



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Ceará

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ**

**IFCE CAMPUS FORTALEZA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**

**MATEMÁTICA**

**MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA**

**O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE  
ENSINO PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2023**

**JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA**

**O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CIÊNCIA,  
TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE  
ENSINO PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio.

**FORTALEZA**

**2023**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ  
Av. 13 de maio, 2081 - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

## AVALIAÇÃO

Processo: 23256.015806/2023-09

Interessado: João Guilherme Nunes Pereira

### JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA

#### O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciência e Matemática (PGECM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em ensino de ciência e matemática, área de concentração em ensino em Química.

Aprovada em 30/11/2023.

### BANCA EXAMINADORA

**Profª. Drª. Caroline de Goes Sampaio** (Orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

**Profª. Drª. Ana Karine Portela Vasconcelos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

**Profa. Dra. Silvany Bastos Santiago**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Maracanaú

**Profa. Dra. Micheline Soares Costa Oliveira**

Universidade Estadual do Ceará - UECE



Documento assinado eletronicamente por **Ana Karine Portela Vasconcelos, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 30/11/2023, às 16:38, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **micheline soares costa oliveira, Usuário Externo**, em 30/11/2023, às 18:38, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Caroline de Goes Sampaio, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 01/12/2023, às 11:31, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Silvany Bastos Santiago, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 01/12/2023, às 13:59, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **5614751** e o código CRC **5F2E7BB3**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Instituto Federal do Ceará - IFCE  
Sistema de Bibliotecas - SIBI  
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P436e      Pereira, João Guilherme Nunes.

O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS) : UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO PARA O 2º ANO DO ENSINO MÉDIO / João Guilherme Nunes Pereira. - 2023.

136 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio.

1. Aprendizagem. 2. CTS. 3. Ensino de Química. 4. Interdisciplinaridade. 5. Soluções Químicas. I. Título.  
CDD 510.07

---

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À minha família, nas pessoas de minha mãe Claudia Nunes, minha irmã Raquel Nunes, minhas avós Lisete Pereira e Fátima Freitas e meu avô Stenio Menezes, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão.

A quem muito me alegrou e trouxe sua inerente luminosidade nesses últimos tempos, Henrique Nascimento, por ser tão especial em minha vida e contribuir com muito carinho para o meu crescimento como ser humano.

À minha orientadora, Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio, pela assistência, serenidade, carinho e dedicação durante este trabalho e muitos outros que desenvolvemos ao longo desse período. Sou imensamente grato por seus direcionamentos que engradeceram meus olhares de rigor, zelo e admiração pelo Ensino de Química.

Às amigas de estudo, Alexya Heller Nogueira e Aiza Bella Teixeira, que no decorrer dos desafios foram essenciais para que eu pudesse vencê-los; agradeço o acolhimento, a paciência, os risos e os conselhos.

Aos professores, que aperfeiçoaram meus saberes científicos e, certamente, muito contribuíram para minha formação docente com seus exemplos de vida; agradeço os ensinamentos, as orientações, as lições de vida, os risos e as correções.

À banca avaliadora deste trabalho, composta pelas professoras: Dra. Micheline Soares Costa Oliveira, Dra. Silvany Bastos Santiago e Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos, formidáveis docentes que se dispuseram a compartilhar desta ocasião tão especial em minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PRPI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) pela assistência financeira em meus estudos.

A muitos outros que não foram citados, mas que contribuíram para minha formação como ser humano e como docente. De fato, duas coisas que, mediante a temporalidade, continuarei a me aperfeiçoar com a contribuição de muitos, pois me reconheço um ser inacabado, como afirma o postulado freiriano “onde há vida, há inacabamento”.

“Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia” (Linsingen, 2007, p. 13).

## RESUMO

No Brasil, o novo regulamento educacional da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incentiva a realização de abordagens pedagógicas interdisciplinares na área de Ciências da Natureza durante o Ensino Médio, etapa final da Educação Básica. Nesses desígnios, as estratégias de ensino no campo das ciências naturais têm se debruçado mais e mais por perspectivas temáticas incorporando a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nessas reflexões, este estudo tencionou analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú. Para isso, desenvolveu-se um estudo de caso quali-quantitativo de cunho exploratório e descritivo com a participação de 37 alunos do 2º ano do Ensino Médio do curso versado e de uma docente da disciplina de Química Analítica responsável pela turma investigada. Em linhas gerais, este ensaio expôs, a partir das respostas obtidas dos discentes e da docente investigados, dados qualitativos e quantitativos. Do ponto de vista qualitativo, tem-se que: a maioria dos estudantes, apesar de possuir previamente a este estudo razoável afinidade com a disciplina de Química, almejava que novas abordagens de ensino fossem empregadas; a aprendizagem contextualizada de Química foi viabilizada pela metodologia de ensino empregada; ao término das intervenções, os educandos demonstraram bom desempenho nas questões aplicadas acerca das soluções químicas, assim como satisfação com a abordagem CTS; e a educadora, por sua vez, concordou que a atividade CTS de cunho interdisciplinar e as discussões sobre soluções químicas modificaram positivamente o comportamento dos estudantes em sala de aula, possibilitando-os desenvolver maior criticidade durante este processo do que em uma aula expositiva habitual, assim como que a abordagem CTS auxiliou ao ensino das soluções químicas. Na interpretação quantitativa, as noções oriundas do *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) expuseram que a maior parte dos itens adequados elevou seus índices médios de compreensão entre os momentos de pré-teste e pós-teste, enquanto os itens ingênuos e plausíveis reduziram seus índices médios. Isto posto, relaciona-se tais fenômenos com a participação dos estudantes nesta atividade sobre soluções químicas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem. CTS. Ensino de Química. Interdisciplinaridade. Soluções Químicas.

## ABSTRACT

In Brazil, the new educational regulations of the National Common Curricular Base (BNCC, acronym in Portuguese) encourage the implementation of interdisciplinary pedagogical approaches in the area of Natural Sciences during High School, the final stage of Basic Education. In these aims, teaching strategies in the field of natural sciences have focused more and more on thematic perspectives incorporating the relationship between science, technology and society (STS). In these reflections, this study intended to analyze an interdisciplinary activity on chemical solutions through the STS educational approach and its contributions to the learning of students in a 2nd year high school class of the integrated technical course in Chemistry present at the Federal Institute of Education, Science and Ceará Technology (IFCE, acronym in Portuguese) – Maracanaú *Campus*. To this end, a quali-quantitative case study of an exploratory and descriptive nature was developed with the participation of 37 students from the 2nd year of high school on the course in question and a teacher from the Analytical Chemistry discipline responsible for the class investigated. In general terms, this essay exposed, based on the responses obtained from the students and teachers investigated, qualitative and quantitative data. From a qualitative point of view, it appears that: the majority of students, despite having a reasonable affinity with the subject of Chemistry prior to this study, wanted new teaching approaches to be employed; contextualized learning of Chemistry was made possible by the teaching methodology used; at the end of the interventions, the students demonstrated good performance in the applied questions about chemical solutions, as well as enthusiasm with the STS approach; and the educator, in turn, agreed that the interdisciplinary STS activity and discussions about chemical solutions positively changed students' behavior in the classroom, enabling them to develop greater criticality during this process than in a usual expository class, as well as that the STS approach helped to teach chemical solutions. In the quantitative interpretation, the notions derived from the *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) showed that most of the appropriate items increased their average comprehension rates between the pre-test and post-test moments, while the naive items and plausible reduced their average rates. That said, these phenomena are related to the participation of students in this activity about chemical solutions.

**Keywords:** Learning. STS. Chemistry teaching. Interdisciplinarity. Chemical Solutions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Representação dos níveis e tipos de interação entre disciplinas.....                                                                                            | 35 |
| Figura 2 – Diagrama da Interdisciplinaridade.....                                                                                                                          | 36 |
| Figura 3 – Obstáculos epistemológicos de Bachelard.....                                                                                                                    | 40 |
| Figura 4 – Esquema do “Pudim de Passas” na composição atômica.....                                                                                                         | 41 |
| Figura 5 – Representação do animismo em um conteúdo químico.....                                                                                                           | 43 |
| Figura 6 – Arrhenius em suas análises químicas.....                                                                                                                        | 44 |
| Figura 7 – Indagação acerca do preparo de soluções químicas.....                                                                                                           | 45 |
| Figura 8 – Mapa de localização da escola.....                                                                                                                              | 50 |
| Figura 9 – Exemplo de questão do COCTS. Na coluna sombreada da direita se indicada a categoria Adequada (A), Plausível (P) ou Ingênua (I) correspondente a cada opção..... | 57 |
| Figura 10 – Significados e procedimentos para o cálculo do MRM.....                                                                                                        | 58 |
| Figura 11 – Apresentação dos seminários.....                                                                                                                               | 75 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Gênero dos estudantes.....                                                                                                                                                                                                                                     | 60 |
| Gráfico 2 – Idade dos estudantes.....,                                                                                                                                                                                                                                     | 60 |
| Gráfico 3 – Rede escolar frequentada no Ensino Fundamental.....                                                                                                                                                                                                            | 61 |
| Gráfico 4 – Renda familiar per capita.....                                                                                                                                                                                                                                 | 61 |
| Gráfico 5 – Escolaridade do pai ou responsável 1.....                                                                                                                                                                                                                      | 62 |
| Gráfico 6 – Escolaridade da mãe ou responsável 2.....                                                                                                                                                                                                                      | 62 |
| Gráfico 7 – Sobre a disciplina de Química.....                                                                                                                                                                                                                             | 63 |
| Gráfico 8 – Desempenho nas provas de Química.....                                                                                                                                                                                                                          | 64 |
| Gráfico 9 – Você acha que atividades (jogos/exercícios/tecnologias educacionais/debates) relacionando os conteúdos das disciplinas escolares podem ajudar em sua aprendizagem?.....                                                                                        | 64 |
| Gráfico 10 – Sobre interdisciplinaridade.....                                                                                                                                                                                                                              | 65 |
| Gráfico 11 – Ao realizar ou ao ver a realização de algum experimento químico na sala de aula ou na internet, qual a sua percepção.....                                                                                                                                     | 65 |
| Gráfico 12 – Acerca de um conhecimento geral da Química, assinale a alternativa mais próxima de sua opinião.....                                                                                                                                                           | 66 |
| Gráfico 13 – Sobre o uso de metáforas ou analogias pelo professor durante o Ensino de Química.....                                                                                                                                                                         | 67 |
| Gráfico 14 – Assinale a alternativa que mais se aproxima de sua opinião com relação a frase “soluções químicas são misturas homogêneas formadas por duas ou mais substâncias” e se acredita que somente isso basta para o entendimento completo das soluções químicas..... | 68 |
| Gráfico 15 – Qual sua opinião acerca de atribuir características humanas aos conceitos químicos durante o aprendizado?.....                                                                                                                                                | 68 |
| Gráfico 16 – Quanto a atividade realizada foi relevante para sua aprendizagem do conteúdo de soluções químicas?.....                                                                                                                                                       | 76 |
| Gráfico 17 – Acerca do aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS.....                                                                                                                                                                                        | 77 |
| Gráfico 18 – É importante que outros conteúdos de química também sejam desenvolvidos em sala de aula com a abordagem CTS de ensino?.....                                                                                                                                   | 77 |

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 19 – Opinião dos discentes sobre a falta de métodos interdisciplinares no Ensino de Química.....                                                                           | 78 |
| Gráfico 20 – Define-se solução como uma:.....                                                                                                                                      | 80 |
| Gráfico 21 – Alternativa que contém somente exemplos de soluções químicas:.....                                                                                                    | 80 |
| Gráfico 22 – Dissolvendo-se 30 g de NaCl em água, de tal forma que o volume total seja de 500 mL, qual a concentração da solução obtida? ( $M_{NaCl} = 58,44 \text{ g/mol}$ )..... | 81 |
| Gráfico 23 – Quanto ao conteúdo de soluções químicas, identifique o único item falso:.....                                                                                         | 81 |
| Gráfico 24 – Alternativas que não são classificadas como soluções químicas.....                                                                                                    | 82 |

## LISTA DE QUADROS

|             |                                                                 |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 –  | Descrição dos momentos da pesquisa.....                         | 53 |
| Quadro 2 –  | Parâmetros incorporados nas questões selecionadas do COCTS..... | 69 |
| Quadro 3 –  | Produtos da 1ª Questão extraída do COCTS.....                   | 70 |
| Quadro 4 –  | Produtos da 2ª Questão extraída do COCTS.....                   | 71 |
| Quadro 5 –  | Produtos da 3ª Questão extraída do COCTS.....                   | 72 |
| Quadro 6 –  | Produtos da 4ª Questão extraída do COCTS.....                   | 73 |
| Quadro 7 –  | Produtos da 5ª Questão extraída do COCTS.....                   | 74 |
| Quadro 8 –  | Temas dos seminários apresentados.....                          | 75 |
| Quadro 9 –  | Comentários dos estudantes sobre a atividade.....               | 68 |
| Quadro 10 – | Dados sociais da docente.....                                   | 83 |
| Quadro 11 – | Perspectiva docente sobre a aprendizagem dos discentes.....     | 83 |
| Quadro 12 – | Perspectiva docente sobre a atividade.....                      | 84 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                |                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| BNCC           | Base Nacional Comum Curricular                                       |
| CEP            | Comitê de Ética e Pesquisa                                           |
| CERI           | <i>Centre de Recherche et Innovation dans L'Enseignement</i>         |
| C&T            | Ciência & Tecnologia                                                 |
| COCTS          | <i>Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad</i>   |
| CTS            | Ciência, Tecnologia e Sociedade                                      |
| DCNEM          | Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio                    |
| DOAJ           | <i>Directory of Open Access Journals</i>                             |
| EUA            | Estados Unidos da América                                            |
| I <sub>a</sub> | Índice Atitudinal                                                    |
| IFCE           | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará         |
| MRM            | Modelo de Resposta Múltipla                                          |
| MRU            | Modelo de Resposta Única                                             |
| NASA           | <i>National Aeronautics and Space Administration</i>                 |
| NIH            | <i>National Institutes of Health</i>                                 |
| OCDE           | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico            |
| P&D            | Pesquisa & Desenvolvimento                                           |
| REDIB          | Rede Ibero-americana de Inovação e Conhecimento Científico           |
| SciELO         | <i>Scientific Electronic Library Online</i>                          |
| TALE           | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido                            |
| TCLE           | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                           |
| UCP            | Unidade Científica de Pesquisa                                       |
| UNESCO         | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| URSS           | União das Repúblicas Socialistas Soviéticas                          |
| VOSTS          | <i>Views on Science, Technology and Society</i>                      |

## SUMÁRIO

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                                            | 16  |
| <b>2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA &amp; SOCIEDADE: ALGUMAS REFLEXÕES</b>                                | 20  |
| 2.1 As correntes de pensamento em Ciência, Tecnologia & Sociedade                              | 24  |
| <b>3 A INTERDISCIPLINARIDADE</b>                                                               | 30  |
| 3.1 Movimento e concepção interdisciplinar                                                     | 30  |
| 3.2 Interdisciplinaridade e Ciências da Natureza na BNCC                                       | 37  |
| <b>4 OBSTÁCULOS DA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA BREVE ANÁLISE</b>              | 39  |
| <b>5 SOLUÇÕES QUÍMICAS: ALGUNS CONCEITOS ESPECÍFICOS</b>                                       | 43  |
| <b>6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>                                                           | 47  |
| 6.1 Tipologia da pesquisa                                                                      | 47  |
| 6.2 Campo de pesquisa                                                                          | 50  |
| 6.3 Participantes da pesquisa                                                                  | 51  |
| 6.4 Procedimentos de coleta                                                                    | 51  |
| 6.5 Planejamento e Aplicação da Intervenção                                                    | 53  |
| 6.6 Procedimentos de análise                                                                   | 55  |
| 6.7 <i>Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)</i>                 | 58  |
| <b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                                                | 60  |
| 7.1 Aspectos Sociais dos Discentes                                                             | 60  |
| 7.2 Noções Prévias de Aprendizagem na Disciplina de Química                                    | 63  |
| 7.3 Avaliação dos Índices Atitudinais Através do COCTS                                         | 69  |
| 7.4 Desfechos de Aprendizagem                                                                  | 75  |
| 7.5 Concepções da Docente                                                                      | 83  |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                                                  | 85  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                                              | 87  |
| <b>APÊNDICE I</b> – Caracterização social discente e sua aprendizagem na disciplina de Química | 98  |
| <b>APÊNDICE II</b> – Questionário discente sobre a atividade e as aprendizagens desenvolvidas  | 101 |
| <b>APÊNDICE III</b> – Questionário de Opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS)      | 103 |

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>APÊNDICE IV</b> – Questionário docente sobre a aprendizagem dos estudantes durante a atividade interdisciplinar.....           | 107 |
| <b>APÊNDICE V</b> – Problemáticas de abordagem CTS no conteúdo de soluções químicas.....                                          | 110 |
| <b>APÊNDICE VI</b> – Modelo padrão para a elaboração do projeto de pesquisa.....                                                  | 118 |
| <b>ANEXO A</b> – Termo de Autorização e Existência de Infraestrutura .....                                                        | 119 |
| <b>ANEXO B</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do(a) professor(a) regente para participação na Pesquisa.....         | 120 |
| <b>ANEXO C</b> – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do(a) estudante para participação na pesquisa.....                     | 123 |
| <b>ANEXOD</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do(a) responsável pelo(a) estudante para participação na pesquisa..... | 126 |
| <b>ANEXO E</b> – Plano de Aula.....                                                                                               | 129 |
| <b>ANEXO F</b> – Parecer Consubstanciado do CEP .....                                                                             | 130 |

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os contextos educacionais do Ensino Médio têm se alterado a partir da promulgação, em 2018, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e suas novas diretrizes propostas aos processos de ensino e de aprendizagem. Essas diretrizes aspiram fomentar abordagens didáticas incorporadas na interdisciplinaridade, associando disciplinas em áreas comuns do conhecimento escolar, de modo a prezar o amadurecimento de aprendizados e assimilações inter-relacionadas aos entraves do cotidiano enfrentados pelos estudantes (BRASIL, 2018). Em tais transformações, a área do conhecimento alusiva às Ciências da Natureza foi designada para o desenvolvimento de análises e discussões científicas por intermédio dos tópicos de ensino: “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” (Santos; Moreira, 2020).

Na subdivisão “Matéria e Energia”, a meta educativa visa o desdobramento de habilidades entre educandos para o aperfeiçoamento de compreensões acerca da constituição da matéria, isto é, sua natureza elementar, conduzindo de maneira particular as relações de ciência oriundas do uso e empreendimento das matrizes enérgicas disponíveis (Mariniak; Hilger, 2021). Enquanto, na temática “Vida, Terra e Cosmos”, a finalidade didática central tenciona discutir processos de evolução e manutenção dos organismos vivos na Terra, sobretudo dos seres humanos, e a dinâmica de correlações entre o Cosmos e os seres vivos, tais como: os ciclos biogeoquímicos e as múltiplas questões ambientais (Silva; Silva, 2021). Desse modo, o ensino no âmbito das ciências naturais está voltado para uma ação docente repleta de características interdisciplinares.

A interdisciplinaridade da maneira clássica<sup>1</sup> como foi delineada em sua gênese não deseja precisamente romper fronteiras entre as disciplinas escolares, mas trabalhá-las em objetivos que perfaçam uma natureza comum, tecendo e estruturando perspectivas de áreas específicas no desenvolvimento de um saber coletivo entre educandos e educadores (Japiassu, 1976; Fazenda, 2012; Klein, 2012). Portanto, os projetos interdisciplinares de ensino se destacam como percurso para a formação de aprendizagens demasiadamente mais integrais, reflexivas e comunicativas do que o paradigma tradicional de educação expositiva e individualizada das disciplinas (Fazenda, 2013; Assumpção, 2013).

---

<sup>1</sup> Essa expressão se refere ao pensamento construído por Georges Gusdorf em seu projeto: “A agonia de nossa civilização”, apresentado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Apoiando-se nas concepções de Fazenda (2012), a obra expõe o movimento interdisciplinar como sendo um manifesto de saída para a unilateralidade cartesiana e seu conflito em associar os conhecimentos científicos aos entraves da sociedade.

Dentre os ramos do conhecimento das ciências naturais no Ensino Médio, a disciplina de Química se revela como um território que conduz estudantes ao desenvolvimento de compreensões sobre as transformações químicas que ocorrem em seu cotidiano, em outras palavras, de entendimentos acerca dos fenômenos químicos no mundo físico de modo amplo, consistente e integrado nas questões sociocientíficas (Stadler; Azevedo, 2021). É, portanto, compreendido que ensinar conceitos químicos requer dos docentes inúmeras desenvolturas comprometidas num ato de contextualização educadora entre o conhecimento químico e seus vínculos com a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS). Desse modo, despertando entre aprendizes uma perceptível alfabetização científica apoiada na criticidade concreta dos conhecimentos da ciência (Silva, Sasseron, 2021).

