

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

RAQUEL RODRIGUES DIAS

USO DE CASOS INVESTIGATIVOS NA APRENDIZAGEM QUÍMICA EM TEMPOS  
DE PÓS PANDEMIA

1

Foz do Iguaçu - PR  
2022

RAQUEL RODRIGUES DIAS

USO DE CASOS INVESTIGATIVOS NA APRENDIZAGEM QUÍMICA EM TEMPOS  
DE PÓS PANDEMIA

1

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química, da UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA - UNILA, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Orientador: Welington Franscisco

Foz do Iguaçu - PR  
2022

RAQUEL RODRIGUES DIAS

USO DE CASOS INVESTIGATIVOS NA APRENDIZAGEM QUÍMICA EM TEMPOS  
DE PÓS PANDEMIA

1

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química, da UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA - UNILA, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Foz do Iguaçu - PR, 19 de Dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Welington Francisco  
Universidade Federal da integração Latino America - UNILA

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Lôany Gonçalves da Silva  
Universidade Federal do Tocantins - UFT

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Tatiana Santos Andrade  
Universidade Federal do Cariri - UFCA

Dedico este trabalho à minha mãe Ivanir (in memoriam), que não pôde vivenciar esse momento, mas continua sendo minha maior força e inspiração na vida”.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, e por assim permitir, me reinventar e ser melhor a cada dia.

À Universidade Federal da Integração Latino Americana - UNILA, em especial aos professores do curso de Química por seus ensinamentos e por contribuírem significativamente para minha formação.

Ao meu estimado orientador Prof. Dr. Welington Francisco, pelo apoio e parceria durante a realização deste trabalho, contribuindo para meu crescimento acadêmico com suas provocações, me levando a reflexionar em um grau multidimensional que nem eu mesma sabia que era possível, um profissional digno da mais profunda admiração pela forma incansável que se dedica a alcançar seus objetivos.

Aos membros da banca examinadora, pelo seu interesse e disponibilidade.

Aos colegas de curso, pela cumplicidade durante os anos de convivência.

E a todos os amigos e familiares que de alguma forma contribuíram no processo de desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a todos, ainda que de forma direta ou indireta estiveram presentes, e que depositaram em mim confiança.

Gratidão

"Nosso maior desafio para estimular uma cultura criativa é encontrar maneiras de encorajar múltiplos pontos de vista.." (Nicholas Negroponte)

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a aplicação de uma atividade que faz uso de casos investigativos (CI) como promotor da aprendizagem química, atrelados à relação com o saber, em um cenário pós pandemia.

O objetivo foi investigar as fragilidades e defasagens dos estudantes em relação aos conhecimentos químicos causados pela pandemia de COVID-19 e quais conceitos e saberes puderam ser aperfeiçoados como o uso do CI.

A metodologia escolhida foi a qualitativa, do tipo pesquisa participante (PP), a qual buscou o engajamento e o protagonismo dos estudantes. O caso foi aplicado em uma turma de segundo ano do ensino médio, em um colégio da rede pública de Foz do Iguaçu e o tema partiu do interesse dos próprios estudantes, sendo a temática Química forense escolhida por eles.

Os estudantes foram divididos em dois grupos, foi realizada a leitura do caso e sequencialmente, houve a investigação dos laudos, análise e proposição da elucidação do caso.

Feitas as análises sobre os dados coletados, foi possível concluir que houveram defasagens nos conteúdos químicos trabalhados durante a pandemia, já que os estudantes tiveram dificuldades em transitar pelos níveis de conhecimento, ficando principalmente no nível de experiências. Além do mais, foi possível comprovar que o uso de casos investigativos proporcionam uma aprendizagem ativa e desafiante aos estudantes, os tornando protagonistas do seu processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** Casos investigativos. Balanço de saber. Triplete Químico

## ABSTRACT

The present work presents the application of an activity that makes use of an investigative case (CI) as a promoter of chemical learning, linked to the relationship with knowledge, in a post-pandemic scenario.

The objective was to investigate the weaknesses and gaps of students in relation to chemical knowledge caused by the COVID-19 pandemic and which concepts and knowledge could be improved with the use of IC.

The chosen methodology was qualitative, of the participant research (PP) type, which sought the engagement and protagonism of students. The case was applied to a class of the second year of high school, in a public school in Foz do Iguaçu and the theme came from the interest of the students themselves, with the theme Forensic Chemistry chosen by them.

The students were divided into two groups, the case was read and sequentially, there was the investigation of the reports, analysis and proposition of the elucidation of the case.

After analyzing the collected data, it was possible to conclude that there were gaps in the chemical contents worked on during the pandemic, since the students had difficulties in transiting through the levels of knowledge, staying mainly at the level of experiences. In addition, it was possible to prove that the use of investigative cases provide an active and challenging learning to students, making them protagonists of their learning process.

**Keywords:** Investigative cases. Balance of knowledge. Chemical triplet.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Temáticas de interesse . . . . .	23
Figura 2 — Evidências da cena do crime - Laudos Periciais . . . . .	33
Figura 3 — Esboço do esquema de resolução do caso . . . . .	34
Figura 4 — Cenários desenhados pelos estudantes . . . . .	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Níveis de conhecimento teóricos propostos por Talanquer (2011). . .	26
Tabela 2 — Categorias e classificações do espaço multidimensional. . . . .	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
CI	Casos Investigativos
SLL	Summer Learning Loss
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
PBL	Problem Based Learning
MEC	Ministério da Educação
PP	Pesquisa Participante
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	16
2.1	GERAL	16
2.2	ESPECÍFICOS	16
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	17
3.1	PROCESSOS DE APRENDIZAGEM	17
3.2	CASOS INVESTIGATIVOS (CI)	18
3.3	CASOS INVESTIGATIVOS (CI) E O ENSINO DE QUÍMICA	20
3.4	PANDEMIA E APRENDIZAGEM QUÍMICA	21
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	28
5.1	BALANÇO DE SABER	28
5.2	ATIVIDADE COM O CASO INVESTIGATIVO	32
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	41
	<b>REFERÊNCIAS</b>	43
	<b>APÊNDICE A</b>	44

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem e seus processos têm gerado uma preocupação para pesquisadores da área de ensino de química e professores, principalmente porque não existe uma maneira pronta para resolução de todos os problemas, em linhas gerais a dificuldade dos estudantes no aprendizado de Química deve-se a aspectos de desinteresse, muitas vezes de desmotivação por parte de alguns professores e também realidades sociais juntamente com uma defasagem de conteúdos básicos (CORREIA, et al., 2015). A compreensão dos mecanismos de aprendizagem e os aspectos desse processo são passos importantes para o planejamento, que devem ser exploradas por estratégias de ensino de forma a propiciar elementos para aprendizagem que tenha sentido e qualidade (CABRERA, 2006).

Atualmente, tem sido proposto que o papel de protagonista no processo de aprendizagem deve ser assumido pelos estudantes, dentro de uma perspectiva do sujeito construtor do próprio conhecimento. Assim, atividades que promovam a participação ativa dos alunos e que os envolvam em situações problemáticas e motivadoras, certamente representarão contribuições para uma aprendizagem relevante aos estudantes (FERREIRA, et al., 2010).

No que se refere ao ensino de Química na Educação Básica, o cenário atual não se mostra satisfatório. Segundo dados do Programa Internacional de Avaliação dos Alunos (PISA), o Brasil encontra-se na posição entre 66°- 68° dentre os 79 países avaliados, no tocante ao ensino de ciências (BRASIL, 2019). Dessa forma, pesquisas que intentam contribuir para a melhoria da qualidade do ensino, sobretudo na Educação Básica, tornam-se cada vez mais importantes no cenário brasileiro.

Além dos empecilhos “tradicionais” do ensino, como a desmotivação dos estudantes, estrutura precária de algumas escolas para o desenvolvimento de atividades, carga horária insuficiente para a quantidade de temas abordados, problemáticas do entorno (sociais e econômicas), ainda estamos passando por uma situação de pandemia causada pela COVID-19.

Até junho de 2021, foram mais de 173 milhões de casos confirmados e três milhões de mortes ao redor do globo, com crescimento diário exponencial. No Brasil, nesse mesmo período, foram mais de 16 milhões de casos e mais de duzentas mil mortes (WHO, 2020). Assim, como medida preventiva à disseminação em situações de aglomeração, foram suspensas aulas escolares, funcionamento de escritórios, eventos de grande porte e mercados públicos, por exemplo (BARBOSA, et al., 2022).

O cancelamento das aulas ocorreu em cerca de 60% das escolas,

prejudicando mais de um bilhão de estudantes ao redor do mundo e cerca de cinquenta e dois milhões no Brasil, de acordo com dados da UNESCO (2020).

Como forma de dar continuidade ao processo de ensino, diversas escolas adotaram o uso de recursos digitais, porém, tais recursos possuem suas limitações e demandam a união de esforços entre os professores e familiares.

Entre as limitações do ensino online, podemos citar: As dificuldades para desenvolvimento de habilidades, em receber feedback dos estudantes, no acompanhamento dos estudantes. Além disso, foi necessária atenção especial às desigualdades existentes no sistema educacional, visto que estudantes de baixo nível socioeconômico tiveram dificuldades de acesso aos recursos tecnológicos necessários para acompanhar as atividades, impossibilitando de receber estimulação suficiente durante este período (MURKHTAR, et al., 2020).

Existem evidências na literatura indicando que um período de tempo considerável sem estimulação causa impactos negativos na aprendizagem. Um exemplo deste impacto é o fenômeno conhecido como *Summer Learning Loss* (SLL), definido como uma perda nas habilidades escolares durante o período de férias acadêmicas, podendo ser observado tanto nas habilidades de leitura, quanto nas demais, como a matemática. De acordo com os pesquisadores, o efeito pode ser maior para alunos de baixa renda, principalmente pela falta de recursos e dificuldade de acesso aos materiais quando longe do ambiente escolar (COOPER, et al., 1996).

Um estudo publicado por Menard & Wilson (2013), concluiu que o SLL ocorre também em crianças com transtorno de aprendizagem com prejuízo na leitura. Ao comparar um grupo de 30 crianças com o diagnóstico, com outro de 30 crianças com desenvolvimento típico, os autores constataram que o grupo com transtorno de aprendizagem apresentou maiores perdas nas habilidades de decodificação, fluência e velocidade de leitura (MENARD & WILSON, 2013).

Outro exemplo de como o período sem estimulação pode prejudicar a aprendizagem é o número elevado de faltas. Um estudo constatou mais dificuldades na leitura, escrita e matemática em estudantes que não frequentavam regularmente a escola, devido às situações adversas, como problemas familiares e de saúde. Assim, neste período de pandemia que dificulta ou impossibilita a assiduidade dos estudantes, é possível esperar consequências ainda maiores a longo prazo, como menor retenção da aprendizagem durante o ano letivo ou mesmo abandono escolar (HANCOCK, et al., 2018).

Desta forma, ficam claras as evidências da relação entre ausência de estímulo e a aprendizagem, pois as habilidades aprendidas tendem a mostrar prejuízos rapidamente quando na ausência da prática.

E assim, a preocupação com o bem-estar dos estudantes e da sua aprendizagem passou a ser objeto de discussões mais intensas em razão da conjuntura que envolve a pandemia de COVID-19.

O distanciamento físico da escola, como prevenção à propagação do Coronavírus, ocasionou um momento de extrema instabilidade e estresse, que impôs aos estudantes e docentes, da “noite para o dia”, a necessidade de superar esse período de crise e possibilitar situações para aprendizagem em novos formatos (SOUZA, et al., 2021).

Mais do que nunca, os estudantes têm retornado às escolas com fragilidades emocionais e cognitivas, o que tem dificultado ainda mais o desempenho docente, se antes da pandemia a situação já não era boa, quem dera agora, com este cenário agravado. Os estudantes chegam as escolas passivos, sem protagonismo para construção de seus conhecimentos.

Nesse sentido, Rodrigues e Prata (2020) apontam a fragilidade do ensino virtual, o qual volta-se para aplicar uma única metodologia que desconsidera as individualidades e minimiza a interação entre professores e estudantes aos aplicativos de comunicação, estabelecendo assim um déficit no processo de ensino e aprendizagem que ficou visível à medida que as atividades presenciais retornaram.

