



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**PAULO RENAN DE OLIVEIRA SANTOS**

**INVESTIGAÇÃO FORENSE NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELATO DAS  
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DE UMA DISCIPLINA DA BASE  
DIVERSIFICADA DA BNCC**

**CAMPINA GRANDE**

**2024**

PAULO RENAN DE OLIVEIRA SANTOS

**INVESTIGAÇÃO FORENSE NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELATO DAS  
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DE UMA DISCIPLINA DA BASE  
DIVERSIFICADA DA BNCC**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

**Área de concentração:** Ensino de Química.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sara Regina Ribeiro Carneiro de Barros

**CAMPINA GRANDE**

**2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237 Santos, Paulo Renan de Oliveira.  
Investigação forense na educação básica [manuscrito] : relato das atividades desenvolvidas no âmbito de uma disciplina da base diversificada da BNCC / Paulo Renan de Oliveira Santos. - 2024.  
44 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Sara Regina Ribeiro Carneiro de Barros , Departamento de Química - CCT. "

1. Ensino de química. 2. Investigação forense. 3. Contextualização. 4. Conteúdo escolar. I. Título

21. ed. CDD 372.8

PAULO RENAN DE OLIVEIRA SANTOS

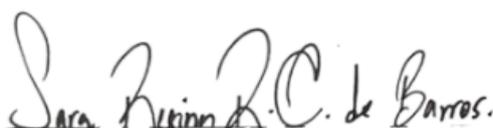
INVESTIGAÇÃO FORENSE NA EDUCAÇÃO BÁSICA: RELATO DAS ATIVIDADES  
DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DE UMA DISCIPLINA DA BASE DIVERSIFICADA  
DA BNCC

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química.

Aprovado em: 25/06/2024

**BANCA EXAMINADORA:**



Professora Dr<sup>a</sup>. Sara Regina Ribeiro Carneiro de Barros  
Orientadora – CCT/DQ/UEPB



Professora M.a. Nataline Cândido da Silva Barbosa  
Examinadora Interna - CCT/DQ/UEPB



Professor Me. Gilberlândio Nunes da Silva  
Examinador Interno - CCT/DQ/UEPB

A Deus e a Virgem da Conceição, Medianeira de todas as graças por me guiarem e acompanharem desde a minha concepção, aos meus pais e a minha avó Rita, **DEDICO**.

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus todo poderoso e a Nossa Senhora da Conceição por quem clamei nas horas de incerteza e de aflição e a minha família do Encontro de Jovens Com Cristo - Catedral que me ajudou a nutrir a minha fé e cultivá-la nos momentos em que se fez escassa.

A mim, por ter persistido diante de tantas dificuldades enfrentadas durante a vida, sobretudo financeiras, ter conseguido conciliar trabalho e estudo com excelência em ambos, ter disposição em buscar aprender mesmo quando o sistema não me favoreceu e por acreditar que seria capaz de chegar onde eu quisesse.

Aos meus pais José Paulo e Samara pelo apoio e criação que me foi dada, suporte e companheirismo essenciais para superar as barreiras da vida.

A minha avó paterna Rita Maria que sempre acreditou no meu potencial e me instruiu na vida religiosa, com grande zelo e amor.

A Dr<sup>a</sup> Sara Regina que me acompanhou durante boa parte da graduação e me iniciou na pesquisa com grande dedicação, competência e cuidado; Sempre muito verdadeira e prestativa.

A equipe de professores da área de ciências da natureza da escola Álvaro Gaudêncio de Queiroz, em especial Kátia e Monaliza, pelo acolhimento, orientação, paciência, conhecimento compartilhado, risos e conversas que me moldaram como professor.

A todo corpo docente do Departamento de Química do CCT, em especial Juracy, Nataline e Juliana, cujos ensinamentos sempre me serviram não só para a vivência na Química como para a vida fora do ambiente acadêmico.

Aos meus colegas e amigos que construí durante o curso, sem dúvida amenizaram o peso da rotina e contribuíram para que eu me formasse um profissional competente e com amor pelo que me proponho a exercer.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão de minha primeira graduação.

Quanto mais a química me permite conhecer a complexidade dos minúsculos corpos, mais eu aprendo a admirar a imensidão de Deus.

Guilherme Rodrigues Figueiredo

## RESUMO

A realidade das escolas públicas, no que tange ao processo de ensino e aprendizagem frente aos desafios da política do Novo Ensino Médio, de modo mais específico o prejuízo causado pela redução da carga horária de componentes importantes para a formação científica, crítica e cidadã dos estudantes, este trabalho inclina-se de modo particular na situação do componente de química em uma escola pública de Campina Grande -PB que funciona com as diretrizes do modelo de escola cidadã integral, instituído em 2016 no estado da Paraíba. Para esta pesquisa, foi planejado um componente eletivo com a finalidade de minimizar os impactos gerados pela redução do tempo de aula e a construção do conhecimento, bem como a aquisição de habilidades de pesquisa e investigação e a socialização dos estudantes por meio da contextualização dos conteúdos do currículo a partir da inserção do tema química forense. Os participantes desta pesquisa foram seis alunos do ensino fundamental (9º ano) e dezenove estudantes do ensino médio (seis do 1º ano, oito do segundo ano e cinco do 3º ano) que escolheram cursar esta disciplina no segundo semestre de 2023 e as aulas da disciplina foram ministradas em 20 segundas-feiras. O instrumento de coleta de dados foi um questionário com questões do ENEM que teve a finalidade de sistematizar os dados apresentados e discutidos à luz do referencial teórico. Este foi aplicado antes e depois de uma aula sobre Funções Inorgânicas, com o objetivo de mapear os conhecimentos prévios e os saberes adquiridos após as atividades. Observou-se que parte dos alunos já possuíam relativo domínio dos conteúdos abordados em cada questão, mas que a intervenção de forma significativa contribuiu para construção e lapidação de saberes, o que se confirma pelo aumento da média de acertos dos participantes. O uso do tema mostrou-se uma experiência exitosa, facilitando a aprendizagem e tornando-a divertida por meio dos cenários e histórias trazidos à sala de aula, complementando a formação do estudante no que concerne a química, permitindo que estes tivessem contato com mais um campo de aplicação desta área, contornando de modo significativo os efeitos negativos causados pelo Novo Ensino Médio concordante a literatura consultada.

**Palavras-chave:** ensino de química; investigação forense; contextualização; conteúdo escolar.

## ABSTRACT

The reality of public schools, not regarding the teaching and learning process in the face of the challenges of the New Secondary Education policy, more specifically the damage caused by the reduction in the workload of important components for the students' scientific, critical and urban education, this work focuses particularly on the situation of the chemistry component in a public school in Campina Grande - PB that operates with the guidelines of the integral city school model, established in 2016 in the state of Paraíba. For this research, an elective component was planned with the purpose of minimizing the impacts generated by the reduction of class time and the construction of knowledge, as well as the acquisition of research and investigation skills and the socialization of students through the contextualization of content of the curriculum by including the topic of forensic chemistry. The participants in this research were six elementary school students (9th year) and nineteen high school students (six in the 1st year, eight in the second year and five in the 3rd year) who chose to study this subject in the second semester of 2023 and The subject classes were taught on 20 Mondays. The data collection instrument was a questionnaire with ENEM questions that aimed to systematize the data presented and planned in light of the theoretical framework. This was applied before and after a class on Inorganic Functions, with the aim of mapping prior knowledge and knowledge acquired after the activities. It should be noted that some of the students already had mastery of the content involved in each question, but that an intervention significantly contributed to the construction and refinement of knowledge, which is confirmed by the increase in the number of correct answers among the participants. The use of the theme proved to be a successful experience, facilitating learning and making it fun through the scenarios and stories brought to the classroom, complementing the student's training in chemistry, allowing them to have contact with more a field of application in this area, significantly circumventing the negative effects caused by the New Secondary Education in accordance with the literature consulted.

**Keywords:** chemistry teaching; forensic investigation; contextualization; school content.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

<b>Figura 01</b> - Materiais utilizados na aula sobre identificação de digitais.....	29
<b>Figura 02</b> - Prática sobre cromatografia em papel.....	29
<b>Figura 03</b> - Cartaz produzido pelos alunos sobre oxidação da dipirona.....	29
<b>Figura 04</b> - Identificação de funções, trabalhando com indicadores químicos.....	29
<b>Figura 05</b> - Visita ao IPC e palestra com Peritos Oficiais.....	30
<b>Figura 06</b> - Drogas de abuso e substâncias ilícitas.....	30
<b>Figura 07</b> - Prática sobre papiloscopia; alunos identificando digitais.....	32
<b>Figura 08</b> - Identificação de funções inorgânicas.....	32
<b>Figura 09</b> - Palestra sobre mentes perigosas com Psicóloga convidada.....	33
<b>Figura 10</b> - Análise de substâncias e métodos de identificação.....	33
<b>Figura 11</b> - Palestra com a Capitã do Corpo de Bombeiros, perícia de incêndios.....	33
<b>Figura 12</b> - Simulação de cena de crime montada na culminância da eletiva.....	33

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 01</b> - Interesse por sub-região no tema química forense.....	23
<b>Gráfico 02</b> - Alternativas selecionadas e quantidade de acertos pré-aula.....	34
<b>Gráfico 03</b> - Alternativas selecionadas e quantidade de acertos pós-aula.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01 - Sistematização das atividades.....</b>	<b>24</b>
---	-----------