Nesses preceitos, as experiências profissionais primárias do autor deste estudo – estágios em meio escolar durante sua formação como docente em Química – foram marcadas por certos aspectos acerca da aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química durante o Ensino Médio, tais como: o desfeto preexistente dos estudantes à própria aula de Química e uma problemática interpretativa dos educandos abrangendo alguns assuntos estudados mais abstratos, dois fatores que acarretavam em uma expressão amplamente difundida e recorrente entre os discentes da educação básica: “onde utilizarei esse conteúdo em minha vida?”. De fato, ambos os fatores coadunados a tal expressão já constituíram objeto de pesquisa para inúmeros estudos no que concerne ao Ensino de Química brasileiro (Silva *et al.*, 2021). Aliás, presume-se das ideias de Chassot (2014, p. 94) que a “disciplina de Química dispute com a Matemática o título de disciplina mais rejeitada no Ensino Médio”.

No Brasil, as dificuldades para a aprendizagem de Química no Ensino Médio têm sido abordadas por diversos estudos acadêmicos na contemporaneidade (Yamaguchi, Nunes, 2019; Chaves, Meotti, 2019; Almeida; Neves, Yamaguchi, 2022). Diante disso, dois aspectos de ensino são destacados como elementos essenciais para a aprendizagem de Química: (i) a contextualização do conhecimento e (ii) a aproximação colaborativa entre os saberes das disciplinas escolares. O primeiro, concernente à contextualização, fornece um sentido real dos conteúdos trabalhados no ambiente escolar aos estudantes, isto é, representa assuntos químicos mediante situações experienciadas pelos aprendizes em sua vida cotidiana ou que serão possíveis de ocorrência (Finger; Bedin, 2019). O segundo, alusivo à aproximação interdisciplinar, se dedica à mediação de uma aprendizagem inter-relacionada para educandos, ou seja, atua para que os saberes sistematizados na escolaridade atual gerem múltiplas associações e, juntamente com sua aplicabilidade cotidiana, consigam estruturar aprendizados

de característica significativa e transformadora em problemáticas teóricas ou concretas de elevada complexidade enfrentadas pelos aprendizes (Richetti; Alves Filho, 2014).

Isto posto, entende-se que as abordagens em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) proporcionam ambos os elementos destacados (Guerreiro; Sampaio; Pérez, 2021). A perspectiva de ensino CTS está concentrada, sobretudo, na compreensão dos impactos oriundos dos avanços científicos e tecnológicos no meio social e, certamente, se empenha a contextualizar postulados científicos para uma acessibilidade de informações muito ampla no corpo social, assim como a reflexão em CTS não se restringe a coeficientes isolados de uma sociedade particular ou de um campo do conhecimento, mas abrange peculiaridades sociais em preceitos gerais. Logo, sua natureza preserva a interdisciplinaridade científica e tecnológica. Desse modo, expressa-se, coadunando todos os argumentos apresentados, uma atividade interdisciplinar de abordagem CTS acerca do estudo de soluções químicas a ser aplicada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Dito isto, levantaram-se as seguintes questões de pesquisa: Como ensinar o conteúdo de soluções químicas através do enfoque CTS na disciplina de Química Analítica? Como formular essa proposta pedagógica através do aspecto interdisciplinar do prisma CTS? Quais são as concepções prévias e decorrentes de aprendizagem sobre a Química obtidas a partir deste modelo de instrução? A abordagem CTS contribui para o desenvolvimento de aprendizados mais significativos e reflexivos de Química no 2º ano do Ensino Médio? Quais concepções desenvolvidas por docentes acerca da aprendizagem após este padrão de ensino? Quais as noções científicas, tecnológicas e sociais prévias e decorrentes dos educandos com a execução dessa intervenção didática?

Esta investigação partiu do objetivo geral de analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química Analítica de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*. A partir desse ensejo, detalhou-se esta análise nos objetivos específicos, subsequentes:

- a) Promover uma aprendizagem contextualizada de Química Analítica através de uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas mediante problemáticas na perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para estudantes do 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química;

- b) Descrever percepções prévias dos estudantes sobre o desenvolvimento habitual de suas aprendizagens na disciplina de Química Analítica, assim como as perspectivas decorrentes da execução desta proposta de ensino;
- c) Destacar as concepções da docente investigada, após esse processo de ensino, alusivas à aprendizagem desenvolvida pelos estudantes para a disciplina de Química Analítica, em função de constatar sua noção e percepção de aprendizagem;
- d) Comparar noções científicas, tecnológicas e sociais prévias e decorrentes dos educandos com a execução dessa intervenção didática mediante o *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS).

Esta investigação colabora com as discussões acadêmicas acerca da aprendizagem do conteúdo de soluções químicas no 2º ano do Ensino Médio, particularmente evidenciando uma proposta de ensino CTS realizada em um Curso Técnico Integrado de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Maracanaú. A contribuição desta investigação visou, além disso, argumentar sobre a aprendizagem desenvolvida por estudantes do Ensino Médio em uma abordagem didática incorporando, por meio da perspectiva interdisciplinar, problemáticas de cunho científico, tecnológico e social presentes em seu cotidiano, explicitando relações da Química em outros campos disciplinares do Ensino Médio, bem como em situações do dia a dia dos aprendizes, empenhando-se para a busca de significados na teoria química, dialogicidade de conhecimentos científicos e reflexão sobre soluções químicas.

O aporte bibliográfico deste trabalho atenta-se na explanação de quatro (04) capítulos. No primeiro, discute-se o surgimento do movimento que agregou a ciência, a tecnologia e a sociedade em uma interlocução comum de pesquisas acadêmicas, de modo que foram oportunizadas algumas reflexões (2), contém também uma subseção abordando as correntes de pensamento em Ciência, Tecnologia & Sociedade (2.1). No segundo, são exploradas as características educacionais da interdisciplinaridade (3), assim, esse capítulo está dividido em duas subseções, uma trata da concepção de interdisciplinaridade (3.1) e outra do ensino interdisciplinar na área de Ciências da Natureza previsto na 3ª versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 (3.2). O terceiro capítulo disserta sobre uma análise dos obstáculos de aprendizagem na disciplina de Química durante o Ensino Médio no Brasil sob uma perspectiva bachelardiana (4). E, por fim, o quarto aborda conceitos específicos envolvendo as soluções químicas (5).

## 2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA & SOCIEDADE: ALGUMAS REFLEXÕES

Em âmbito global, a sociedade atravessou, ao longo do século XX, inúmeras e profundas transformações, especialmente desavenças entre países e efervescência de novas descobertas científicas. Com efeito, isso conduziu pesquisadores a propor uma área do conhecimento que integrasse temas da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esse acontecimento se fortaleceu entre as décadas de 1960 e 1970 (Cutcliffe, 2001). Todavia, consoante Cerutti (2017), certos fenômenos precedentes ou simultâneos, propriamente empreendimentos humanos, foram essenciais para que todo esse contexto viesse a se consumir com tamanha magnitude no corpo social, tais como: o Projeto Manhattan, o Projeto Apollo e o Projeto Genoma Humano.

O Projeto Manhattan (1940-1946) foi uma parceria econômica e de pesquisa entre Estados Unidos, Canadá e Reino Unido que visou identificar formas bélicas de se empregar materiais nucleares. Nesse programa, foram criadas e aperfeiçoadas duas categorias de bombas nucleares: as bombas de urânio e plutônio. A bomba de urânio considerou a fissão atômica do urânio-235, isótopo equivalente a 0,71% do urânio presente em toda a natureza. Para que isso acontecesse, o enriquecimento atômico de urânio deveria ser empregado por vias eletromagnéticas, gasosas e térmicas. Enquanto a bomba de plutônio, por sua vez, foi produzida a partir de um acelerador de partículas apropriado para átomos de urânio, instrumento que ocasionava irradiação e transmutação química de seus átomos, a fim de que se tomassem o plutônio. Ambas as bombas, respectivamente, foram utilizadas nos ataques americanos às cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, causando perdas irreparáveis e forte comoção mundial (Samagaia; Peduzzi, 2003).

O Projeto Apollo (1961-1972) foi coordenado pela *National Aeronautics and Space Administration* – NASA, agência do Governo Federal dos Estados Unidos da América (EUA), e objetivou alcançar o audacioso anseio humano de chegar a Lua. Esse plano foi composto por diversas missões espaciais. A sua criação só foi possível em razão das grandes inovações científicas e tecnológicas advindas de estratégias bélicas adotadas na Segunda Guerra Mundial<sup>2</sup>, como: a criação de computadores digitais, os cálculos balísticos de alta precisão e o lançamento intercontinental de mísseis (Dumont, 2021). Portanto, entende-se que esse foi um período em que a tecnologia e a ciência simbolizaram um conglomerado de benesses à coletividade humana, reforçando tal concepção mediante um fragmento da equação linear<sup>3</sup> de Palacios *et al.* (2003, p. 120): “+ tecnologia = + bem-estar social”.

---

<sup>2</sup> A Segunda Guerra Mundial durou de 1939 a 1945.

<sup>3</sup> A equação linear do desenvolvimento completa de Palacios *et al.* (2003, p. 120) é representada por: “+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social”.

O Projeto Genoma Humano (1990-2003), conforme Toledo (2021), foi um empreendimento internacional que pretendia determinar todos os pares de base do DNA humano, desejava-se efetuar a identificação, o mapeamento e o sequenciamento genético. Esse projeto teve como um dos principais financiadores o *National Institutes of Health* (NIH), agência governamental norte-americana. O intuito central dessa investigação genética era compreender a sequência dos pares de bases químicas do DNA e como esse conhecimento poderia ser aproveitado pela biologia e medicina, por exemplo, aperfeiçoando saberes acerca de enfermidades irremediáveis e o uso de tecnologias para evitá-las ou tratá-las.

A junção desses três projetos, bem como muitas outras variáveis daquele período, culminou em colossais investimentos financeiros, incidentes ocasionados e múltiplas discussões sobre a eticidade científica, elementos que formaram a matriz argumentativa preliminar para o nascimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Portanto, as correntes de pensamento CTS visaram uma criticidade construída a partir da ótica sobre a ciência e a tecnologia, essencialmente das consequências oriundas de suas aplicações desmedidas através dos avanços científicos e tecnológicos, assim como no tocante ao modo opressor e persuasivo que se impunha aos fins científicos e tecnológicos para que se moldassem ao poder das nações mais desenvolvidas (Correa; Bazzo, 2017).

Assim, as relações incorporando um aspecto CTS foram ganhando visibilidade e importância em todo o meio social, uma vez que cada vez mais a sociedade se mostrava interconectada entre realidades científicas, tecnológicas e sociais (Mansour, 2009). Desse modo, a educação, embora seja apenas um de vários elementos humanos que a CTS deseja permear, foi ganhando gradativamente mais e mais espaços voltados para tais discussões. De fato, era preciso desenvolver um aprendizado consciente e crítico no ambiente escolar, não bastava acumular inovações e conhecimentos isolados, os estudantes deveriam conhecer, entender e confrontar os impactos científicos e tecnológicos na sociedade (Pereira; Sampaio, 2023). Nesse viés, Silveira e Bazzo (2006) reafirmam que:

Nos países desenvolvidos, começou a se manifestar o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) através da comunidade acadêmica que, insatisfeita com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia e preocupada com os problemas políticos e econômicos decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico e com os movimentos sociais de protestos, começou a buscar análise e estudos na área de CTS; os quais são muito recentes no Brasil. Tal movimento nasceu com caráter crítico, tanto em relação à visão essencialista da ciência e da tecnologia, bem como com a visão interdisciplinar entre as diversas áreas do conhecimento, incentivando o questionar das certezas absolutas sobre a ciência, desvelando a sua não neutralidade e tomando decisões mais coerentes em relação aos problemas nos quais os conhecimentos científicos estejam presentes (Silveira; Bazzo, 2006, p. 84).

Admite-se que o entendimento de uma propriedade interdisciplinar trouxe o

questionamento sobre essa ciência absoluta, considerada neutra, mas desvelada pela comunidade acadêmica como sendo bastante parcial com relação aos seus interesses de poder econômico e político. Aliás, conduziu-se a interpretação de que os saberes sistematizados na escolaridade se encontravam desconexos quanto as realidades dos estudantes e as suas verdadeiras necessidades. Esse fator constituiu um dos maiores fatores para o surgimento do movimento de interdisciplinaridade na Europa (Fazenda, 2012). Portanto, a visão CTS moldou contextos integrativos aos seus pensadores para que questionassem as razões dos entraves da humanidade, tais como: guerras, fome, miséria, violência, preconceito, desemprego e exploração.

Logo, tornou-se vital que houvesse uma ampla difusão alfabetizadora do que seriam atitudes eticamente científicas e tecnológicas. Nessa acepção, Santos e Mortimer (2002) afirmam que não se trata de evidenciar unilateralmente as dádivas obtidas da ciência e tecnologia, mas representar em conformidade a isso suas sequelas sociais. Dito isto, esse traço se constrói perfazendo um contraste ao modelo de ensino superficial das ciências, reiterando uma alternativa de ensino baseada na criticidade dialógica de saberes articulados em quesitos científicos e tecnológicos (Angotti; Auth, 2001).

A ciência como domínio produtivo de reflexão do conhecimento, bem como da realidade, serviu por longos períodos históricos como resultado intrínseco da modernidade próspera consagrada pela humanidade. Nesse quadro, os séculos XIX e XX viveram uma infinidade de avanços científicos, tais como: o modo de pensar cientificamente, o modo de produzir ciência e o modo de transmitir esses conceitos aos pares na Universidade (Chang, 2021). Essa troca de saberes, propriamente apreensão de conhecimentos, esteve justaposta à unilateralidade educativa do saber adquirido pelo método científico, fator que esfacelou os cunhos sociológicos e funcionais humanos da ciência (Japiassu, 1976).

A reflexão científica de como se daria a aprendizagem dos novos conhecimentos começou a atenuar cenários que, embora não fossem lineares em todo mundo, inauguravam concepções aproximadas a respeito do que seria uma educação em ciências, isto é, uma educação científica em CTS (Firmino, 2020; Pereira, Sampaio, 2023). Assim, esse ramo de estudos fez a interação da educação para com o desenvolvimento científico/tecnológico e ajuizou a humanidade de um aspecto soberano da natureza e seus fenômenos, princípio resgatado do cartesianismo, em que o estudo científico não seria endossado apenas pelo interesse ou simplesmente pela especulação, mas pela veracidade buscada em conteúdos elaborados (Bazzo, 2003).

O ato de aprender em CTS não seria um mero “descortinar de resultados”, mas um processo coeso – distinto de procedimento, pois mantém fisiologia contínua – constituído do objeto de estudo desejado e do itinerário adotado pelo pesquisador para atingir determinada finalidade (Kite *et al.*, 2021). Esse conceito demandaria, portanto, grande reflexão sobre o produto aguardado na produção investigativa, dos erros experienciados na trajetória científica, das saídas empregadas durante empecilhos e da proposta de relações vinculadas aos saberes pregressos do indivíduo aprendiz (Barbosa; Lorenzetti; Aires, 2022). Nessa lógica, Libâneo (1996) menciona que a atitude de aprendizagem perpassa uma soma de coeficientes adquiridos, em sua maioria, no momento de aula:

Devemos entender a aula como um conjunto de meios e condições pelos quais o professor dirige e estimula o processo de ensino em função da atividade própria do aluno no processo de aprendizagem escolar, ou seja, a assimilação consciente e ativa dos conteúdos (Libâneo, 1996, p. 177).

A aula, como atitude intencional do professor, estreita o vínculo entre o conteúdo e o aprendizado na reflexão cognoscitiva dos estudantes. Esse decurso caracteriza a existência de variadas abordagens de ensino. A esfera da ciência relativa à natureza empreendeu igualmente sua forma de “educar em ciências”, iniciando, portanto, o âmbito da educação científica. Aliás, isso se origina desde o rompimento com o racionalismo dedutivo, em que a ciência moderna passou a considerar também o caráter empírico, e o questionamento ao ponto de vista aristotélico medieval. Desse modo, o positivismo imperou dentro dos pressupostos científicos, defendendo o conceito de “verdadeira ciência” baseada em evidências e ratificada pela experimentação (Chauí, 2000).

Essa visão entende que, embora mutável, a ciência pode ser validada por estratégias e parâmetros advindos de experiências anteriores. Portanto, questiona-se: o que é preciso para educar indivíduos na perspectiva científica e tecnológica? A repetição simples e desconexa, ou até mesmo conexa, de conceitos basta nesse padrão educativo? Qual a relação desses conceitos com a sociedade? Qual o papel do acerto e do erro nas experiências? É preciso um itinerário de experimentação restritivo ou espontâneo na aprendizagem de princípios científicos? Nessa perspectiva, Pozo e Crespo (2009) garantem que:

A ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo” (Pozo; Crespo, 2009, p. 21).

O propósito de educar na perspectiva CTS, além de criar aprendizagens reflexivas acerca do mundo, está diretamente associado à difusão da díade ciência-tecnologia na

sociedade. Portanto, a particularidade da ciência, assim como da tecnologia, permeia um saber faccioso em detrimento a um produto social múltiplo, demarcando a mutualidade, não precisamente igualitária, entre o saber científico e o meio vivido pelo aprendiz (Auler; Delizoicov, 2001). De fato, a alfabetização científica endossa a criticidade como parte essencial na consciência do educando e seus saberes, tencionando atitudes progressivamente articuladas em uma consciência pautada por aspectos integrados na coletividade de cultura, política, economia e muitos outros aspectos de seu cotidiano (Santos, 2007).

A educação científica sofreu inconstâncias históricas quanto a sua finalidade. Entre 1950 e 1960, início da Guerra Fria, a característica norte-americana imperou expansão aos moldes de ensino, com vistas de intensa celeridade para encontrar novos conceitos e métodos científicos, uma vez que seu agente adversário – a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) – havia ganhado espaço mundial com o lançamento do satélite Sputnik (Auler; Delizoicov, 2001). Entre o fim da década de 1960 e início de 1970, surgiram grupos sociais que articulavam posicionamentos sobre os efeitos da inovação vivida pela sociedade na década anterior, de modo que o movimento educativo para a Ciência, Tecnologia e Sociedade surge na Grã-Bretanha. A partir de 1990, as perspectivas oriundas da educação científica atentaram para a formação cidadã e sustentável dos estudantes em uma escala global (Oliveira, 2013).

A formação cidadã no transcurso de alfabetização científica se potencializa em projetos educacionais comprometidos com adversidades existentes no cotidiano dos discentes (Santos, 2007). Desse modo, torna-se possível recompor o alinhamento defasado de aprendizagem crítica gerado pelo ensino de ciências conteudista. A educação em ciências alfabetizadora deseja habilitar o aprendiz de capacidades para decodificar a linguagem científica e, nesse processo, traduzir uma mensagem presente nas adjacências sociais, isto é, associar o saber aprendido ao universo cotidiano (Chassot, 2003).

As perspectivas de Chassot (2003) com alusão ao cotidiano e sua importância para a aprendizagem crítica das ciências estão em conformidade com as correntes de pensamento em CTS. Aliás, o universo científico e tecnológico preza por sentidos particulares de um contexto social, elemento que constitui as vertentes CTS mais difundidas, as quais podem ser classificadas em: norte-americana, latino-americana e europeia.

## **2.1 As correntes de pensamento em Ciência, Tecnologia & Sociedade**

O movimento CTS seriou enfoques sociais sobre as mudanças provocadas a partir dos avanços científicos e tecnológicos, posteriormente tais aspectos foram enredados com mais afinco ao meio ambiente, ocasionando na compreensão CTSA. Os prismas em CTS/CTSA

foram se desenvolvendo mediante os questionamentos que se estruturavam entre as relações Ciência & Tecnologia (C&T) e suas mediações com a sociedade. Portanto, é presumível que as características em C&T desse movimento adquiriram ao longo de sua existência certas especificidades regionais, propriamente discussões e perspectivas referentes às questões próprias de seu local de atuação. Com isso, as vertentes foram divididas em norte-americana, europeia e latino-americana.

O pensamento CTS surge primeiramente na América do Norte e na Europa, entre as décadas de 1960 e 1970, para formar um ensino de ciências que obtivesse controle da ciência e da tecnologia, através disso, formular-se-ia entre estudantes uma cidadania incorporada no viés social da ciência (Santos; Mortimer, 2001). A progressão do movimento fez com que as consciências de cidadania fossem especializadas conforme as nações, acerca disso, Chrispino (2017, p. 06) salienta que a abordagem “CTS concebe a ciência e a tecnologia como projetos complexos que se dão em contextos históricos e culturais específicos”, aspectos que formaram as tradições CTS mais notáveis: europeia, norte-americana e latino-americana.