E apesar da tentativa de manter os vínculos de forma virtual, não houve, durante a pandemia, como evitar outras consequências do isolamento social: estresse, dificuldades de concentração e demasiado tempo de permanência diante das telas (GATTI, 2020). Por consequência, o surgimento e/ou prevalência de ansiedade, depressão e outras perturbações psicológicas foram agravadas entre os estudantes (MARI, 2020; SANTOS; OLIVEIRA, 2020).

O impacto de tais consequências evidentemente afeta o processo de aprendizagem e por isso, reforça-se a necessidade da existência de metodologias capazes de subsidiar a construção do saber por meio de ações desenvolvidas pelos próprios estudantes, bem como a troca de conhecimentos adquiridos ao longo de suas vivências (FARIAS, et al., 2020).

Nessa perspectiva, acredita-se que o uso de casos investigativos se apresenta como uma proposta viável para a melhoria da aprendizagem e identificação dessas fragilidades advindas do atual cenário. Isso porque, ao ser desenvolvido, ocorre a investigação e interação entre os estudantes a partir de discussões sobre as próprias concepções – as quais acreditam ser plausíveis – para, então, proporem soluções e tomar decisão para a resolução do caso.

Segundo Francisco (2016):

"Os casos investigativos (CI) são histórias para educar. Educam porque se utilizam de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões, concedendo aos estudantes uma análise crítica sobre o assunto e possibilitando trabalhar diversos conceitos científicos em diferentes contextos" (FRANCISCO, 2016, p.383).

À vista disso, a área da Química se parece muito promissora para a inclusão dessa metodologia em diversos níveis de ensino de acordo com a literatura (CABRAL, SOUZA, QUEIROZ, 2017; FRANCISCO, BENITE, 2016; SÁ, KASSEBOEHMER, QUEIROZ, 2013; CELESTINO, FORMAGGI, SILVA, RIBEIRO, 2020).

Considerando isso, este trabalho busca responder a seguinte questão de estudo: O uso de casos investigativos pode identificar e contribuir para melhorar as fragilidades de aprendizagem afetada pela pandemia de COVID-19?

O desenvolvimento de propostas de ensino que favoreçam o aperfeiçoamento de habilidades de argumentação, trabalho em equipe e pensamento crítico tem sido almejado nos últimos anos. Assim, busca-se utilizar dos casos investigativos para atender essa prerrogativa e resgatar o protagonismo dos estudantes no período pós pandemia.

Pois, a área de ensino de química, assim como as demais, carece de propostas que possam ser facilmente realizadas em sala de aula para dar suporte aos professores. Por fim, acreditamos no potencial dos casos investigativos como metodologia para resgatar o protagonismo dos estudantes no retorno presencial das aulas, possibilitando-os a um trabalho investigativo e em equipe para fomentar a aprendizagem.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Investigar as fragilidades e defasagens dos estudantes em conhecimentos químicos durante a pandemia de COVID-19 a partir de propostas de ensino usando casos investigativos.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar possíveis fragilidades e defasagens de aprendizagem química.
- Identificar os conceitos compreendidos pelos estudantes.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

O processo de aprendizagem ocorre a partir da apropriação de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes através do estudo, do ensino ou da experiência (TABILE & JACOMETO, 2017).

Segundo Pilleti & Rossato (2011), ensinar é provocar o desequilíbrio da mente do estudante para que ele busque o reequilíbrio, reestruturando conceitos, permitindo assim que ele aprenda.

Analisar o processo de aprendizagem, além de complexo, é o centro de diversos debates e discussões no contexto do Ensino de Ciências/Química (BARBOSA; BATISTA, 2018; LOPES; FILHO; ALVES, 2019). Uma vez que, durante o processo o estudante busca moldar um saber (conceito), existem outras situações que suplantam as relações com o conteúdo intelectual.

Contudo, que relação é essa? Charlot (2000), expõe três dimensões da relação com o saber: a epistêmica, a social e a de identidade, que atina para as relações com o saber defendidas pelo autor.

A relação epistêmica com o saber parte de que o “aprender” não é compreendido da mesma forma pelos estudantes, fazendo-se necessário entender a natureza da atividade que se denomina “aprender” para esse sujeito. Em uma pesquisa realizada em escolas de diferentes classes sociais na França, Charlot (1996) evidência que há divergência no significado de aprender entre estudantes de classes sociais distintas.

Daí que as relações com o saber também são sociais, pois recebem interferência do meio no qual esse indivíduo está inserido. Apesar disso, Charlot (2000, p. 62) destaca que “[...] as relações sociais estruturam a relação com o saber e com a escola, mas não a determinam”. Mesmo que um indivíduo estabeleça uma relação de saber correspondente a sua identidade social, isso não implica uma relação causal entre elas, pois a relação com o saber é específica do sujeito. E por fim a relação com o saber também é de identidade com o saber. Visto que todo processo de “aprender” é uma construção sobre si mesmo.

Em linhas gerais, a noção da relação com o saber busca compreender, “como o sujeito apreende o mundo e, com isso, como se constrói e transforma a si próprio: um sujeito indissociavelmente humano, social e singular” (CHARLOT, 2005, p. 41).

Trazendo essas ideias para a área de Ensino de Química, corrobora-se com Francisco (2019), pois segundo o autor:

"Pensar o "saber químico" e a representação do "saber químico" é buscar a (ou um conjunto de...) explicação dos fenômenos microscópicos de transformação da matéria por meio da linguagem química (normatividade). Portanto, o processo de aprendizagem só acontece quando os estudantes passam da não posse a posse (ou do não domínio ao domínio, dependendo da atividade de aprendizagem) da representação do saber químico, de acordo com os amplos sistemas simbólicos disponíveis para expressar os conhecimentos adquiridos (FRANCISCO, 2019, p.8).

De acordo com Talanquer (2011), a linguagem química compõe uma diversidade de sinais visuais estáticos e dinâmicos desenvolvidos para amparar o pensamento, de forma que o saber químico só é adquirido quando o estudante se apropria dessa linguagem. Para Francisco (2019) "somente após essa apropriação é que se pode dizer que o saber foi adquirido, porque é nesse momento que o estudante apropria-se do mundo científico da Química".

Assim, a relação que o sujeito estabelece com o mundo se dá por meio de uma rede de significados. Conforme Francisco (2019, p. 9), "a rede de significados abrange os conhecimentos e todas as relações científicas envolvidas em um saber, ou seja, os pré e pós-saberes (o que o estudante já precisa conhecer e o que o estudante aprenderá após a compreensão do saber)."

Talanquer (2011) dialoga com o processo de aprendizagem apresentando níveis de conhecimento. Para o autor, o conhecimento químico pode ser caracterizado por três principais formas: i) experiências, que tratam do conhecimento empírico; ii) modelos, que abarcam os modelos teóricos desenvolvidos na Química para compreensão do mundo e iii) visualizações, que diz respeito às diversas representações utilizadas na área, desde fórmulas, equações, desenhos, símbolos, gráficos, entre outros. É utilizando-se dessas formas que se pretende analisar como se deu o processo de aprendizagem por meio de atividades usando um caso investigativo.

### 3.2 CASOS INVESTIGATIVOS (CI)

De acordo com a literatura, o primeiro uso formal de casos investigativos (CI) foi registrado na virada do século passado, na Escola de Direito de Harvard. Basicamente os casos elaborados eram compostos de situações criminais e civis, nas quais os estudantes usavam de raciocínios judiciais para construir novas decisões e novas leis para resolver o dilema proposto (HEIRRED, 1997).

Todavia, o método foi se transformando significativamente desde aquela época. Nas mãos do professor/químico James Conant, de Harvard, em 1940, as instruções com uso de histórias foram discutidas em uma palestra, na tentativa de convencer que o sistema educacional estadunidense em ciências era falho. Na Faculdade de Medicina da recém-criada Universidade de McMaster, no Canadá, em

meados de 1960, o uso de histórias para o ensino de medicina se tornou conhecido como o método de Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (*Problem Based Learning, PBL*) (FRANCISCO, 2015).

Desse modo, os estudantes se reuniam em pequenos agrupamentos e juntos diagnosticavam as doenças de seus pacientes. Esta foi a formalização do método de ensino baseado em histórias (BARROWS, 1986; HEIRRED, et al., 2011). O objetivo era envolver os estudantes em um contexto de ensino. Assim, tanto em medicina como em direito, os casos descreviam histórias reais de pessoas em apuros, cujos estudantes tentavam descobrir o que estava acontecendo para, posteriormente, propor uma solução. Por isso, que os casos são exemplos de histórias-reais para serem estudados (FRANCISCO, 2015).

Fatos e princípios têm importância, mas o valor do caso é explorar a capacidade dos indivíduos em desenvolver ações como um observador da natureza humana. O professor é um contador de histórias, enquanto os estudantes são o público. Simplificando, os CI são histórias com uma mensagem educativa (HERREID, 2007; HEIRRED, 1997).

Por sua vez, os CI devem, fundamentalmente, incentivar a formulação de problemas, a investigação, de modo que os estudantes obtenham um conhecimento aplicável e flexível do conteúdo científico (WATERMAN, 1998).

Para Francisco (2017):

[...] Os professores devem/podem trabalhar o conhecimento científico com estudantes com dados incompletos, fazer levantamentos de hipóteses, coletar (mais) informações, refinar as hipóteses, fazer (mais) previsões, obter mais dados e assim por diante. Essa é a verdadeira forma dos estudantes participarem ativamente do próprio processo de aprendizagem e apropriar-se dos conhecimentos científicos (FRANCISCO, 2017, p.9).

Os CI exigem ceticismo, flexibilidade e a capacidade de ver alternativas de abordagens. Em resumo, os casos demandam pensamento crítico e propiciam autonomia no processo de aprendizagem (HEIRRED, 2004; SÁ e QUEIROZ, 2009).

De acordo com Francisco (2017):

Os CI são considerados uma vertente da ABP. Embora ambos partem de histórias vivenciadas por personagens, a ABP está diretamente relacionada à uma disciplina ou conceito específico que deve ser estudado ou aprendido; enquanto os CI no ensino de ciências buscam explorar a tomada de decisões dos estudantes sobre questões sociocientíficas, na forma de proporcionar a reflexão dos fenômenos envolvidos. (FRANCISCO, 2017, p.6).

Posto isso, corroborando com Francisco (2017), os CI permitem aos estudantes colocarem as mãos na massa, buscarem soluções, apresentá-las, discuti-las e defendê-las.

Segundo Francisco (2022), existem algumas características importantes para escrita de um caso como: ser relevante, ou seja, ser contextualizado, podendo partir do interesse dos indivíduos; contar uma história, despertando assim o interesse, a empatia, não sendo tão extenso, a ponto de ser cansativo, sendo necessário encontrar um equilíbrio; provocar conflito, ser atual, envolver o leitor com diálogos e por fim resolver um problema, tendo nessa parte a função de ensinar, forçando um posicionamento e tomada de decisão. Tais características e outras mais, permitem criar um ambiente imersivo e promover espaços para que o estudante possa ser protagonista da sua aprendizagem.

### 3.3 CASOS INVESTIGATIVOS (CI) E O ENSINO DE QUÍMICA

Na literatura nacional, especificamente no ensino de Química, Sá e Queiroz (2009) destacam que os casos são utilizados para introduzir conteúdos disciplinares; desenvolver a capacidade de tomar decisões; demonstrar aplicações da química; estimular a comunicação oral e o debate; incentivar o trabalho em grupo e manifestar o pensamento crítico.

Nas últimas décadas, nota-se uma crescente frente ao uso da metodologia de casos investigativos aplicada a estudantes de ensino médio. A começar por Lopes et al., (2011) que discorreram sobre a importância de se trabalhar com os CI no ensino profissionalizante/ensino médio. Já Massena, Guzzi Filho e Sá (2013) e Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013), envolveram questões sociocientíficas. Nos trabalhos de Francisco e Francisco Junior (2013), encontrou-se uma proposta didática de experimentação investigativa empregando CI para o ensino de métodos anticorrosivos voltados para o Ensino Médio. Freitas-Reis e Faria (2015), adotam o uso dos CI no ensino médio de uma escola pública de Juiz de Fora para suscitar um tema social (aditivos alimentares) e abordar diversos conteúdos de química relacionados.

Vale salientar que todas as diferentes propostas envolvendo CI devem ser guiadas e condizentes com o planejamento, pois só assim, poderão atingir resultados de acordo com os objetivos pretendidos (FRANCISCO, 2017).

