOS DIDÁTICOS:

- Roteiro das aulas contendo caso e experimento de cunho investigativo;
- Computador;
- Internet.

DURAÇÃO DA ATIVIDADE:

- Horas / Aulas.

PÚBLICO ALVO:

- 2º ano do Ensino médio.

AVALIAÇÃO:

- Processual: Por meio das interações professor-aluno.
Final: Por meio da análise dos questionários aplicados ao longo do processo.

AULA 1: APRESENTAR O CASO COM A PROBLEMÁTICA DE CUNHO INVESTIGATIVO.

Materiais	Plano de ação
Apresentar o caso investigativo	Neste momento, os alunos deverão fazer a leitura do caso e depois o professor deve fazer uma leitura dinâmica. Logo após, o professor deve começar a instigar os alunos e engajá-los para a discussão da problemática. (25 minutos).
Objetivo específico	Apresentar o problema para os alunos e colher as concepções prévias e alternativas dos estudantes.
Apresentar a problemática	Sugere-se que seja feita a discussão da problemática de forma oral. (25 minutos)
Competências C1- Domínio de linguagens C2- Compreender fenômenos C4- Construir argumentação	Habilidades H2- Organizar estratégias de investigação e selecionar métodos. H7- Resolver problemas, selecionando procedimentos e estratégias adequadas para a sua solução

CASO INVESTIGATIVO:

A água que era doce!

Um grupo de trilheiros estava explorando as regiões próximas da foz do Rio São Francisco, entre os estados de Alagoas e Sergipe. Marcos e Paula fazem parte desse grupo, e, numa pausa, durante aquela excursão, decidiram aproveitar as águas do Velho Chico para matar a sua sede. Utilizando uma garrafa que filtra água, eles e os demais colegas coletaram uma quantidade, porém notaram que após a filtragem ela não apresentava um sabor agradável. Segundo eles, a água estava salobra. A partir daquele episódio, que os deixou intrigados, o grupo seguiu na trilha e coincidentemente deslocou-se para uma comunidade que está localizada às margens do rio.

Ao interagir com Mariazinha e Seu Januário das cabritas, que são habitantes locais, Marcos e Paula acabaram questionando-os sobre o sabor estranho que havia na água daquela região do rio, visto que, na semana passada, estiveram em outra região mais ao sul do mesmo corpo d'água e não notaram aquele sabor característico.

Marcos: -Dona Mariazinha, como vocês fazem para consumir essa água com sabor tão salgado?

Paula: -É verdade, nossas garrafas não foram eficientes na filtragem dessa água.

Dona Mariazinha: -Meus filhos, dependemos da ação de carros pipas para abastecer nossas caixas d'água ou de poços artesianos. Meu marido, Januário, e eu estamos querendo sair daqui, pois não há como sobreviver.

Marcos: -Poxa, Dona Mariazinha, sentimos muito!

Januário das cabritas: -Então, seu doutor, as plantações estão morrendo, quase não tem mais peixe no rio, os que restaram são muito pequenos e não dá para vendê-los. No entanto, não temos mais idade para nos aventurar em zonas perigosas na parte de cima do leito na busca por peixes maiores. Nossos filhos foram embora para a cidade em busca de trabalho e de uma vida melhor.

Dona Mariazinha: -Por isso queremos sair daqui, assim como nossos vizinhos, amigos e parentes estão fazendo. Temos medo da solidão e da fome. A água daqui já não produz mais alimento. A água já não é mais doce!

Paula: -Que tristeza! E ninguém explica o que está acontecendo para vocês e nem os protegem dessa situação?

Dona Mariazinha e Januário das cabritas: -Não! Estamos precisando de ajuda. Como fazer a nossa água voltar a ser como era antes? Como trazer os peixes de volta?

Marcos: -Conheço um amigo que entende disso, ele é químico e biólogo, além de conhecer pessoas que atuam em órgãos de proteção a comunidades nativas, ele pode ajudar vocês.

Suponha que você é o amigo de Marcos e possui conhecimento do diálogo entre os personagens envolvidos na narrativa. Com base nos relatos acima, descubra o que está causando tais problemas ao Rio São Francisco e à comunidade visitada por Marcos e Paula; O que está deixando a água salobra? Como contornar e/ou resolver as consequências do problema?