A tradição CTS europeia emergiu no ano de 1970, suas particularidades estavam atreladas às conceitualizações sociológicas e históricas da ciência. A Universidade de Edimburgo, segundo Garcia, Cerezo e López (1996), foi a instituição precursora dessa vertente, especificamente através de seus pesquisadores David Bloor, Barry Barnes e Steven Shapin e de suas ponderações acerca da sociologia científica. Certamente, devido tais características, essa tradição alicerçou-se fortemente às concepções de Thomas Kuhn<sup>4</sup>, acarretando questionamentos sobre a filosofia e a história da ciência, assim como a exibição do estilo interdisciplinar das ciências que se destinava a fluidificar as fronteiras positivistas do conhecimento científico (Linsingen, 2007; Guerreiro; Sampaio; Pérez, 2021).

Não obstante, a tradição europeia trouxe sua análise aguçada de uma sociologia da ciência, através do “Programa Forte” de David Bloor (1976-1991). Consoante as ideias idiossincráticas de Bloor (2009), a ciência precisava comportar quatro parâmetros de valoração, eram eles: conduta causal, imparcialidade, simetria e reflexividade, sem as quais a mesma não preservaria a observação do prisma social no desenvolvimento da ciência e na produção científica. Com isso, o argumento de Bloor, condiz que somente mediante a perspectiva da sociologia é possível explicar apropriadamente a ciência (Massoni; Moreira, 2020).

De modo sucinto, a sociologia da ciência de Bloor englobou a visão teórica de busca pela explicação acerca da formação do conhecimento científico como um produto de determinada

---

<sup>4</sup> Refere-se as concepções de Kuhn publicadas em sua obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” de 1962.

sociedade ou cultura, ao invés de uma atividade intrinsecamente racional ou objetiva (Massoni; Moreira, 2020). A argumentação de Bloor considerou que a ciência é um empreendimento humano e, certamente, os seus fatores estão sujeitos a influências dos fenômenos sociais e culturais. Nessas perspectivas, crenças e teorias da ciência são estruturadas socialmente mediante a execução de práticas e a imposição valores específicos. Identifica-se, nessa abordagem, elementos direcionadores dos saberes científicos e tecnológicos, são eles: os interesses de uma sociedade, a tomada de compromissos teóricos, o uso de recursos materiais e o desdobramento de habilidades técnicas (Bloor, 2009).

Dentre as contribuições da sociologia da ciência de Bloor despontante na tradição CTS europeia, destacou-se a ideia de "relativismo forte", uma visão investigativa que expressa as teorias científicas como criações de sociedades e culturas específicas, de modo que as mesmas não são capazes de serem avaliadas através de critérios absolutos do que é verídico ou falso na ciência. Pelo contrário, as teorias científicas demandariam ser avaliadas mediante sua coerência interna (métodos), bem como na maneira como elas se associam as demais práticas e teorias científicas (Bloor, 2009). Apesar das ideias de Bloor terem sido bastante criticadas por seu relativismo e seu destaque ao impacto social da ciência, elas obtiveram um grande dimensionamento nas áreas da sociologia e da filosofia da ciência (Massoni; Moreira, 2020).

A tradição norte-americana, por sua vez, compreendeu sua prioridade às consequências do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no meio ambiente, expressando que esses entraves deveriam ser superados mediante a cidadania participativa, isto é, a C&T deveriam passar constantemente pela crítica da sociedade (Candéo; Silveira; Matos, 2014). Essa tradição foi considerada mais ativista por promover protestos sociais que reivindicavam tais direitos entre 1960 e 1970, tais como o movimento ambientalista e o de contracultura (Linsingen, 2007).

O movimento CTS na América do Norte surgiu como campo de estudo na década de 1960, particularmente nos Estados Unidos e no Canadá. Essa tradição do movimento CTS se desenvolveu através da criação de centros de pesquisa e programas de formação de pesquisadores dedicados ao estudo da Ciência, Tecnologia e Sociedade na América do Norte. Essa vertente de pesquisa foi considerada como pensamento dominante, juntamente com a tradição europeia, e incluiu diversos estudos envolvendo meio ambiente, relações culturais, gênero, saúde, entre outros assuntos em C&T (Ribeiro; Santos; Genovese, 2017). Na visão CTS norte-americana, alguns tópicos são mais recorrentes em suas pesquisas, tais como: as consequências sociopolíticas das tecnologias nucleares, a contracultura, a sustentabilidade ambiental e as questões de desigualdade na ciência e na tecnologia (Linsingen, 2007).

Na América Latina a abordagem CTS delineou uma identidade razoavelmente mais política do que as demais correntes, supostamente por seu ambiente de formação possuir uma heterogeneidade sociopolítica muito mais expressiva. Aliás, Sutz (1998) conceitua que existe uma descrença nos países latino-americanos em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico advindo da Europa e da América do Norte, pois seus direcionamentos não estimulam a prosperidade científica nos países subdesenvolvidos, mas desejam mantê-los sob seu domínio.

O movimento latino-americano CTS estava sintonizado com as perspectivas europeias e norte-americanas sobre os processos sociais que se manifestavam das novas relações em C&T, de fato, esse aspecto foi um grau de demanda expressivamente traçado através das políticas públicas. À vista disso, a política científica e tecnológica da vertente latina consolidou sua expressão no “Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS)”. A tradição latino-americana também trazia certa (re)significação a leitura dos interesses C&T, sobretudo da não-neutralidade e não-universalidade, algo essencial para Sutz (1998):

A velocidade vertiginosa dos avanços científico-tecnológicos inevitavelmente lança dúvidas sobre a real capacidade de nossas sociedades a assumirem como própria uma atividade que enfrenta tantos obstáculos para ser relevante. No entanto, por ser uma atividade social fundamental, devemos aprender a “ler” a pesquisa desenvolvimento científico e tecnológico que de fato ocorre entre nós. Parte dos parâmetros dessa leitura deverá ser internacional, sem dúvida, mas eles sozinhos não nos permitem apreender uma riqueza que não por pouco percebida é menos real (Sutz, 1998, p. 146, tradução nossa<sup>5</sup>).

A leitura abrangente proposta pela autora atravessa a internacionalidade para se compreender obstáculos regionais. Na América Latina, os pesquisadores mantiveram uma análise específica acerca do paradoxo: “enquanto os países menos desenvolvidos tentam produzir conhecimento científico local, eles estão submetidos a uma relação de dependência do conhecimento – particularmente tecnológico – produzido em países industrializados.” (Kreimer, 2007, p. 01, tradução nossa<sup>6</sup>).

---

<sup>5</sup> *La velocidad de vértigo de los avances científico-tecnológicos arroja inevitablemente dudas acerca de la capacidad real de nuestras sociedades para asumir como propia una actividad que afronta tantos obstáculos para resultar relevante. Sin embargo, por tratarse de una actividad social fundamental, debemos aprender a «leer» la investigación científica y el desarrollo tecnológico que efectivamente tiene lugar entre nosotros. Parte de los parámetros de dicha lectura tendrán que ser internacionales, sin duda, pero ellos solos no permiten aprehender una riqueza que no por poco percibida es menos real (Sutz, 1998, p. 146).*

<sup>6</sup> *While the lesser developed countries try to produce scientific knowledge locally, they are subject to a dependence relationship of the knowledge— particularly technological—produced in industrialised countries (Kreimer, 2007, p. 01).*

A tradição CTS na América Latina teve suas origens na década de 1970, quando estudiosos começaram a questionar a relação entre o papel da ciência e da tecnologia envolvidas nas questões sociopolíticas que afetavam tal região. Os pesquisadores latino-americanos concentraram seus esforços para compreender, através da abordagem CTS, como a ciência e a tecnologia figuravam relações de poder, de opressão e de desigualdades sociais, assim como essas mesmas também poderiam ser empregadas para enfrentar tais desafios sociais e ambientais na América Latina (Vaccarezza, 2011).

Na América Latina, o movimento CTS reconheceu ciência e tecnologia como produtos que não são neutros quanto aos interesses sociais e políticos dominantes. Aliás, nessa perspectiva de pesquisa, esses são elementos que devem ser analisados sob um espectro de reflexão demasiadamente amplo. A concepção construída por Rodríguez e Del Pino (2017), ao estudar as interações CTS, expõe que o pesquisador latino-americano direciona achados e argumentos que estructurem políticas mais inclusivas no âmbito social através de uma participação cidadã, bem como que detenham aspectos responsáveis para com o desenvolvimento científico e tecnológico nos países subdesenvolvidos e emergentes.

Nos últimos tempos, a ciência latino-americana tem se destacado com pesquisas sobre as riquezas naturais da Amazônia e outros temas da região, ressaltando perspectivas acerca dos interesses econômicos envolvidos na exploração desses recursos (Amoras; Amoras, 2011). Além disso, há uma expressiva comunidade de cientistas que se dedica a explorar a América Latina tanto do ponto de vista histórico quanto de sua formação cultural (Saldaña, 1999; Barbalho, 2011). Não obstante, a América Latina se tornou palco de diversas pesquisas sobre o desenvolvimento de energias renováveis e de processos tecnológicos sustentáveis, ações que afluem a visibilidade científica da região a nível global (Dupont; Grassi; Romitti, 2015).

Em linhas gerais, o movimento CTS através de suas investigações tem sido nos últimos tempos uma perspectiva investigativa de grande relevância para discussões sociopolíticas, tratando de diversas questões, como: as mudanças climáticas, os parâmetros éticos na pesquisa científica e nas inovações tecnológicas, as implicações da ciência e tecnologia na sociedade e na cultura. A abordagem CTS permanece em constante evolução conforme suas tradições regionais de investigação, compreendendo as complexas e específicas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Postula-se que, a partir da pandemia do vírus causador da COVID-19, o movimento CTS obteve notoriedade significativa, uma vez que, devido ao contexto pandêmico, as áreas tanto da ciência quanto da tecnologia ganharam destaques especiais por serem consideradas essenciais para o desenvolvimento de vacinas e para o combate a disseminação do SARS-CoV-2 (Oliveira, 2020; Gonçalves-Alvim, Marino, 2022).

Por sua vez, aspectos da discussão atual sobre a CTS têm princípios subjacentes que incorporam as implicações sociais e éticas das ações dos governos e órgãos de saúde durante a pandemia. No contexto do movimento CTS, são importantes reflexões: o papel da ciência na tomada de providências, a equidade no acesso às vacinas, a disseminação de notícias falsas durante a crise sanitária, bem como outros temas relacionados à pandemia. Com isso, esse prisma CTS concebe que a pandemia descortinou, sobretudo, alguns assuntos acerca do planejamento global em colapsos de saúde, as desigualdades econômicas no acesso aos cuidados de saúde e a necessidade de investir mais recursos em pesquisas científicas.

Pode-se afirmar que, de um modo geral, o movimento CTS se mantém atuante nas investigações acadêmicas através de suas tradições europeia, norte-americana, latino-americana tanto no período de pandemia quanto no pós-pandemia, contribuindo, conforme suas particularidades, para uma compreensão crítica das benesses e dos revesses oriundos da Ciência & Tecnologia (C&T) na sociedade em cada uma das realidades regionais do Planeta, assim como para o achado de soluções globais mais equitativas e sustentáveis para os problemas que afligem a sociedade (Pereira; Sampaio, 2023).

No Brasil, atualmente o ensino de ciências da educação básica, comumente, está voltado para atitudes que buscam transferir “verdades científicas” preestabelecidas, embora existam, nesse contexto, muitos pareceres quanto à fidedignidade do termo ciência e suas concepções. Aliás, ainda há discussão insuficiente sobre o que é uma ação propriamente científica, assim como de suas falhas e dúvidas nos desdobramentos sistemáticos das investigações (Maldaner; Zanon; Auth, 2011). Portanto, entende-se que as convicções dos novos investigadores, crianças e adolescentes, ainda emanam de uma escolarização ingenuamente científica e tecnológica, por vezes, um produto do senso comum.

Nessa compreensão, as abordagens de ensino buscando uma relação CTS especulam que é indispensável incitar mentalidades críticas entre os estudantes, referendando que essa criticidade não principia de um ponto de vista incerto, mas de um entendimento coletivo, ou seja, uma colaboratividade entre saberes da ciência e da tecnologia inseridos no meio social (Nascimento Filho, 2022). Logo, constitui o aspecto de uma fenomenologia interdisciplinar que salienta a dimensão social do saber científico, contrapondo-se aos rígidos limites das ciências definidos pelo pensamento positivista (Palacios *et al.*, 2003; Pérez, 2012). Essa concepção passa a garantir a natureza de uma ciência da complexidade, isto é, envolta por acepções interdisciplinares de cunho epistemológico, histórico, sociológico e psicológico (Lederman, 1992; Lederman *et al.*, 2002).

### **3 A INTERDISCIPLINARIDADE**

O pensamento humano por um certo período histórico, particularmente iniciado entre os séculos XV e XVI, foi moldado por noções positivistas de uma particularização exacerbada dos conhecimentos, isto é, uma separação de campos do saber com limites didáticos bem definidos: em formato de disciplinas (Antolí, 1998). Esses pressupostos foram apregoados por posicionamentos cartesianos e baconianos<sup>7</sup> da ciência. Todavia, com o advento do século XX, diversas falhas desse paradigma científico-filosófico foram sendo evidenciadas, tais como: a ausência de uma comunicação vital entre os conhecimentos para solucionar problemas de altos níveis de complexidade e a omissão de encadeamentos teóricos internalizados com o meio social. Diante disso, nasceu a interdisciplinaridade.

Neste capítulo discutir-se-ão duas subseções discursivas acerca de materiais bibliográficos referentes ao movimento educacional de interdisciplinaridade. O primeiro relatará o surgimento da interdisciplinaridade como corrente reflexiva de pesquisa, bem como trajetórias e tentativas para se chegar na definição de uma concepção interdisciplinar (2.2.1). O segundo contemplará uma análise sobre o uso da interdisciplinaridade como abordagem de ensino para a área de Ciências da Natureza ao longo do Ensino Médio em pesquisas brasileiras, conduzindo breves reflexões do ensino interdisciplinar para as ciências naturais e seu atual incentivo pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2.2.2).

#### **3.1 Movimento e concepção interdisciplinar**

A demanda para se superar a relação dicotômica entre mundo e ensino implicou em periódicas crises estudantis iniciadas em 1960 e que se estenderam durante as suas décadas posteriores (Thiesen, 2008). Essa aflição, cumulada no cenário de uma Europa pós-moderna, se intensificou, principalmente, em países como a França, a Alemanha e a Itália por meio do tema de excelência: “A agonia da nossa civilização”. Tal assertiva, título do projeto apresentado pelo filósofo e epistemólogo Georges Gusdorf à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), trouxe consigo o forte apelo para que os acadêmicos liderassem, naquele primeiro momento, um movimento de saberes que rompesse o modelo padrão do conhecimento especializado através da inter-relação entre campos disciplinares, trazendo, dessa mediação, uma nova escolaridade (Santos, Souza; Rosa, 2021).

A projeção integrativa de Gusdorf expôs a interdisciplinaridade no domínio intelectual

---

<sup>7</sup> Alude-se às proposições de René Descartes e Francis Bacon.

das Ciências Humanas, reunindo notáveis cientistas daquele período em circunstâncias de convergência, compartilhamento e diálogo para planejar uma tipologia coesiva do pensamento humano (Fazenda, 2012). Todavia, ressalta-se também que aquele movimento interdisciplinar não configurou uma oposição direta ao pragmatismo da disciplinaridade, mas tornou imprescindível a existência da teorização de práticas educativas pelas disciplinas, enfatizando que o produto pedagógico de aprendizagem, isto é, os conhecimentos dos educandos, haveria de perpassar uma relação factual disciplinar e social experienciada por eles no meio escolar, produzindo um saber epistêmico de natureza integral entre estudantes, mas que não seria propriamente desvinculado em saberes fragmentados (Lenoir, 1998).

O fundamento que compôs e conservou à existência de disciplinas na educação, propriamente campos de estudos específicos, foi atestado pela necessidade cartesiana de análises rebuscadas e unilaterais do saber, em outros termos, por investigações de fatores separados para se decifrar questões, um aspecto que, de certo modo exagerado, resultou na exclusão do diálogo, compartilhamento e distinções recíprocas entre disciplinas (Mangini, 2010). Nesse sentido, conforme Piaget (1981, p. 52), o desígnio fenomenológico da interdisciplinaridade foi constituído no “intercâmbio mútuo e integração recíproca entre várias ciências”, preservando o que se pode nomear de “fronteiras científicas” – a divisão dos conhecimentos em disciplinas na escolaridade – em uma projeção comum de aprendizagens, sem as quais o movimento interdisciplinar, mesmo no campo puramente teórico, não poderia existir, fronteiras essas inexistentes na transdisciplinaridade.

Nesse paradigma, o anseio de Gusdorf se transformou em um conceito relevante para a comunidade de estudiosos daquele período, mas sem força suficiente para repercutir em discussões mais aprofundadas, atitude que durante certo tempo permaneceu inalterável. Até que, com o despontar da década de 1970, o *Centre de Recherche et Innovation dans L'Enseignement* (CERI) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) propôs um encontro científico, na cidade francesa de Nice, intitulado de “I Seminário internacional sobre pluridisciplinaridade e interdisciplinaridade nas universidades”.

Assim, iniciaram as conceitualizações mais concretas acerca do que seria a interdisciplinaridade e sua abordagem do conhecimento entre os cientistas. Essa convenção, reuniu inúmeros estudiosos, tais como: Jean Piaget, Heinz Heckhausen, Eric Jantsch, Marcel Boisot, Georges Gusdorf, Asa Briggs e Leo Apostel. A partir dessa reunião entre eles, surgiram as discussões sobre a terminologia do termo interdisciplinaridade e as implicações dessa tenra fenomenologia para o contexto acadêmico de ensino e aprendizagem (Pereira; Nascimento, 2016).

Dessa forma, esse novo postulado levantado, ainda não proprietário de uma vertente empírica, passou a ter característica de um proceder indispensável para os docentes, ou seja, uma ação pedagógica extremamente necessária, que abordaria o pensamento humano por meio de uma nova realidade: a complexidade dos fenômenos sociais e sua relação com os saberes. Para Morin (2003), o ato fragmentário dos conhecimentos – direcionador educativo de pensamentos desde o racionalismo cartesiano – impossibilitou que os educandos obtivessem noções mais ampla dos problemas da humanidade e de seus causadores, assim como, conseqüentemente, impediu que fossem tomadas soluções dialogicamente mais viáveis para a complexidade que cada vez mais se acentuou em suas situações-problema, considerando as guerras mundiais, a fome e a perseguição religiosa na Alemanha, mas, de modo geral, as problemáticas educacionais, políticas, culturais e sociais. Assim, Morin (2003) salientou que:

É impossível democratizar um saber fechado e esotérico por natureza. Mas, a partir daí, não seria possível conceber uma reforma do pensamento que permita enfrentar o extraordinário desafio que nos encerra na seguinte alternativa: ou sofrer o bombardeamento de incontáveis informações que chovem sobre nós, quotidianamente, pelos jornais, rádios, televisões; ou, então, entregarmo-nos a doutrinas que só retêm das informações o que as confirma ou o que lhes é inteligível, e refugam como erro ou ilusão tudo o que as desmente ou lhes é incompreensível. É um problema que se coloca não somente ao conhecimento do mundo no dia-a-dia, mas também ao conhecimento de tudo o que é humano e ao próprio conhecimento científico (Morin, 2003, p. 20).

Desse modo, a visão da complexidade das controvérsias humanas atrelada ao conhecimento vasto dos campos científicos despertou características na construção de uma visão de mundo, propriamente de um saber direcionador de convicções para além das “paredes acadêmicas” (Ferreira, 2013). E, portanto, desses pressupostos se estruturou a interdisciplinaridade, uma vertente de consciências que não era exclusiva ao refletir sobre o resultado esperado da educação, dos professores, dos estudantes, do ensino e da aprendizagem, mas uma maneira de interiorizar práticas pedagógicas e de ousar a erudição já estruturada, retornando o discernimento filosófico do “conhece-te a ti mesmo” aos educadores na contemporaneidade e resgatando uma concepção socrática da reflexão (Yared, 2013).

Ao longo do tempo a interdisciplinaridade pôde ser definida através de diversas maneiras, como: metodologia, conceito, processo, modo de pensar, filosofia e/ou ideologia reflexiva. Na concepção metodológica, o agente motivador interdisciplinar é orientado pelos itinerários voltados à integração de saberes. O processo, autoexplicativo, se referiu ao transcurso cobiçador de um produto interdisciplinar. O modo de pensar garantiu a chegada reflexiva do processo. A filosofia, por seu modo, definiu a conduta interdisciplinar nos âmbitos das ciências. E, por fim, a ideologia reflexiva defrontou a “mutilação dos saberes”, seja por uma vertente humanista, da complexidade humana ou social. Em síntese, todas as definições

convergir para um perigo central: os prejuízos do parcelamento dos saberes refletidos em uma natureza doentia – paupérrima – dos conhecimentos (Japiassu, 1976; Klein, 1990).