O que se observa a partir dessa revisão é uma semelhança entre as utilidades dos CI. Além disso, nota-se uma aplicabilidade dos CI para analisar o desenvolvimento argumentativo dos estudantes, discutir questões sociocientíficas; suscitar a pesquisa e a busca de informações, melhorar o entendimento de conceitos científicos e o processo de ensino e aprendizagem. Destaca-se aqui a relevância do presente trabalho, que se debruça a levantar informações sobre o uso dos CI e seu potencial de desenvolvimento da aprendizagem química em um cenário atípico, pós pandêmico.

### 3.4 PANDEMIA E APRENDIZAGEM QUÍMICA

Foi em fevereiro de 2020, que o primeiro caso de infecção por coronavírus foi registrado no Brasil. Diante da pandemia, o Ministério da Educação (MEC) autorizou a substituição das aulas presenciais pelo modelo online para as instituições de ensino superior e, pouco depois, para a educação básica. As autorizações, que antes deveriam durar apenas um mês, foram prorrogadas por mais uma, duas, três vezes, e a pandemia perdurou por quase 2 anos (ARAÚJO, 2021).

Dessa forma, se fez necessário dar seguimento as atividades escolares através do ensino remoto emergencial autorizado pelo Ministério da Educação (MEC), em caráter de excepcionalidade, por meio da Portaria nº 343, de 17 de março de 2020, que “dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19”.

Neste mesmo ano, a Secretaria de Educação do Paraná firmou parceria com o *Google Classroom* e realizou o cadastramento de e-mails de estudantes e professores de toda a rede de ensino, o objetivo dessa plataforma foi a criação de turmas virtuais, tentando amenizar o impacto do ensino remoto aproximando-o do ensino presencial, ainda através dessa plataforma foi concedido acesso aos professores, para postar e receber atividades, atribuir notas e mediar as estratégias de ensino nessa nova modalidade a distância.

Alguns autores, como Behar (2020, s.p.) relembra que:

O uso desta plataforma de forma remota em um momento de pandemia, não pode ser considerada como salvacionista, pelo contrário, ela está posta devido a uma situação emergencial. Se baseia no fato da realização de atividades pedagógicas de forma temporária com o uso da internet. As aulas ocorrem em um tempo síncrono (seguindo os princípios do ensino presencial) com a finalidade de minimizar os impactos na aprendizagem dos estudantes advindos de sistemas de ensino presencial aplicados neste momento de crise.

Diante disso, Varella (et al., 2021), destaca os inúmeros obstáculos enfrentados:

O excesso de arquivos que consomem a capacidade de memória colocada como gratuita para plataforma, a inexperiência com o formato remoto, a adequação da metodologia de ensino dentro outras. Enfocando o ensino de química o maior impacto para os professores foi gravar suas próprias aulas sem equipamentos adequados como lousa digital para realização de

cálculos e falta de prática no jamboard (quadro branco inteligente do Google).

Devido ao alto nível de abstração que se faz necessário na disciplina de química, as adversidades desse período foram imensas, tornando o ensino de química desafiador aos professores dessa área.

Para Varela (et al., 2021) "mais do que nunca, durante a pandemia do coronavírus em 2020, a educação no Brasil tornou-se um privilégio, deixando milhares de estudantes sem garantia de seu direito à educação". Em meio a esse cenário de crise, coube à comunidade escolar, buscar soluções paliativas para tentar manter o vínculo de pertencimento dos estudantes com a escola e minimizar os efeitos da pandemia na aprendizagem.

## 4 METODOLOGIA

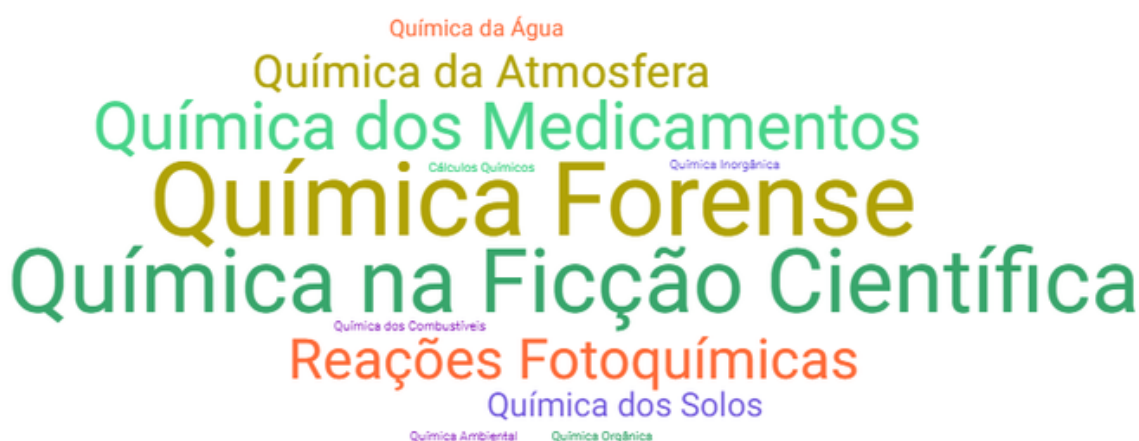
A metodologia de pesquisa adotada foi a qualitativa, do tipo pesquisa participante (PP), a qual busca o envolvimento dos sujeitos na análise de sua própria realidade e se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e os membros das situações investigadas (Fonseca, 2002). Parte-se do interesse do professor em alterar seu entorno, buscando melhorar sua práxis docente, a fim de auxiliar a construção dos conhecimentos dos estudantes.

A atividade foi planejada e inserida em uma turma na qual a autora é a professora regente, sendo essa de segundo ano do ensino médio, no Colégio Estadual Pioneiros, que funciona na modalidade integral em Foz do Iguaçu. A turma foi escolhida, por conter um número razoável de estudantes (11), e pela seriedade que estes têm com atividades diferenciadas, sem nota atrelada.

Assim, a proposta foi elaborar um caso investigativo sobre a temática de Química Forense, identificada pelo interesse dos estudantes a partir de um questionário prévio respondido por eles. A aplicação de tal questionário, se deu em meados de maio do presente ano.

As temáticas de interesse foram levantadas em um questionário para os estudantes (Apêndice 5), onde cada um pode selecionar três áreas, o resultado encontra-se representado pela nuvem de palavras na figura 1.

Figura 1 — Temáticas de interesse



Fonte: O autor (2022).

A nuvem de palavras busca evidenciar as palavras mencionadas com mais frequência. Assim cada palavra tem seu tamanho e intensidade da cor determinada pela relevância, de modo que, quanto maior a frequência maior o seu destaque na imagem. Pode-se observar que a temática química forense foi a de maior destaque,



seguida da química na ficção científica. Portanto, a temática levantada para escrita e desenvolvimento do caso investigativo foi química forense.

Com a temática pré-definida, buscou-se uma ferramenta para levantar os indícios de possíveis defasagens expressos pelos próprios estudantes, e assim em setembro, durante a busca na literatura, encontrou-se o balanço de saber, que foi utilizado com esse propósito.

Tal instrumento elaborado por Bernard Charlot, consiste na demanda da produção de um texto pelos sujeitos de forma mais significativa a partir de um contexto mais geral e convidativo aos estudantes escreverem o que consideram de importante: "Desde que nasci, aprendi muitas coisas, em casa, na rua, na escola e em outros lugares... O quê? Com quem? O que é importante para mim nisso tudo? E agora, o que eu espero?" (CHARLOT, 2000, p. 7).

Acompanhando essa proposição e buscando adequá-la ao nosso campo de investigação, reformulou-se o balanço de saber da seguinte forma:

Caro estudante, convido você a refletir sobre o ensino de química durante a pandemia. Produza um texto sobre as seguintes perguntas norteadoras: Desde o início do ensino online durante a pandemia, o que você estudou, o que lembra, o que foi importante de tudo isso, o que foi relevante para você?

Após examinar as respostas dos estudantes, utilizando-se da análise de conteúdo de Bardin (2011), as respostas foram agrupadas por semelhanças e alocadas em quatro categorias a posteriori, que guiaram as discussões sobre como foi o aprendizado durante a pandemia. Sendo elas: a categoria sobre os conhecimentos adquiridos fora da escola; não lembro / não estudei; conceitos Químicos e a categoria de relevância. A escolha de tais, se deu ao fato dos resultados permitirem uma discussão que atendesse a proposta deste trabalho.

Já a aplicação do caso, ocorreu em novembro do presente ano e consistiu em dividir os estudantes em dois grupos, os quais deveriam fazer a investigação, responder um questionário e elucidar o caso.

Levando em conta o interesse dos estudantes pela temática Química Forense, foi elaborado o caso intitulado "O Sal da traição" disponível no apêndice A, que narra um crime ocorrido em um laboratório de química, no qual a vítima que pesquisava os efeitos do cloreto de cério para cura do câncer foi assassinada. O perito local faz um levantamento dos vestígios deixados e aponta alguns suspeitos. Assim, o caso se desenrola com a investigação criminal e com uso de técnicas forenses para se chegar a elucidar o caso. Destaco aqui que o caso elaborado foi adaptado de um trabalho de Cavalcante et al., (2020), parafraseando a frase icônica "sal da traição". E ainda, que para aplicação e elucidar o caso investigativo, foram utilizadas 3 aulas de 50min, em sequência.

Após a entrega do caso foi feita a leitura junto com os estudantes. Em seguida, visando uma aprendizagem cooperativa, com maior interação, diálogo, confronto de ideias e opiniões entre os integrantes, os estudantes se organizaram em 2 grupos: G1= E1, E2, E3, E4 e E5; G2= E6, E7, E8, E9, E10 e E11.

Os grupos foram conduzidos a sala de vestígios, onde começaram a investigar o crime. A partir daí, seguindo as pistas, os estudantes foram coletando informações e previamente debatendo para elaborar sua proposta de resolução do caso.

Cada seção continha um laudo pericial e baseado em suas instruções os estudantes iam desvelando o mistério. O laudo 1, apresentava uma técnica de observação, na qual uma cadeira havia sido encontrada no chão. O resultado do laudo indicava uma discussão no local e uma possível agressão.

No laudo 2, também de observação, os estudantes tiveram acesso a um notebook, no qual havia um arquivo em redação solicitando a retirada do nome de um dos pesquisadores da patente de pesquisa.

No laudo 3, o vestígio era uma tabela periódica que destacava dois elementos em especial, Cs (césio) e Cl (cloro), e um rabisco no canto da folha escrito "O sal da traição".

O laudo 4, trazia a coleta de pegadas, sobre as quais os estudantes puderam calcular o tamanho do calçado (descrição disponível no apêndice 7) e posteriormente comparar com as informações contidas na ficha criminal.

O laudo 5, apontava adulteração no café da vítima com boa noite cinderela e o laudo 6, apresentava a arma do crime e as respectivas digitais encontradas, que apontavam para um dos suspeitos.

O laudo 7, indicava o uso da arma de fogo e lesão na cabeça da vítima. Enquanto o laudo 8, o vestígio eram digitais encontradas em um copo de vidro, sobre as quais os estudantes tiveram que utilizar de uma técnica forense para revelação empregando a sublimação de iodo. Nesta seção, os estudantes seguiram o procedimento operacional que se encontra no apêndice 8.

O último laudo era o teste de DNA sobre as amostras de sangue, que confessava ser da vítima.

Os laudos periciais foram elaborados a fim de auxiliar os estudantes na revelação do crime, permitindo explorar os conhecimentos científicos sobre Química Forense Experimental (OLIVEIRA, 2006), como a identificação de impressões digitais, detecção de substâncias entorpecentes e testes de DNA.

Nessa etapa, diversas hipóteses sobre a autoria do crime começaram a ser levantadas pelos estudantes, engajando-os, ao despertar o interesse e estimular habilidades baseadas na objetividade, argumentação e interação entre colegas.

Após essa etapa, os estudantes tiveram tempo para elaborar suas propostas e responder ao questionário previamente entregue, disponível no apêndice 6.

Cessado o tempo de resolução, cada grupo pôde apresentar sua proposta de resolução do caso, para na sequência, a professora apresentar a proposta final da atividade. O documento foi lido em voz alta, em que continha a reconstituição das ações dos suspeitos do crime fictício e o desfecho da história (ver apêndice 2).