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	(Base Nacional Comum Curricular)
CEEI	(Comissão Executiva de Educação Integral)
CNPq	(Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)
DNA	(Ácido Desoxirribonucleico)
ECI	(Escola Cidadã Integral)
ECIT	(Escola Cidadã Integral Técnica)
ENEM	(Exame Nacional do Ensino Médio)
EREM	(Escola de Referência em Ensino Médio)
FUNDEB	(Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica)
ICE	(Instituto de Corresponsabilidade Pela Educação)
IDEB	(Índice Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica)
IPC-PB	(Instituto de Polícia Científica do Estado da Paraíba)
LDB	(Lei de Diretrizes e Bases da Educação)
NEM	(Novo Ensino Médio)
NUMOL	(Núcleo de Medicina e Odontologia Legal)
PIBIC	(Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica)
PISA	(Programa Internacional de Avaliação de Alunos)
PNE	(Plano Nacional de Educação)
PSB	(Partido Socialista Brasileiro)
SEECT	(Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia)
TGE	(Tecnologia de Gestão Educacional)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>O novo Ensino Médio.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2</b>	<b>A centralidade do modelo de escola integral.....</b>	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>Primeiras Escolas Cidadãs Integrais na Paraíba.....</b>	<b>18</b>
<b>4.4</b>	<b>O currículo das escolas integrais da Paraíba.....</b>	<b>19</b>
<b>4.5</b>	<b>As disciplinas eletivas.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>A QUÍMICA FORENSE NO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1</b>	<b>Público alvo.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2</b>	<b>Sistematização das atividades.....</b>	<b>24</b>
<b>6.3</b>	<b>Levantamento de concepções prévias.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4</b>	<b>Planejamento e elaboração das atividades.....</b>	<b>28</b>
<b>6.5</b>	<b>Materiais e recursos.....</b>	<b>28</b>
<b>6.6</b>	<b>Estrutura das aulas.....</b>	<b>29</b>
<b>6.7</b>	<b>Palestras e visita ao IPC-PB.....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>7.1</b>	<b>Engajamento e participação do público alvo.....</b>	<b>32</b>
<b>7.2</b>	<b>Avaliação da aplicação do questionário.....</b>	<b>33</b>
<b>7.2.1</b>	<i>Aplicação antes da intervenção pedagógica.....</i>	<b>33</b>
<b>7.2.2</b>	<i>Aplicação após a intervenção pedagógica.....</i>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PRÉ/PÓS AULA.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo de escola integral na Paraíba surgiu em 2016 na gestão do então Governador Ricardo Coutinho (à época no PSB) que tinha à frente da Secretaria de Educação e da Ciência e Tecnologia do estado o Professor Dr<sup>o</sup> Aléssio Trindade de Barros. Estruturado com base no modelo de Escola de Referência em Ensino Médio (EREM) do estado de Pernambuco, com o apoio do Instituto de Corresponsabilidade pela Educação (ICE) o modelo foi implantado experimentalmente em oito escolas do estado e com o apoio da secretaria do estado, alunos e professores.

O modelo foi propagado para mais de duzentas escolas que funcionam atualmente como Escolas Cidadãs Integrais (ECI) Técnicas (ECIT), Propedêuticas e Socioeducativas (CEEI, 2022). Esse momento foi oportuno para o desenvolvimento desse modelo pois ali se debatia a reforma para o ensino médio, mais precisamente no ano em que foi instituída a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral e a lei nº11.494/2017 que regulamentou o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB).

Um ambiente escolar embasado em diretrizes que norteiam e orientam seu funcionamento documentadas pela secretaria de educação, tem como objetivo promover uma educação de cidadãos autônomos, competentes e solidários com formação acadêmica de excelência, formação para a vida e pleno desenvolvimento de competências para o século XXI, proporcionando ao aluno um desenvolvimento ativo e participante da sociedade, estes documentos são publicados e disponibilizados para todas as instituições da rede pública de ensino, o qual declara que:

A Comissão Executiva de Educação Integral desenvolve anualmente as Diretrizes para o funcionamento das Escolas Cidadãs Integrais, Escolas Cidadãs Integrais Técnicas, Escolas Cidadãs Integrais Indígenas e Escolas Cidadãs Integrais Socioeducativas da Paraíba que orientam o desenvolvimento do modelo na Paraíba. (Diretrizes Operacionais das Escolas da Rede Estadual de Educação da Paraíba, 2023, p.22.).

Com o currículo composto pelas disciplinas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e uma Base Diversificada as instituições promovem a construção de valores nos indivíduos que ecoam não só dentro do ambiente escolar, mas fora dele também, sobretudo quando este já não se encontra mais na escola, porque o direcionamento e questionamento incessante sobre o projeto de vida e o que farão após o ensino médio reverberam durante toda a vida.

Contudo, diante da implementação do Novo Ensino Médio, componentes curriculares importantes como a disciplina de Química tiveram sua carga horária reduzida, o que gera, conseqüentemente, impactos no processo de ensino e aprendizagem. Assim sendo, o presente trabalho preocupou-se em contornar e minimizar os efeitos negativos causados pela implementação do novo ensino médio, propondo e executando um componente curricular eletivo no qual, por meio de temas geradores relacionados à química forense, colaborou para a construção de uma nova visão sobre a química e suas aplicações no cotidiano dos alunos bem como o ensino e fixação de conteúdos que foram vistos ou não pelos alunos.

## 2 JUSTIFICATIVA

Ao ingressar no curso de química descobri que esta ciência também se envolvia com a investigação e elucidação de crimes, o que muito me fascinou, motivando-me a aprofundar-me nos estudos referentes a este campo de atuação, a química analítica de modo mais íntimo. E já no quinto período do curso, iniciei minha participação em um projeto de iniciação científica como voluntário, tendo sido orientado pela mesma professora que orientou-me neste trabalho. O período dedicado à pesquisa muito mais me motivou e provocou uma maior imersão na busca por esse tema, mais especificamente a balística forense que foi o tema central de nossa pesquisa no PIBIC. Assim sendo, matriculado em um curso de licenciatura, busquei a relação desse tema com o ensino de química e a sua aplicação em sala de aula.

Ademais, diante da redução da carga horária da disciplina de química pela implementação do Novo Ensino Médio (Lei 13.415/17) que culminou em menos tempo para se trabalhar os conteúdos obrigatórios deste componente, percebe-se que os impactos na aprendizagem dos alunos têm sido expressivos, principalmente quando levamos em consideração que neste momento, os alunos do ensino médio já tiveram sua jornada de aprendizagem impactada pela pandemia do Coronavírus. Ademais, com menos tempo de aula, o componente de química se resume agora apenas a parte teórica dos assuntos a serem abordados, o que dificulta mais ainda a compreensão e o despertar do interesse dos alunos por esta disciplina.

Em contrapartida, o novo ensino médio traz consigo um componente denominado de Práticas Experimentais cuja proposta é promover aulas de experimentação para todos os alunos semanalmente, contudo, estas aulas devem contemplar todas as disciplinas de exatas e ciências da natureza, conseqüentemente se torna insuficiente para que os alunos consigam experimentar os assuntos de química de forma prática e significativamente.

Portanto, por mais que a carga horária desta nova disciplina permitisse aulas práticas de química semanalmente, ainda assim os alunos seriam prejudicados em virtude da falta de estrutura física, pois muitas das escolas não possuem sequer um laboratório onde as aulas práticas possam ser realizadas e as escolas não recebem recursos que permitam a aquisição regular de materiais e reagentes que permitam a realização de experimentos bem elaborados. Diante disso, urge a necessidade de adaptação e reformulação de experimentos com materiais alternativos de baixo custo, com a finalidade de tornar factível as aulas de química em ambientes escolares que não dispõem de laboratórios equipados.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Amenizar os impactos causados pela redução da carga horária da disciplina de química no ensino médio, promovendo a aprendizagem dos seus conteúdos utilizando a química forense e a investigação criminal como tema gerador.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Facilitar a aprendizagem dos conteúdos de química de forma interdisciplinar, ressaltando a sua aplicabilidade e sua importância para a sociedade, bem como para a formação do projeto de vida dos estudantes participantes;
- Promover a aquisição de habilidades relacionadas à pesquisa, investigação, coleta de dados e evidências e entender o método científico;
- Desmistificar a visão sobre a polícia científica e da perícia criminal que são corriqueiramente ligadas apenas a crimes de natureza violenta.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, resgatarei o percurso da aplicação do modelo de ensino integral na Paraíba em consonância com o Novo Ensino Médio.

### 4.1 O novo Ensino Médio

Considerando a realidade do educação brasileira e seus resultados frente avaliações internas e externas como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) que em 2011 mostrou o avanço de apenas 0,1 no ensino médio quando a meta para aquele ano era de 3.7 mostrando resultados piores que os outros segmentos e o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) que anualmente classifica os países conforme o desempenho de seus estudantes, no qual em 2012 o Brasil ficou na 55<sup>o</sup> posição no ranking de leitura no ano de 2013 o congresso brasileiro iniciou suas discussões visando a reformulação do ensino por meio da alteração da LDB, através do Projeto de Lei n<sup>o</sup> 6840, que propunha a modificação do currículo do ensino médio e a reorganização sua estrutura curricular e carga horária, conforme destaca Costa:

“Instituindo na última etapa da educação básica o ensino em tempo integral e estruturando os currículos por áreas de conhecimento de modo que o aluno se aprofunde no campo em que se identifica; Uma das justificativas para essa reformulação é o investimento para garantir a formação de jovens com ensino de qualidade, preparando para a cidadania, produtividade e para o mercado de trabalho.” (Costa, 2023, p.13).