Assim como o contexto social orienta a interdisciplinaridade, as lógicas culturais também o fazem, inclusive sob perspectivas predefinidas. A cultura sendo uma expressão identitária construída por determinados povos nativos de uma região, os influencia mutuamente nas definições de suas características e nos modos de pensar e transmitir saberes (Lenoir; Rey; Fazenda, 2001). Nessa visão, a prática docente expressa o cerne de seu trabalho como “intervenção mediadora de ensino junto a sujeitos aprendizes, postula-se uma prática profissional articuladora de saberes e conhecimentos” (Therrien, 2010, p. 310). Portanto, a prática do magistério valida lógicas culturais interdisciplinares, dentre as quais se destacaram: a francófona, a norte-americana e a brasileira.

A cultura francófona compreendeu a cientificidade e sua ordenação por intermédio da beleza, na qual a abstração operou as visões desse pesquisador interdisciplinar, criando a figura do saber sobre o saber. A visão norte-americana distingue-se por incorporar significados à prática – que dever isto ocupa no espaço? – é, portanto, uma tarefa de juízo que torna ideias relevantes ou não, uma visão concebida como o saber fazer (Lenoir; Hasni; Lebrun, 2013). A terceira lógica, a brasileira, provém de ambas as anteriores, nela a união determinante se firma entre o saber e o saber fazer, instituindo o “saber ser” (Fazenda, 2013).

Os marcadores culturais, adaptações e concepções se associam para legitimar os pensamentos dissidentes entre a maioria dos teóricos sobre uma definição encerrada de interdisciplinaridade, tornando-se muito difícil, ou praticamente impossível, descrever uma noção direta, específica e precisa ao seu respeito. Assim, “cada autor faz com que ela, embasada em conceitos historicamente construídos, se manifeste de forma única ao olhar do indivíduo-pesquisador” (Mueller, 2006, p. 21).

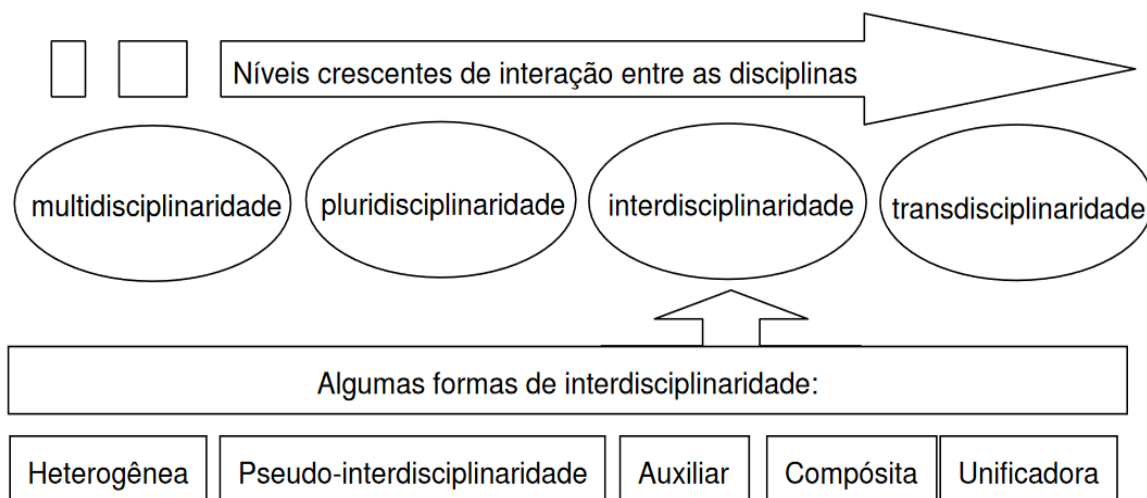
No Brasil, o movimento interdisciplinar foi consolidado pelos pesquisadores Hilton Ferreira Japiassu e Ivani Catarina Arantes Fazenda, através de duas linhas de pesquisa sobre a interdisciplinaridade: a epistemologia e o fenômeno educativo. No campo epistemológico, Japiassu debruçou suas reflexões sobre as diretrizes reguladoras da interdisciplinaridade no tocante à natureza, etapas e limites de definição como campo científico. Na esfera educativa, Fazenda investigou o âmbito da escolaridade interdisciplinar, considerando contribuições interdisciplinares para o trabalho docente e a razão do “ser interdisciplinar” – figura transformadora – no sistema de aprendizagens, considerando que “noções, finalidades, habilidades e técnicas visam favorecer sobretudo o processo de aprendizagem, respeitando os saberes dos alunos e sua integração” (Fazenda, 2013, p. 26).

A relação interdisciplinar idealizada pelo campo escolar, embora constituída de inúmeros fatores, se propõe a transformar o ensino parcelado – dicotômico – em relações múltiplas durante a formação do “ser social”, um sujeito unificado, nos estudantes. Esse indivíduo social refletirá acerca de explicações, conceitos e proposições dos mais heterogêneos conhecimentos (Mota; Araújo, 2021). Portanto, essa finalidade somente acontecerá através de uma ampla revisão das práticas pedagógicas e das áreas do conhecimento, em que ambas sejam reformuladas para objetivar a criticidade consciente e contextualizada na mudança da conjuntura da disciplinaridade solitária, empenhando a aprendizagem em perspectivas específicas, regionais e planetárias da ciência (Morin, 2018).

O ensino voltado à interdisciplinaridade requer múltiplos direcionamentos das disciplinas e da sua relação com o cotidiano dos estudantes, sobretudo no ensino de ciências naturais. O docente exerce, nessa perspectiva, um papel fundamental, pois é por meio de sua mediação no ensino que os aprendizes poderão despertar, ou não, uma conscientização de aspecto integral do conteúdo explanado em sala de aula (Thiesen, 2008). Portanto, os educadores precisam, além de dominar sua área do conhecimento, adquirida da formação universitária e aperfeiçoada no ambiente escolar, conhecer, mesmo que de forma abstrata, os assuntos do cotidiano dos educandos e os conteúdos presentes no currículo das demais disciplinas, sobretudo se estiverem em uma mesma área do conhecimento ou etapa educacional que possa representar interações numa finalidade comum para os discentes (Fazenda, 1979).

A aprendizagem na interdisciplinaridade, por sua vez, não vê o estudante como um ser inerte e desconexo de sua realidade, pelo contrário, o aprendiz interdisciplinar participa dos questionamentos e assimilações que, de certo modo, estão diretamente vinculados aos erros e aos acertos durante o aprendizado, isso implica que o saber evidenciado pelo educador permaneça nas discussões dos educandos mediante diversas óticas, isto é, o conteúdo adquire diferentes enfoques que auxiliam na formação do pensamento complexo (Costa; Pinheiro, 2013).

Portanto, esse produto de aprendizagem passa a ser pluriarticulado entre os campos disciplinares. Além disso, comporta uma conduta crítica que reflete sobre os problemas envolvidos numa perspectiva multidimensional, originando a interdependência e interatividade que não fragmenta uma situação, mas traduz as partes específicas de um fenômeno geral e seu contexto (Morin, 2003, 2015). Dentre os níveis de interação entre as disciplinas determinados por Carlos (2007), a interdisciplinaridade constitui o segundo nível de maior interação disciplinar (Figura 1).

**Figura 1** – Representação dos níveis e tipos de interação entre disciplinas

**Fonte:** Carlos (2007, p. 170).

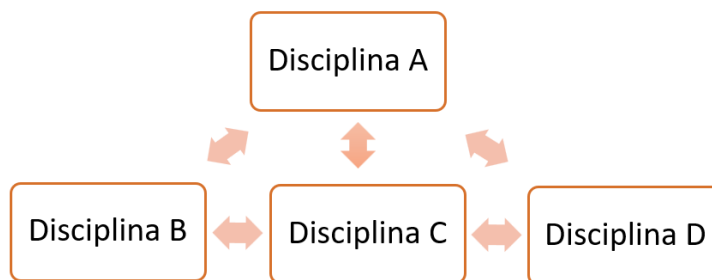
Na Figura 1, Carlos (2007) define as interações entre disciplinas em quatro campos: multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Em conceitos gerais, a multidisciplinaridade empenha-se num trabalho de óticas específicas que não são executadas de forma conjunta (Pires, 1998). A pluridisciplinaridade, por sua vez, executa sua perspectiva em um único nível de interação, mas não desfruta de um direcionamento coordenado. Ao passo que a interdisciplinaridade possui um intercâmbio coordenado e mútuo de disciplinas. Por fim, a transdisciplinaridade não toma exclusivamente as interações e/ou reciprocidades entre disciplinas em suas ações, mas age em uma projeção total entre campos do saber, de modo que se torne inviável separá-los (Fourez, 2001; Almeida Filho, 1997).

Desse modo, a escola interdisciplinar é o local onde surge uma grande parte da ação pedagógica presente na interdisciplinaridade, pois, mesmo que a interdisciplinaridade utilize atitudes, elementos conceituais e aprendizados adquiridos pelos estudantes em seu cotidiano, é no ambiente escolar, segundo os objetivos de ensino-aprendizagem desejados, que ocorre a sistematização própria entre os saberes do dia a dia e saberes das disciplinas. Sendo assim, a escola passa a ter um aspecto muito mais participativo e decisivo para a formação cidadã dos estudantes, de modo que ações educativas realizadas em seu meio interferem diretamente nas práticas de ensino que oportunizam a coletividade e solidariedade entre aprendizes, educadores e toda a sociedade em geral (Thiesen, 2008).

Uma atividade interdisciplinar, embora comporte concepções polissêmicas, se fundamenta na lógica da compreensão de uma natureza individual, ou ato fragmentado,

vinculada a um dado coletivo (Fazenda, 2012). As atividades interdisciplinares são estruturadas na relação entre disciplinas assentadas em uma ação coordenada dotada de um marco racional comum (Carlos, 2007). Portanto, a interdisciplinaridade pode ser definida como uma relação dialógica de troca entre os blocos do conhecimento, ou disciplinas estabelecidas (Figura 2).

**Figura 2 – Diagrama da Interdisciplinaridade**



**Fonte:** Adaptado de Carlos (2007).

Para Japiassu (1976, p. 74), “a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”. Assim, na relação interdisciplinar não existe uma teoria, propriamente dita, para delimitar um estudo, mas convergências encontradas dentro das dicotomias do próprio movimento (Fazenda, 2012).

Todavia, entende-se que é muito comum, no Brasil, ainda encontrar uma dinâmica escolar inadequada para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, isto implica que a escola, antes de tudo, precisa promover o diálogo entre os profissionais da educação e suas áreas. Para isso, os gestores escolares precisam compreender e oportunizar uma transformação dinâmica da fragmentação das disciplinas, na consciência dos educadores e na disposição de parcerias entre os educandos para aprender de maneira interdisciplinar (Martino; Boaventura, 2013).

O ensino e a aprendizagem no meio escolar interdisciplinar visam a cooperação de sentidos dos saberes. Assim, o docente tem o dever de ir além da exposição dos conteúdos, trazendo situações reais da sociedade e sua relação entre conhecimentos, essa não é uma tarefa simples, mas, certamente, proporciona um resultado muito satisfatório que é a aprendizagem emancipadora e reflexiva dos estudantes (Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2011).

Os discentes, por sua vez, precisam assumir e incorporar o seu protagonismo na escola e compreender, sobretudo, o seu papel para com a sociedade e a discussão de suas problemáticas. Portanto, essa mudança do olhar educativo cartesiano ao interdisciplinar procura meios para chegar num fenômeno de coletividade escolar, algo desenvolvido em pequenos grupos de trabalho que possam vir a se expandir (Fazenda, 2008).

Em síntese, a interdisciplinaridade na educação brasileira foi posta como alternativa ao processo de ensino e aprendizagem desde os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 1999). Contudo, nos últimos tempos, esse debate ressurgiu com grande intensidade e alcançou novos patamares a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018. Na BNCC, admite-se que a transfiguração do especializado ao integrado nos projetos educacionais intercorrerá mediante a interação-inclusão de conhecimentos (Oliveira *et al.*, 2021).

Dessa maneira, o aprendizado atravessa a intersecção disciplinar de convergência e complementaridade nas novas abordagens de estudo, em que os pesquisadores analisam, sobretudo, as atitudes do alunado frente ao despontar dos raciocínios baseados na criticidade (Souza *et al.*, 2020). Portanto, a atitude docente de se tornar um agente interdisciplinar deixa de ser uma opção profissional privilegiada, tornando-se uma prática docente indispensável no ambiente escolar do século XXI, tendo em evidência que permeia todos os contextos formativos, políticos e sociais das áreas do conhecimento, sobretudo nas discussões sociocientíficas internalizadas na área de Ciências da Natureza.

### 3.2 Interdisciplinaridade e Ciências da Natureza na BNCC

Apesar de não existir uma gama diversificada de postulados acerca do uso da interdisciplinaridade durante a educação básica no Brasil, esse fenômeno vem se acentuando com grau superior de constância nas concepções educacionais mais atuais (Mozena; Ostermann, 2014). Certamente, entende-se que esse elemento interdisciplinar não é um termo recente na educação brasileira, pelo contrário, é observado já nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio – DCNEM de 1998, inclusive foi compreendido como “princípio pedagógico” dentro da reforma curricular que levou ao ocultamento de expressões como “competência” e “habilidade” (Brasil, 1998). Enquanto, nas DCNEM de 2012, a interdisciplinaridade passou a ser alcunhada de “base da organização do Ensino Médio” (Brasil, 2012).

Em território brasileiro, a perspectiva de uma escola apoiada na interdisciplinaridade passou por uma sucessiva estruturação na educação básica, embora tenha vivenciado ciclos descontínuos durante a década de 1990<sup>8</sup>. Com efeito, a proposta das DCNEM de 2012 estabeleceu que 20% da carga horária da educação básica deveria estar voltada ao desenvolvimento de projetos interdisciplinares (Brasil, 2012). Esses encaminhamentos foram novamente sustentados na 3ª versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promulgada em 2018, e trouxeram ações a serem executadas no conjunto família-comunidade-escola.

---

<sup>8</sup> Essa expressão se refere a orientação interdisciplinar dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, mas que não se sustentava como diretriz governamental uniforme obrigatória.

Dentre elas, a sistematização interdisciplinar do meio escolar foi fortalecida:

Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (Brasil, 2018, p. 16).

Nessas disposições, é notável o desejo pelo advento de um paradigma educativo que sustente as realidades sociais por intermédio de inter-relações colaborativas dos componentes curriculares. De fato, tal discernimento é um propósito adotado para uma transição dos eixos do conhecimento, isto é, de modelos mais integrativos para as formas como se ensina, como se aprende e como se aprende a ensinar ou aprender, como pontua Fazenda (2012, p. 62): “A limitação disciplinar a que essas teorias se filiam impede uma visão multiperspectival dessa polifacetada realidade denominada sala de aula e, por conseguinte, fragiliza a evolução da ciência escolar atual”.

Portanto, entendendo as novas conformações cada vez mais mescladas da sociedade, a escola ultrapassa o dever de explicitar questionamentos unilaterais em uma ou duas áreas específicas disciplinares mas, objetivando o conhecimento complexo, lida com a ideia de um conhecimento derivado da coletividade. Por exemplo, a disciplina de Química não precisa ser vista isoladamente como um estudo sobre a matéria, é essencial que se entenda algumas indagações: qual seu percurso histórico e social como campo do saber? Houve exploração de seus saberes para fins opressão econômica, moral ou/e cultural? Quais relações ela pode desempenhar com as questões do meio ambiente? Com a resolução de entraves políticos? Com os novos desdobramentos físicos, químicos e matemáticos? Entre muitos outros assuntos.

Conforme Gasparian (2008), as convicções de uma abordagem científica interdisciplinar se baseiam na Teoria Geral dos Sistemas e na Teoria da Complexidade, ideias que conduzem o investigador a assimilar seus papéis enquanto instigador e instigado pelo fenômeno ou experimento de seu estudo. Logo, a interdisciplinaridade em projetos de ciências naturais perpassa uma observação do especializado ao integrado, algo que atravessa as percepções científicas de grau empírico, essa ação não se refere a abolir o que por definição tem-se como disciplinas, mas ambiciona entender que “as fronteiras são sempre fluidas, são sempre interferentes. Deve-se pois buscar definir o centro, e esta definição pede em geral macroconceitos” (Morin, 2015, p. 73).

As questões defendidas por Morin (2015) não traduzem uma homogeneização e linearização desmedida da ciência, mas é uma questão do *unitas multiplex*, elemento considerado como uma variável não-reducionista e não-simplificadora, ela indica que na complexidade dos saberes existem junções dos saberes que os fazem complexos. Nessa

acepção, Morin (2015) tece este apontamento em suas observações sobre a biologia molecular e os sistemas vivos:

Ora, Popper nos indicou que o reducionismo físico-químico se fez ao preço da reintrodução de toda a história do cosmos, isto é, ao menos quinze bilhões de anos de acontecimentos. Porque para poder reduzir o biológico ao químico, será preciso refazer toda a história da matéria viva, a constituição das partículas, a constituição dos astros, os átomos, o átomo de carbono. Assim, esta redução se faz ao preço de uma complexificação histórica. Atlan nos mostra que reduzir o biológico ao físico-químico obriga a complexificar o físico-químico. Eu acrescentei que o reducionismo biológico paga seu preço ao introduzir noções que não estavam prevista neste programa reducionista (Morin, 2015, p. 106).

Portanto, uma investigação interdisciplinar não se trata de misturar levianamente saberes com o objetivo de simplificá-los, antes disso, deriva da dinâmica que familiariza os conhecimentos sem reducionismos, do contrário não faria sentido cultivar relações múltiplas e abreviar as profundidades da teoria. Nessa sequência, Godoy (2014, p. 2) estabelece que a interdisciplinaridade desfruta de sete (07) princípios:

- I. Superar inseguranças para expressar-se crítica porém construtivamente;
- II. Aceitar idéias novas;
- III. Desenvolver maior autoconfiança aceitando a possibilidade de errar;
- IV. Fazer autocrítica, como um processo contínuo de compreender-se no mundo e para isso estudar mais para aprofundar a prática;
- V. Respeitar seus próprios limites e os limites de cada um;
- VI. Dar tempo aos colegas de manifestarem suas opiniões;
- VII. Trabalhar cooperativamente (Godoy, 2014, p. 2).

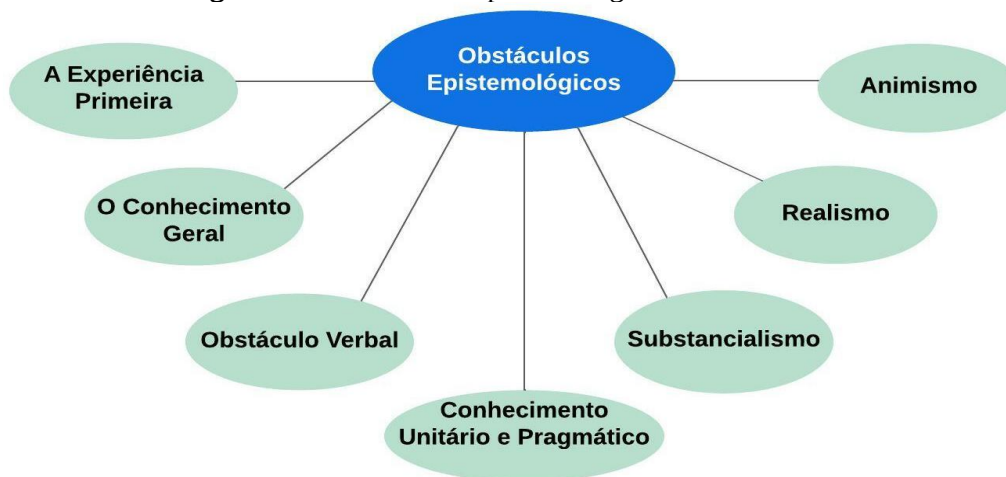
Apoiados nesses princípios, alguns projetos interdisciplinares foram desenvolvidos com temas químicos, tais como: abordagem pedagógica de compostos químicos medicinais presentes em plantas (Cavaglier; Messeder, 2014) e as reações químicas da compostagem como temática problematizadora (Silva *et al.*, 2015). Ambas as propostas de ensino propuseram expor conceitos químicos no cotidiano dos estudantes, de modo que houvesse uma contextualização e uma inter-relação entre tópicos abordados em outras disciplinas e problemáticas sociais. Aliás, também ambos foram projetos que, dentre seus objetivos, tencionavam minimizar alguns dos inúmeros obstáculos de aprendizagem vividos pelos estudantes ao aprender Química. Desse modo, da perspectiva do ensino no Brasil, é imprescindível que se discuta os empecilhos ao aprendizado de Química, sobretudo na etapa alusiva ao Ensino Médio.