Os dados foram coletados por meio de anotações das observações relativas às descrições, dúvida e opiniões dos estudantes e de um questionário que serviu para analisar e avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos químicos por meio dos saberes adquiridos na resolução do caso.

Outra forma de coleta foi a elaboração de narrativas, com a qual os estudantes, após analisarem os vestígios, buscaram remontar a cena do crime, com base nos conceitos científicos relacionados a Química Forense.

A escolha da narrativa consiste nas características desse gênero de discurso, por ser um texto organizacional exibido na forma de uma história baseada nas experiências de temporalidade e ações pessoais de cada indivíduo (FRANCISCO & BENITE, 2016).

Para a análise das narrativas, empregou-se o referencial da análise de conteúdo proposta por Bardin que permite entre outras coisas, expressar as significações presentes no material escrito dos estudantes (BARDIN, 2011).

Os textos produzidos pelos estudantes constituíram como o corpus da pesquisa para analisar a aprendizagem química com o caso investigativo. Para a análise da aprendizagem, associou-se os elementos do triplete químico proposto por Talanquer (2011), que tratam da natureza do conhecimento químico:

Tabela 1 — Níveis de conhecimento teóricos propostos por Talanquer (2011). (continua)

Categoria	Descrição
Experiência	Relaciona com o conhecimento descritivo de substâncias químicas e processos adquiridos de maneiras diretas (através dos sentidos) ou indiretas (usando experimentação). Ou seja, descrevem os objetos e fenômenos ressaltando as características ou propriedades dos constituintes, porém sem apresentar o significado químico dos termos.
Modelos	Referem aos modelos teóricos descritivos, explicativos e preditivos que os químicos têm desenvolvido para fazer sentido do mundo vivido. Em outros termos, envolve o domínio da rede de significados, e como os estudantes utilizam dos saberes, conceitos e modelos teóricos constituintes da rede para dar sentido e explicar os fenômenos e processos químicos.
Visualizações	Englobam os símbolos e fórmulas químicas, desenhos de partículas,

Tabela 1 — Níveis de conhecimento teóricos propostos por Talanquer (2011). (conclusão)

Categoria	Descrição
	equações matemáticas, gráficos, animações, simulações, modelos físicos, etc., usados para visualmente representar os componentes centrais do modelo teórico.

Fonte: TALANQUER (2011).

Ademais, buscou-se relacionar os níveis de conhecimentos aos saberes dos estudantes, observando até onde o estudante conseguiu evoluir seus conceitos, visto que cada um dos três tipos/níveis do conhecimento químico (experiências, modelos e visualizações) podem ser categorizados em um espaço multidimensional, sendo definido pelas diferentes escalas, dimensões e abordagens dos conceitos. A Tabela 2, apresenta esse espaço multidimensional em que cada um dos tipos/níveis pode ser definido, com base em Talanquer (2011).

Tabela 2 — Categorias e classificações do espaço multidimensional.

Escala	Dimensão	Abordagem
Macroscópica Mesoscópica Multiparticulas Supramolecular Molecular Subatômico	Composicional/estrutural Energética Tempo	Matemática Conceitual Contextual Histórica

Fonte: TALANQUER (2011).

Considerou-se, então, a relação dos referenciais mencionados como um instrumento de análise do processo de aprendizagem, analisando as respostas dos estudantes e identificando os tipos/níveis do conhecimento químico apresentado nas respostas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos em três seções. A primeira apresenta as categorias estabelecidas com o balanço de saber; a segunda como se desenvolveu a atividade com o caso investigativo; e a terceira evidencia a análise dos conhecimento químicos, sustentado pelo triplete químico.

### 5.1 BALANÇO DE SABER

Inicialmente criou-se as categorias que visaram identificar as defasagens e fragilidades do aprendizado químico intensificadas durante a pandemia. Os extratos dos estudantes foram reescritos e categorizados, conforme a estrutura abaixo:

#### **Categoria 1: Conhecimento adquiridos fora da escola**

Essa categoria, elenca os extratos onde os estudantes mencionaram terem ou não adquirido algum conhecimento químico, fora do ambiente escolar, ou seja, fora do meio formal de ensino, como por exemplo, na internet, em filmes, séries e/ou outras fontes de informação.

Desse modo, alguns estudantes relataram ter entrado em contato com exemplificações de fenômenos químicos, como denota o extrato a seguir:

*Extrato 1: "O envelhecimento do vinho, decomposição de corpos, ocultamento de cadáver com produtos agrícolas, luminol para descobrir restos de sangue, atraso na decomposição de corpos com materiais."*

Ao analisar o fragmento contata-se a imprescindibilidade de compreensão dos três diferentes níveis de representação (chamados de chemistry triplet, em inglês), traduzido à triplete químico, ou seja, de que o conhecimento químico é motivado, expressado, ensinado e transmitido de diferentes formas (GILBERT; TREAGUST, 2009; TALANQUER, 2011).

Essas três faces do conhecimento químico envolvem aspectos macroscópicos, categorizado por Talanquer como experiências, composto por entidades e fenômenos que são concretos e visíveis em nosso mundo, ou seja, é o nível em que os fenômenos são experimentados, observados e descritos (JOHNSTONE, 1982; TALANQUER, 2011).

Já o submicroscópico, categorizado como modelo, é o nível em que os fenômenos são explicados, recorrendo a átomos, moléculas, íons, estruturas, isômeros, polímeros, etc., a fim de formar uma imagem mental que guie o

pensamento e racionalize o nível descritivo (JOHNSTONE, 1982; TALANQUER, 2011).

E o simbólico, trata-se das visualizações, nível em que símbolos são trazidos para representar e comunicar conceitos e ideias (TALANQUER, 2011).

Observa-se que as exemplificações do extrato, não ultrapassam o nível das experiências, podendo portanto, evidenciar possíveis defasagens de aprendizagem.

Nota-se também, que existe uma tendência de citar a presença da química em clichês, ou seja, a química relacionada a situações específicas, complexas e ficcionais. O principal exemplo, são investigações criminais, que na maioria das vezes mostra uma química distante de todos os sujeitos e sem muitas relações da necessidade de se apropriar desses conhecimentos para entender melhor o mundo em que se vive, ou mesmo, que este gênero faça parte da vivência dos estudantes.

### **Categoria 2: Não lembro / não estudei**

Boa parte dos estudantes relataram não lembrar de conteúdos relacionados a química, ou mesmo de não ter estudado durante a pandemia.

*Extrato 2: "Eu não cheguei a ver nada durante a pandemia porque para mim foi difícil entender pelo EAD".*

*Extrato 3: "Quando chegou a pandemia eu não estudei, peguei as folhas impressas para fazer em casa, fui começando aos poucos, não lembro muito porque eu tinha pegado covid".*

*Extrato 4: "Na realidade, no período de pandemia, eu pouco sei o que aconteceu, pois eu apenas fazia algumas atividades do escola Paraná pegando resposta da internet".*

Essa categoria evidencia o distanciamento dos estudantes com o meio escolar e mostra as fragilidades do sistema de ensino online/virtual, como a falta de acesso e a conectividade por internet.

Entre os recursos adotados, ou ao menos anunciados pelas secretarias de educação estiveram “[...] as plataformas *online*, outros recursos digitais, a distribuição de materiais de estudos impressos e a transmissão de aulas via TV aberta e rádio” (CUNHA, SILVA e SILVA, 2020, p. 34).

Com esse rol de recursos, em boa parte dos casos, os estudantes puderam escolher a melhor forma de conduzir seus estudos. Isso fez com que muitos optassem apenas pelas atividades impressas retiradas no colégio a fim de cumprir um protocolo, mas sem garantia de aprendizagem e acompanhamento.

O extrato 4, "*pegando resposta da internet*", mostra que os exercícios que os estudantes retiravam e devolviam resolvidos era com ajuda da internet, sem nenhum

acompanhamento nem garantia de transformar as informações em saberes, pois consistia em um processo de cópias de resoluções.

Era de se esperar que nem todos os estudantes teriam acesso ao ensino virtual e que distribuição de material impresso se faria indiscutível. Nota-se que as desigualdades educacionais foram realçadas diante das fragilidades das escolas públicas, como da impossibilidade de algumas famílias em garantir aos estudantes o necessário acesso aos meios digitais, sem os quais estariam excluídos do processo (ALBUQUERQUE et al., 2021). Existe um percentual considerável da população que se encontra à margem desses avanços tecnológicos e conseqüentemente, em exclusão tecnológica (GUIMARÃES; CRUZ; JULIÃO, 2019).

Além disso, no extrato 3, *"fui começando aos poucos, não lembro muito porque eu tinha pegado covid"*, mostra outras fragilidades no cenário pandêmico, como a preocupação com a própria saúde em relação à contaminação frente se preocupar com aprendizagem escolar.

De acordo com Souza (2020), é imprescindível compreender este momento e para isso aprender a lidar com um turbilhão de emoções, bem como, com teorias e práticas que possam nos amparar a encontrar um pouco de ordem no caos (SOUZA, 2020).

### **Categoria 3: Conceitos Químicos**

Foram citados alguns conteúdos como: teoria e estrutura atômica, ligações químicas, balanceamento, misturas, ácidos e bases, geometria molecular, propriedades periódicas.

*Extrato 5: "Estudei ligações químicas, misturas, ácidos e bases. Lembro que em ligações químicas tem os tipos de ligações como linear, piramidal etc., misturas lembro que tem homogênea e heterogênea, ácidos e bases lembro sobre níveis de pH e o experimento do suco de repolho roxo".*

*Extrato 6: "Eu me lembro de ver tipos de ligações químicas (iônica, metálica, covalente), balanceamento de equações químicas, modelos de átomos, propriedades periódicas, não lembro muito a fundo esses conteúdos".*

Nesses extratos é interessante observar que os estudantes lembram de temas/ tópicos vistos durante o período, mas ao tentarem explicar sobre o que era, observa-se erros conceituais que evidenciam defasagens na aprendizagem. No fragmento do extrato 5, *"lembro que em ligações químicas tem os tipos de ligações como linear, piramidal, etc"*, o estudante se recorda do tema ligação química, porém se confunde com o conceito de geometria molecular. Entende-se que tal lembrança remete a uma memória visual e não conceitual.

Já no segundo extrato, há a presença de vários conteúdos químicos, mas o estudante não consegue descrever sobre eles, dizendo não lembrar a fundo, ficando novamente no nível de experiências descritivas.

Algumas pesquisas apontam, por exemplo, que os estudantes têm dificuldades em transitar entre os "níveis de representação" macro e submicro da matéria (DAVIDOWITZ & CHITTLEBOROUGH, 2009; GABEL, 1998, 1999); isso quer dizer que eles têm dificuldades em transitar entre as experiências, modelos e visualizações.

Com isso, percebe-se que foram trabalhados os conteúdos durante o ensino online/remoto, mas não se pode afirmar o quanto houve de aprendizado.

Santos e Schnetzler (2010), descrevem que o ensino da Química deve ocorrer por meio de uma contextualização dos conteúdos para que o estudante possa compreender melhor sobre o que se está sendo trabalhado, assim não só conseguira recordar dos conteúdos como assimilá-los de fato.

#### **Categoria 4: Relevância**

Alguns estudantes relataram que os conteúdos vistos durante a pandemia não foram relevantes.

*Extrato 7: "[...] Me lembro de uma atividade prática que tirei foto e mandei para prof. de ciências, no 9º ano, sobre densidade de líquidos. Não foi relevante, praticamente não aprendi nada e fiquei triste".*

*Extrato 8: "[...] O começo da teoria de como era a forma de um átomo na época, me nada relevante a minha vida particular".*

*Extrato 9: "[...] De relevante eu não lembro nada, só um pouco de tabela periódica".*

*Extrato 10: "Quase nada, só lembro dos átomos e algumas coisas".*

*Extrato 11: "[...] Foi relevante durante o ano, depois esqueci tudo".*

*Extrato 12: "[...] Acho que quase tudo foi importante e é relevante para mim".*

Nessa categoria o foco foi notar a relevância dos conteúdos por eles vistos, porém a maioria afirma não ser relevante, ou seja, o estudante não consegue ver sentido entre o conteúdo visto e sua importância para entender o mundo ao seu redor.

No extrato 8, em que é retratado que "*nada relevante a minha vida particular*", corrobora a ideia e mostra que a própria escola não faz parte dessa vida particular.