Contudo, para os objetivos que foram propostos e para sua finalidade o Novo Ensino Médio (NEM), trouxe consigo lacunas e defeitos hoje criticados por professores e alunos uma vez que sua modificação reduziu horas-aula de componentes curriculares que foram por sua vez preenchidas com os chamados itinerários formativos ao mesmo passo em que o ENEM cobra as competências e habilidades que eram trabalhadas justamente nos componentes com carga horária reduzida (Silva e Boutin, 2018).

Assim, as escolas integrais com discurso de formação acadêmica de excelência trazem um ensino tecnicista visando apenas a formação de mão de obra barata (Silva e Sanches, 2016) que na maioria das vezes não traz resultados significativo na vida do formando uma vez que muitos dos alunos não têm maturidade, orientação ou poder aquisitivo que permita montar algum empreendimento no ramo de sua formação. Costa (2023), citando Kuenzer

problematiza isso destacando os projetos da elite em desmontar cada vez mais a educação básica:

“A elite não está preocupada em encontrar conhecimento na educação básica, ela possui mecanismos para encontrar o conhecimento que precisa em outros espaços, à exemplo, o acesso facilitado que a burguesia tem ao ensino superior, enquanto muitas vezes o último contato da classe trabalhadora com a educação e conhecimento científico é na educação básica.”(Costa, 2023, p. 17).

Outro ponto importante a ser enfatizado diz respeito ao fato de que existe uma meta de que pelo menos 50% das escolas públicas do país funcionem em tempo integral, atendendo pelo menos 25% dos estudantes da educação básica até o fim do Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024), mas levando em consideração a problemática da limitação física estrutural das instituições públicas do Brasil, isso significa colocar alunos em escolas sem o mínimo de conforto e espaço para que se desenvolvam as atividades propostas pelo currículo, sobre isso Alves (2021) Destaca:

Infraestrutura das escolas para receber o quantitativo assombroso de alunos, resultado da convergência de alunos antes distribuídos em dois turnos e daqueles casos em que os Municípios oferecem apenas uma ECI, há a formação de um gargalo que culmina na necessidade de ofertar algum grau de conforto, considerando que passarão o dia na escola. Tal necessidade deve ser refletida à luz dos Direitos Humanos, tomando o cuidado extremo de não lançarmos nossos alunos ‘como gado no pasto’ e cruzar os dedos para que procurem os meios de se sentir confortáveis sob o discurso da liberdade democrática. (Alves, 2021, p. 61)

#### **4.2 A centralidade do modelo de escola integral**

A escola da escolha inova ao romper com os métodos tradicionais de ensino no que se refere à relação professor-aluno, tendo o jovem e o seu projeto de vida como centro do modelo, as práticas desenvolvidas no contexto escolar têm como objetivo basilar, construir no aluno a sua persona de protagonista, de cidadão ativo e participativo na sociedade, autônomo competente e solidário ao mesmo passo em que desconstrói a barreira existente entre docentes e discentes no contexto do ensino regular. Confirma o ICE, 3º edição, 2023: “Para tanto, a Escola da Escolha se sustenta nos seguintes Princípios Educativos: Protagonismo, os Quatro Pilares da Educação (Conhecer, Fazer, Ser e Conviver), Pedagogia da Presença, Educação Interdimensional, Experimentação e Ludicidade.”

Ainda nesta seara, este modelo de ensino norteia suas atividades visando a construção de valores e alicerçado em pilares que promovam no aluno a formação para a vida, formação de competências para o século XXI unido a uma formação acadêmica de excelência. Para isso, além dos componentes que compõem sua grade curricular, anualmente eventos e encontros

são realizados para integrar e compartilhar experiências vividas pelos jovens protagonistas matriculados e egressos dessas escolas a exemplo do ‘Se Liga Prota’, ‘Se Liga no ENEM’ que por sua vez é um programa que visa a revisão de conteúdos e preparo emocional dos estudantes para as provas de vestibular e para o ENEM e o ‘ECI café’ onde são compartilhadas as práticas exitosas desenvolvidas pelas instituições e que podem servir de inspiração para as demais escola da rede.

Assim é importante destacar que para o pleno desenvolvimento do protagonismo juvenil e dos valores tidos como importantes para os jovens alunos, o modelo também adota em sua política de Tecnologia de Gestão Educacional - TGE a Liderança Servidora como conceito e promove anualmente eleições para líderes de turma e de mesas diretoras de Grêmios Estudantis para aquelas escolas que possuem este último, em seus cadernos formativos o ICE (2016), pontua:

“A gestão e a liderança se fazem presentes nos diversos espaços de relacionamento da Escola da Escolha,mas não se limitam às atividades da equipe escolar, na medida em que é exercida também pelos estudantes nas suas práticas de protagonismo. É nelas que a liderança surge como um aprendizado de atitudes e convivência e ajuda a construir valores e competências para a vida.” (ICE, 2016, p.23)

#### **4.3 Primeiras Escolas Cidadãs Integrais na Paraíba**

Em 2016, o Governo do Estado, por meio da Secretaria de Educação Ciência e Tecnologia, com o apoio do Instituto de Corresponsabilidade pela Educação, implementou, inspirado nas Escolas de Referência em Ensino Médio do estado de Pernambuco o modelo de Escola Cidadã Integral em oito escolas da Paraíba de forma experimental e passou a funcionar em mais de 150 unidades de ensino já no ano de 2018 após estudo e avaliação dos resultados considerados positivos pelo SEECT do estado (Paraíba, 2018).

A primeira escola foi implantada em Bayeux e tinha como gestor o Professor Gabriel Gomes que posteriormente tornou-se gerente da comissão executiva de ensino médio integral e secretário executivo de educação no segundo mandato de Ricardo Coutinho preenchendo os quadros da secretaria de educação com ex-alunos e professores da Escola Cidadã Integral Técnica Erenice Cavalcante Fideles, conhecida como ECIT Bayeux (Paraíba, 2018). Esta unidade contava inicialmente com os cursos técnicos de Design de Móveis e Mecânica de Industrial e tinha em 2016, no ano de sua implantação, 432 alunos matriculados.

Esta unidade de ensino gerou os primeiros ‘Jovens Protagonistas’ que disseminaram o modelo nas semanas de acolhimento que acontecem anualmente antes do início do ano letivo, para isso são selecionados alunos protagonistas de cada escola que recebem formação promovida pelo time de especialistas em protagonismo juvenil da CEEI e ficam responsáveis

por acolher e introduzir os novos alunos da rede em suas escolas e nas escolas que aderirem ao modelo, sobre isso o ICE (2016), destaca:

“O conjunto de ações de Acolhimento da Escola da Escolha, em especial na abertura do ano letivo, assim como a prática da Pedagogia da Presença nos processos educativos e de liderança, motivam as pessoas a se engajarem no projeto escolar.” (ICE, 2016, p.31)

#### **4.4 O currículo das escolas integrais da Paraíba**

As escolas possuem uma grade curricular composta pelas disciplinas da BNCC e por disciplinas que compõem o que é chamada de Base Diversificada. Estas disciplinas alternam os horários com os componentes da Base Nacional e seus conteúdos conversam entre si, de modo que, todas as ações, projetos e atividades desenvolvidas por estes componentes secundários devem se relacionar e consolidar aprendizado fundamentado nas competências da BNCC e contribuem diretamente para a construção de valores e habilidades estipulados como objetivos do modelo denominado de Escola da Escolha, como descreve o ICE, 3ª edição (2023):

Esse modelo de educação se concretiza por meio de um currículo integrado por componentes curriculares, tanto da Base Nacional Comum Curricular quanto da Parte Diversificada, que permitem aos estudantes vivenciarem experiências contextualizadas ao longo do período estendido que vivem na escola. [...] Com seu currículo integrado, a Escola da Escolha forma cidadãos cuja atuação impactará positivamente a sua vida pessoal, sua comunidade e a sociedade em geral, seja em maior ou menor escala, a curto, médio ou longo prazo. (ICE, 2023, p.7-8)

Dentre as disciplinas da base diversificada estão os componentes eletivos tratados no ponto 4.5 deste trabalho, Colabore e I9, Práticas Experimentais, Projeto de Vida, Pré e Pós-médio que são ministrados pelos mesmos professores das disciplinas da BNCC e dispõem de horários semanais para trabalharem os conteúdos e tópicos pertinentes a estes componentes (Paraíba, 2024).

Colabore e I9 é uma disciplina que tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades de empreendedorismo e inovação sendo exclusivo das EECI's e é destinado aos 2º e 3º anos do ensino médio. Sobre este componente as Diretrizes Operacionais do ano letivo de 2024, p.77, versam:

“Este componente curricular é exclusivo das EECI e objetiva aprimorar habilidades, como a criatividade, o trabalho colaborativo, a autonomia, a confiança, a capacidade de contextualização e a habilidade de exercitar o diálogo por meio de Metodologias Ativas. Colabore e Inove (Ci9) é destinado às 2ª e 3ª séries do Ensino Médio. Está organizado em 40 encontros, sendo 10 por bimestre, com duração de 100 minutos cada, em 2 aulas geminadas. Dispomos de um GPS, que servirá para o

monitoramento dos encontros, contudo, não há obrigatoriedade da sua exposição.”