#### **4 OBSTÁCULOS DA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA BREVE ANÁLISE**

No Brasil, os obstáculos enfrentados pelas abordagens pedagógicas na disciplina de Química ao longo do Ensino Médio têm sido múltiplos. Dito isto, é notório que tais concepções trazem certos entraves ao aprendizado e à estruturação de pensamentos científicos nos estudantes, de modo que as práticas da docência em Química, da perspectiva de sua

característica particular da reflexão material da natureza, precisam ser revisadas. Nesta discussão, toma-se como apoio teórico os obstáculos epistemológicos à formação do espírito científico de Bachelard, elementos advindos de sete (07) vertentes:

**Figura 3** – Obstáculos epistemológicos de Bachelard



**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

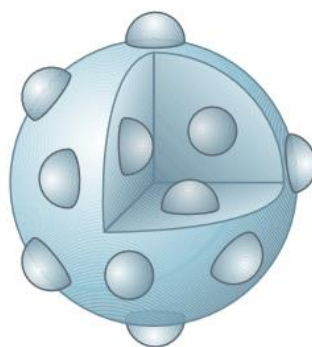
O primeiro dos desafios se refere a “experiência primeira”. De acordo com Bachelard (1996), esse entrave se origina de uma abstração que o aprendiz gera sobre a ciência, esse fenômeno ocorre quando uma imagem superficial do conteúdo é exclusivamente enfatizada, alguns vezes até errônea ou falha, conduzindo bases teóricas que não focalizam o conteúdo científico em si. No campo da didática para o Ensino de Química, tal empecilho é comumente encontrado na Química Orgânica, em que, algumas vezes, estudantes obtêm noções figurativas de uma destilação por arraste a vapor ou de uma extração ácido-base sem compreender a profundidade das forças intermoleculares envolvidas e suas influências à volatilidade (Conde, 2012).

O segundo desafio consiste no conhecimento generalizado. Nesse entrave, o docente percebe que existe um hiato no aprendizado químico dos estudantes, não são propriamente erros teóricos ou de personalidades individuais, mas conceituações parcas que comprometem a plenitude do produto final: o aprendizado químico. O saber generalizado é consequência de um postulado científico que foi extremamente clarificado e lapidado, mas que não se aprofundou em uma natureza prática transformadora e nem muito menos complexa de problemáticas do cotidiano (Assis; Zanatta, 2015). Portanto, mesmo que o meio escolar forme aprendizes conhecedores generalistas do que são as teorias ácido-base, uma aplicação cotidiana seria dificultada, uma vez que os seus saberes estariam em um nível pré-científico.

Na terceira adversidade à prática docente química, tem-se o obstáculo verbal, derivado de uma ação gerada de uma boa intenção didática, mas que não reproduz bons efeitos na

aprendizagem científica. Nesse obstáculo, o docente químico utiliza das semelhanças entre objetos, seres e atitudes humanas para tentar representar conceitos químicos, isto é, usufrui de um modo particular para contextualizar a ciência aos estudantes. Contudo, embora a contextualização não seja a culpada pelo erro no aprendizado científico, o mau uso de situações contextualizadas prejudica as assimilações químicas de sucesso. Entre químicos, um grande exemplo disso é a exposição aos educandos de um conceito de “pudim de passas” na composição atômica antes de firmar ideias de eletrização por atrito, corrente elétrica, ionização e descargas elétricas em meio gasoso atribuídas por Joseph Thomson. Destarte, isso produzirá no estudante certas lacunas e visões desformadas da teoria enquanto está submetido à analogia. A representação desse conceito é perceptível na Figura 4.

**Figura 4** – Esquema do “Pudim de Passas” na composição atômica



**Fonte:** Feltre (2004, p. 77)

Na Figura 4, a eletrosfera foi inferida por Thomson como elemento aderente ao núcleo dos átomos, tal como um pudim de passas. Nesse direcionamento, não é que a perspectiva didática bachelardiana faça repressão às contextualizações e analogias, mas simplesmente compõe um alerta aos docentes para que reflitam sobre a forma com que essa ferramenta tem sido utilizada ao raciocínio químico dos estudantes, optando sempre por analogias somente após a certeza de que a teoria específica foi bem aprendida. Aliás, as contextualizações didáticas químicas, além de fundamentais ao aprendizado, cumprem as definições de educação atuais prescritas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) alusivas à ciência, como o próprio documento afirma:

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Brasil, 2018, p. 549).

Nessa lógica, a BNCC corrobora claramente com o ato de contextualizar os assuntos químicos dentro de parâmetros sociais, históricos e culturais. Portanto, exalta uma contextualização que diretamente se envolve as questões de saúde humana, desafios ambientais

e saberes culturais internalizados numa abordagem de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Essa perspectiva não se contrapõe ao pensamento de Bachelard, pelo contrário, reforça que é nesse entendimento do papel do conhecimento científico que se viabilizam as aprendizagens.

O quarto obstáculo, não menos importante, trata do conhecimento unitário e pragmático que muito se propaga entre os conhecimentos científicos, é o conceito que salienta a existência de um marco comum dos saberes ou, de fato, uma natureza que exagera nas induções pragmáticas. Nesse desafio, a prática docente na disciplina de Química é relacionada às definições simplistas e superficiais, tal como: “um ácido se dissocia em meio aquoso”, essa definição proposta por Arrhenius, segundo Herbst (2022), distorce consideravelmente a realidade total dos ácidos, pois não prevê espécies químicas de teor ácido sem íons hidrogênio ou de teor alcalino sem hidroxilas, inclusive essa foi uma das razões pelas quais esse postulado foi aperfeiçoado por Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry, assim como, posteriormente, por Lewis (Bortotti; Lenzi, 2021).

Nesse sentido, não basta unir e simplificar todos conceitos químicos, pois isso inviabiliza princípios do próprio conteúdo científico, isto é, tolhe métodos didáticos que o educador pode usufruir para disseminar “conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura” (Brasil, 2018, p. 550). Logo, não existe um mundo pragmático do conhecimento harmonicamente estruturado e derivado de ciências que se permeiam de um utilitarismo detentor de cunho científico.

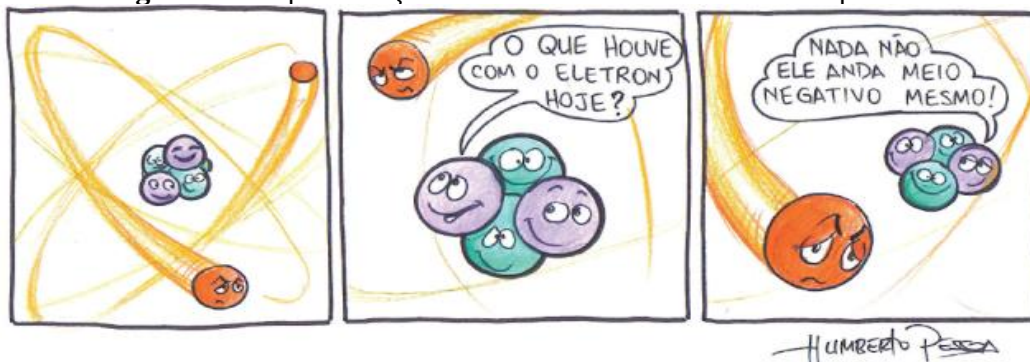
O quinto obstáculo está no substancialismo produzido durante a explicação dos postulados científicos, é um fenômeno que confere capacidades materiais aos conceitos imateriais e obscurece o entendimento da ciência. De maneira sucinta, esse fenômeno pode ser exemplificado como uma atribuição de qualidades de tenacidade e viscosidade à Lei de Boyle, de modo que o princípio teórico seja associado a uma cola. Esse princípio foi definido por Bachelard (1996) como a concessão de um espírito material a algo imaterial.

O sexto desafio é denominado de realismo. Na perspectiva do entrave realista, um objeto estudado usufrui de uma característica de bem pessoal, ou seja, é um material de domínio do aprendiz. Desse modo, Bachelard (1996) define tal atitude como um aspecto de avareza, uma vez que todo realista acaba por se tornar avarento. Nesse posicionamento, “o axioma fundamental do realismo não provado – nada se perde, nada se cria – é uma afirmação de avarento” (Bachelard, 1996, p. 164), o realista é, portanto, o agente de uma ação isolada e

encerrada, na qual o estudante não vê que os conceitos químicos aprendidos ultrapassam os limites já aprendidos e que isso demanda de um novo esforço para expandi-los.

Por fim, o último dos desafios dessa aprendizagem Química no Brasil sob a perspectiva de Bachelard está no animismo, essa problemática se desenvolve ao passo que os estudantes atribuem elementos e feições humanas aos conceitos químicos. À princípio, o problema não está em oferecer certa ludicidade aos postulados científicos explanados, do contrário essa não seria uma ação inibidora do aprendizado, contudo ao ponderar que durante a aprendizagem científica existe a necessidade de assimilar o conteúdo em sua especificidade para que somente após isso inter-relações lúdicas passam surgir. Portanto, o filósofo Bachelard, ao elaborar a concepção entre disputas físicas e químicas acerca dos três reinos naturais, disserta que “são feitas analogias e transposições, uma escala de perfeição, que provocam as piores confusões” (Bachelard, 1996, p. 188). O animismo confere sentimentos humanos ou atitudes aos conteúdos químicos, tal como expõe a Figura 5.

**Figura 5** – Representação do animismo em um conteúdo químico



**Fonte:** Instituto Educacional de Comunicação e Tecnologias em Ciências e Biologia (2011, p. 50).

Na Figura 5, observa-se a atribuição do sentimento humano de tristeza e desânimo à característica de negatividade, essa analogia, utilizada antes de um aprofundamento teórico sobre a carga eletrônica, pode acarretar em associações por parte dos aprendizes de que a carga negativa simboliza fatores emocionais aos elétrons, característica que contrapõe diretamente a proposta do atrito eletrônico entre a seda e o vidro de Benjamin Franklin, conceito da troca de cargas, e das descobertas dos elétrons por Joseph Thomson (Morini; Rauen, 2021).

Em síntese, inúmeras propostas pedagógicas já foram empregadas para aprimorar o ensino e a aprendizagem de Química no Ensino Médio, bem como de seus obstáculos. Nesse sentido, esta investigação se configura como uma delas.

## 5 SOLUÇÕES QUÍMICAS: ALGUNS CONCEITOS ESPECÍFICOS

Na contemporaneidade, as soluções químicas são definidas como sistemas de interação entre partículas, sejam elas compostas por moléculas ou íons, de uma substância conhecida

como soluto (a parte dissolvida no processo de dissolução) e de outra denominada de solvente (a parte que dissolverá o soluto) (Vogel, 1981). De modo geral, habitualmente, o solvente é encontrado nas soluções em quantidade superior à do soluto. O processo para a formação de uma solução ocorre mediante a atuação de forças eletrostáticas (interatômicas ou intermoleculares) entre soluto e solvente, onde há a criação de novas interações.

A formação de uma solução de cloreto de potássio (KCl) que é um haleto metálico salino, por exemplo, é um processo composto pela separação de íons de cargas opostas em um solvente molecular, como a água (H<sub>2</sub>O). Os íons K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> são solvatados ou hidratados pelas moléculas de água. Em laboratórios de química, as soluções de KCl são amplamente empregadas como padrões durante a calibração da condutividade elétrica de soluções iônicas, visto que soluções de cloreto de potássio apresentam grande estabilidade, permitindo reprodutibilidade nas medições volumétricas.

Os conceitos relativos às soluções químicas aquosas são tópicos estudados há bastante tempo, especificamente desde 1887 as ideias da dissolução eletrolítica já eram exploradas por Svante Arrhenius (Figura 6).

**Figura 6** – Arrhenius em suas análises químicas



**Fonte:** Crawford (s. d.)

A partir das concepções de Arrhenius, a química dos íons foi sendo constituída como ramo de estudos. Com isso, estabeleceu-se que algumas partículas infinitesimais da matéria providas de carga elétrica, isto é, os íons, através da ionização, proporcionavam a passagem de corrente elétrica. Inclusive, de acordo com Vogel (1981), as substâncias químicas puderam ser classificadas de duas maneiras quando estivessem condicionadas em meio aquoso: as condutoras de eletricidade e as não-condutoras. As primeiras são consideradas eletrólitos e comportam quase todas as substâncias inorgânicas (ácidos, bases e sais). Enquanto, as segundas

são tidas como não-eletrólitos e, via de regra, compreendem as substâncias orgânicas, tais como: glicose, glicerina, etanol e ureia.

A classificação das substâncias em solução aquosa possui algumas peculiaridades, por exemplo, a capacidade de conduzir corrente elétrica da solução de cloreto de sódio (NaCl) em água (H<sub>2</sub>O) pode ser modificada caso sua dissolução ocorra em hexano ou éter, ou seja, as características das substâncias condutoras ou não de eletricidade será diretamente dependente do solvente empregado. Ademais, considera-se que a maioria dos eletrólitos conduz eletricidade quando estão em seu estado de fusão.

As soluções químicas são fundamentais para a realização de diversos processos na atuação profissional dos químicos, bem como para o desenvolvimento científico e tecnológico de toda a sociedade. As soluções podem ser empregadas na produção de medicamentos, inseticidas, vitaminas, assim como na diluição de bebidas e em muitas outras aplicações do cotidiano. Portanto, o preparo de soluções é, certamente, uma tarefa exercida pela maior parte da população. Contudo, no caso dos profissionais químicos, esse processo de produção das soluções necessariamente precisa seguir uma série de procedimentos específicos que vão desde a pesagem de alguns solutos em estado sólido até a medição de volumes do solvente em estado líquido. O processo de preparo de soluções pode ser descrito numericamente na Figura 7, seguinte.

**Figura 7** – Indagação acerca do preparo de soluções químicas

Descreva a preparação de 500 mL de uma solução de Cl<sup>-</sup> 0,0740 mol L<sup>-1</sup>, preparada a partir de BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O (244,3 g/mol) sólido.

$$\begin{aligned} \text{massa BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \frac{0,0740 \text{ mol Cl}^-}{\text{L}} \times 0,500 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{2 \text{ mol Cl}^-} \\ &\times \frac{244,3 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{mol BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 4,52 \text{ g BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Dissolvem-se 4,52 g de BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O em água e dilui-se para 0,500 L ou 500 mL.

**Fonte:** Skoog *et al.* (2006, p.71).

Na Figura 7, observa-se que a questão apresenta uma concentração final e um volume da solução como sendo os dados almejados, assim como a espécie química que deverá ser empregada no processo de dissolução. Com isso, calcula-se o peso em gramas de soluto que deverá ser adicionado, chegando à conclusão de que será preciso dissolver 4,52g de BaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O em 500 mililitros de água para se chegar à concentração molar preterida.

Apesar da temática soluções químicas estar consideravelmente presente no cotidiano dos estudantes, ela ainda enfrenta certas dificuldades de assimilação da discência quando é exposta pelos professores em sala de aula. Dentre tais empecilhos, o entendimento de conceitos

microscópicos é, certamente, o maior deles (Carmo; Marcondes, 2008). Aliás, Carvalho e Gil-Pérez (2000) afirmam que tanto a ausência de relações entre os conceitos prévios aprendidos pelos educandos quanto a falta de materiais didáticos que valorizem os aspectos quantitativos das ciências são elementos que impedem o aprendizado.

Para o integral entendimento das soluções químicas são necessários compreender diversos tópicos ao seu respeito, dentre eles: a definição de mol; cálculos de concentração comum e molar; tipos de interação entre espécies químicas; título em massa e volume; e, por fim, suas relações e impactos no desenvolvimento científico, tecnológico e social. Portanto, nota-se que as soluções químicas comportam uma área do conhecimento evidentemente extensa que depende de uma gama de outros saberes da Química.

Em termos históricos da Química, a expressão mol, como unidade de mensuração científica, foi primeiro utilizada, em 1900, por Wilhelm Ostwald. O significado atribuído ao conceito mol foi o de uma massa em gramas equivalente ao seu peso molecular (Furió; Padilla, 2003). Na etimologia da palavra, mol advém do vocábulo latino “mole” que significa “massa grande”. Logo, percebe-se que o intuito de Ostwald era de que tal expressão se distinguisse da palavra molécula, definida como “massa pequena”.

Os postulados teóricos envolvendo as concepções atômico-moleculares somente foram consolidados em meados do século XX, tal processo aconteceu quando houve a mudança da perspectiva química centrada nas partículas de uma reação para as suas quantidades da matéria. A partir disso, a unidade de medida mol começou a ser empregada no preparo e nas análises das soluções químicas. Na Química, a introdução dessa grandeza fez com que as noções macroscópicas obtivessem uma interpretação mais realista dos fenômenos e interações microscópicas, apoiando-se nas representações em massas e volumes das reações (Porrás; Arias; Pérez, 2023).

A conceituação das teorias atômicas foi, certamente, fundamental para que houvesse a definição do número de mols das substâncias químicas, pois mediante a busca de dados experimentais tal classificação possibilitou apoiar as magnitudes físicas, aspecto que trouxe, consequentemente, a observação da evolução e transformação científica conforme os contextos históricos. Com isso, as soluções químicas ocuparam patamares de suma importância para o desenvolvimento científico e tecnológico.

## 6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta investigação tem a natureza de uma pesquisa aplicada e, consoante seus propósitos mais gerais<sup>9</sup>, classifica-se como sendo exploratória e descritiva. A característica exploratória, ou propriamente o apanhado bibliográfico, volta-se para três elementos: (01) a interdisciplinaridade como corrente educacional; (02) a criação do movimento CTS e sua derivada influência pedagógica; e, por fim, (03) uma reflexão acerca dos obstáculos de aprendizagem na disciplina de Química durante o Ensino Médio brasileiro. Para tanto, esses materiais foram coletados por intermédio de consultas em livros, dissertações e teses inseridos em bibliotecas digitais de Ensino Superior, assim como em artigos científicos de periódicos indexados nas bases de dados: Rede Ibero-americana de Inovação e Conhecimento Científico (REDIB), *Directory of Open Access Journals* (DOAJ) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

Atua como pesquisa descritiva conforme a caracterização do processo de ensino e aprendizagem de uma proposta interdisciplinar de abordagem CTS sobre soluções químicas implementada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico Integrado em Química presente no IFCE – *Campus* Maracanaú. Ademais, o caráter descritivo denota-se na descrição da aplicação e das experiências adquiridas pelos participantes da intervenção didática, assim como suas respectivas associações de aprendizagem acerca das epistemologias concernentes à interdisciplinaridade e à abordagem de ensino CTS.

Desse modo, aplicou-se questionários semiestruturados para identificar as visões discentes e docente acerca dos efeitos dessa proposta pedagógica para o desenvolvimento de aprendizagens significativas, dialógicas e reflexivas. Os procedimentos técnicos de investigação foram desenvolvidos através de um estudo de caso de abordagem quali-quantitativa, isto é, se caracteriza como uma pesquisa de método misto.

### 6.1 Tipologia da Pesquisa

Esta investigação foi desenvolvida através de um estudo de caso. De acordo com Yin (2015), os estudos de caso se comprometem a conhecer e descrever exhaustivamente um problema bem delimitado ou um fenômeno social complexo enfrentado por um certo agrupamento de indivíduos, aprofundando suas perspectivas investigativas através de um método de pesquisa que maneja a elucidação sistêmica de um problema em questão. Em linhas

---

<sup>9</sup> A perspectiva dos propósitos mais gerais de pesquisas científicas, consoante Gil (2017), estabelece que toda investigação tem um objetivo próprio de sua natureza, essa finalidade desempenha aspectos que diferenciarão variáveis e definições entre os estudos acadêmicos.

gerais, os estudos de caso “representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por que’” (Yin, 2001, p. 19). Portanto, se encaixa adequadamente às questões deste trabalho que propuseram obter o entendimento da aprendizagem produzida e das concepções dos estudantes sobre as soluções químicas.

Na perspectiva de Yin (2015), esse método de pesquisa dispõe de três (03) aspectos de estrutura científica fundamentais:

- (a) definição do caso a ser estudado;
- (b) determinação dos dados relevantes a se coletar;
- (c) análise dos dados após a coleta.

Na definição do caso, o viés que delimita o refinamento do fenômeno estudado avalia com extensa profundidade a natureza do objeto de pesquisa e as suas relações contextuais implicadas nesse processo de análise. Portanto, é uma ação acima de tudo observadora e formada da criticidade que conduz a compreensão de um caso no contexto em que ele está inserido (Yin; Davis, 2007). No âmbito deste estudo de caso único<sup>10</sup>, o fenômeno definido foi a aprendizagem relativa às soluções químicas desenvolvida por estudantes do 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*, de modo que a sua realidade, ou seja o contexto, foi a disciplina regular de Química Analítica contida na grade curricular desse curso.