Já um dos estudantes afirma que foi relevante durante o ano, mas que depois acabou esquecendo, indicando que, possivelmente memorizou o conteúdo para as provas e atividades, mas não conseguiu compreender para dar significados a



estabelecer conexões.

Após a análise desses extratos, verifica-se que existem defasagens no aprendizado, que agravaram-se durante a pandemia, uma vez que os estudantes seguem tendo dificuldades de visualizar a utilidade do conteúdo e estabelecer conexões com ele.

Há um tempo atrás, Maldaner (2006) apontava que um dos problemas da falta de interesse pela disciplina e a relevância da mesma poderia ser explicada, entre outros fatores, pela questão do não entendimento ou não compreensão dos conceitos vistos em sala. Considerando agora, o deslocamento forçado de inúmeros estudantes dos espaços presenciais para os ambientes virtuais, como única maneira de garantir o seguimento das atividades educativas, foi, sem dúvida, uma tarefa que pôs à prova os sistemas educacionais de todas as nações (ALBUQUERQUE, et al., 2021).

## 5.2 ATIVIDADE COM O CASO INVESTIGATIVO

Nessa seção será apresentado os resultados referente a atividade com o caso investigativo e como se deu os caminhos para análise, ou seja, quais foram as unidades de análise e os processos de categorização pensados para resolução do caso.

Depois da aplicação do caso, os resultados foram organizados de modo a evidenciar o caminho percorrido pelos estudantes para resolução do caso. Nessa análise, três categorias foram criadas, a priori: (i) levantamento de informações; (ii) socialização das informações e; (iii) elucidação do caso e análise dos conhecimentos químicos.

As narrativas categorizadas nessas três vertentes, mapearam o percurso da resolução do caso. A escolha por essa categorização emergiu das observações dos grupos durante a aplicação do caso e na coleta de informações escritas.

A primeira categoria, *levantamento de informações*, consistiu na leitura do caso e investigação dos laudos periciais propostos para a cena do crime. Os estudantes leram o caso em conjunto e então visitaram as seções onde havia os vestígios e laudos sobre o crime (Figura 2):

Figura 2 — Evidências da cena do crime - Laudos Periciais

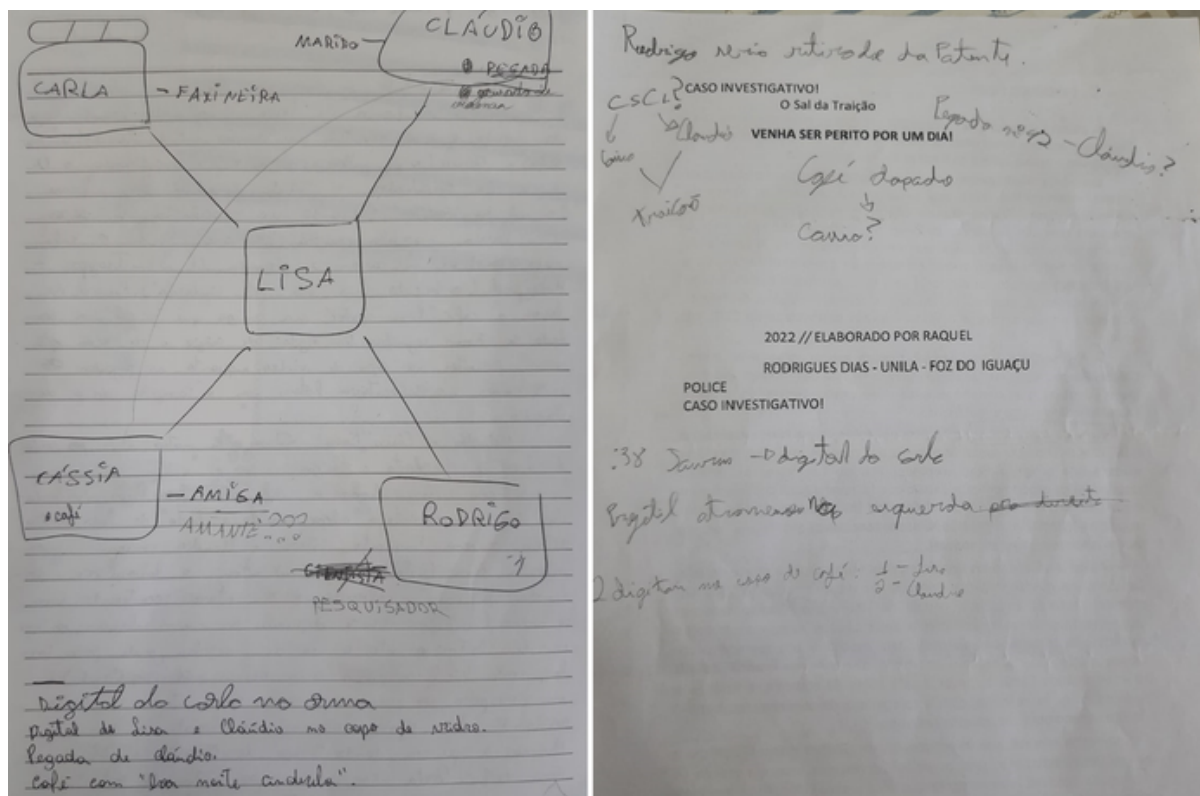


Fonte: O autor (2022).

Os estudantes foram coletando informações e anotando os enigmas/laudos disponibilizados. Durante essa etapa, os grupos visitaram as seções de investigação

e ao lerem os laudos um a um, já conversavam entre si, sobre o que teria acontecido, a partir dessas discussões, cada grupo buscou sistematizar as ideias e assim a esboçar um esquema para resolução, apresentado na Figura 3:

Figura 3 — Esboço do esquema de resolução do caso



Fonte: O autor (2022).

Nos esquemas acima pode-se notar a forma como cada grupo começou a organizar as ideias. Um dos grupos utilizou uma técnica que lembra os mapas mentais, tentando relacionar as informações à vítima. Para Okada (2004), os mapas mentais são representações gráficas que podem ajudar a mapear o processo de pensamento de forma não sequencial, nas quais diversas informações, símbolos, mensagens são conectados para facilitar a organização de um determinado tema ou ideia. Os mapas mentais permitem a organização, a estruturação e a visualização dos dados de forma espacial e podem auxiliar na sistematização de conhecimentos (CORREIA & SÁ, 2010).

Já o segundo grupo foi anotando as informações nos espaços em branco disponíveis da folha. Note que, ao escrever uma informação, há um rabisco, questionando-a, o que dá indícios de seu processo mental para conectar as informações.

A segunda categoria, *socialização das informações coletadas e a discussão do caso*, toma como base a discussão nos grupos sobre o que teria ocorrido na cena

de crime.

A partir de suas anotações e esboços, como da figura 3, os estudantes se reuniram em seus respectivos grupos para discuti-las, criando suas hipóteses e debatendo possibilidades. O debate auxilia na abertura de novas perspectivas para que o estudante possa expor suas opiniões sobre o tema, avançando o fluxo do pensamento (BARBOSA, et al., 2020) e funcionando como uma aprendizagem cooperativa.

Esse momento foi, pela autora, considerado o auge da atividade, pois durante o debate eles divergiam de ideias e quando estavam próximos de um consenso, um participante levantava uma nova hipótese.

De acordo com Kasseboehmer & Ferreira (2013), os processos de argumentação, de exposição de ideias, de sua defesa ou de seu abandono diante de uma contradição são de grande valia para o espírito científico que funcionam como balizadores de aprendizagem, pois só se conhecem conceitos quando se consegue discuti-los. Assim, aos poucos a proposta de elucidação do caso foi se estruturando.

A terceira categoria, *elucidação do caso e análise dos conhecimentos químicos*, consistiu na resolução do caso de forma escrita que foi recolhida de cada grupo. As duas resoluções são apresentadas a seguir:

Proposição G2:

*Carla vai todos os dias para faxinar o laboratório. Lisa sempre ficava até tarde trabalhando, ficando longe do marido, o que acarretou na traição entre Cláudio (o seu marido) e Cássia (sua melhor amiga), o que explicaria Cl e o Cs circulados na tabela periódica com a frase "o sal da traição", indicando sua consciência da traição.*

*Cássia naquela manhã foi quem levou o café, cuja análises indicavam a presença de Flunitrazepam-Rohypnol (conhecido como "boa noite cinderela"). Por que ela levou café? Para "ajudar" sua amiga que já estava acordada a horas seguidas. As digitais de Cássia e de Lisa estava presentes no copo de vidro, enquanto as pegadas encontradas no laboratório batem com o tamanho do pé de Cláudio.*

*Cláudio e Cássia tinham motivos para matar Lisa, por causa de Lisa ter descoberto a traição. Após Cássia levar o café, para Lisa ficar desacordada, Lisa cai e bate a cabeça, causando a lesão do lado direito de sua cabeça. Enquanto Cássia e Cláudio começavam a arrumar a cena, Carla (a faxineira) entra no laboratório e presencia a cena, percebendo o que estava acontecendo, saca a arma, (que possivelmente adquiriu por meios ilegais, já que em seu histórico está o uso de maconha, onde para Carla, seria fácil adquirir uma arma não registrada) e em desespero por presenciar essa cena, atira e acaba acertando Lisa. Após isso, sai do*

*local do crime e chama a polícia, dando tempo de Cláudio e Cássia saírem de lá. Carla não assumiu por conta do porte ilegal de armas e o homicídio culposo, enquanto Cláudio e Cássia por tentativa de homicídio.*

O grupo acima optou por escrever o texto em forma de redação, apontando os indícios que foram coletados e examinados e usando-os para justificar os fatos ocorridos.

No fragmento "*Cláudio e Cássia tinham motivos para matar Lisa, por causa de Lisa ter descoberto a traição. Após Cássia levar o café, para Lisa ficar desacordada [...]*", os estudantes afirmam o que teria ocorrido, mas não avançam nos modelos e representações necessárias para a aprendizagem química, mais um vez ficando no nível das experiências e indicando as defasagens na aprendizagem química.

Nota-se que, na escrita dos símbolos químicos (Cs e Cl), os estudantes escreveram da maneira correta, diferenciando a letra dos elementos, com a forma maiúscula e minúscula. Tal observação indica um domínio da linguagem química, o que mostra aprendizado sobre a simbologia química para identificar os elementos químicos.

A linguagem é a essência no processo de ensino e aprendizagem em Química. De acordo com Pauletti, Fenner e Rosa (2013), é importante que o professor vislumbre a linguagem como propulsora e a decodifique num espaço de aprendizagem, dado que, é por meio da exploração e uso da linguagem que aumenta-se a compreensão do conhecimento em algumas ciências, em particular, a química.

Já para Broiete et al., (2010) para compreender os conceitos químicos e aplicá-los, é necessário que antes os estudantes tenham adquirido conhecimento sobre a linguagem química, habituando-se com a disciplina e os conceitos por ela abarcados.

Ao citarem que as digitais encontradas eram da vítima, os estudantes não fazem menção a técnica forense utilizada, que fundamentaria a identificação por meio dos conhecimentos químicos. Ao que parece, a preocupação durante a escrita é de convencer o leitor que eles conseguiram amarrar os vestígios e que a narrativa deles é a verdadeira. Porém, quanto mais os estudantes usarem de conhecimentos químicos e da base do triplete químico, maior aprendizagem mostram sobre o assunto.

Proposição G1:

*Discussão entre Lisa e Cássia.*

*Preocupação - Remover Rodrigo da patente.*

*Com a tabela indica que sabia da traição do marido (Cláudio) com Cássia, o que teria gerado a discussão.*

*Havia pegadas de nº42, provando que Cláudio esteve lá.*

*Cássia como sempre teria levado café na manhã desse dia, a mesmo foi encontrada com vestígios de boa noite cinos.*

*Carla encontrou o corpo de Elisa sexta de manhã, suas digitais estão na arma, pode tê-la pego por impulso.*

*Foi achado do lado esquerdo da cabeça da vítima, no esquerdo uma lesão.*

*Copo prova por mais uma vez que Cláudio esteve lá, junto de Lisa.*

*Sangue de vítima somente.*

*Rodrigo tentou dopá-la para roubar suas pesquisas, matando-a no processo.*

Nesta proposição, vê-se outra forma de interagir com o leitor, aqui são listados tópicos, que de forma sucinta buscam chegar a um resultado sem um detalhamento das etapas.