As Práticas Experimentais estão no currículo para permitir que os alunos tenham mais contato com a experimentação e por meio dela aprimore os conteúdos teóricos trabalhados nas disciplinas da área de matemática e ciências da natureza da Base Nacional, os horários funcionam em rodízio de modo que todas as turmas tenham contato com diversos experimentos (Paraíba, 2024). Para esta são reservados dois horários de 50min totalizando 100 min que é a carga horária semanal. Tratando sobre a estrutura da disciplina as Diretrizes Operacionais 2024, p.76, frisam que:

“O componente curricular Práticas Experimentais deve ser lecionado nos anos finais do Ensino Fundamental pelos(as) docentes de Ciências e/ou Matemática e no Ensino Médio pelos(as) professores(as) das áreas de Ciências da Natureza (Biologia, Física e/ou Química) e/ou Matemática. Docentes de outras áreas de conhecimento também podem e devem contribuir para as Práticas Experimentais de maneira interdisciplinar. Para as turmas das 1ª séries, as práticas experimentais podem ser desenvolvidas como Eletiva, utilizando o livro de PEX como material norteador.”

No que tange ao Pré-médio, Pós-médio e Projeto de vida, esta de modo especial é uma das metodologias de êxito do modelo de escola integral com o jovem sendo o foco da escola. O componente é estruturado de acordo com os materiais produzidos durante a semana de acolhimento de modo que os sonhos apresentados pelos alunos sejam lapidados durante 40 encontros anuais em duas aulas geminadas com duração de 100 min (Paraíba, 2024). O Pré-médio é destinado aos alunos da última série do ensino fundamental e o Pós-médio aos alunos da última série do ensino médio. Quanto às atividades e formação do professor destes componentes as Diretrizes Operacionais de 2024, p.74, destacam:

“Cabe ao professor(a) deste componente acompanhar os(as) estudantes nessa reflexão e decisão, apoiando-os na construção do seu próprio projeto de vida, levando-os a refletir sobre seu propósito, sentido, sonhos, paixões, talentos, habilidades e necessidades. A partir dessa reflexão, os(as) jovens devem ser capazes de tomar decisões conscientes, levando em consideração sua trajetória ao longo da vida escolar, e revisar o Plano de Ação do seu Projeto de Vida construído na 2ª série.”

#### **4.5 As disciplinas eletivas**

As disciplinas Eletivas, são componentes semestrais, isto é, se renovam a cada semestre, sendo elaboradas pelos professores de cada instituição, o que significa que cada escola possui disciplinas eletivas diferentes e que mudam a cada seis meses, estas são construídas a partir de uma análise dos Projetos de Vida dos alunos, de modo que, eles possam escolher a

disciplina que julgarem mais proveitosa para adquirir conhecimento de acordo com sua área de atuação pretendida pós-ensino médio. Sobre isso, Silva (2022) explica:

As Escolas Cidadãs Técnicas Integrais da Paraíba tem como ponto central do seu modelo trabalhar o Projeto de Vida dos seus estudantes, por isso buscamos estratégias para auxiliar nos seus sonhos. É nesse sentido que as Eletivas são pensadas e executadas. (Silva, 2022, p.4)

Nesta perspectiva, não só os sonhos dos alunos são levados em consideração, mas também a proposta destes componentes devem contribuir para a construção de saber que se relacione com as disciplinas da base comum nacional, suas diretrizes e competências e com essa finalidade a interdisciplinaridade deve ser trabalhada dentro das eletivas, por isso, os professores que planejam as disciplinas são de áreas e disciplinas diferentes.

Ademais, a escolha das eletivas se dá por meio de um momento que ocorre no início de cada semestre chamado de “feira das eletivas” onde cada professor apresenta sua proposta de disciplina para os estudantes e uma vez finalizada a apresentação os alunos se dirigem aos ambientes designados para realizar sua matrícula na disciplina escolhida. Vale ressaltar que as eletivas devem contemplar alunos de todas as séries ofertadas pela escola, isto é: Se a escola oferta apenas o ensino médio (Paraíba, 2024), a eletiva deve receber matrícula dos alunos das três séries. Explica Pereira (2020):

São disciplinas complementares, trabalhadas de forma integralizada e contextualizada, que despertem/contemplem o interesse dos alunos/as. Ocorrem todas as segundas feiras durante duas aulas da manhã, quinto e sexto horários. Ministrada semestralmente, essas disciplinas são ofertadas no início de cada semestre, onde ocorre a Feiras das Eletivas, momento esse em que os professores/as responsáveis pela disciplina eletiva oferecida, apresentarão os objetivos, metodologia e aspectos gerais da mesma e os/as estudantes escolhem a eletiva que os/as despertem um maior interesse.(Pereira, 2020, p. 37-38)

## 5 A QUÍMICA FORENSE NO ENSINO MÉDIO

Embora não muito utilizada e discutida no contexto escolar a química forense desperta e aguça o interesse dos estudantes, não só a química de modo específico como tudo aquilo que se relacione com a investigação e a elucidação de crimes, como por exemplo: filmes, seriados, livros e artes que retratam essa temática.

No que concerne a química, sua aplicação na investigação forense apresentada em sala de aula, mesmo com as muitas limitações detalhadas neste presente trabalho, contribuiu para a construção de uma visão diferente deste campo científico e dos conteúdos que trabalhados apenas de forma teórica sem contextualização ou aplicação ficam por muitas vezes incompreendidos por parte dos alunos.

Contudo, diante das problemas estruturais que afetam boa parte das escolas públicas, bem como a dificuldade de adaptação de experimentos com materiais alternativos que permitam trabalhar essa temática, esta última gerada principalmente pela falta de formação e preparo dos professores, vê-se que poucas vezes a química forense e a perícia criminal são abordadas no contexto escolar, mas essa realidade tem mudado ao longo dos anos, é o que afirma Silveira (2019):

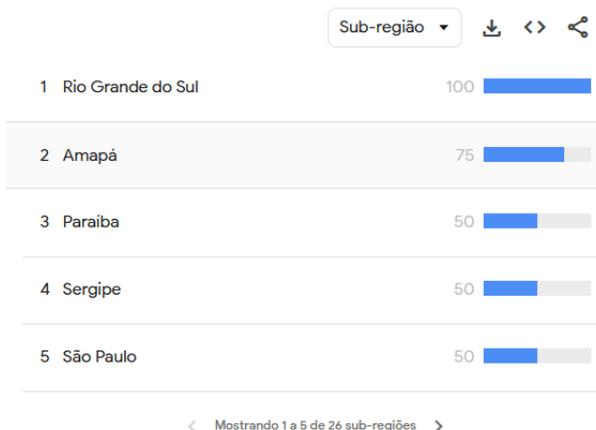
“A produção acadêmica nacional sobre o assunto é dispersa e não muito numerosa e que a química forense no ensino tem potencialidade para despertar o interesse e fomentar a aprendizagem dos alunos frente a questões relacionadas à química.”  
(Silveira, 2019, p. XI)

A química muitas vezes é vista aos olhos de leigos e sociedade em geral como uma ciência difícil e complicada que possui aplicação em nossa vida cotidiana mesmo que imperceptível (Figueiredo, 2016), essa mesma visão não seria diferente com a aplicação às investigações e elucidação de crimes. Poucas pessoas conhecem este campo de atuação e o debate ou construção em cima dessa temática se resume aos ambientes acadêmicos e instituições de pesquisa (Brandão, 2023).

A plataforma Google Trends mostra que de janeiro de 2004 a janeiro de 2024 os estados brasileiros do Rio Grande do Sul e Amapá lideram as buscas nas plataformas deste navegador relacionadas a essa temática; a Paraíba ocupa a terceira posição unida a outros estados com a mesma quantidade de buscas realizadas sobre o tema, conforme mostra o gráfico 01.

GRÁFICO 01: Interesse por sub-região no tema Química Forense

Interesse por sub-região ?

Fonte: <https://trends.google.com.br/>

Os dados mostram que apesar de em todo território nacional existir a procura e o interesse pelo tema, há uma segregação e isolamento em que o tema é mais buscado e estas áreas referem-se justamente às localidades em que os grupos de pesquisa deste campo estão situados, considerando que existem 16 grupos de pesquisas registrados no CNPq que estão principalmente associados a Polícia Civil e a Secretaria de Segurança Pública que são órgãos diretamente ligados à resolução de crimes (Brandão, 2023).

## 6 METODOLOGIA

Nesta seção serão discriminadas as etapas de planejamento das aulas ministradas, materiais, métodos, descrição do público alvo e as ações executadas na escola. O presente trabalho possui caráter qualitativo quanto a abordagem, de natureza aplicada, exploratória quanto aos objetivos e estudo de caso quanto aos procedimentos técnicos.

### 6.1 Público alvo

O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual Cidadã Integral Deputado Álvaro Gaudêncio de Queiroz situada no Bairro Malvinas na cidade de Campina Grande-PB em componente eletivo misto, com alunos de todas as turmas da escola matriculados no 9º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio que escolheram participar desta eletiva no segundo semestre de 2023. A aula sobre identificação de funções inorgânicas em que foi aplicado o questionário do qual os resultados extraídos estão destrinchados neste trabalho contou com a participação de 25 alunos, sendo seis alunos do ensino fundamental (9º ano) e dezenove estudantes do ensino médio (seis do 1º ano, oito do 2º ano e cinco do 3º ano) que escolheram cursar esta disciplina no segundo semestre de 2023.