Portanto, a determinação dos dados coletados foi avaliada pelo pesquisador como um ato minucioso do processo científico, visto que um estudo de caso “conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado” (Yin, 2015, p. 18). Desse modo, esta pesquisa observou os dados: (i) concepções preexistentes dos estudantes sobre Química e interdisciplinaridade, (ii) compreensões discentes prévias e decorrentes da atividade acerca das relações de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), (iii) aprendizagem desenvolvida pelos educandos sobre as soluções químicas e (iv) percepção do(a) docente quanto à atividade de ensino desenvolvida.

Na análise de dados, os materiais coletados em um estudo de caso devem corresponder às indagações iniciais de pesquisa prescritas pelo seu investigador, isto é, deve-se elaborar uma unidade de análise que favoreça a interpretação dos achados da pesquisa. Essa reflexão dos resultados pode ser tanto de característica qualitativa quanto quantitativa do caso analisado (Yin, 2015). Neste ensaio foram utilizados dois métodos de interpretação dos dados: a análise

---

<sup>10</sup> A denominação de estudo de caso único foi adotada para que se diferencie esta investigação das investigações apoiadas em estudos de caso múltiplos também descritas por Yin (2015).

de conteúdo de Bardin (2016) e os parâmetros atitudinais do Modelo de Resposta Múltipla (MRM) do *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS), ambos serão discutidos mais adiante na seção 6.6 desta dissertação.

Nesta pesquisa, o embasamento para a elaboração e o aperfeiçoamento das problemáticas apresentadas nesta dissertação foi o questionário diagnóstico acerca da aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química Analítica, trazendo indagações acerca dos aprendizados prévios à intervenção de ensino (Apêndice I). Aliás, Yin (2015, p. 30) estabelece que alterações das indagações de pesquisa podem ocorrer e isso é bastante suscetível à medida que se realiza a pesquisa e se obtém os dados do(s) caso(s) investigado(s), uma vez que se “deve escolher o(s) caso(s) com maior probabilidade de esclarecer suas questões de pesquisa”.

A hipótese de pesquisa levantada foi de que os estudantes manifestariam dificuldades de assimilação dos conteúdos na disciplina de Química Analítica, em razão do padrão de ensino tradicional isolado, repetitivo e descontextualizado, uma vez que todos esses entraves já foram evidenciados em outras pesquisas educacionais, tais como as reflexões de Silva (2007) sobre a necessidade docente de contextualizar a Química, de Azevedo *et al.* (2016) acerca de recursos pedagógicos para atribuir significância cotidiana à Tabela Periódica, bem como de Schnetzler e Antunes-Souza (2019) com seu modelo de linguagem química para representação macroscópica e microscópica da Química.

Dito isto, a abordagem de ensino interdisciplinar sobre temas químicos incorporando Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) almeja aperfeiçoar uma irregularidade de aprendizados isolados na disciplina de Química, propriamente entender as lacunas desse aprendizado específico, em um âmbito demasiadamente mais global que contemple a área de ciências naturais, e interferir para que sejam desenvolvidos criticamente aprendizados nesses hiatos. Aliás, é nesse propósito que foram estruturados e descritos os efeitos desta metodologia didática nos resultados.

Dentro do escopo quali-quantitativo, o aspecto qualitativo desta pesquisa anseia envolver “uma abordagem naturalista, interpretativa, para mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem” (Denzin; Lincoln, 2006, p. 17). Portanto, pretendeu-se observar fatores de pesquisa que são sensíveis a percepção do investigador, variáveis da pesquisa que surgiram e que se relacionem diretamente ao aprendizado das soluções químicas. De fato, corroborando com a perspectiva qualitativa de Lüdke e André (1986, p. 05), em que “o papel do pesquisador é justamente o de servir como

veículo inteligente e ativo entre esse conhecimento acumulado na área e as evidências que serão estabelecidas a partir da pesquisa”.

A ótica quantitativa, por sua vez, oferece uma interpretação adequada dos valores estatísticos atitudinais de aprendizagem atribuídos na pesquisa, quais foram produtos do *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS), corroborando com a ideia de que a perspectiva quantitativa em trabalhos educacionais entende o problema pesquisado através da relação de fatores ou variáveis que influenciam a obtenção de um resultado numérico (Gatti, 2004). Desse modo, essa vertente da pesquisa será apresentada em formato de gráficos, tabelas e quadros contendo médias, porcentagens e outras relações numéricas que possibilitem ao leitor firmar raciocínios sobre o apanhado investigado.

## 6.2 Campo de pesquisa

A pesquisa foi realizada em um *campus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), situado no bairro Distrito Industrial, município de Maracanaú – Região Metropolitana de Fortaleza (Figura 8). Esse estabelecimento de ensino é mantido de recursos financeiros advindos do Governo Federal do Brasil, e, como instituição, dispõe de cursos para formação de nível técnico, graduação e pós-graduação. A instituição oferta dois (02) cursos técnicos integrados de nível médio, um na área de Química e outro na área de Mecânica, que atendem juntos um total de 216 estudantes no ano de 2022 em regime integral nos turnos matutino e vespertino (IFCE, 2022).

**Figura 8 — Mapa de localização da escola**



Fonte: Google Maps<sup>11</sup> (2022).

<sup>11</sup><https://www.google.com.br/maps/place/Instituto+Federal+de+Educa%C3%A7%C3%A3o,+Ci%C3%A2ncia+e+Tecnologia+do+Cear%C3%A1+%7C+Campus+Maracana%C3%BA/@-3.8717295,-38.6109788,16.47z/data=!4m5!3m4!1s0x7c752117820684d:0x50bac00cac892a1d!8m2!3d-3.8721084!4d-38.6116054>. Acesso em: 19 ago. 2022.

Dessa instituição foi investigada uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química. Desse modo, formulou-se uma noção diagnóstica, contextualizada e satisfatória da aprendizagem desses estudantes neste estabelecimento, conduzindo pressupostos e atribuições no que concerne ao tema de soluções químicas.

### **6.3 Participantes da pesquisa**

Os sujeitos desta pesquisa foram 37 estudantes com idades entre 15 e 17 anos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado (Matutino/Vespertino) em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*, bem como uma (01) docente que estava responsável pela disciplina de Química Analítica na turma analisada. Foram definidos em um comum acordo com a docente e os estudantes o local, bem como o horário para que ocorressem as intervenções de ensino e aplicações dos questionários. Desse modo, a pesquisa aconteceu na sala de aula e nos horários de aula definidos à disciplina de Química Analítica.

Os critérios para a inclusão dos participantes nesta pesquisa não distinguiram quanto à idade, à raça, ao gênero ou quaisquer outros parâmetros físicos e sociais. As únicas restrições foram que os estudantes estivessem autorizados por seus responsáveis a participar deste estudo, regularmente matriculados no Curso Técnico em Química e cursando a disciplina de Química no 2º ano do Ensino Médio, e, no caso do professor participante, que concordasse em fazer parte da investigação e estivesse no quadro docente da série investigada.

### **6.4 Procedimentos de coleta**

Os primeiros procedimentos para o início da pesquisa foram efetuados a partir da assinatura do termo de autorização e existência de infraestrutura para a pesquisa pelo(a) coordenador(a) do Curso Técnico Integrado em Química (Anexo A). Esse documento foi submetido digitalmente na Plataforma Brasil, juntamente ao esboço do projeto de pesquisa e aos demais documentos vinculados<sup>12</sup> para análise do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). A coleta de dados foi iniciada após a obtenção da aprovação desta pesquisa pelo CEP/IFCE (ANEXO F).

---

<sup>12</sup> O CEP/IFCE estabelece os seguintes documentos oficiais de pesquisa: cronograma de pesquisa, orçamento financeiro, modelo de termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), modelo de termo de assentimento livre e esclarecido (TALE), declaração de compromisso e apresentação de resultados e declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa.

Após esse processo, a professora regente da disciplina de Química Analítica na série analisada foi contatada para esclarecimentos sobre a pesquisa, as etapas da atividade e coleta de dados, a ela foi solicitado que assinasse o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo B). Em um segundo momento, o pesquisador fez o primeiro contato com a turma, no horário e local de aula da docente participante, explicando aos estudantes a importância desta pesquisa, as etapas para sua realização e as possíveis dúvidas decorrentes do projeto. A partir disso, como toda a turma tinha idade inferior aos 18 anos, por se tratar de estudantes do Ensino Médio, encaminhou-se para os estudantes um termo de assentimento livre e esclarecido de participação na pesquisa (Anexo C) e para seus responsáveis o termo de consentimento livre e esclarecido do(a) responsável pelo(a) estudante para participação na pesquisa (Anexo D). Por fim, tendo todas as autorizações de pesquisa documentadas, aplicou-se, de forma impressa, no local e no horário de aula, os questionários I, II, III e IV acerca da atividade pedagógica.

O questionário I, aplicado antes da intervenção pedagógica, foi empregado para diagnosticar a percepção dos estudantes sobre sua aprendizagem na disciplina de Química, traçando um ponto de vista demasiadamente generalista com relação às dificuldades do aprendizado químico (Apêndice I). Esse instrumento, após entregue, deveria ser preenchido em até duas horas e era constituído por 15 questões de múltipla escolha, nas quais 06 abordaram a caracterização social e 09 versaram os entraves de aprendizagem desses estudantes. Os questionamentos sobre os desafios de aprendizagem para a disciplina de Química foram elaborados a partir dos conceitos sobre obstáculos epistemológicos estabelecidos por Bachelard (1996).

O questionário II, aplicado após a intervenção didática, interrogou os discentes sobre a atividade e o desenvolvimento de suas aprendizagens sobre soluções químicas (Apêndice II). Desse modo, esse recurso, após entregue, deveria ser preenchido em até duas horas e era composto por 09 indagações objetivas e uma (01) subjetiva, dentre elas: 05 alusivas às concepções dos educandos sobre a atividade e seu auxílio no aprendizado em Química, bem como outras 05 referentes ao aprendizado genuíno do conteúdo de soluções químicas.

O questionário III, utilizado antes e depois da atividade (Apêndice III), tratou das concepções científicas, tecnológicas e sociais prévias e desenvolvidas pelos estudantes participantes deste estudo. Tal ferramenta foi composta por 05 perguntas extraídas do *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) e, após entregue, deveria ser preenchida em até duas horas. As questões foram selecionadas do depósito de questões do COCTS, um banco que possui 100 questões criado e aperfeiçoado por diversos pesquisadores da área de CTS de todo o mundo, e trataram da relevância da ciência e tecnologia

no cotidiano, a importância de se estudar temas científicos na escola e o papel Ciência e Tecnologia (C&T) na solução de questões sociais (Alonso; Díaz; Mas, 2006).

O último instrumento referente à coleta de dados, o questionário IV, foi direcionado à docente responsável pela disciplina de Química Analítica na turma de estudantes analisada (Apêndice IV). Essa ferramenta objetivou expor suas percepções docentes acerca da aprendizagem desenvolvida pelos estudantes durante a proposta didática. Almejou-se, por exemplo, descobrir se houve alguma alteração comportamental dos educandos durante a atividade que não era costumeira nas aulas cotidianas. O questionário IV era formado por 04 questões objetivas de cunho voltado à caracterização profissional e 07 assertivas contendo alternativas organizadas em formato de uma escala Likert (concordo totalmente, concordo parcialmente, não estou decidido(a), discordo parcialmente, discordo totalmente) para sondar as concepções docentes e, após entregue, deveria ser preenchido em até duas horas.

### 6.5 Planejamento e Aplicação da Intervenção

A proposta de ensino deste trabalho possuiu a carga horária total de 14 horas, compreendendo sete momentos de pesquisa, apresentados no Quadro 1, subsequente.

**Quadro 1** – Descrição dos momentos da pesquisa

| <b>MOMENTO DE PESQUISA</b> | <b>CARGA HORÁRIA</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                         |
|----------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º                         | 01 hora              | Elucidação da pesquisa com o(a) professor(a) responsável, assinatura do TCLE e planejamento das atividades                               |
| 2º                         | 02 horas             | Aula de observação da turma, apresentação da proposta de pesquisa e entrega dos termos de assentimento e de autorização dos responsáveis |
| 3º                         | 01 hora              | Aplicação dos questionários I e III                                                                                                      |
| 4º                         | 04 horas             | Aula expositiva sobre definição de CTS e relações CTS no conteúdo de soluções químicas                                                   |
| 5º                         | 02 horas             | Aula de discussão entre Unidades Científicas de Pesquisa (UCP's)                                                                         |
| 6º                         | 02 horas             | Aula de apresentação de seminários                                                                                                       |
| 7º                         | 02 horas             | Aplicação dos questionários II e III com os discentes e o questionário IV com o docente                                                  |
| <b>TOTAL</b>               | <b>14 horas</b>      |                                                                                                                                          |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

O 1º momento foi referente à elucidação inicial da estruturação desta pesquisa, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do docente participante e o planejamento de datas para o desenvolvimento de toda a atividade com a professora

responsável pela disciplina de Química Analítica na turma participante do estudo, bem como local e horário apropriado. Esse momento inicial contabilizou uma (01) hora.

Enquanto, o 2º momento consistiu na ambientação do pesquisador no *lôcus* de pesquisa. Desse modo, o investigador esteve presente em uma aula de 02 horas para observação dos estudantes, bem como, ao término da aula, fez um esclarecimento sobre a pesquisa e convidou os estudantes a participarem do estudo. Mediante a concordância dos estudantes, entregou-se o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Anexo C) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do(a) responsável pelo(a) estudante para participação na pesquisa (Anexo D).

O 3º momento correspondeu a uma (01) hora de aula direcionada à aplicação dos questionários I e III, os dados obtidos desses instrumentos são fundamentais para compreender a relação que estudantes possuem com a disciplina de Química. Portanto, auxiliaram ao pesquisador a reforçar sua hipótese de pesquisa, em que uma proposta de ensino CTS, envolvendo as soluções químicas, viabilizaria aprendizados mais integrais, significativos e dialógicos entre os estudantes.

O 4º momento foi composto por uma aula expositiva ministrada pelo pesquisador acerca do movimento CTS e as relações CTS presentes no conteúdo de soluções químicas, trazendo conceitos interdisciplinares químicos, físicos, biológicos e matemáticos. Essa aula contabilizou o total de 04 horas e seguiu um plano de aula previamente estabelecido (Anexo E). No período seguinte, 5º momento, foi realizada uma aula para discussão de 02 horas, os educandos foram divididos em cinco Unidades Científicas de Pesquisa (UCP's), isto é, equipes investigativas de discentes, cada grupo elegeu um líder responsável por nortear os procedimentos solicitados pelo pesquisador entre os integrantes.

No debate, foram levantadas pelo pesquisador 10 problemáticas incorporando a abordagem CTS ao conteúdo de soluções químicas (Apêndice V), os educandos discutiram entre membros da UCP suas possíveis soluções e as expressaram para as demais UCP's. Essa discussão serviu como instrumento facilitador para assimilações acerca do conteúdo estudado e seus vínculos em temas de ciência-tecnologia-sociedade. Ao término do debate, o pesquisador solicitou que, de forma livre, as UCP's escolhessem temas de pesquisa englobando as soluções químicas e que, no contraturno escolar, os participantes elaborassem um projeto de pesquisa de acordo com um padrão fornecido pelo pesquisador (Apêndice VI). No 6º momento, os projetos foram apresentados pelas UCP's em seminários para que toda a turma argumentasse e expusesse seus apontamentos sobre ele, dentro do tempo de 02 horas de aula.

Por fim, o 7º momento, finalizou as atividades com os discentes através da aplicação dos questionários II e III. Aliás, salienta-se que o questionário III foi aplicado ao início e ao fim da intervenção de ensino, visto que, desse modo, se observaram as alterações de opiniões e atitudes dos estudantes pelo COCTS. Nessa fase, também foi utilizado o questionário IV, ferramenta direcionada à docente que acompanhou a intervenção do pesquisador e o desenvolvimento de aprendizagem pelos estudantes. Essa última etapa da atividade somou duas (02) horas de execução.

## 6.6 Procedimentos de análise

Este estudo, através da execução da atividade, verificou o processo de ensino em CTS e sua perspectiva interdisciplinar de temas científicos, tecnológicos e sociais acerca do assunto de soluções químicas. Portanto, utilizou-se dois diferentes métodos de análise dos dados nesta investigação. No primeiro método, os questionários I, II e IV foram examinados conforme a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016), compreendendo as etapas de: (1) pré-análise, (2) exploração do material e (3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação final.

A 1º etapa, de pré-análise, consistiu na organização inicial de todos os dados, de modo que o pesquisador fez uma “leitura flutuante<sup>13</sup>”, ordenou e selecionou os materiais coletados em categorias de estudo, isto é, destacou em seções de discussão, por exemplo, os dados de caracterização dos discentes e os obstáculos de aprendizagem proferidos pelos estudantes. Esse processo implicou em viabilidades interpretativas ao produto final do estudo, descrito nos resultados desta dissertação.

A 2º etapa, referente a exploração do material, lidou com a codificação, a decomposição e a enumeração do material analisado. Dessa forma, observou-se o uso de subjetividades em em algumas questões e a frequência de itens assinalados em questões objetivas, mediante as informações qualitativas obtidas. Em analogia às concepções de Bardin (2016, p. 131), a sondagem desse material “não é mais do que a aplicação sistemática das decisões tomadas”, ou seja, é meramente a condução da análise, sob as hipóteses de pesquisa.

Na fase final, a 3º etapa, os dados ordenados, selecionados e explorados foram permeados por um estágio de tratamento para a chegada dos resultados finais. Portanto, os resultados primitivos foram lapidados para dar lugar aos resultados significativos em percentagens amostrais ou demais expressões (Sousa; Santos, 2020). Com base nisso,

---

<sup>13</sup> Consoante Bardin (2016, p. 126), a leitura flutuante expressa-se “em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações. Esta fase é chamada de leitura ‘flutuante’ por analogia com a atitude do psicanalis.

desdobrou-se a inferência da mensagem de cada item interrogado nos questionários e a interpretação final dos mesmos.

O segundo método de análise foi adotado na avaliação dos dados obtidos através do questionário III, aplicado antes e depois das atividades em classe. Esse questionário foi composto pelo *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS), um instrumento de estudo que contém 100 questões envolvendo inúmeros temas detentoras de abordagem CTS desenvolvidas e aperfeiçoadas por diversos estudiosos (Mas, Alonso, 2001; Alonso, Mas, Díaz, 2005). Dado que o COCTS reúne uma extensa gama de questionamentos, fator que acarretaria, caso fossem aplicados todos eles, em um tempo de pesquisa desmedido para este estudo, o pesquisador selecionou cinco (05) indagações. Nessa seleção, o investigador fez uma leitura integral do COCTS e, embasado no propósito de sua pesquisa e nos materiais bibliográficos já explorados por ele, escolheu as perguntas que mais representaram encadeamentos com a temática a ser investigada, assim como que estavam parametrizadas nas definições de ciência e tecnologia e na sociologia externa da ciência

No COCTS, conforme suas etapas de aplicação e análise, as respostas informadas foram quantificadas em uma escala de nove (09) pontos, dividida em três seções de alternativas: Adequada (A), Plausível (P) e Ingênua (I).

- **Adequada (A):** consiste na exposição de uma opinião enquadrada no prisma de saberes alusivos à história, à filosofia e/ou à epistemologia da ciência (demarcada com as pontuações 7, 8 ou 9).
- **Plausível (P):** representa uma presunção que, embora não seja adequada, está parcialmente vinculada ao conhecimento científico no viés histórico, filosófico e/ou epistemológico (demarcada com as pontuações 4, 5 ou 6).
- **Ingênua (I):** simboliza uma ideia irrefletida acerca da história, filosofia e/ou epistemologia da ciência, isto é, expressa que o anunciante ainda revela uma opinião desconhedora (demarcada com as pontuações 1, 2 ou 3).

Desse modo, observa-se que o estudante respondente pôde expor suas concepções de acordo com o grau de sua compreensão científica. Esse processo foi mediado a partir da escolha de níveis de concordância determinadas assertivas (Baixo, Médio e Alto), como se observa na Figura 9, subsequente.