AULA 2 - Texto informativo

Materiais	Plano de ação
Apresentar um texto referente a problemática. (salinidade)	O texto deverá ser lido pelos estudantes, e o professor deverá explorar as informações contidas no texto para justificar suas explicações anteriores.
Questionário	Exploratório realizado de forma dinâmica
Objetivo específico	Os alunos deverão fazer a leitura do texto e resolver o questionário
Competências C1-Domínio da Linguagem C2- Compreender fenômenos C5- Elaborar proposta de intervenção na realidade.	Habilidades H6- Consultar e interpretar comunicações relacionadas a ciências e tecnologias.

Qualidade da água da foz do rio São Francisco

O rio São Francisco é uma área de extrema beleza natural e de relevância econômica para população local e está agregada na divisão geográfica do baixo São Francisco, entre os municípios de Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL.

A água reflete as condições ambientais de um rio, sendo assim, conhecer a sua qualidade amplia o entendimento sobre a hidrodinâmica desse ecossistema. Devido ao crescimento populacional e econômico, as necessidades de geração de energia, alimentos e uso do solo tornam-se intensas provocando modificações nos recursos naturais. Essas modificações refletem impactos de grande magnitude que de forma direta ou indiretamente podem afetar a qualidade das águas e limitar o seu uso. Para Oliveira, Campos e Medeiros (2010) verificar se um determinado corpo d'água possui condições satisfatórias é assegurar seus usos, porém, se faz necessário efetuar caracterização físico-químicas, ou seja, avaliar a sua qualidade e comparar seus dados conforme classificação da Resolução CONAMA 357/05 e Portaria MS 2914/2011.

As definições de pontos amostrais ao longo da Foz do rio São Francisco, teve por objetivo avaliar a extensão da cunha salina e a sua quantificação. O ambiente estuarino é regido pelas oscilações das marés. Dessa maneira, em regime de maré de sizígia (maior amplitude) e quadratura (menor amplitude)

realizou-se a medição de salinidade por meio da sonda multiparamétrica. A concentração média de salinidade variou entre 0,17 a 28,87(%), sendo que os maiores valores foram registrados nos pontos 7 e 11 localizado à margem do município de Brejo Grande/SE e os pontos 39, 40 e 43 situados sentido Piaçabuçu no estado de Alagoas. Para os pontos supracitados a salinidade obtida entre 16,72 e 16,31(%) sentido Sergipe e 28,87, 16,83 e 20,39(%) direção Alagoas. Entretanto, houve registros de valores máximos pontuais entre estes pontos oscilando entre 37 a 65(%), sendo estes na camada abaixo da superfície, Castro e Huber (2012) indicam que a salinidade flui ao longo do fundo no que é frequentemente conhecida como cunha salina. Já a água doce e menos densa flui pela superfície.

As concentrações de salinidade foram significantes e sinalizaram a atuação do período da maré para o aumento dela. Chama atenção que os pontos com salinidade acima de 16 (%) estavam situados nos canais principais à margem do município de Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL.

Texto adaptado em 28/09/2021

Questionário

1 - O caso investigativo e o texto informativo tem alguma coisa em comum?

Justifique sua resposta.

2- De acordo com o texto e com os momentos discursivos na aula anterior, descreva o que você entende por salinidade?

3 - Cite alguns problemas causados pela salinidade na região do baixo São Francisco.

4 - O que você faria para ajudar os moradores dessa região?

5 - A salinidade das águas é constituída por diversas razões e valores. Qual conceito químico você usaria para quantificar as proporcionalidades de seus constituintes e tentar explicar por meio conceituais uma maneira de reverter essa situação nas águas?

Experimento da “água furiosa”

Os materiais são:

- Garrafa PET de 500mL;
- Soda cáustica;

- Glicose;
- Azul de metileno (AM).

Seguiu-se os procedimentos metodológicos adaptados do canal Manual do Mundo:

- 1- Pesar 3,5 g de soda cáustica e dissolver em 100 mL de água. Pesar 6 g de glicose e dissolver em 100 mL de água;
- 2- Juntar as duas soluções na garrafa;
- 3- Acrescentar mais 100 mL de água na garrafa PET. Adicionar aproximadamente 10 gotas de AM;
- 4- Tampar a garrafa, agitar, aguarde alguns minutos e observe. Após a realização da experimentação, os alunos devem responder alguns questionamentos sobre o experimento:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ova3iLyIMcY>