### 6.2 Sistematização das atividades

Os encontros da disciplina eletiva foram ministrados com os assuntos, materiais e atividades descritos abaixo:

TABELA 01: Sistematização das atividades

ETAPA ENCONTRO	ASSUNTO TRABALHADO	RECURSOS MATERIAIS UTILIZADOS	ATIVIDADES REALIZADAS
ENCONTRO 1	Introdução à química forense	Slide, vídeo e aparelho de televisão, lousa e pincéis de lousa	Encontro expositivo-dialogado sobre a aplicação da química e a ementa do componente
ENCONTRO 2	Fundamentos da Perícia Criminal	Slide e aparelho de televisão, lousa e pincéis de lousa	Roda de conversa sobre o que fazem os órgãos de segurança e os

			peritos criminais
ENCONTRO 3	Análise de Cenas de crime e cadeia de custódia	Slide e aparelho de televisão, lousa e pincéis de lousa	Apresentação de alguns casos nacionais e observação das cenas de crime
ENCONTRO 4	Análise de substâncias químicas e métodos de identificação de funções inorgânicas	Slide e aparelho de televisão, soluções de HCl, NaOH, H <sub>3</sub> SO <sub>4</sub> , NaHCO <sub>3</sub> , vinagre, água sanitária e indicadores: fenolftaleína, alaranjado de metila e azul de bromotimol, suporte e tubos de ensaio, extrato de repolho roxo, copos descartáveis	Exposição sobre funções inorgânicas e definição de indicadores, experimento para identificação das funções por meio da aplicação de indicadores em diferentes soluções
ENCONTRO 5	Introdução à Balística Forense	Slide e aparelho de televisão, lousa e pincéis de lousa	Encontro expositivo-dialogado e apresentação dos métodos de identificação de digitais
ENCONTRO 6	Papiloscopia	Slide e aparelho de televisão, carvão e bandejas de isopor, amido de milho e fita adesiva, tintura de iodo e cola tekbond, água, béqueres, pegadores, pincéis.	Exposição sobre digitais e tipos de cristas e vales, experimentos para identificação com quatro métodos.
ENCONTRO 7	Crimes digitais - Palestra com Policial Civil	Slide e aparelho de televisão	Exposição dialogada sobre Cibercrimes e fake news
ENCONTRO 8	Visita ao IPC - Campina Grande	Transporte adquirido com recursos da escola	Exposição e sabatina com três peritos do IPC e amostra de drogas e substâncias ilícitas

ENCONTRO 9	Toxicologia forense	Slide, soluções com medicamentos variados	Exposição sobre a importância da toxicologia, sua aplicação, envenenamento e experimento para identificação de metamizol (dipirona) em medicamentos
ENCONTRO 10	Mentes criminosas - Palestra com Psicóloga convidada	Nenhum recurso físico foi utilizado	Exposição e sabatina sobre perfil de criminosos e condições psicológicas de psicopatas
ENCONTRO 11	Fotometria de Chama e identificação por via seca	Lamparina, NaCl, LiCl, CuCl <sub>2</sub> , KCl, BaCl <sub>2</sub> e solução de HCl	Exposição sobre a espectroscopia atômica e experimento para observação da mudança de coloração de substâncias na presença de fogo
ENCONTRO 12	Química de explosivos - Palestra com bombeiro militar	Slide, aparelho de televisão e extintor	Exposição sobre bombas e crimes com explosivos e demonstração de como utilizar um extintor
ENCONTRO 13	Crimes ambientais	Slide, aparelho de televisão, lousa e pincéis de lousa	Roda de conversa sobre os crimes ambientais nacionais com maior notoriedade
ENCONTRO 14	Perícia de Incêndios - Palestra com a Capitã do corpo de bombeiros	Slide e aparelho de televisão	Exposição sobre locais de incêndio e suas características
ENCONTRO 15	Grafotécnica - Palestra com o Professor convidado	Nenhum recurso físico foi utilizado	Exposição dialogada com um professor de língua portuguesa especializado na

			área
ENCONTRO 16	Documentoscopia - Cromatografia e análise de tintas de canetas	Slide, aparelho de televisão, papel de filtro e canetas coloridas, álcool etílico 70%, suporte e tubos de ensaio	Exposição sobre falsificação de documentos e experimento para identificar a diferente composição de diferentes canetas
ENCONTRO 17	Drogas e substâncias controladas	Slide, aparelho de televisão	Roda de conversa sobre drogas e crimes mais comuns que envolvem
ENCONTRO 18	Cineaula - Yargi Segredos de família	Aparelho de televisão	Os alunos assistiram o episódio 44 da Telenovela para observarem em alguns cortes a ação do perito
ENCONTRO 19	Revisão dos conteúdos e preparação para Culminância	TNT, cartolina, materiais utilizados nas aulas anteriores	Foi lembrado o que se viu durante a eletiva e planejado o que se apresentaria na culminância, dividido a sala em grupos para elaboração das apresentações
ENCONTRO 20	Culminância da Eletiva	Materiais produzidos pelos alunos	Apresentação à comunidade das práticas de papiloscopia, identificação de substâncias, toxicologia, falsificação de documentos e recriação de uma cena de crime

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024

### **6.3 Levantamento de concepções prévias**

No início de cada aula foram debatidos e questionados os conhecimentos prévios dos alunos a respeito das temáticas apresentadas naquela oportunidade com o intuito de comprovar a aprendizagem dos conteúdos de química trabalhados a partir do tema transversal definido em planejamento. Para cada encontro foi montado um questionário com cinco questões retiradas do ENEM e adaptadas conforme exemplo que consta em anexo no tópico 9.1, sobre métodos químicos de análise e identificação de funções inorgânicas, cromatografia e massa molecular tendo sido aplicado antes e após a aula sobre estes mesmos assuntos cujos resultados obtidos serão apresentados no decorrer deste trabalho. O questionário que teve seus resultados considerados para esse estudo fora respondido pelos alunos de forma individual e sem pesquisa

### **6.4 Planejamento e elaboração das atividades**

As aulas, experimentos e atividades foram semanalmente planejadas, nas quarta-feiras, dia em que a secretaria de educação reservava para o planejamento e formação dos professores da área de ciências exatas, biológicas e matemática no estado da Paraíba. Neste dia, buscamos conteúdos, referências, testamos os experimentos e recursos alternativos que permitissem a prática ser realizada com baixo custo, e na sequência os planos de aula e sequências didáticas/metodológicas foram elaboradas.

### **6.5 Materiais e recursos**

No período em que a disciplina foi ministrada, que correspondeu ao segundo semestre do ano de 2023, a escola não dispunha de laboratório, sala de vídeo ou biblioteca em virtude de que no mesmo prédio, uma outra instituição estava a executar suas atividades pedagógicas enquanto a sua sede passava por reformas e melhorias. Desse modo, as aulas da eletiva foram ministradas em uma sala de aula padrão, equipada com mesas e cadeiras, TV e lousa, sendo neste mesmo ambiente ministradas as aulas teóricas e práticas, bem como as palestras dos profissionais convidados.

Para as atividades experimentais, os materiais, quando não improvisados, foram comprados com recursos da professora titular a exemplo de pegadores, pó de carvão, pincéis e cola a base de cianoacrilato para prática de papiloscopia, medicamentos para aula de toxicologia, bandejas e formas de inox para suprir a falta de vidros de relógio e placas de petri, copos descartáveis e colheres de plástico visando substituir béqueres e espátulas, folha de lixa,

bicarbonato de sódio, sal de cozinha, tesouras, fogão elétrico para aquecimento, tintura de iodo, fita adesiva, lápis e cartolina. Alguns dos materiais utilizados podem ser observados nas imagens abaixo:

Figura 01: Materiais utilizados na aula sobre identificação de digitais



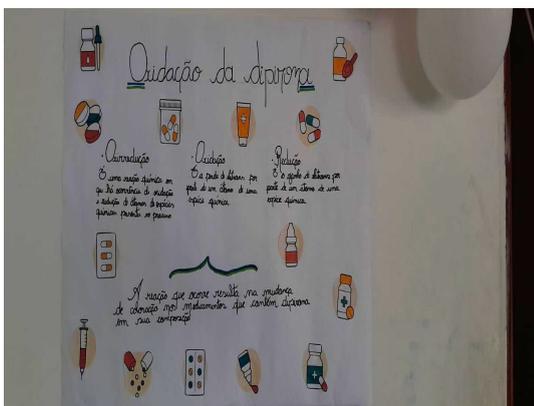
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 02: Prática sobre Cromatografia em papel



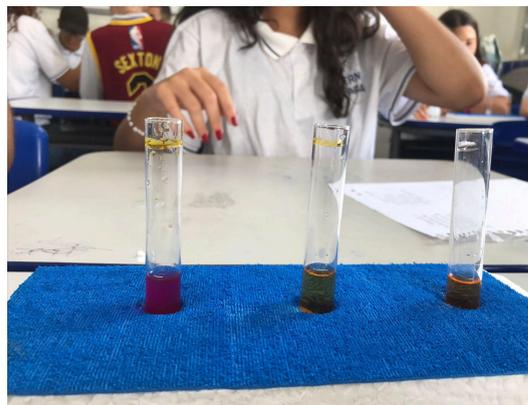
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 03: Cartaz produzido pelos alunos sobre oxidação da dipirona



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 04: Identificação de funções, trabalhando com indicadores químicos.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A escola possuía alguns reagentes e vidrarias que puderam ser utilizados nas práticas como: 3 erlenmeyer, dois termômetros, soluções de ácido clorídrico, ácido sulfúrico e hidróxido de sódio, 2 Litros de água destilada e álcool etílico 70%, tubos de ensaio e suporte para os tubos que foram feitos pelos professores da escola em outra oportunidade utilizando EVA e Isopor.