Na sequência, os estudantes responderam coletivamente, outro questionário (apêndice 6). Como eles estavam divididos em grupos, um estudante fazia a leitura da pergunta e todos contribuíam com a resposta, a intenção deste questionário foi verificar se durante a aplicação do caso, os conceitos químicos envolvidos foram compreendidos pelos estudantes. Para isso, foi perguntado: onde a Química estava presente na cena? E em que momentos?

Os estudantes do G1 e G2, responderam que em todo caso investigativo, desde a pesquisa de Elisa, até a análise e investigação do caso, na análise do sangue, no café com substâncias e nas impressões digitais.

Fica nítido que os estudantes conseguem reconhecer a presença da química em diversas partes do caso, tentando relacionar e dar contexto as observações feitas, com certos conteúdos, por meio de exemplos, na maioria das vezes, numa abordagem superficial desses fatos.

Nessa perspectiva, Silva (2007) aponta que a contextualização fica apenas no campo da citação, sem estabelecer relações mais significativas com o conhecimento químico. Outrora, como propunha Talanquer (2011), a resposta aproxima-se apenas do nível das experiências.

Também foi perguntado quais conteúdos já vistos foi possível associar a cena do crime? As respostas foram: Formação de sais, tabela periódica, sublimação do iodo, análise de DNA e impressões digitais.

Nessas respostas, pode-se notar que os estudantes conseguiram listar conteúdos químicos vistos ao longo do ano, que estão presentes na cena do crime, porém, de forma bem generalista. Segundo Silva (2020), ao conseguir conectar o

conteúdo químico com o que já foi vivenciado, facilita a compreensão de novos conhecimentos e consolida os já adquiridos.

Quando perguntado "qual a importância do Químico para esclarecimento desse crime?", as respostas foram: na descoberta das digitais do crime, análise de amostras e identificação de substâncias.

Aqui, percebe-se que as respostas se voltam para o retrato do químico forense, já que os estudantes utilizaram apenas elementos da cena do crime e não extrapolaram fora dela. Além disso, não houve destaque para as possíveis habilidades de um químico, mas apenas a respeito de sua tecnicidade.

Foi solicitado que os estudantes fizessem um desenho de como eles imaginavam a cena de crime baseada nas informações do caso, com a intenção de encontrar representações que pudessem ser relacionadas as ideias do triplete químico. As produções são apresentadas na Figura 4, a seguir:

Figura 4 — Cenários desenhados pelos estudantes

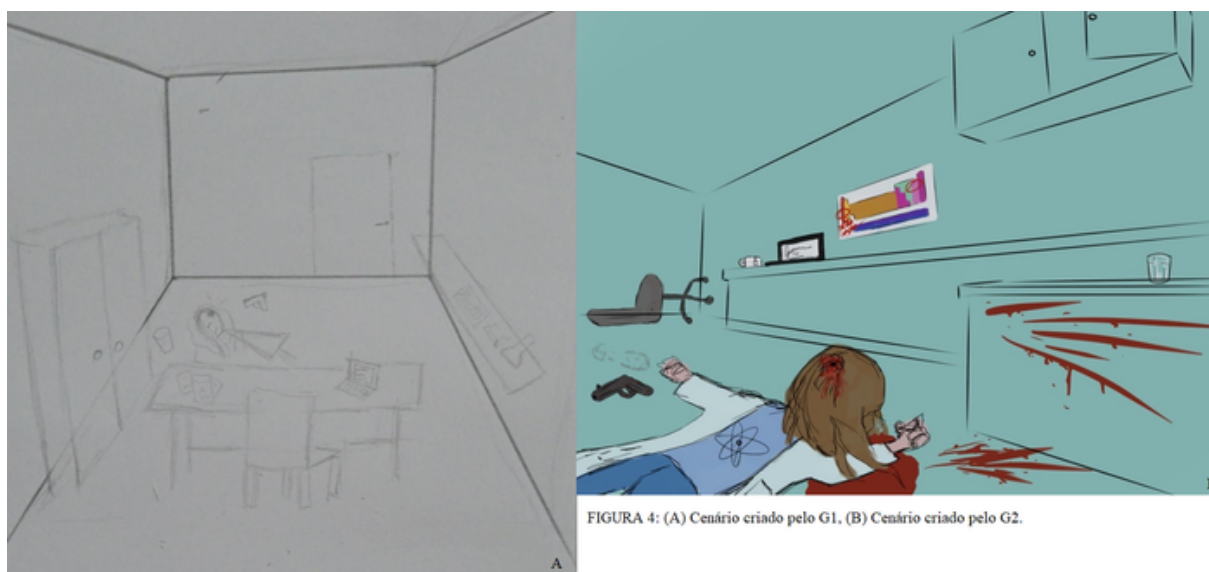


FIGURA 4: (A) Cenário criado pelo G1, (B) Cenário criado pelo G2.

Fonte: O autor (2022).

Os retratos foram entregues na aula posterior a aplicação do caso. Um dos grupos optou por fazer um desenho digital. As representações são interessantes, pois mostram o grau de imaginação e o quão fiel cada grupo foi as pistas coletadas.

O G2, que fez a proposição B, seguiu com mais veracidade as informações coletadas, ao analisar o desenho é nítido a riqueza de detalhes, principalmente na questão de representar os objetos fielmente. Isso mostra que os estudantes realizam essa atividade com prudência, a fim de buscar uma aproximação com a história do caso.

Consoante à Santos e Paixão (2015, p. 317):

(...) O desenho desempenha um papel fundamental na construção da linguagem química, principalmente no aspecto da transposição de conceitos, levando a construção de uma química representacional, cuja aprendizagem destes aspectos ocorre de forma indissociável com os elementos semióticos que mediam o conhecimento.

Já o G1, se contradisse em seu desenho, como exemplo, ao não desenhar a cadeira no chão, sendo que essa era uma afirmação do laudo pericial. Entretanto, nota-se que no cenário A, existe um erlenmeyer sobre a bancada, que faz referência ao ambiente ser um laboratório, assim como a figura B, é tão fiel aos vestígios da cena que deixa de se preocupar com o cenário global do crime. Além disso, considerando o quesito criatividade, pode-se inferir que o G1, demonstrou mais criatividade ao extrapolar seu desenho além das informações contidas no caso.

Quando perguntado, quais os elementos foram importantes para elucidação do caso, os estudantes apontaram as evidências do laudo pericial, como pegadas, impressões digitais e a coleta da arma de fogo. Ao perguntar se o caso investigativo facilitou a compreensão de algum conceito químico, responderam que sim, citando o processo de sublimação do iodo e sua reação com a gordura para revelação das digitais.

No processo de sublimação do iodo, ou seja, passagem do estado sólido diretamente para o estado vapor. O vapor interage com a impressão digital através de processo físico, por adsorção, não ocorrendo reação química (SEBASTIANY et al., 2013).

Porém, essa técnica abrange conceitos como: mudanças de estado físico, processos endotérmicos e exotérmicos, além do fenômeno de adsorção, as mudanças de estados físicos, a composição química de materiais, as forças intermoleculares, entre outros (DELFINO, 2018). Verifica-se que os estudantes apenas citaram os processos químicos, mas não aprofundaram conceitos, ou seja, não transitaram para o nível de modelos e visualizações. Acredita-se que, por não ter sido solicitado especificamente esse tipo de argumentação, os estudantes também possam ter ficado em sua zona de conforto, ao dar respostas mais superficiais.

A fim de avaliar o uso de casos investigativos para auxiliar na aprendizagem química, os estudantes disseram gostar bastante da atividade e avaliaram com 5 estrelas

Após a proposição da elucidação por parte dos estudantes, eles compartilharam entre si, lendo um para o outro sua proposta. Foi então que o feedback da atividade foi dado, reconstruindo os fatos e apresentado a elucidação final para os estudantes, em que puderam saber o quão próximo chegaram de desvendar o caso. Um dos grupos chegou muito próximo da versão ocorrida e



ficaram felizes em serem peritos por um dia.

## 6 CONCLUSÃO

Após a finalização do presente trabalho, foi possível concluir que o uso de casos investigativos proporcionam uma participação ativa e desafiante aos estudantes, os tornando protagonistas do seu processo de aprendizagem, uma vez que a interpretação dos fatos, os leva a uma tomada de decisão para então propor a resolução do problema, além disso, o caso chama atenção dos estudantes pois o tema parte do interesse deles próprios.

A simulação de um crime a ser desvendado pelos estudantes promoveu um espaço para o ensino contextualizado e investigativo. Esmerado na proposição de problemas, promove uma abordagem na qual os estudantes possam refletir e construir seu próprio conhecimento, o que forneceu mecanismo para que o processo de ensino e aprendizagem partisse de fenômenos macroscópicos, observados pelos estudantes na cena de crime e no experimento de sublimação de iodo, para depois, tratar de fenômenos e explicações em nível microscópico, mais abstrato.

Em termos de aprendizagem, os resultados mostraram que houve diferença entre os grupos, sendo que um dos grupos teve a intenção de sair do nível de experiências, enquanto o outro grupo não teve a mesma preocupação, ficando evidente na elucidação do caso e na análise do desenho.

Nota-se que um grupo avança em relação ao triplete, buscando transitar nele, mas outro continua estagnado, evidenciando uma defasagem, também ao não conseguir descrever quimicamente o que foi que foi experimentado.

Os resultados mostram que os estudantes ficaram bastante presos as experiências e/ou conhecimentos descritivos, o que nos leva a pensar sobre os impactos da pandemia nesse processo, o quanto essas defasagens foram significativas para dificultar a transição entre os níveis de conhecimento químico.

O trabalho permitiu mostrar claramente que existe um *gap*, entre o mundo como nós o experimentamos e interpretamos na vida real, e o mundo como é modelado pela ciência, daí a dificuldade encontrada pelos estudantes em transitar pelo triplete químico. Essa constatação se legitima, ao não se observar nos extratos menção à modelos teóricos descritivos, fórmulas outras representações simbólicas.

Entretanto, destaca-se os altos índices de descrição dos objetos e fenômenos durante a elucidação do caso. Levando a concluir que alguns saberes, como os que compõem a rede de significados para o conceito de sublimação, como mudança de fase; interações intermoleculares; rompimento de ligações foram assimilados.

Ficando visível o ganho trazido pela atividade já que a mesma fortaleceu alguns conhecimentos, como os que compõem a rede de significados para o conceito de sublimação. Foi percebido também, um avanço em relação a desenvoltura da oralidade, da fala, da escrita e na elaboração de argumentos para

propor a elucidação do caso.

E ainda a relação com saber, mostrou porque cada grupo chegou onde chegou, pois, depende da forma com que os sujeitos conduziram a atividade, um grupo fez mais, levantou mais hipóteses, debateram, organizaram as ideias e foi por esses caminhos que os estudantes estabeleceram suas relações com o saber, evidenciando o aprendizado.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. C.; DINIZ, E. L.; ARAÚJO, E. J. M.; BAPTISTA, M. G. A. Percepções discentes sobre aulas remotas em tempos de pandemia. Vol. 13| Nº. 31| Jan./Abr.| 2021.

ARAÚJO, A. L. Pandemia acentua deficit educacional e exige ações do poder público. Agência Senado, 2021. Disponível em <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/07/pandemia-acentua-deficit-educacional-e-exige-acoes-do-poder-publico>>, acesso em 12 de nov de 2022.

BARBOSA, A. L. A; ANJOS, A. B. L; AZONI, C. A. S. Impactos na aprendizagem de estudantes da educação básica durante o isolamento físico social pela pandemia do COVID-19. Revisão Crítica ou Revisão de Escopo, 2022.

BARBOSA. C.; MARINHO, D. & CARVALHO, L. Debate Como Metodologia De Ensino Para A Aprendizagem Crítica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). 2020. Disponível em: <https://www.editorafamen.com.br/ebooks/2020/l3-cap2.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2022.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. 2. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. Medical Education, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudo e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. Relatório Brasil no Pisa 2018. Disponível em: [http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_201\\_8\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_201_8_preliminar.pdf). Acesso em: 22 abr. 2022.

BEHAR, P. A. Experiências de educação a distância durante a pandemia: construindo novos modelos pedagógicos. In: FÓRUM EAD UFRGS, 4., 2020, Porto Alegre. YouTube. Porto Alegre: UFRGS, mai. 2020.