AULA 2 - Texto informativo

Materiais	Plano de ação
Etapa conceitual + Exercícios	Neste momento, será ministrado a parte conceitual de equilíbrio químico. O professor deverá apresentar o assunto de forma dinâmica e buscando a interação do aluno para a participação da aula e resolução dos exercícios.
Objetivo específico	Neste momento será ministrado a parte conceitual de equilíbrio químico. O professor deverá apresentar o assunto de forma dinâmica e buscando a interação do aluno para a participação da aula e resolução dos exercícios.
Competências C1-Domínio da Linguagem	Habilidades H1- Identificar, utilizar e fazer uso de símbolo, códigos, unidades de medidas, convenções, nomenclaturas, figuras, equações, esquemas, diagramas, tabelas e gráficos

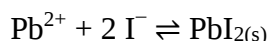
ETAPA CONCEITUAL: EQUILÍBRIO QUÍMICO

Vocês já sabem que quando misturamos duas ou mais substâncias (reagentes) elas reagem entre si dando origem a substâncias diferentes, denominadas de produtos da reação. Na equação química, $A + B \rightarrow C + D$. A e B são os reagentes que produzem os

produtos C e D. Poderíamos ter, também, a reação inversa, $C + D \rightarrow A + B$ ⁽¹⁾ onde os, agora, reagentes C e D reagem tendo como produtos as espécies A e B. As reações químicas são, em sua maioria, reações reversíveis que se processam em maior ou menor extensão, conforme o caso. O que são reações reversíveis? São reações químicas nas quais os reagentes se transformam em produtos e estes podem reagir entre si de maneira a regenerar os reagentes iniciais. Como as reações reversíveis acontecem nos dois sentidos indicados, elas tendem para um estado de equilíbrio, chamado de Equilíbrio Químico. $A + B \rightleftharpoons C + D$ ⁽²⁾.

A classificação das reações em reversíveis ou irreversíveis é convencional. Cada reação é mais ou menos reversível, porém, em muitos casos, essa reversibilidade é tão insignificante, que pode ser desprezada. Então, a reação é considerada praticamente irreversível.

Como o equilíbrio é estabelecido? A e B reagem a uma dada velocidade para formar C e D. À medida que as quantidades de A e B presentes no sistema reacional diminuem, uma vez que estes reagentes são consumidos na reação, a velocidade da reação direta entre A e B também diminui. No entanto, a quantidade dos produtos C e D formados gradativamente aumentam com o avanço da reação direta e, conseqüentemente, a velocidade da reação inversa $C + D$ também aumenta. Para uma determinada relação entre as quantidades de A, B, C e D, as velocidades das duas reações serão exatamente as mesmas e, então, um equilíbrio dinâmico é estabelecido. Macroscopicamente, as quantidades de A, B, C e D não variam mais após o equilíbrio químico ter sido estabelecido. O equilíbrio químico é um estado em que a velocidade da transformação dos reagentes em produtos é exatamente igual à velocidade da transformação dos produtos em reagentes. Nessas condições, não há transformação aparente do sistema, mas as reações direta e inversa se processam simultaneamente a uma mesma velocidade. Consideremos o exemplo da reação do íon chumbo, Pb^{2+} , com o íon iodeto, I^-



Nesse caso, a reação direta é observada pela formação do precipitado amarelo de iodeto de chumbo, PbI_2 . O término da formação do precipitado indica que o estado de equilíbrio foi alcançado. Uma vez estabelecido o equilíbrio químico, embora não se observe mais qualquer modificação macroscópica no sistema, as reações direta e inversa continuam a se processar com velocidades iguais.

“O equilíbrio químico é um processo dinâmico”

As reações químicas tendem espontaneamente para o estado de equilíbrio. Uma vez que um sistema atinge o equilíbrio químico somente fatores externos são capazes de afastá-lo dessa posição. Tão logo a ação desses fatores seja interrompida, o sistema retornará, depois de transcorrido algum tempo, a um novo estado de equilíbrio.

QUESTÕES DO ENEM

(ENEM 2013) Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:

A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza.

Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de:

- a- 5
- b- 7
- c- 9
- d- 14

ONDE SABER MAIS?

VIDEO DA ÁGUA

<https://www.youtube.com/watch?v=g41TJlvNq6U> SIMULADOR

<http://ir.chem.cmu.edu/irproject/applets/everest/Applet.asp>

<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/links/links.php?categoria=14>

Anexo B

Sequência de Ensino produzida pelo grupo 2

Sequência de Ensino: Casos investigativos no ensino de ácidos e bases químicas

1. JUSTIFICATIVA

A escola possui um papel fundamental na formação do cidadão. Como pretendemos formar cidadãos capazes de exercer um papel crítico e ativo na sociedade se os métodos adotados não possibilitam o diálogo e essa interação?