## 6.6 Estrutura das aulas

As aulas foram ministradas em 20 segundas-feiras sendo dois horários geminados totalizando 100 min, a cada semana foi ministrado um tema correlato a perícia e a

investigação criminal que envolvia química e métodos de análise, as aulas eram divididas em dois momentos, no primeiro ocorria a exposição e explicação do conteúdo, com apresentação de slides e vídeos e no segundo momento a experimentação do método de análise exposto e proposto para aquela aula, foram trabalhados métodos como: Extração de DNA de frutas, análise de digitais com técnicas de pó, iodo e cianoacrilato, identificação de dipirona em medicamentos, fotometria de chama, cromatografia de papel, identificação de ácidos e bases e aplicação de indicadores. A parte experimental das aulas não aconteceu apenas nos dias em que os momentos foram feitos com a participação dos convidados, pois os temas eram preparados pelos próprios palestrantes e eram trazidos como proposta de aula expositiva e dialogada sem demonstração prática.

### 6.7 Palestras e visita ao IPC-PB

Durante o percurso da disciplina buscamos parcerias com profissionais que pudessem contribuir para a formação e esclarecimento das curiosidades dos alunos a respeito da temática. Em parceria com o Instituto de Polícia Científica da Paraíba IPC-PB da Cidade de Campina Grande-PB foi possível levar os alunos para conhecerem a sede da Polícia Científica, alguns de seus colaboradores, Peritos Oficiais Criminais, a sede do Núcleo de Medicina e Odontologia Legal NUMOL e na mesma oportunidade participaram de uma palestra promovida por eles sobre cenas de crime, vestígios, toxicologia e ética.

Figura 05: Visita ao IPC e palestra com peritos oficiais



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 06: Drogas de abuso e substâncias ilícitas



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

A convite, os alunos também tiveram oportunidade de participar de uma palestra sobre perícia de incêndio com uma colaboradora, Capitã do Corpo de Bombeiros de Campina

Grande. Em momento seguinte, ouviram uma psicóloga especializada em mentes criminosas e psicopatas e tiveram uma aula sobre a ação da Polícia Civil e sua importância para a sociedade, e como essa instituição atua na elucidação de crimes cibernéticos; este momento foi promovido por um Policial Civil e Professor de Direito de uma Faculdade privada.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão descritos os resultados e dados obtidos em cunho quantitativo a partir da aplicação do questionário (em anexo) anterior e posterior a aula.

### 7.1 Engajamento e participação do público alvo

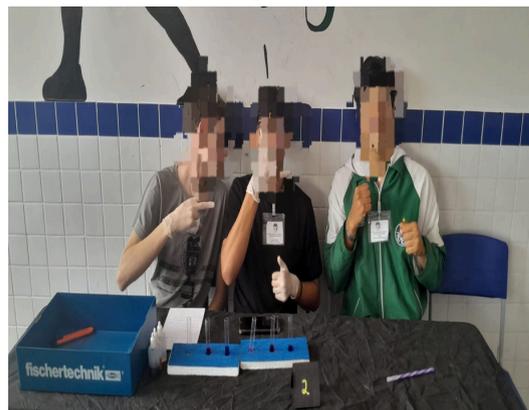
Desde o início do componente foi possível perceber o interesse e a dedicação dos alunos em todas atividades propostas em sala de aula, não se esquivando das atividades, mantendo e interação entre si, o que colabora significativamente para a socialização entre os alunos já que estão matriculados em diferentes séries do ensino fundamental e médio, conforme mostram as figuras abaixo:

Figura 07: Prática sobre papiloscopia; alunos identificando digitais.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 08: Identificação de funções inorgânicas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

O interesse despertado nos estudantes por essa temática já é algo consumado e observado na literatura a exemplo dos estudos de Souza et al (2017) e Santos (2020), esse engajamento inclusive não só se observa nas atividades referentes à aula, mas também nos questionamentos e dúvidas trazidas pelos estudantes exemplificando casos e situações que ouviram em seriados e telejornais por exemplo, enriquecendo assim as discussões e evidenciando que enxergaram a importância das ciências forenses e a utilidade da proposta trazida pelos professores à sala de aula, essa interação com os mediadores também era observada nos momentos de palestra como evidenciam as imagens abaixo:

Figura 09: Palestra sobre mentes perigosas com Psicóloga convidada



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 10: Análise de substâncias e métodos de identificação.



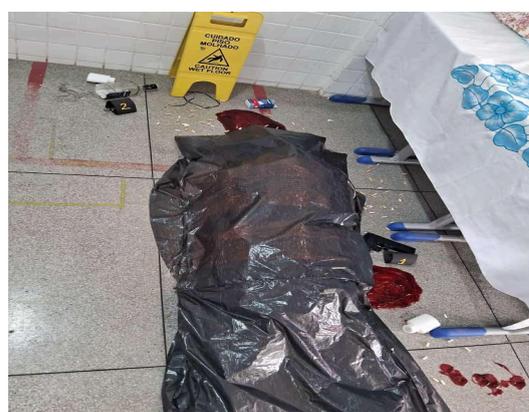
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 11: Palestra com a Capitã do Corpo de Bombeiros, perícia de incêndios.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Figura 12: Simulação de cena de crime montada na culminância da eletiva



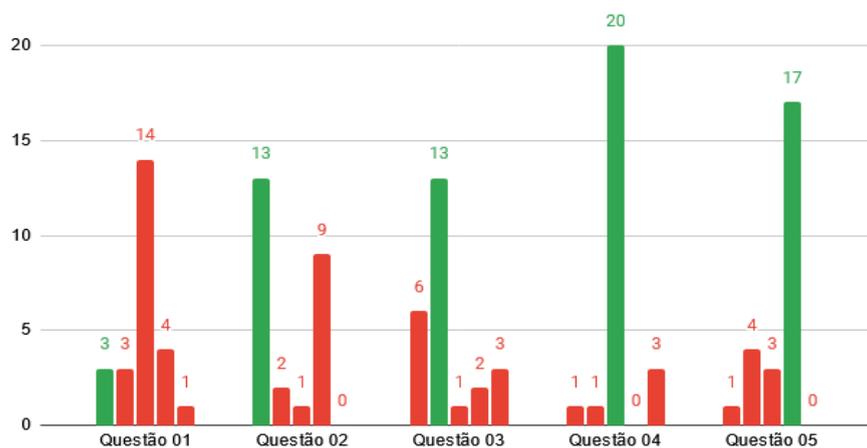
Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

## 7.2 Avaliação da aplicação do questionário

### 7.2.1 Aplicação antes da intervenção pedagógica

O questionário foi aplicado antes da intervenção pedagógica com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados ao assunto da aula. Frente às respostas dos alunos foi construído o Gráfico 02 que retrata o número de alunos que acertaram os exercícios propostos antes da intervenção e a quantidade de respostas por cada alternativa, sendo as que estão na cor verde as alternativas corretas e as vermelhas as alternativas erradas.

GRÁFICO 02: Alternativas selecionadas e quantidade de acertos pré-aula



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observando a primeira questão, que tratava da mistura entre um ácido e água, quatorze alunos selecionaram a alternativa C que postulava a possibilidade da água neutralizar o ácido, o que demonstra a falta da habilidade de perceberem que se esta alegação fosse verdadeira a ordem da mistura não interferiria no resultado pois a água seria agente neutralizador sendo colocada no ácido ou às avessas. Meneses e Nuñez (2018) observando o ensino de reações químicas destacam que o ensino focado nos termos científicos sem associação com a parte fenomenológica pode contribuir diretamente para persistência de conceitos diferentes dos científicos e isso pode estar relacionado aos resultados obtidos nesta questão, a falta de familiaridade com atividades de experimentação que permitam a observação de situações, como também destaca Silveira e Vasconcelos (2023) tem impacto direto na falta de aptidão para estabelecer associações entre a teoria e a prática, entre os conceitos e as concepções prévias que estes alunos possuem.

Na segunda questão que tratava do Potencial Hidrogeniônico e funções inorgânicas, treze alunos demonstraram conhecimento satisfatório e a habilidade de compreender que a adição de uma espécie química de caráter básico conseqüentemente levaria a um aumento do pH da solução, ao mesmo passo em que nove alunos consideraram correta a alternativa que alegava a diminuição da concentração de sais como resultado da adição de hidróxido de sódio ao leite, o que pode estar relacionado a sua interpretação de que um ácido e uma base leva a formação de sais a partir de uma reação de neutralização. estes resultados diferem dos observados por Delfino (2018) em experiência na qual se destaca muitas dificuldades na compreensão de conceitos considerados básicos da química.

Já no que diz respeito à terceira questão, foi observado que treze alunos demonstraram conhecer métodos químicos de análise, ou mais precisamente o princípio de cromatografia, isso sugere que as exemplificações e citações destes métodos em aulas passadas serviram

para construção e assimilação do conceito por parte dos alunos, contudo, sabe-se que o currículo de química no ensino médio não é construído visando se conhecer os métodos químicos de análise e seus equipamentos. O contexto social dos alunos e das instituições públicas não favorece o acesso e o contato com laboratórios e equipamentos sofisticados, por exemplo. Em razão disso, acordante as conclusões de Junior (2023), há a necessidade de que a contextualização e a experimentação seja cada vez mais empregada em sala de aula, de modo que os alunos não só conheçam da química, métodos e equipamentos de análise, mas sua importância, aplicabilidade e implicações destas em sua vida contribuindo assim não só para seu pleno desenvolvimento intelectual como o pensamento científico, crítico e questionador.