BROIETTI, F. C. D.; S. R. G.; ALMEIDA, F. A. S.; CORREIA, R. Investigando a compreensão de alunos do ensino superior sobre a representação de reações químicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010, Paraná, Anais... Paraná: UTFPR, 2010.

CABRAL, P. F. DE O.; SOUZA, N. DOS S.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos para a promoção da CSCL no Ensino Superior de Química. Química Nova, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 1121–1129, 11 jul. 2017.

CABRERA, W. B. A Ludicidade para o ensino médio na disciplina de biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CAVALCANTE, K. S. B.; SOUSA, F. R. S.; MONTEIRO, J. P. D.; SOUZA, J. P. P.; NASCIMENTO, A. W. V.; AGUIAR, A. S. S & FONSECA, A. S. Investigação Criminal e Química Forense: espaço não formal de aprendizagem investigativa. Quím. nova esc. – São Paulo, Vol. 42, Nº 2, p. 129-135, 2020.

CELESTINO, L. C.; FORMAGGI, A. C.; SILVA, S. H.; RIBEIRO, B. M. S. S. Metodologias Ativas de Ensino – Aprendizagem na Formação de Enfermeiros. Revista artigos.com, v. 17, n.1, p. 1-4, mar. 2020.

CHARLOT, B. Relação com o saber e com a escola entre estudantes de periferia. Cadernos de Pesquisa, n. 97, p. 47-63, maio 1996.

CHARLOT, B. Da relação com o saber: elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CHARLOT, B. Relação com o Saber, Formação dos Professores e Globalização. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.

COOPER H, N. B.; CHARLTON, K.; LINDSAY, J.; GREATHOUSE, S. The effects of summer vacation on achievement test scores: a narrative and meta-analytic review. Rev Educ Res. 1996; 66(3):227-68.

CORREIA, C. F. S.; CANDIDO, E.; RUDEK, F.; OLIVEIRA, L. M. S; DAMASCENO, L.; GRACIETE, M. J.; CALIXTO, M. A. A.; MARTINS, M. F.; SANTOS, R. A.; SERRANO, R. H. M.; ANDRADE, S. M; S e RODRIGUES, V. A. O estudo da química no cotidiano: As dificuldades para os alunos no ensino de química. 2015. Disponível em <<http://www.emdiálogo.uff.br/content/o-estudo-da-quimica-no-cotidiano-dificuldades-para-os-alunos-no-ensino-de-quimica>>, acesso: 30 de nov 2022.

CORREIA, A. C. S & SÁ, L. A. C. M. Mapas mentais na construção do conhecimento para geração de bases de dados espaciais. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 16, no 1, p.39-50, jan-mar, 2010.

CUNHA, L. F. F.; SILVA, A. S.; SILVA, A. P. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do direito e acesso à educação. Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 8-12, ago. 2020. ISSN 2359-2494. Disponível em:<http://www.periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/905/551>. Acesso em: 02 de dezembro de 2022.

DAVIDOWITZ, B. AND CHITTLEBOROUGH, G. “Linking the macroscopic and sub-microscopic levels: Diagrams”. In Multiple representations in chemical education, Edited by: Gilbert, J. K. and Treagust, D. 169–191. the Netherlands: Springer, 2009.

DELFINO, A. D. “QUEM MATOU MARIA?”: desenvolvimento de Argumentos Científicos a partir de Técnicas Experimentais de Química Forense. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2018.

FARIAS, L.J.S; SATOS, C.C.; GAMELA, R.R.; MOREIRA, W. M. Casos investigativos como proposta metodológica na abordagem do tema de educação ambiental no Ensino Médio. Rev. Sítio Novo Palmas v. 4 n. 4 p. 230-241 out./dez. 2020.

FERREIRA, J. H. B.P. et al. Aprendendo sobre a relação presavpredador por meio de jogos pedagógicos. Departamento de Fisiologia – UNESP/ Instituto de Biociências/Botucatu – São Paulo, 2010.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.

FRANCISCO, W . Na “pele” de sherlock holmes: em busca de um ensino de química mais investigativo e desafiador. Revista eletrônica Ludus Scientiae -(RELuS)|V. 1, N. 1, Jan./Jul. 2017.

FRANCISCO, W. El uso de un caso de investigación para el estudio de los métodos electrolíticos: Una experiencia en la educación superior. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 419-439. 2013.

FRANCISCO, W. Uma releitura das características para um “bom” caso: tecendo aproximações com as crônicas narrativas. *Revista debates e ensino de química (REDEQUIM)*, 2022.

FRANCISCO, W. A relação com o saber e o ensino de química: fundamentos teóricos para analisar o processo de aprendizagem em atividade de sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 1, p. 1–21, 2019.

FRANCISCO, W. Casos investigativos e a relação com o saber: estreitando laços no ensino de química em nível superior. 2015. 170f. Tese (Doutorado em química) - Universidade Federal de Goiás. 2015. Disponível em <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7417/5/Tese%20-%20Wellington%20Francisco%20-%202015.pdf>>, acesso em jun de 2022.

FRANCISCO, W.; BENITE, A. M. C. Casos investigativos e a relação como o saber: Trajetória e processo de aprendizagem de estudantes do ensino superior no Tocantins. *Química Nova*, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 383–392, 2016.

FRANCISCO, W.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Ensino de métodos anticorrosivos: experimentação com uso de problemas abertos. *Educación Química*, v. E2, out., 2013.

FREITAS-REIS, I.; FARIA, F. L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2015.

GABEL, D. “The complexity of chemistry and its implications for teaching”. In *International handbook of science education*, Edited by: Fraser, B. J. and Tobin, K. G. Vol. 1, 223–248. London: Kluwer Academic, 1998.

GABEL, D. Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4): 548–554, 1999.

GATTI, B. A. Possível reconfiguração dos modelos educacionais pós-pandemia. *Estudos avançados*, v. 34, p. 29-41, 2020.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. (orgs.). *Multiple representations in Chemical Education*. New York: Springer, 2009.

GUIMARÃES, R. R. M.; CRUZ, A. C.; JULIÃO, N. A. Viés de gênero no acesso e na intensidade de uso da internet pela população em idade ativa no Brasil: evolução e fatores associados (2005-2015). *Revista de desenvolvimento Econômico*, v. 2, n. 43, p. 80-110, 2019. Disponível em: <https://amazon-c.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5989>. Acesso em: 02 dezembro de 2022.

HANCOCK, K. J.; GOTTFRIED, M. A.; ZUBRICK, S. R. Does the reason matter? How student-reported reasons for school absence contribute to differences in achievement outcomes among 14-15 years olds. *Br Educ Res J*. 2018; 44(1):141-74.

HERREID, C. F. (Org.). Start with a story: the case study method of teaching college science. Arlington: NSTA Press, 2007.

HERREID, C. F. Can case studies be used to teach critical thinking? Journal of College Science Teaching, v. 33, n. 6, p. 12-14, 2004.

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

HERREID, C. F.; SCHILLER, N.; HERREID, K.; WRIGHT, C. In case you are interested: a survey of case study teachers. Journal of College Science Teaching, v. 40, n. 4, p. 76-80, 2011.

JOHNSTONE, A. H. Macro-and micro-chemistry. School Science Review, v. 64, p. 377-205 379, 1982.

KASSEBOEHMER, A. C. & FERREIRA, L. H. Elaboração de Hipóteses em Atividades Investigativas em Aulas Teóricas de Química por Estudantes de Ensino Médio. Química nova na escola. Vol. 35, N° 3, p. 158-165, 2013.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. Química Nova, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador, Ijuí: Unijuí, 2006.

MARI, J. J. Quais os principais efeitos da pandemia na saúde mental? UNIFESP, São Paulo, abr. 2020. Disponível em: <https://www.unifesp.br/noticiasanteriores/item/4395-quais-os-principais-efeitos-da-pandemia-na-saude-mental>. Acesso em: 6 nov. 2022.

MASSENA, E. P.; GUZZI FILHO, N. J.; SÁ, L. P. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. Química Nova, v. 36, n. 7, 1066-1072, 2013.

MENARD, J.; WILSON, A. M. Summer learning loss among elementary school children with reading disabilities. Exceptionally Educ Int. 2013; 23(1):72-85.

MUKHTAR, K.; JAVED, K.; AROOJ, M.; SETHI, A. Advantages, limitations and recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. Pak J Med Sci. 2020; 36(COVID19-S4):S27-31.

OLIVEIRA, M. F. Química Forense: a utilização da química na pesquisa de vestígios de sangue. Química Nova na Escola, n. 24, p.17-19, 2006.

OKADA, A. Cartografia Cognitiva: novos desafios e possibilidades. 2004.

PAULETTI, F.; FENNER, R. S. F.; ROSA, M. P. A. A linguagem como recurso potencializador no ensino de química. Perspectiva, Erechim. v.37, n.139, p.7-17, setembro/2013.

PILETTI, N.; ROSSATO, S. M. Psicologia da aprendizagem: da Teoria do condicionamento ao Construtivismo. São Paulo: Contexto; 2011.

RODRIGUES, M. S.; PRATA, E. M. B. Cronologia de uma tragédia anunciada? O retorno

às aulas presenciais em Manaus no contexto da pandemia de Covid-19. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343948996\\_Cronologia\\_de\\_uma\\_tragedia\\_anunciada\\_O\\_retorno\\_as\\_aulas\\_presenciais\\_em\\_Manus\\_no\\_contexto\\_da\\_pandemia\\_de\\_Covid-19](https://www.researchgate.net/publication/343948996_Cronologia_de_uma_tragedia_anunciada_O_retorno_as_aulas_presenciais_em_Manus_no_contexto_da_pandemia_de_Covid-19). Acesso em: 6 nov. 2022.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos de caráter socio-científico: aplicação no ensino superior de Química. *Educacion Quimica*, v. 24, n. 2, p. 522–528, 2013.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso no ensino de química. Campinas: Átomo, 2009.

SANTOS, J. P. M.; PAIXÃO, M. F. M. O desenho no ensino de Química: uma análise através das concepções e perspectivas dos estudantes do Ensino Médio. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENHO, CULTURA E INERATIVIDADE, Feira de Santana, 2015.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Editora Injuí, 2010.

SANTOS, D. M; OLIVEIRA, Í. F. S. A ansiedade durante a pandemia do Covid19 para os alunos do CEAAT/IAT em Salvador-Bahia: interlocução entre educação física e psicologia. *Estudos IAT*, Salvador, v.5, n.3, p. 3-21, 2020. Disponível em: <http://estudosiat.sec.ba.gov.br/index.php/estudosiat/article/view/210>. Acesso em: 16 nov. 2022.

SEBASTIANY, A. P. et al. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na 105 compreensão de conceitos científicos. *Didáctica de la Química*, México, v. 24, n. 1, nov. 2013.

SILVA, K. K.; FILHO, T. F. F.; ALVES, L. A. Ensino de Química: O Que Pensam os Estudantes da Escola Pública? Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal/RN, Brasil, 2020.

SOUZA, A.S.; BARROS, C.C.A.; DUTRA, F.E.; GUSMÃO, R.S.C.; CARDOSO, B.L.C. Precarização do trabalho docente: reflexões em tempos de pandemia e pós pandemia. *Ensino em Perspectivas*, Fortaleza, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2021. Disponível em <<https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/4975/4231>>, acesso em 20 de jun de 2022.

TABILE, A. F.; JACOMETO, M. C. D. Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. *Rev. Psicopedagogia*, 2017; 34(103): 75-86.

TALANQUER, V. Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, v 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. School closures caused by Coronavirus (COVID-19) [Internet]. Paris: UNESCO; 2020.

VARELLA, A. K. S.; OLIVEIRA, R. S.; MARTINS, P. F.; SANTOS, F. A. A percepção dos educandos sobre o ensino de química na pandemia: elencando as principais dificuldades no processo de ensino-aprendizagem. CONEDU, Maceió, 2021.

WATERMAN, M. A. Investigate case study approach for biology learning. *Journal of College Biology Teaching*, v. 24, n. 1, p. 1-13, 1998.



WHO: World Health Organization. WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard [Internet]. Geneva: WHO; 2020.