**Figura 9** – Exemplo de questão do COCTS. Na coluna sombreada da direita se indicada a categoria Adequada (A), Plausível (P) ou Ingênua (I) correspondente a cada opção

| 10211 Definir o que é a tecnologia pode ser difícil porque esta serve para muitas coisas. Mas a tecnologia, PRINCIPALMENTE, é:                               |                                                                                                                                                             |                                 |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|---|-------|---|---|------|---|---|-----|
| Para cada assertiva, marque o número da escala que melhor representa o grau de concordância entre a posição expressa na frase e sua opinião sobre o assunto. |                                                                                                                                                             |                                 |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | Grau de Concordância            |   |   |       |   |   |      |   |   | CAT |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | Baixo                           |   |   | Médio |   |   | Alto |   |   |     |
| A.                                                                                                                                                           | Muito parecida com a ciência.                                                                                                                               | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| B.                                                                                                                                                           | A aplicação da ciência.                                                                                                                                     | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | I   |
| C.                                                                                                                                                           | Novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário.                          | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| D.                                                                                                                                                           | Robôs, eletrônica, computadores, sistemas de comunicação, automatismos, máquinas.                                                                           | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| E.                                                                                                                                                           | Uma técnica para construir coisas ou uma forma de resolver problemas práticos.                                                                              | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| F.                                                                                                                                                           | Inventar, desenhar e ensaiar coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores e veículos espaciais).                                                 | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| G.                                                                                                                                                           | Ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; e para o progresso da sociedade. | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | A   |
| H.                                                                                                                                                           | Saber como fazer coisas (por exemplo, instrumentos, maquinaria, aparelhos).                                                                                 | 1                               | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | P   |
| Se alguma das frases anteriores se aplica as opções seguintes, escreva a letra de sua opção ao lado                                                          |                                                                                                                                                             |                                 |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
| 1. Não entendo.                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | Índice de Adequadas             |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
| 2. Eu não sei o suficiente sobre esse tema para escolher uma opção.                                                                                          |                                                                                                                                                             | Índice de Plausíveis            |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
| 3. Nenhuma dessas opções basicamente satisfaz minha opinião.                                                                                                 |                                                                                                                                                             | Índice de Ingênuas              |   |   |       |   |   |      |   |   |     |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | <b>Índice Global Atitudinal</b> |   |   |       |   |   |      |   |   |     |

**Fonte:** Adaptado de Alonso, Díaz e Mas (2006, p. 35, tradução nossa).

Apoiado na Figura 9, evidencia-se que os indivíduos respondentes ao COCTS têm a opção de assinalar um dos nove níveis de acordo com sua concordância nas assertivas, bem como têm outras três opções que possibilitam ao respondente afirmar se não entendeu a indagação, se não sabia o suficiente para responder e se nenhuma das opções se adequou as suas opiniões. Ademais, salienta-se que a categorias A, P e I sombreadas não ficam expostas para que o respondente saiba sua equivalência na assertiva. Portanto, essas foram de uso exclusivo do pesquisador e sua análise final dos resultados.

Neste estudo, as perguntas do COCTS selecionadas, as quais foram aplicadas antes e após as atividades didáticas, foram descritas em parâmetros atitudinais por meio do Modelo de Resposta Múltipla (MRM). Esse padrão informa a atitude, propriamente o grau de acordo, do respondente em relação as demais assertivas em uma escala de nove (09) pontos (Alonso; Díaz; Mas, 2006). Desse modo, o MRM maximizou as informações disponíveis ao pesquisador, trazendo em cada questão do COCTS um grau de precisão maior na medição avaliativa das

atitudes externalizadas do que traria, por exemplo, uma escala Likert de iguais pesos entre assertivas (Alonso; Mas, 1999). O esquema do MRM segue um determinado procedimento de análise (Figura 10).

**Figura 10** – Significados e procedimentos para o cálculo do MRM

| Categorías | Número de posiciones | Escala de valoración: significado de las puntuaciones |            |      |              |         |              |      |           |      | Cálculo de las puntuaciones directas  |            |         | Cálculo de los índices de actitud de categoría |                             |      |
|------------|----------------------|-------------------------------------------------------|------------|------|--------------|---------|--------------|------|-----------|------|---------------------------------------|------------|---------|------------------------------------------------|-----------------------------|------|
|            |                      | Escala directa                                        |            |      |              |         |              |      |           |      | Máximo                                | Fórmula    | Mínimo  | Máx.                                           | Índices                     | Min. |
|            |                      | Total                                                 | Casi total | Alto | Parcial alto | Parcial | Parcial bajo | Bajo | Casi nulo | Nulo |                                       |            |         |                                                |                             |      |
| Adecuadas  | $N_a$                | 4                                                     | 3          | 2    | 1            | 0       | -1           | -2   | -3        | -4   | $+4N_a$                               | $\sum a_j$ | $-4N_a$ | 1                                              | $I_a = \sum a_j / 4N_a$     | -1   |
| Plausibles | $N_p$                | -2                                                    | -1         | 0    | 1            | 2       | 1            | 0    | -1        | -2   | $+2N_p$                               | $\sum p_j$ | $-2N_p$ | 1                                              | $I_p = \sum p_j / 2N_p$     | -1   |
| Ingenuas   | $N_n$                | -4                                                    | -3         | -2   | -1           | 0       | 1            | 2    | 3         | 4    | $+4N_n$                               | $\sum n_j$ | $-4N_n$ | 1                                              | $I_n = \sum n_j / 4N_n$     | -1   |
| Total      | $N$                  |                                                       |            |      |              |         |              |      |           |      | Índice de actitud global de cada ítem |            |         | 1                                              | $I = (I_a + I_p + I_n) / 3$ | -1   |

Fonte: Mas e Alonso (2001, p. 20).

Notas:

aj: pontuação atitudinal direta para a frase "Adequada" j.

pj: pontuação atitudinal direta para a frase "Plausível" j.

nj: pontuação atitudinal direta para a frase "Ingênuo" j.

$N_a$ ,  $N_p$  e  $N_n$ : número de frases pertencentes a cada uma das categorias "Adequadas", "Plausível" ou "Ingênuas".

$\sum$ : soma das pontuações diretas de  $j = 1$  a  $j = N_a$  ( $j = N_p$  ou  $j = N_n$ ) para o conjunto de sentenças pertencentes a cada uma das categorias "Adequadas", "Plausível" ou "Ingênuas".

As etapas para o cálculo do índice de atitude pelo MRM iniciam com a observação da pontuação assinalada pelo candidato que responde ao questionário na escala de valoração, isto é, de sua concordância. Por exemplo, se um respondente no tópico A da questão presente na Figura 9 assinalar o valor seis (06) na escala de concordância, levando em consideração que esse item está na categoria "Plausível", o número informado corresponde a um (01) na escala direta. Esse valor equivale à sigla pj que será dividida pelo número de frases pertencentes a categoria "Plausível" ( $N_p$ ). O exemplo descrito se refere apenas a uma (01) frase, logo  $N_p$  será igual a um (01). Portanto, o índice de atitude plausível do candidato será de +0,500. Salienta-se que as medidas vão de +1 (máxima compreensão) a -1 (mínima compreensão).

### 6.7 Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)

Nos diversos ambientes escolares, a avaliação educacional vem sendo empregada de modo mais comum como uma ferramenta docente para identificar e quantificar os progressos de aprendizagem entre estudantes (Luckesi, 2013). Aliás, a avaliação educacional moderna, embora incorpore com aptidão esse dever, tem se destacado ainda mais como recurso de aferição analítica dos produtos educativos concebidos pelos educandos, tais como: materiais escritos, exposições orais, objetos pedagógicos, etc.

Todavia, a problemática que ainda permeia de forma mais evidente a avaliação da

educação se mantém centrada, sobretudo, na veracidade e eficácia dessa metodologia quanto às assimilações cognitivas desenvolvidas pelos educandos, na perspectiva da didática geral foi construído um aporte teórico demasiadamente extenso (Méndez, 1987; Walberg, Haertel, 1990) e na concepção de uma didática mais específica para as ciências naturais esse fenômeno também vem se estruturando na literatura (Sánchez, Gil, Torregrosa, 1992; Barreiro, Múzquiz, Cea, 1992).

Nessa interpretação, as atitudes desenvolvidas pelos estudantes durante sua aprendizagem particularmente das ciências foram adquirindo a necessidade de instrumentos avaliativos próprios, acessórios esses que significassem um sistema sensível de respostas que enquadrassem, por exemplo, testes de Química ou Física (Lederman, 1986). O propósito de traçar entendimentos acerca de atitudes científicas em CTS não deve ser uma análise singular sobre a ciência, pelo contrário, tais observações devem fixar seu objeto de estudo, debatê-lo e reconhecer a pluralidade de respostas, isto é, o desdobramento de visões científicas multidimensionais. Esse fator não é evidenciado integralmente pelos métodos tradicionais e positivistas de avaliação (Blanco; Niaz, 1997).

Dessa forma, foi desenvolvido o método de avaliação, para estudos sobre CTS, *Views on Science, Technology and Society – VOSTS*. Esse questionário é constituído de 114 itens de escolha múltipla que abordam uma gama de temáticas científicas, tecnológicas e sociais. O VOSTS é formado por questionamentos englobando: concepções sobre ciência e tecnologia, inter-relações CTS, externalização da ciência na sociedade, internalização da sociedade na ciência e a estrutura do conhecimento científico (Mas; Alonso; Díaz, 2001).

Apesar da existência e implementação do VOSTS, outros instrumentos para valoração de atitudes criadas acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade foram sendo desenvolvidos e aperfeiçoados para contextos mais específicos ou buscando aproximações argumentativas sobre reflexos atitudinais em graus superiores de análise obtidos pelos VOSTS. Entre eles, surgiu o *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad – COCTS*, qual adaptou suas perspectivas às realidades culturais hispânicas.

O COCTS foi constituído por um banco de 100 questionamentos que foram alocados em níveis de concordância entre 0 e 9 pontos. Inicialmente, o COCTS adotou o Modelo de Resposta Única (MRU), entretanto alguns especialistas sugeriram, após inúmeros estudos e testes, que os resultados seriam expressados de uma maneira mais adequada caso fossem representados em índices globais de atitude, bem como se respeitassem o Modelo de Resposta Múltipla (MRM). Portanto, o COCTS adotou o MRM e ao longo de sua existência passou por inúmeras otimizações (Mas, Alonso, 2001; Alonso, Mas, Díaz, 2005).

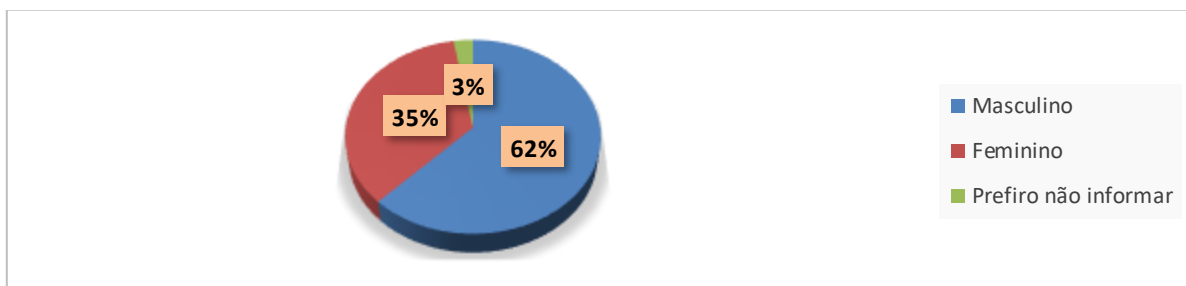
## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa, obtidos através dos questionários, estão dispostos em cinco (05) subseções. A primeira delas trata dos aspectos sociais dos estudantes que participaram desta investigação (7.1). A segunda aborda as noções prévias de aprendizagem na disciplina de Química desses discentes (7.2). A terceira, por sua vez, apresenta os resultados dos índices atitudinais dos educandos obtidos pelo COCTS nas etapas de pré-teste e de pós-teste (7.3). Na quarta, os desfechos de aprendizagem são discutidos (7.4). E, por fim, a quinta expõe as concepções da docente investigada (7.5).

### 7.1 Aspectos Sociais dos Discentes

Os dados sociais dos estudantes participantes deste estudo foram analisados, a fim de fundamentar e contextualizar socialmente os resultados de aprendizagem obtidos posteriormente. O gênero identificado pelos 37 sujeitos está apresentado no Gráfico 1, seguinte.

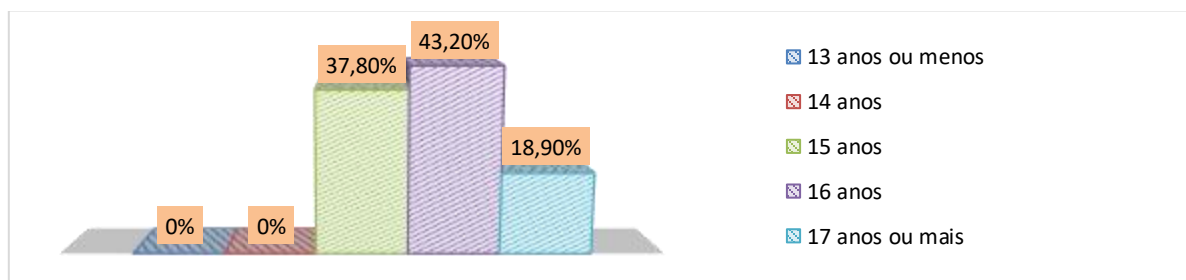
**Gráfico 1 – Gênero dos Estudantes**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Nota-se, a partir do Gráfico 1, que 62% dos participantes afirmou fazer parte do gênero masculino, 35% do feminino e 3% preferiu não informar seu gênero identificado durante o estudo. De fato, atentou-se que a pesquisa aconteceu com a predominância de participantes do gênero masculino (62%). Ademais, a idade desses indivíduos foi investigada (Gráfico 2).

**Gráfico 2 – Idade dos Estudantes**

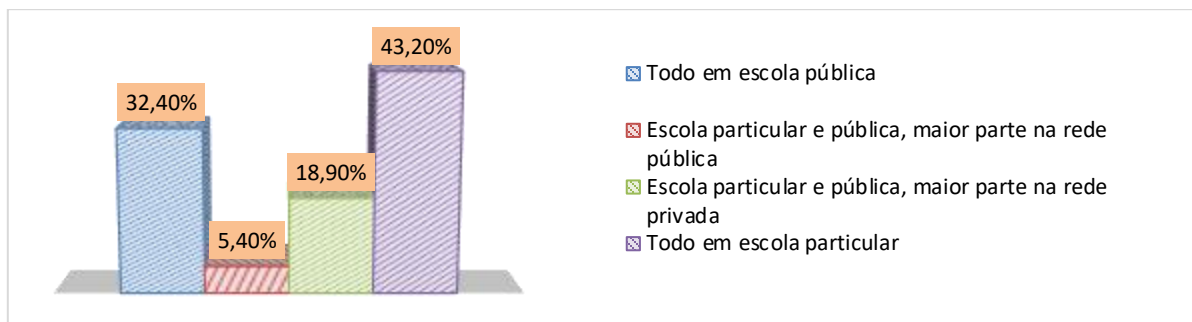


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Conforme o Gráfico 2, percebe-se que 37,80% dos educandos expressou estar com a

idade de 15 anos, 43,20% afirmou ter 16 anos e 18,90% declarou ter 17 anos ou mais. A maioria dos participantes da investigação estava na faixa etária de 16 anos. Além desses aspectos, foi analisado o tipo de rede escolar frequentada pelos indivíduos no Ensino Fundamental (Gráfico 3).

**Gráfico 3 – Rede escolar frequentada no Ensino Fundamental**

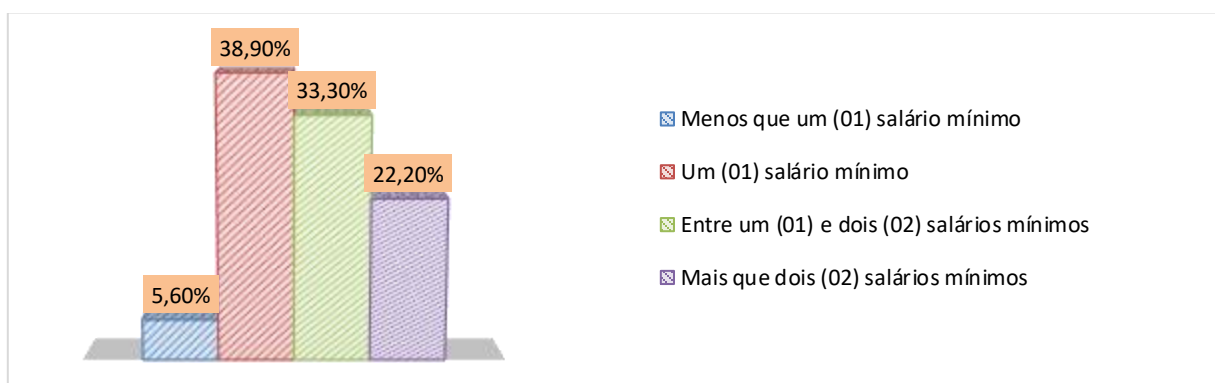


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Os estudantes, consoante o Gráfico 3, informaram que 32,40% deles cursou todo o Ensino Fundamental em escolas da rede pública; 5,40% disse que frequentou rede particular e pública, mas com a maior parte na rede pública; 18,90% expressou ter cursado em rede particular e pública, mas com a maior parte na rede privada; e, por fim, 43,20% dos estudantes, a maioria, declarou que cursou todo o Ensino Fundamental na rede privada.

A renda familiar por indivíduo foi examinada e seus resultados estão expostos no Gráfico 4, seguinte.

**Gráfico 4 – Renda familiar per capita**

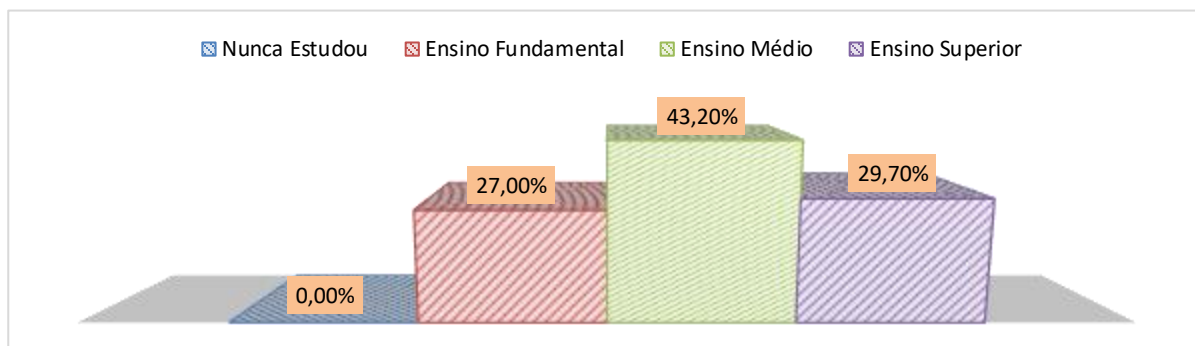


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Quanto à renda familiar per capita, os participantes expuseram que 5,60% deles vive com menos de um salário mínimo; 38,90% com um salário mínimo; 33,30% com renda entre um e dois salários mínimos e 22,20% com mais de dois salários mínimos. Portanto, observa-se uma concentração de discentes vivendo em famílias com renda de um salário mínimo por pessoa.

Os contextos educacionais interno do ambiente familiar também foram investigados. Dessa forma, perguntou-se o nível de escolaridade do pai ou de um adulto que eles pudessem considerar que tinham muita influência em suas vidas, almejando também incluir dados de outros modelos familiares constituídos por tios, avós, casais homoafetivos, entre outros (Gráfico 5).

**Gráfico 5 – Escolaridade do pai ou responsável 1**

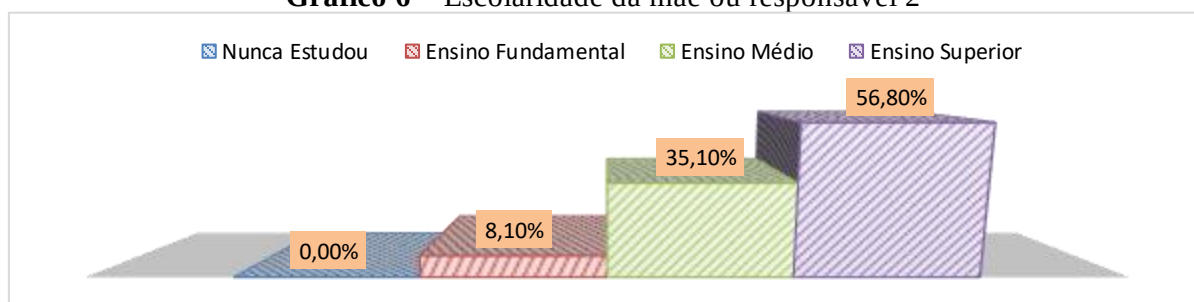


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

No Gráfico 5, verifica-se que 27% dos interrogados informou que esse responsável cursou até o Ensino Fundamental, 43,20% afirmou que ele completou até o Ensino Médio e uma parcela de 29,70% comunicou que ele detinha o Ensino Superior. De fato, vê-se, entre os interrogados, a prevalência da formação de até o Ensino Médio do pai ou responsável 1.

Assim como foi feito com o pai ou responsável 1, foi pedido aos participantes que expusessem a formação educacional de sua mãe ou elessem um segundo adulto de influência em sua vida, tais como: uma tia, um dos avós, um dos integrantes de casais homoafetivos, entre outros (Gráfico 6).