Ademais, os resultados obtidos retratam que parte considerável dos alunos dominam o conteúdo que trata da polaridade de moléculas químicas, já que a questão 04 tratava da diferença entre água que tem caráter polar e gasolina que é um combustível apolar se dissolvendo apenas em solvente apolar em virtude dessa característica, em uma questão que contextualizava a adulteração de combustíveis, nela os alunos demonstraram maior domínio do conteúdo, tendo portanto vinte acertos. Estes dados divergem dos resultados obtidos por Seabra (2022) onde os estudantes diante de questões que envolviam conceitos de polaridade e solubilidade atingiram uma quantidade de acertos abaixo da média. No contexto do presente trabalho esse conhecimento que os alunos possuíam pode ter sido sintetizado muito mais de forma empírica, a partir da observação de experiências do seu cotidiano, do que de forma científica, isso corrobora com os apontamentos de Souza (2017) que relata que é por meio do contato do aluno e de sua interação com o mundo que o aluno construirá os seus primeiros conceitos químicos. Neste mesmo ponto apenas três alunos mostraram conhecimento sobre técnica de mistura de ácido e água trabalhada na primeira questão o que se justifica falta de aulas práticas e a falta de um laboratório que permita a manipulação destes reagentes, contexto esse também experimentado por Seabra (2022) no qual seus alunos do terceiro ano do ensino médio, apesar da escola possuir o espaço, nunca haviam entrado ou participado de uma aula em laboratório.

Foi possível observar também qual era a concepção dos alunos frente aos conteúdos que foram posteriormente trabalhados, mesmo que a concepção destes não fosse condizente com o conhecimento científico atrelado a temática e a contextualização abordada em cada questão como já apontado no parágrafo anterior, ou seja, boa parte dos alunos podem não ter o domínio dos conceitos científicos relacionados a um determinado conteúdo, mas sua experiência e o saber popular permite que ele visualize e compreenda o que é pedido na

questão a partir da contextualização que o enunciado traz. Cônsono as conclusões de Domingues (2022) é importante observar esses apontamentos e identificar essa bagagem do aluno, bem como suas prévias habilidades trazidas para sala de aula pois estas se mostram importantes para a posterior estruturação da aula.

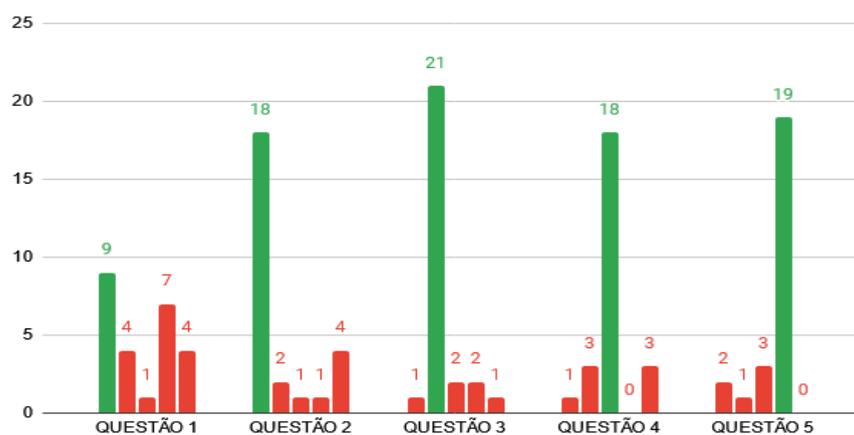
Contudo, segundo Souza (2017) e Costa (2016) nem sempre o aluno consegue realizar associações do conteúdo científico, diante da observação do cotidiano e relacioná-los de forma prática ao contexto em que vive com a habilidade de exemplificar determinados assuntos trabalhados com suas experiências e vivências como cidadão, estudante, ente participante da sociedade. Para contornar este problema, urge cada vez mais a necessidade da contextualização e interdisciplinaridade na educação química.

Na quinta pergunta os alunos demonstraram sua segunda maior habilidade, que é a de conseguir determinar a massa de uma molécula que em um momento da aula eles alegaram já ter trabalhado no componente de química, bem como a identificação de massas atômicas a partir da consulta na tabela periódica.

### 7.2.2 Aplicação após a intervenção pedagógica

O mesmo questionário foi aplicado após a aula para identificar se de fato as atividades executadas culminaram na mudança de percepção e aquisição de novas informações bem como fixação dos conteúdos da parte dos alunos. Dessa forma, foram obtidos os seguintes resultados:

GRÁFICO 03: Alternativas selecionadas e quantidade de acertos pós-aula



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observa-se uma evolução significativa na compreensão dos assuntos tratados na aula de forma teórica e prática. Na primeira questão, antes da intervenção apenas três alunos dominavam o conteúdo sobre mistura de ácidos e bases, no entanto após a intervenção pedagógica nove alunos conseguiram compreender a razão pela qual verte-se o ácido sob a água. Ao mesmo passo em que sete alunos compreenderam parcialmente o motivo, pois selecionaram a alternativa em que se alegava que a mistura é explosiva, essa alternativa está relativamente correta considerando o caráter exotérmico das reações químicas com estes reagentes, fato que pode explicar a escolha da alternativa pelos alunos.

Concordando com Domingues (2022) compreende-se que as aulas não só serviram para uma mudança na concepção dos alunos sobre os conteúdos de química, como também as práticas e atividades executadas permitiram aos alunos uma percepção mais ampla da aplicação da química e assim entendessem os princípios, leis, técnicas e métodos que embasam a investigação forense sob a ótica da química, assim sendo, o uso de metodologias que fogem do tradicional contribui positivamente para autonomia do aluno em sala de aula estimulando sua participação ativa e colocando-o na posição de protagonista na construção do conhecimento.

Comparando os resultados da primeira e segunda aplicação, considerando que antes da intervenção a média de acertos foi de 2,5 questões e que após a intervenção a média de acertos da turma foi de 3 questões, pode-se considerar que houve um aumento de 0.5 acertos na média da sala e observando isoladamente casos específicos nota-se um avanço significativo na quantidade de acertos, casos por exemplo em que o estudante havia acertado apenas uma questão e ao concluir conseguiu adquirir conhecimento que o levou a acertar três ou mais questões depois da intervenção.

No trabalho de Pimenta (2014), observa-se que a química forense também foi utilizada como tema norteador, sendo útil para diversificar a abordagem de conteúdos instigando os alunos a participarem das atividades, bem como servindo de estímulo para o despertar do interesse por mais aulas que relacionam-se com esse tema, tal qual a experiência de Pacheco (2021) que relata a contextualização como uma ferramenta benéfica e geradora de bons resultados quando aplicada corretamente.

É possível observar ainda que apenas a quarta questão mostra um decaimento no número de acertos, sendo que dois alunos antes tendo acertado a questão marcaram a alternativa errada após a aula, isso também foi observado nos estudos de Miqueletti (2011) realizados na cidade de Medianeira-PR em experiência na qual os alunos apresentaram contradição nas respostas após uma atividade prática, coisa que ela associa a possibilidade dos alunos

confundirem conceitos e ao insucesso da atividade experimental proposta no que diz respeito ao seu objetivo primordial que é o de ser uma ferramenta facilitadora e melhoradora da aprendizagem; Aqui, o erro pode ser atribuído à falta de atenção e a possibilidade de que a escolha da primeira resposta não fora feita em virtude da existência de conhecimento a respeito dos assuntos e sim que estas foram selecionadas aleatoriamente sem certeza de resposta.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os impactos do uso do tema química forense no componente eletivo observados e expostos neste trabalho, os resultados obtidos foram considerados bons não só no que diz respeito a aprendizagem dos alunos que mostrou-se significativa, mas também na disseminação deste campo de aplicação e sua utilidade para sociedade tornando-se inclusive um canal de divulgação e de promoção do contato dos alunos com a química, minimizando os efeitos negativos provocados pela redução da carga horária de um componente tão importante para formação dos discentes que terão seus conhecimentos colocados à prova mais tarde no ENEM e em outros vestibulares. Além disso, os temas propostos em cada aula permitiram que os alunos construíssem conhecimento de forma ativa e prazerosa, desenvolvendo valores e habilidades que lhes serão úteis para toda vida, corroborando inclusive resultados e apontamentos encontrados na literatura consultada.

Portanto, é notório e evidente que a química no ensino básico é constituída de assuntos teóricos e muito abstratos que considerando a realidade da atual geração de alunos não os instiga e motiva a buscarem conhecimento e se aprofundarem nos conteúdos. A abordagem do conteúdo a partir de um tema gerador que faça parte da realidade do aluno, torna o processo de ensino-aprendizagem mais motivador e prazeroso, porque os alunos conseguem relacionar os saberes científicos com o saber comum.

Conclui-se ainda que a temática aqui apresentada, permitiu aos alunos aprenderem de forma divertida com as histórias e cenários característicos da investigação forense, colaborando assim para o seu desenvolvimento cognitivo, psicomotor e afetivo, aprimorando sua capacidade de criatividade, colaboração e inovação.