## APÊNDICE A

## 1) Caso investigativo

**O Sal da Traição...**  
**VENHA SER PERITO POR UM DIA!**

**CASO INVESTIGATIVO!**

**QUÍMICA FORENSE**

2022 // ELABORADO POR RAQUEL  
RODRIGUES DIAS - UNILA - FOZ DO  
IGUAÇU

## ENTENDA O CASO:

A química Elisa Fontoura, conhecida pelos mais próximos como Lisa, foi encontrada sem sinais vitais na manhã de sexta-feira por Carla Mattos, pessoa que prestava serviço de limpeza em seu laboratório.

Lisa vinha madrugando com muita dedicação para concluir seus ensaios experimentais sobre uma pesquisa que mudaria os rumos da química moderna: Tratamento de câncer e detecção de infarto do miocárdio com uso de cloreto de cério convencional não radioativo. O trabalho vinha sendo desenvolvido por uma equipe da Academia de química de Foz do Iguaçu, porém carregada de desentendimentos, visto que o cloreto de cério convencional tem uma toxicidade bastante baixa para o homem e animais, porém sob a forma radioativa facilmente contamina o meio ambiente devido à elevada solubilidade de  $CsCl$  em água.

Antes de Carla outras pessoas tiveram acesso ao local do crime. Cláudio Fontoura seu marido, Cássia Silva, amiga de Lisa, Rodrigo Lacerda, jovem cientista que compõe o quadro de pesquisadores do projeto, bastante individualista e egocêntrico.

Em seus depoimentos, Carla disse que foi realizar a faxina matinal no local. Cássia foi deixar como de costume um copo de café, pois a cafeína ajudaria sua amiga a ficar acordada. Rodrigo foi deixar os últimos resultados dos experimentos e Cláudio que foi levar alguns documentos os quais Lisa havia solicitado por telefone no início daquela tarde. Todos negaram a autoria do crime! Não há dados conclusivos quanto aos horários que os suspeitos estiveram no local.

Acredita-se que todos tinham motivos para querer a morte de Lisa. Carla poderia querer vingar a demissão do seu namorado [técnico em química] semanas atrás pela equipe de laboratório. Cláudio tem um relacionamento extraconjugal, pois a dedicação da esposa ao trabalho acarretou na instabilidade do casal. Lisa descobriu um segredo sobre Cássia, motivo que provocou uma séria discussão na manhã do dia anterior, quando Cássia foi levar o café como de costume, e Rodrigo o segundo autor da pesquisa, com a colega fora do caminho, receberia o crédito sozinho por todo trabalho realizado.

A perita criminal que investigou o caso, Rachel Holmes, realizou a perícia inicial externa e listou os primeiros vestígios, mas ela precisa de toda ajuda possível, imagine agora que você e seus colegas são membros da equipe forense, sendo que um de vocês é químico responsável pelas técnicas de identificação criminal, outro o desenhista policial, outro o segundo perito e ainda o assistente forense, considerem os vestígios já coletados, façam suas análises e ajudem a equipe a elucidar o caso.

Vestígio 1: Cadeira no chão  
Vestígio 3: Tabela periódica  
Vestígio 5: Café  
Vestígio 7: Lesão na cabeça  
Vestígio 9: Manchas de sangue

Vestígio 2: Notebook  
Vestígio 4: Pegadas no chão  
Vestígio 6: Arma de fogo  
Vestígio 8: Copo de vidro

### 2) Proposta de Elucidação do caso pela autora

# PARECER CRIMINAL



Com base em laudos periciais e investigações, pode-se inferir que:

No final da tarde de quinta-feira Rodrigo apresentou seus últimos resultados de pesquisa. Lisa, desconfiada dos dados inconclusivos [ausência de dados importantes], sentiu-se traída pelo colega. E decidiu redigir um documento solicitando a exclusão de Rodrigo da patente. Mais tarde, Cássia passou para conversar com Lisa, já que as duas tiveram uma discussão acalorada pela manhã, algumas pessoas que passaram pelo corredor do laboratório naquele dia disseram terem ouvido vozes alteradas vindo do laboratório, foi nesta oportunidade de Cássia deixou o café adulterado para dopar Lisa.

Em seguida, Cláudio foi levar os documentos para Lisa. Porém esse pedido por parte de Lisa, nunca existiu, foi uma mentira de Cláudio para justificar sua ida ao trabalho de Lisa.











Lisa sob o efeito da droga, ficou alterada com a chegada surpresa de Cláudio e pediu para que ele saísse do local de trabalho, jogando um copo de água em sua cara, Cláudio tomou o copo da mão de Lisa. Houve confronto. Lisa bateu a cabeça no chão, Cláudio efetuou o disparo, limpou suas impressões digitais e fugiu. Quando amanheceu, Carla assustada com a morte de Lisa, pegou a arma.

A segredo que Lisa descobriu, havia sido revelado: Cassia e Cláudio eram amantes. Por isso a discussão acalorada entre as amigas mais cedo, e ainda na tabela periódica Lisa deixou rabiscado dois elementos. Os iniciais de Cássia Silva e Cl de Cláudio indicaram os dois elementos químicos que ligados quimicamente formavam um cristal iônico do cloreto de cézio [CsCl]. O mesmo sal que lhe proporcionava avanços científicos passíveis de um prêmio nobel de Química, era aquele que também cumpria a profecia do "sal da traição", uma tripla traição e um assassino, Cláudio.






*Rachel Holmes*



### 3) Cartas com os Laudos periciais (Evidências do crime)

<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 1:</b> Cadeira no chão.</p> <p><b>Técnica:</b> Observação.</p> <p><b>Resultado:</b> Houve uma discussão no local e uma possível agressão.</p> <p><b>Enigma:</b> Quem teria motivos para brigar com Lisa?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 2:</b> Notebook.</p> <p><b>Técnica:</b> Observação.</p> <p><b>Resultado:</b> Foi encontrado um documento, ainda em redação que solicitava a retirada do nome de Rodrigo da patente.</p> <p><b>Enigma:</b> Por qual motivo Lisa faria isto?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 3:</b> Tabela Periódica.</p> <p><b>Técnica:</b> Observação.</p> <p><b>Resultado:</b> Há dois elementos marcados: Cs e Cl. E uma frase no canto esquerdo: "O Sal da traição".</p> <p><b>Enigma:</b> O Cs e o Cl estaria relacionado ao CsCl? Que tração foi essa?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 4:</b> Pegadas no chão.</p> <p><b>Técnica:</b> Observação, mensuração e comparação do tamanho da pegada.</p> <p><b>Resultado:</b> Foram encontradas pegadas na cena do crime. Porém a mesma ainda não foi analisada. Utilize o POP 1 em anexo para fazer a análise.</p> <p><b>Enigma:</b> De quem eram essas pegadas? Como ligar as pegadas ao assassino?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 5:</b> Café.</p> <p><b>Técnica:</b> Amostra de café presente no copo foi submetida a investigação de intorpecentes.</p> <p><b>Resultado:</b> Foi confirmado a presença de Flunitrazepam - Rohypnol (conhecido como "boa noite cinderela").</p> <p><b>Enigma:</b> Por que Cássia queria deixá-la incapacitada?</p>
<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 6:</b> Arma de fogo.</p> <p><b>Técnica:</b> A arma e o projétil encontrado no corpo da vítima foram submetidos a análise de balística forense e impressão digital usando ninidrina.</p> <p><b>Resultado:</b> A arma é calibre 38, marca Taurus, e sem registro. O projétil pertence a arma encontrada. A impressão digital pertence a Carla.</p> <p><b>Enigma:</b> Carla matou Lisa? Ou pegou a arma no momento de oção?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 7:</b> Lesão na cabeça da vítima.</p> <p><b>Técnica:</b> A lesão na cabeça decorrente do projétil foi submetida a balística forense.</p> <p><b>Resultado:</b> O tiro foi efetuado do lado esquerdo da cabeça da vítima, porém a mesma apresenta uma lesão do lado direito.</p> <p><b>Enigma:</b> A lesão na cabeça foi provocada por uma queda?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 8:</b> Copo de vidro.</p> <p><b>Técnica:</b> Revelação com sublimação de iodo.</p> <p><b>Resultado:</b> As impressões digitais presentes no copo de vidro ainda não foram analisadas. Utilize o POP 2 em anexo e dê seu parecer.</p> <p><b>Enigma:</b> A quem pertencem as digitais encontradas?</p>	<p><b>Laudo Pericial</b> </p> <p><b>Vestígio nº 9:</b> Manchas de sangue.</p> <p><b>Técnica:</b> Amostras de sangue foram submetidas ao teste de DNA.</p> <p><b>Resultado:</b> Todas as amostras de sangue coletadas pertenciam a vítima.</p> <p><b>Enigma:</b> Quem matou Elisa?</p>	<p>Departamento de Perícia e Investigação Criminal</p> <p><b>LAUDO PERICIAL.</b></p> 

#### 4) Fichas criminais

<p>FICHA CRIMINAL</p> <p><b>CASSIA SILVA</b></p>  <p>Ocupação: Autônoma Idade: 33 anos Sexo: Feminino Altura: 1,67 Nº Cartão: 38 Tempo registado: An Antecedentes: Não possui</p> <p>Inspecção Dignos</p>	<p>FICHA CRIMINAL</p> <p><b>CARLA MATTOS</b></p>  <p>Ocupação: Profissional de serviços de limpeza Idade: 35 anos Sexo: Feminino Altura: 1,65 Nº Cartão: 33 Tempo registado: An</p> <p>Antecedentes: An 18 anos, 741 dias em Regime com 36 de liberdade</p> <p>Inspecção Dignos</p>	<p>FICHA CRIMINAL</p> <p><b>RODRIGO LACERDA</b></p>  <p>Ocupação: Pesquisador Idade: 28 anos Sexo: Masculino Altura: 1,78 Nº Cartão: 40 Tempo registado: O</p> <p>Antecedentes: Processos em andamento, prisão de patente intelectual</p> <p>Inspecção Dignos</p>	<p>FICHA CRIMINAL</p> <p><b>CLAUDIO FONTOURA</b></p>  <p>Ocupação: Engenheiro Idade: 35 anos Sexo: Masculino Altura: 1,81 Nº Cartão: 41 Tempo registado: On</p> <p>Antecedentes: Acusado de violência doméstica pelo ex-mulher, inquirido</p> <p>Inspecção Dignos</p>	<p>FICHA CRIMINAL</p> <p><b>ELISA FONTOURA</b></p>  <p>Ocupação: Pesquisadora Idade: 34 anos Sexo: Feminino Altura: 1,70 Nº Cartão: 38 Tempo registado: On Antecedentes: Não possui</p> <p>Inspecção Dignos</p>
--	--	--	--	--

#### 5) Questionário de interesse Temático

Dentre os tópicos sugeridos qual deles te chama mais atenção? Escolha 3 tópicos principais, ordenando por grau de interesse (1º, 2º e 3º) e marque uma das opções secundárias.

Química dos Medicamentos  
 Dosagens e superdosagens  
 Drogas

Química dos Combustíveis  
 Combustíveis verdes  
 Combustíveis fósseis

---

### Reações fotoquímicas

Fotoluminescência

Fluorescência

Fosforescência.

---

### Química Inorgânica

Ácidos, bases e sais

Ciclos biogeoquímicos

---

### Química forense

Técnicas de identificação criminal

Testes de DNA

---

### Química orgânica

Óleos essenciais

Extração de aromas (Perfumes)

---

### Cálculos Químicos Pureza

Rendimento

---

### Química ambiental

Reciclagem

Tipos de poluição

---

### Química da água

Qualidade da água

Mares e lagos (cor de rosa)

---

### Química dos solos

Mineralogia

Agricultura

---

### Química da atmosfera

Poluição industrial

Atmosfera extraterrestre

---

### Química na ficção científica

Química de filmes/séries  
Super heróis e a química

---

Deixe aqui sua sugestão de algum tema do seu interesse que não foi listado.

6) Questionário utilizado durante a resolução do caso

1. Monte sua proposta de elucidação do caso.
2. Onde a Química está presente nessa cena? Em que momentos?
3. Quais conteúdos já vistos por você podem estar associados a cena do crime? Por quê?
4. Qual a importância do Químico para esclarecimento desse crime? Por quê?
5. Apresente a imagem feita pelo desenhista da cena do crime.
6. Quais elementos foram importantes para elucidação do caso?
7. O caso investigativo facilitou a compreensão de algum conceito químico?
8. Como você avalia o uso de casos investigativos para auxiliar na aprendizagem química?