É a partir desse questionamento que buscamos formas e metodologias que possibilitem o contato do estudante com o conteúdo químico, todavia, buscamos fugir do convencional. Para WARTHA (2005), podemos identificar os materiais didáticos de apoio que foram utilizados por professores, esse mesmo material apresenta ideias de contextualização “reducionistas”, ou seja, apresenta o fato e situação existente no cotidiano do estudante e faz a relação com o conteúdo químico, porém não problematiza ou discute essa questão em níveis mais amplos e sociais. De maneira a introduzir uma forma “adequada” de contextualização, buscamos inserir os conceitos químicos de forma que os estudantes presenciem isso em sua vida diária de fato, que os conteúdos se entrelacem em problemas existentes em seus cotidianos e que possibilitem pensar, discutir e solucionar problemas que serão propostos e evidenciados no seu meio e para a sociedade

Em (Freire, 1985), podemos observar que o educador e o educando devem manter um diálogo, de modo que haja uma percepção mais ampla do mundo e que se possa problematizar e refletir sobre. Geralmente são utilizados temas geradores que possuem “problemas” dentro de um contexto onde estão inseridos os estudantes e possibilitam reflexões de mundo.

Sendo assim, adotamos neste estudo a utilização de casos investigativos no ensino de química. Nessa forma adotada acredita-se que seja possível manter uma interação entre o “problema” existente no cotidiano dos estudantes e os conteúdos químicos favorecendo o processo de ensino e aprendizagem.

2.1 Objetivo Geral

Utilizar de casos investigativos e sequências de ensino afim de promover o processo de ensino-aprendizagem de forma remota. Possibilitar uma maior interação e valorização entre o conhecimento do cotidiano do estudante, o conhecimento químico específico e questões sociais.

2.2 Objetivos Específicos:

- Promover conhecimento suficiente sobre os conceitos químicos abordados;
- Propor a manipulação de objetos do seu cotidiano para discussão de conceitos;
- Desenvolver atitudes e valores que provoquem no estudante uma nova visão sobre a comunidade onde vive;
- Promover e alertar preservação do meio ambiente;
- Proporcionar melhorias para os problemas encontradas no seu cotidiano;

Aula 1

Materiais	Plano de ação
Caso investigativo	O professor deverá iniciar a aplicação do caso investigativo e propor a leitura, discutir questões relacionadas ao estudo do caso e ao cotidiano dos estudantes.
Aplicação de questionário	Nesse momento, será solicitado que os estudantes respondam os questionários propostos durante a sequência.

Nesse primeiro momento, nos propusemos a realizar a aplicação do caso investigativo, optamos por utilizá-lo na problematização inicial já que funcionará como ferramenta problematizadora. Será apresentado o caso, e os estudantes deverão realizar a sua leitura. Após a leitura, o professor deverá mediar o diálogo e o debate, inserindo algumas questões norteadoras que proporcionem o direcionamento do estudo.

Caso investigativo

O mistério da água que quase se perdeu

Dócil percorreu o mundo e dedicou boa parte da sua vida entre os livros e as descobertas sobre as antigas civilizações. Recentemente fixou residência no município de Brejo Grande no extremo leste do estado de Sergipe. Mais precisamente no povoado Saramém, no passado Dócil já havia visitado o município devido a um incidente envolvendo o rio São Francisco. A sua escolha foi imediata, pois seus filhos Nenenhu e Lâseja estariam a iniciar os trabalhos de PIBID da Universidade Federal de Sergipe naquela região.

Dócil: - Nossa, nem parece que se passaram 27 anos desde que eu frequentei esse lugar. É como viver tudo de novo, só que agora mais velho.

Nenenhu: - Oxe?! como assim viver tudo de novo? As coisas estão tão diferentes assim, pai?

Dócil: - Meu filho, muitas coisas mudaram por aqui. Antes tínhamos barracos e pequenas plantações próximas a margem desse rio aí na frente. Tirava-se e aproveitava-se de tudo do rio.

Lâseja: - É o rio Lagartixo, né?

Dócil: - Não, filha, esse aí é o Rio São Francisco. No passado, o mar veio com tudo e levou toda uma aldeia de pescadores. Isso só aconteceu porque a vazão do Rio São Francisco diminuiu muito na construção de Xingó.

No dia seguinte Nenenhu e Lâseja iniciavam os trabalhos de PIBID em uma escola do povoado.