De modo particular esta experiência proporcionou-me uma imersão intensiva no atual contexto da educação pública permitindo uma expansão de horizontes e aprendizado que apenas a teoria jamais me permitiria conceber. O tempo em que me dediquei às atividades aqui relatadas me serviram não só para a minha formação acadêmica como também para minha construção pessoal através das relações construídas com toda a comunidade escolar. Ademais, por meio desta experiência, consegui contribuir para a formação dos jovens daquela comunidade e disseminar o campo de aplicação da química que tanto me apetece.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. R. da S., **A implantação das Escolas Cidadãs Integrais e a Reforma do Ensino Médio.** (TCC - Monografia) – Curso de Licenciatura em Pedagogia, UFPB. João Pessoa, 2023.
- BRANDÃO, G. C.; AMORIM, L. V.; SOARES, N. S.; MEDEIROS, O. H., **A importância da Química Forense na Investigação Criminal e seus obstáculos.** Faculdade do Futuro, Minas Gerais, 2023.
- Comissão Executiva de Educação Integral. **Acompanhamento das Escolas Cidadãs Integrais.** Paraíba: CEEI, 2022. Disponível em: <https://sites.google.com/view/ecipb>. Acesso em 04/04/2024.
- COSTA, E. S. C.; SANTOS, M. L.; SILVA, E. L., **Abordagem da química no novo ENEM: uma análise acerca da interdisciplinaridade.** Química Nova na Escola, v. 38, n. 2, p. 112-120, 2016.
- COSTA, M. C. O.; **Novo Ensino Médio na Paraíba: a perspectiva de estudantes e professores de Escolas Cidadãs Integrais Técnicas.** 2023. 86f. (TCC - Monografia), Curso de Licenciatura em Ciências Sociais. UFCG - Campus Sumé - Paraíba, 2023.
- DELFINO, A. D., **“Quem matou Maria?”: Desenvolvimento de argumentos científicos a partir de técnicas experimentais de Química Forense.** UFPB, Areia 2018.
- DOMINGUES, R. R., **Uso da temática química forense como agente motivador do ensino de química através de experimentos.** 2022. 102f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), IQ-UFF, Niterói, 2022.
- FIGUEIREDO, E. R. et al., **Um olhar sobre a química na perspectiva de alunos do ensino médio de uma escola pública de salinas-mg.** Anais III CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br>. Acesso em: 16/04/2024.
- Instituto de Corresponsabilidade pela Educação; **Tecnologia de Gestão Educacional.** Pernambuco. 2º edição, 2016.
- Instituto de Corresponsabilidade pela Educação; **Livreto Institucional ICE.** Pernambuco. 3º edição, Agosto de 2023. Disponível em: <https://icebrasil.org.br>. Acesso em 03/01/2024.
- JUNIOR, V. C. S.; **A utilização de química forense como contexto para uma aula de química em uma escola do Agreste pernambucano.** Pernambuco. UFPE, 2023.
- MENESES, F. M. G. de; NUÑEZ, I. B., **Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo.** Ciência & Educação (Bauru), v. 24, p. 175-190, 2018.

MIQUELETTI, S. R.; **Avaliação da eficiência de práticas no ensino de química**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

PACHECO, M. V. S., **Química forense como estratégia para motivação do processo de ensino aprendizagem de química**. 2022. Monografia - Instituto de Química e Biotecnologia, Curso de Graduação em Química, UFAL, Maceió, 2021.

Paraíba. **Governo expande Escolas Cidadãs Integrais e transforma a educação pública na Paraíba**. 21/11/2018. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br>. Acesso em 25/11/2023.

PEREIRA, R. **Protagonismo juvenil na Escola Cidadã Integral: da concepção às vivências**. 2020. 139 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia), UFCG - Paraíba - Brasil, 2020.

PIMENTA, S. F.; MARTINS B. S.; KOLTZ, E.; SANDRI, M. M. **A química forense como forma de contextualizar o ensino e aprendizagem de química**. UNILA, 2014.

SANCHES, T. A.; SILVA, V.; **Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará Dr. Celso Malcher e o Projeto Jovem de Futuro: um debate sobre educação tecnicista e educação emancipadora**. Ciências Sociais. Unisinos, 2023.

SANTOS, F. R. **A química forense como tema contextualizador no ensino de química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) . São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2020.

SEABRA, A. C.; RIBEIRO, J. S.; **Aplicação da química forense no ensino de química orgânica para o Ensino Médio**. Vitória: Edifes Acadêmico, 2022. ISBN 978-85-8263-652-7.

Secretaria de Estado da Educação. Gerência Executiva do Ensino Médio. **Diretrizes Operacionais das Escolas da Rede Estadual de Educação da Paraíba**. Paraíba: Governo da Paraíba/ SEE/GEEM, 2023.

Secretaria de Estado da Educação. Gerência Executiva do Ensino Médio. **Diretrizes Operacionais Para o Ano Letivo da Rede Estadual da Paraíba**. Paraíba: Governo da Paraíba/ SEE/GEEM, 2024.

SILVA, K. C. J. R., BOUTIN A. C. **Novo ensino médio e educação integral: contextos, conceitos e polêmicas sobre a reforma**. Educação (Santa Maria. Online). 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org>. Acesso em 05/04/2024.

SILVA, T. R. da., **Escola Cidadã Integral Técnica: atores, sujeitos, influências e a atuação da política em uma Escola localizada no Brejo Paraibano**. Dissertação (Mestrado em Educação) –UFPB. João Pessoa, 2022.

SILVEIRA, A. M. da., **Química forense no ensino de Química: o que nos diz a literatura?** Dissertação (Mestrado em Química) –UFSCar. São Carlos, 2019.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P., **Uma revisão sistemática da literatura da inter-relação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 22, n. 3, p. 484-507, 2023.

SOUZA, A. K. R. de., **Uso da química forense como ferramenta de ensino através da aprendizagem significativa.** 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUZA, A. K. R. et al., **A química forense como ferramenta de ensino através de uma abordagem em cts.** Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 6, p. 7-16, 2017.

## ANEXO A - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PRÉ/PÓS AULA



NOME: \_\_\_\_\_

### ATIVIDADE DE LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

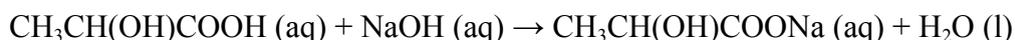
(Enem 2018 PPL - ) Sobre a diluição do ácido sulfúrico em água, o químico e escritor Primo Levi afirma que, “está escrito em todos os tratados, é preciso operar às avessas, quer dizer, verter o ácido na água e não o contrário, senão aquele líquido oleoso de aspecto tão inócuo está sujeito a iras furibundas: sabem-no até os meninos do ginásio”.

*LEVI, P. A tabela periódica. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994 (adaptado).*

#### O alerta dado por Levi justifica-se porque a

- Diluição do ácido libera muito calor.
- Mistura de água e ácido é explosiva.
- Água provoca a neutralização do ácido.
- Mistura final de água e ácido separa-se em fases.
- Água inibe a liberação dos vapores provenientes do ácido.

(Enem 2017 PPL) Alguns profissionais burlam a fiscalização quando adicionam quantidades controladas de solução aquosa de hidróxido de sódio a tambores de leite de validade vencida. Assim que o teor de acidez, em termos de ácido láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser representada pela equação química:



#### A consequência dessa adulteração é o(a)

- Aumento do pH do leite.
- Diluição significativa do leite.
- Precipitação do lactato de sódio.
- Diminuição da concentração de sais.
- Aumento da concentração dos íons  $\text{H}^+$ .

(ENEM 2017 - ADAPTADA) É um método que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a

água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

- a) Fotometria de Chama
- b) Cromatografia
- c) Espectrometria de Absorção atômica
- d) Filtração à vácuo
- e) Calcinação

(ENEM 2015) Além de ser uma prática ilegal, a adulteração de combustíveis é prejudicial ao meio ambiente, ao governo e, especialmente, ao consumidor final. Em geral, essa adulteração é feita utilizando compostos com propriedades físicas semelhantes às do combustível, mas de menor valor agregado.

Considerando um combustível com 20% de adulterante, a mistura em que a adulteração seria identificada visualmente é:

- a) Etanol e Água
- b) Etanol e Acetona
- c) Gasolina e Água
- d) Gasolina e benzeno
- e) Gasolina e Querosene

(VUNESP - 2021) A Química Forense surgiu a partir de um crime de grande repercussão cometido na Bélgica, em 1850. O criminoso teria extraído óleo de uma planta e obrigado a vítima a ingerir a substância. Para comprovar o crime, a polícia pediu ajuda a um químico, que desenvolveu um método para detectar a substância nos tecidos do cadáver, o que permitiu a condenação do criminoso.

ÂNGELIS, R. *Descubra a importância da química forense*. <http://www.ung.br/noticias/descubra-importancia-da-quimica-forense>. Acesso em 10/06/2020. Adaptado.

*Dados:* massas atômicas (u): H = 1, C = 12, N = 14 e O = 16.

**A substância detectada possuía massa molecular 162; portanto, é possível saber que se tratava da:**

- a) Cafeína, de fórmula molecular  $C_8H_{10}N_4O_2$ .
- b) Coniina, de fórmula molecular  $C_8H_{17}N$ .
- c) Morfina, de fórmula molecular  $C_{17}H_{19}NO_3$ .
- d) Nicotina, de fórmula molecular  $C_{10}H_{14}N_2$ .
- e) Teobromina, de fórmula molecular  $C_7H_8N_4O_2$ .