Lâseja: - Uai!! Que momento top esse que estamos vivendo, né? Estamos a caminho do nosso primeiro dia como Pibidianos. Não vejo a hora de chegar.

Nenenhu: - Olha, eu não sei você, mas eu preferia ficar em casa mesmo. Olha só o tanto de chuva que tá caindo do céu.

Ao chegar na escola, os dois irmãos iniciaram os seus trabalhos, fizeram o reconhecimento do local, das salas, dos materiais e das turmas que iriam trabalhar.

Nenenhu: - iu-uu!, u-uu! Vem correndo, Lâseja. Olha aquele aglomerado de gente ali. Disse o Nenenhu com cara de espanto.

Lâseja: - Oxente, o que será que diacho tá acontecendo?!

O que os irmãos estavam vendo parecia cena de terror. Vários estudantes estavam passando mal, alguns estavam desmaiando, outros sendo carregados com pressa até a ambulância que ali estava.

Lâseja: - Vamos, Nenenhu. Precisamos saber o que está acontecendo.

Nenenhu: - Oxe, e eu vou nada. Isso aí não é coisa boa não, rum!

Lâseja: - Ei, ei, ei. O que tá acontecendo aqui?

Professor: - Ninguém sabe ao certo, mas o pessoal está passando muito mal depois que tomou a água dos bebedouros. Até os gatos estão fugindo dela.

Lâseja: - Isso é muito sério, o que a gente vai fazer? Não podemos deixar que as pessoas acabem passando mal assim. Vamos procurar alguém do departamento de química da Universidade, lá eles devem nos ajudar.

Então, Lâseja e Nenenhu foram até o departamento de química da universidade e relataram tudo que tinham visto na escola para os diversos técnicos e professores que estavam ali.

Técnico: - Oxente, que problemão. Vamos tentar analisar o que aconteceu com essa água e com os estudantes. Quem sabe podemos colher algumas repostas para o problema.

Baseado nos acontecimentos relatados, vocês são estudantes do curso de química da Universidade Federal de Sergipe, que ficaram responsáveis por identificar e relatar o problema que levou alguns estudantes a passarem mal na escola. O que levou os estudantes a passarem mal? Quais problemas podemos identificar com a leitura do caso e quais as suas possíveis soluções?

Questões:

- 1) Qual problema podemos identificar no caso investigativo?
- 2) De que forma esse problema afeta o seu cotidiano?
- 3) Você se sente inserido nesse contexto? Já vivenciou algo semelhante?

Nesse momento, iremos apresentar a proposta aos estudantes. Será feita uma breve apresentação e em seguida a aplicação de um questionário. Esse questionário busca identificar os conhecimentos prévios dos estudantes.

Questionário:

- 1) O que você entende por acidez?
- 2) Quando consideramos uma substância ácida ou básica?
- 3) De onde vem a água que consumimos? Ela é ácida ou básica?

- 4) O que é o pH? Você conhece alguma maneira de identificá-lo?
- 5) Onde você mora a água é tratada? Você conhece alguma estação de tratamento?
- 6) Existe alguma maneira de tratar a água poluída?
- 7) Existe alguma relação entre pH e a água?

Aula 02

Materiais	Plano de ação
Vídeo + Utilização de simulação	O professor fará apresentação da parte conceitual da sequência de ensino. Nesse momento, será utilizado algumas ferramentas para que seja possível promover o processo de ensino e aprendizagem do estudante.
Resolução de questões	Serão apresentadas questões referentes aos conceitos estudados nessa aula.

Primeiro momento

Nessa aula, será disponibilizado um vídeo para os estudantes a respeito da água. Esse vídeo foi vencedor no Festival de Cinema das Nações Unidas (ONU) sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável “ODS em Ação 2019” na categoria **PROTEGER O NOSSO PLANETA**. Buscamos através desse vídeo provocar os estudantes de como seria viver um mundo sem a água e quais medidas devemos adotar para que isso não aconteça.

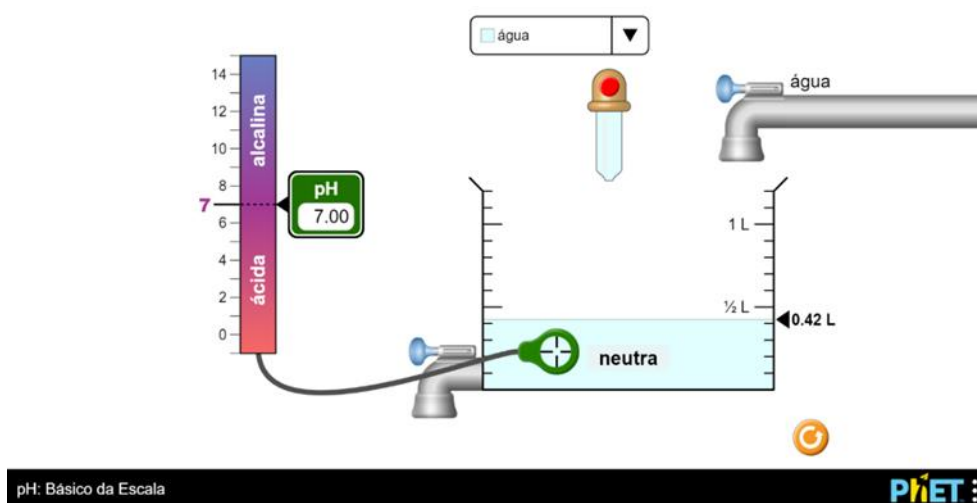
Aquametragem



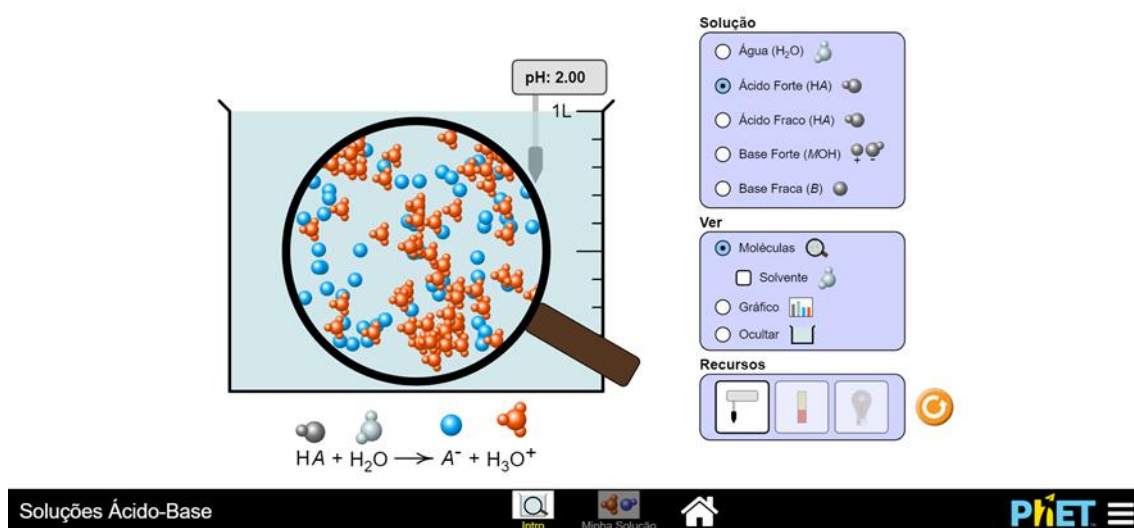
Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=5P6IA7hcUuQ&t=363s>

Nessa aula, abordaremos a parte conceitual do estudo. Trataremos de assuntos como ácido, base e pH. Para auxiliar e promover um melhor aproveitamento, utilizaremos de ferramentas digitais, como a simulação do Phet Colorado.



Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale-basics/latest/ph-scale-basics_pt_BR.html



Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_pt_BR.html

Essas duas simulações permitem o contato do estudante com o conteúdo estudado de forma remota. A ideia é simular aquelas atividades que só seriam possíveis de serem realizadas presencialmente no laboratório. Dessa forma, podemos manter o estudante

ativo, buscando o conhecimento e com maneiras alternativas de se adaptar ao ensino remoto.

Na primeira simulação é possível testar diversos “líquidos” como: água, óleo de motor, cuspe entre outros e identificar o seu pH, ao mesmo tempo podemos adicionar ou retirar água da solução e verificar a sua influência. Dessa forma, podemos alternar entre as questões conceituais já vistas e retomar esse conceito na simulação. A outra simulação é semelhante, porém possibilita que o estudante utilize de ferramentas como um pHmetro digital, fitas de pH e condutivímetro. Além de conhecer novos métodos para determinação de pH, o estudante poderá identificar moléculas e íons presentes nas soluções, comparar soluções entre fortes e fracas, relacionar a força dos ácidos como eles se dissociam em água.

Após a discussão dos conteúdos abordados na aula, serão apresentadas questões para que os alunos possam resolver em um outro momento.