**Gráfico 6 – Escolaridade da mãe ou responsável 2**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

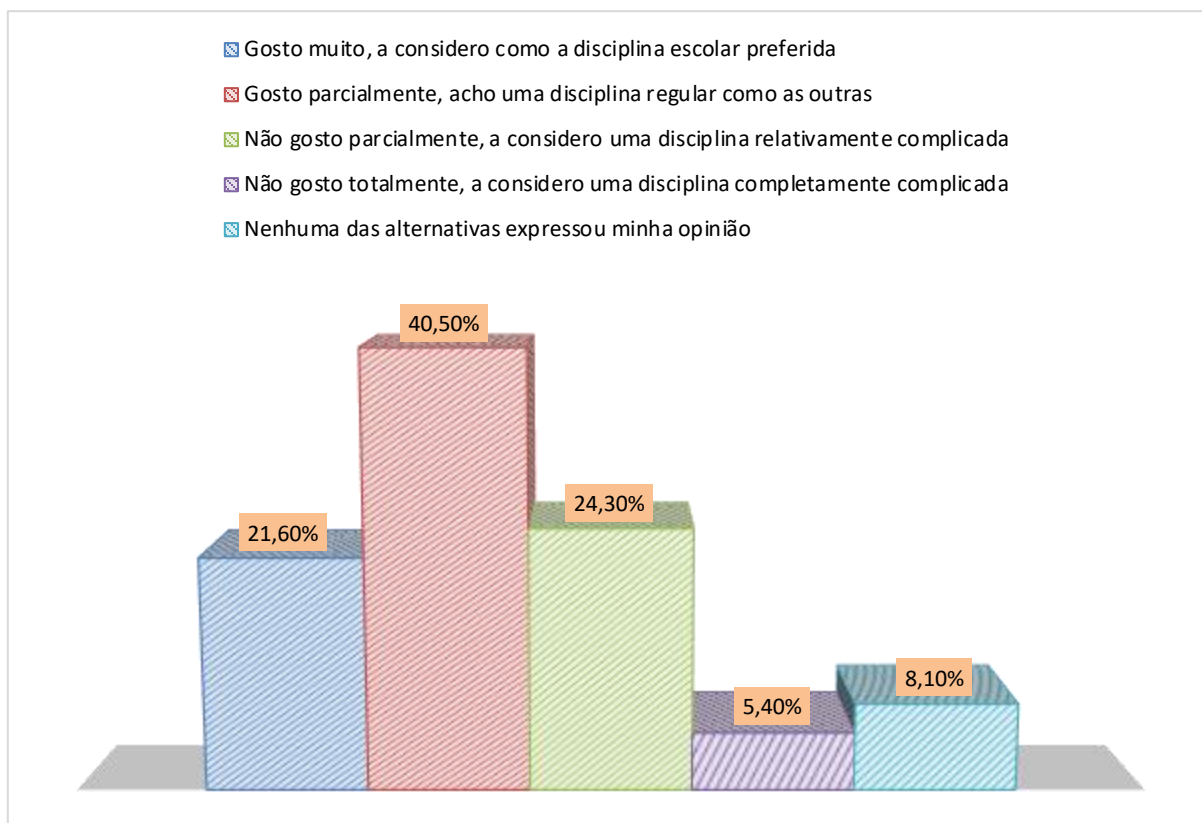
Os dados expostos no Gráfico 6 revelam que 8,10% das mães ou responsáveis 2 possuíam Ensino Fundamental; 35,10% declarou que essa figura responsável possuía apenas o Ensino Médio e 56,80% que detinha o Ensino Superior. Nota-se que, nesse segundo membro responsável, há uma maioria formada no grau de formação do Ensino Superior. Além dos aspectos sociais, o pesquisador investigou as noções prévias de aprendizagem na disciplina de

Química dos estudantes.

## 7.2 Noções Prévias de Aprendizagem na Disciplina de Química

A segunda parte do questionário I (Apêndice I) examinou as noções que os discentes já possuíam sobre a aprendizagem na disciplina de Química. Dessa forma, foi indagada o grau de simpatia que educandos detinham sobre a disciplina de Química (Gráfico 7).

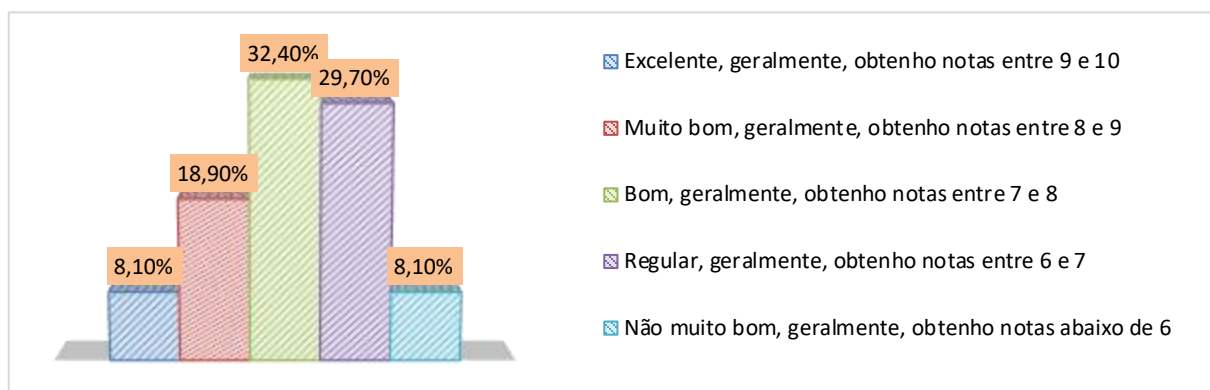
**Gráfico 7 – Sobre a disciplina de Química**



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Com base no Gráfico 7, uma parcela de 21,60% dos indagados afirmou gostar muito da disciplina de Química e a considerá-la como sendo sua preferida; 40,50% afirmou gostar parcialmente, considerando-a como uma disciplina regular como as outras; 24,30% expôs que não gostava dela parcialmente, pois se tratava de uma disciplina relativamente complicada; 5,40% informou que não gostava dela totalmente, a considerando uma disciplina completamente complicada; e, por último, 8,10% deles informou que nenhuma das alternativas expressou sua opinião.

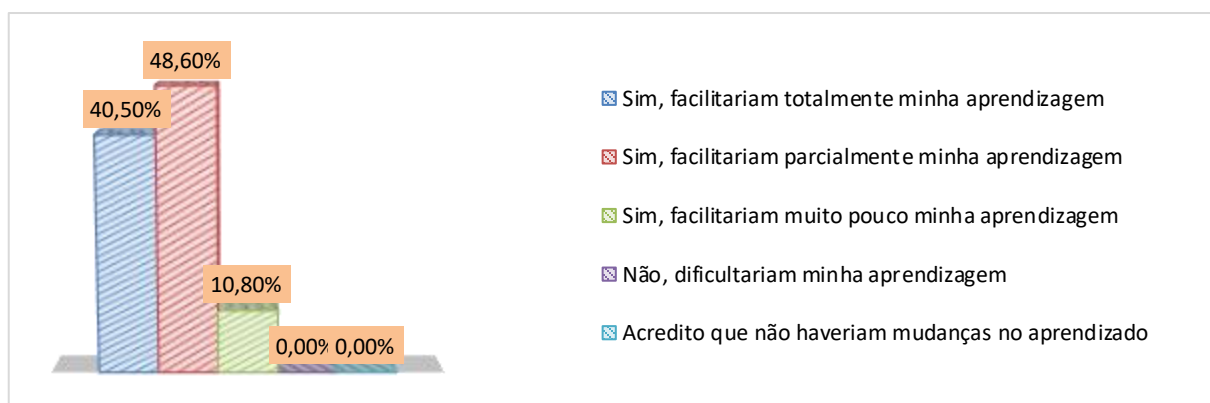
Além da afinidade que os educandos detinham quanto à disciplina de Química, investigou-se o seu desempenho nos exames propostos (Gráfico 8).

**Gráfico 8 – Desempenho nas provas de Química**

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

A partir dos dados do Gráfico 8, observa-se que 8,10% dos estudantes assinalou que tem um desempenho excelente nas provas de Química, obtendo notas entre 9 e 10; uma parcela de 18,9% denotou que obtinha um desempenho muito bom, geralmente, obtendo notas entre 8 e 9; 32,4% indicou bom rendimento, geralmente, obtendo notas entre 7 e 8; 29,70% sinalizou como regular, com notas entre 6 e 7; e, por fim, outra parcela de 8,10% informou que não tinha um desempenho muito bom, geralmente, obtendo notas abaixo de 6.

A receptividade dos discentes com a execução de atividades distintas do modelo expositivo dialogado que era amplamente utilizado foi investigada, tais como: jogos, tecnologias educacionais e debates (Gráfico 9).

**Gráfico 9 – Você acha que atividades (jogos/tecnologias educacionais/debates) relacionando os conteúdos das disciplinas escolares podem ajudar em sua aprendizagem?**

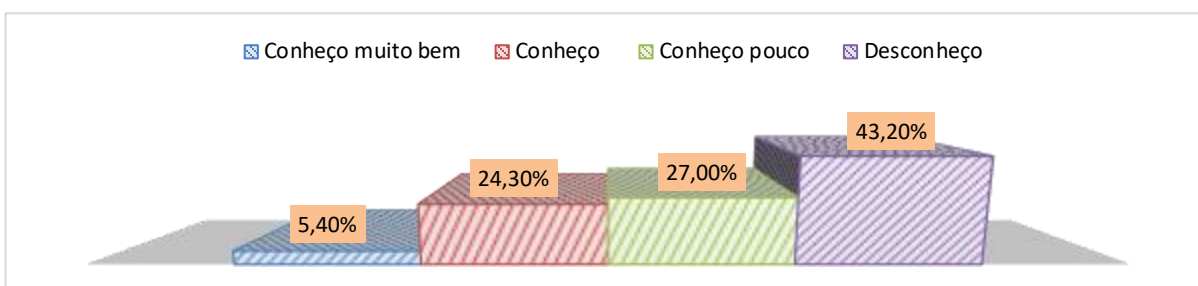
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Em relação ao uso de outras atividades pedagógicas e suas relações com o aprendizado, consoante o Gráfico 9, 40,50% concordou que elas facilitam totalmente o seu aprendizado; 48,9% comunicou que elas facilitam parcialmente sua aprendizagem; 10,80% acreditou que tais atividades facilitam muito pouco a aprendizagem; as demais alternativas não foram assinaladas por nenhum dos respondentes. Desse modo, concluiu-se que a maior parte da turma, antes da

realização desta pesquisa, já acreditava que atividades distintas do paradigma didático empregado até então estimulavam de alguma forma o seu aprendizado.

Com o intuito de desvendar se os sujeitos sabiam o que era a interdisciplinaridade, o pesquisador fez tal inquirição (Gráfico 10).

**Gráfico 10 – Sobre interdisciplinaridade**

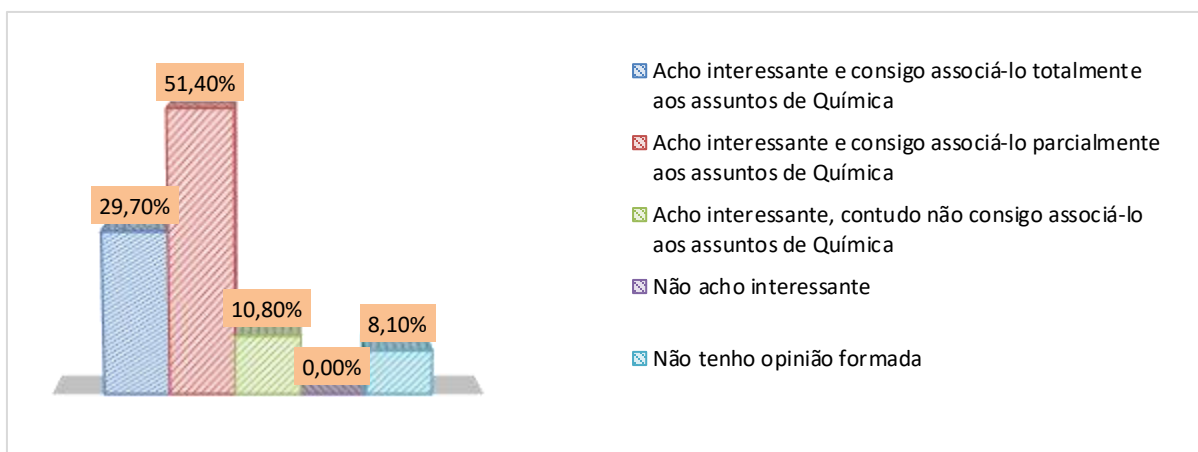


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Dentre os participantes, de acordo com o Gráfico 10, um fragmento de 5,40% anunciou que conhecia muito bem a interdisciplinaridade; 24,30% que conhecia; 27% disse que conhecia pouco; e, a maior parcela, 43,20% afirmou que a desconhecia. Um aspecto intrigante ao pesquisador foi o fato de que talvez existisse a possibilidade de que os estudantes não conhecessem o termo interdisciplinaridade, mas que seu uso metodológico poderia ter sido aplicado anteriormente pelos professores das suas diferentes disciplinas sem que os discentes soubessem, visto que, segundo Thiesen (2008), o contexto escolar é envolvido por relações de sentido entre docentes, discentes e objetos de estudo.

Além das abordagens interdisciplinares, elaborou-se uma pergunta tratando, de forma direta, da experimentação no Ensino de Química (Gráfico 11).

**Gráfico 11 – Ao realizar ou ao ver a realização de algum experimento químico na sala de aula ou na internet, qual a sua percepção?**



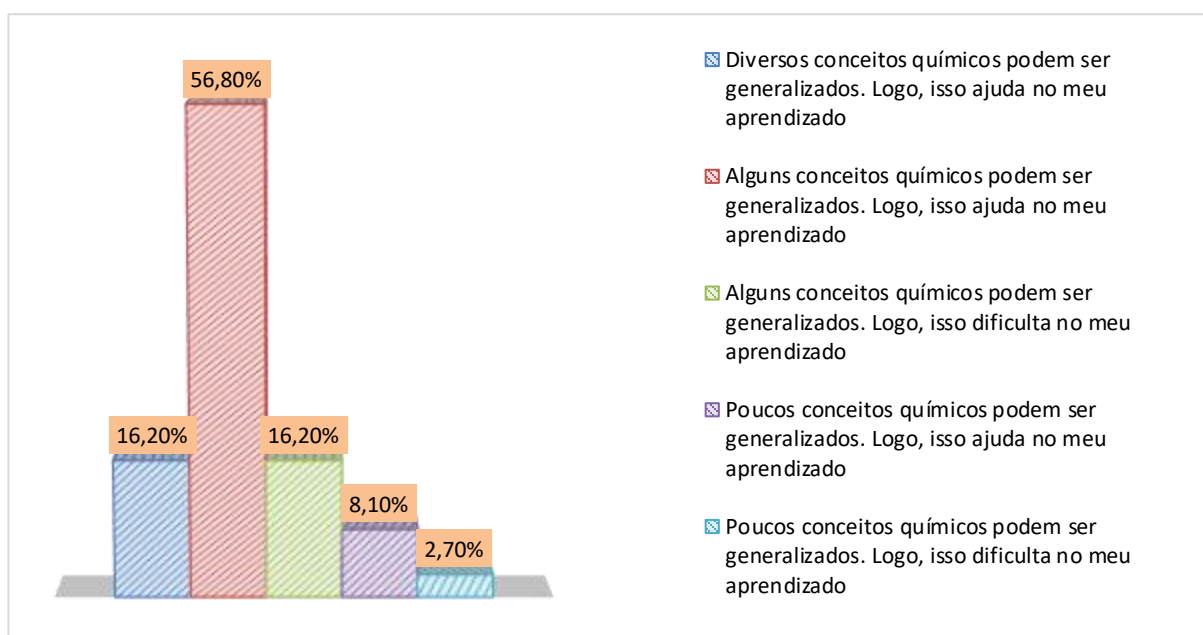
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

No Gráfico 11, 29,70% expressou que achava interessante o uso de experimentos e

conseguia associá-los totalmente aos assuntos de Química; 51,40% também achava adequado o uso de experimentos, mas conseguiam associá-los parcialmente aos assuntos químicos; 10,80% afirmou que achava seu uso interessante, mas não conseguia associá-lo aos assuntos químicos; e 8,10% não possuía uma opinião formada sobre o assunto. Apesar de 51,40% dos estudantes afirmar desfrutar de uma associação parcial dos conteúdos, a experimentação já foi evidenciada como um relevante aliado para o desenvolvimento dos aprendizados químicos durante a Educação Básica (Pereira; Sampaio, 2022).

Tendo observado os aspectos sociais e as percepções dos estudantes acerca da disciplina de Química, investigou-se, a partir das perspectivas de Bachelard (1996), algumas características do ensino e aprendizagem de Química. A primeira delas trata das generalizações (Gráfico 12).

**Gráfico 12** – Acerca de um conhecimento geral da Química, assinale a alternativa mais próxima de sua opinião



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

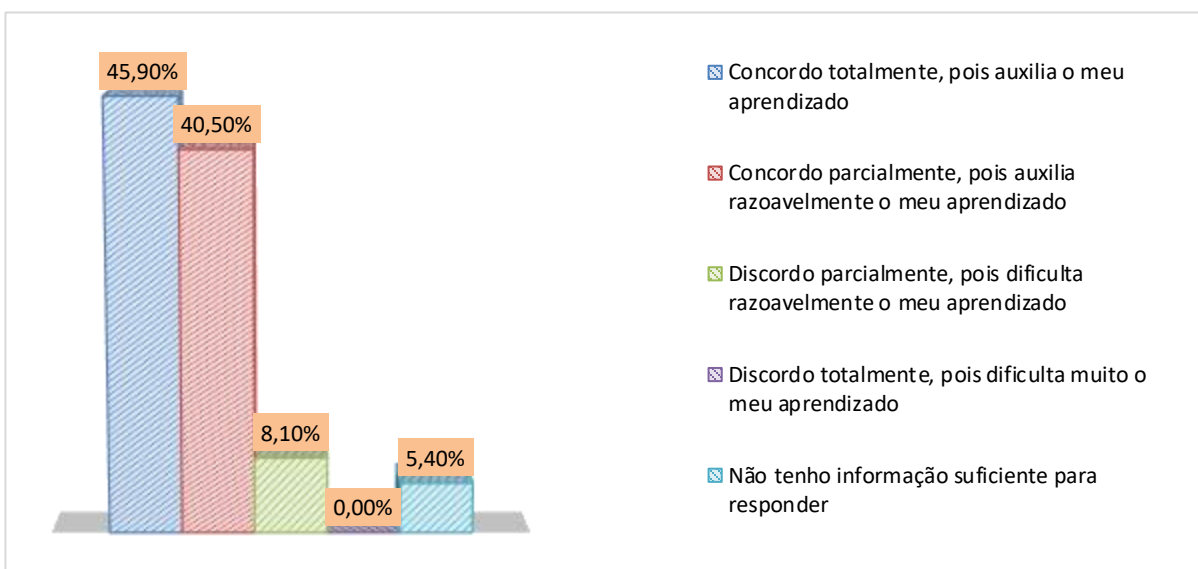
Segundo o Gráfico 12, uma parte equivalente a 16,20% afirmou que diversos conceitos químicos podem ser generalizados e isso ajuda em seu aprendizado; 56,80% reiterou que somente alguns desses conceitos podem ser generalizados e isso ajuda no aprendizado; 16,20% disse que alguns conceitos podem ser generalizados, mas isso dificulta seu aprendizado; 8,10% declarou que poucos conceitos químicos são passíveis de generalização e esse fato faz com seu aprendizado seja facilitado; e, por último, 2,70% informou que poucos desses conceitos podem ser generalizados e isso dificulta o aprendizado.

As noções de generalização, consoante Bachelard (1996), devem ser vistas com muita

cautela, pois a formação científica precisa consolidar pilares de natureza específica em seus conceitos, isto é, o que se adequa a um conceito X poderá não se adequar a um conceito Y. O desenvolvimento de concepções generalizadas de forma exacerbada provoca aprendizdos pré-científicos. Em conformidade com 56,80% do público respondente, alguns conceitos químicos podem ser generalizados e isso ajuda no aprendizado. Entretanto, tal generalização precisa ser disposta adequadamente no processo de aprendizagem, a fim de não provocar prejuízos à formação científica dos educandos.

Outro desafio epistemológico de Bachelard se refere ao emprego de metáforas ou analogias dos conteúdos abordados durante a formação dos estudantes. Logo, examinou-se a percepção dos discentes quanto a tal uso no Ensino de Química (Gráfico 13).

**Gráfico 13** – Sobre o uso de metáforas ou analogias pelo professor durante o Ensino de Química

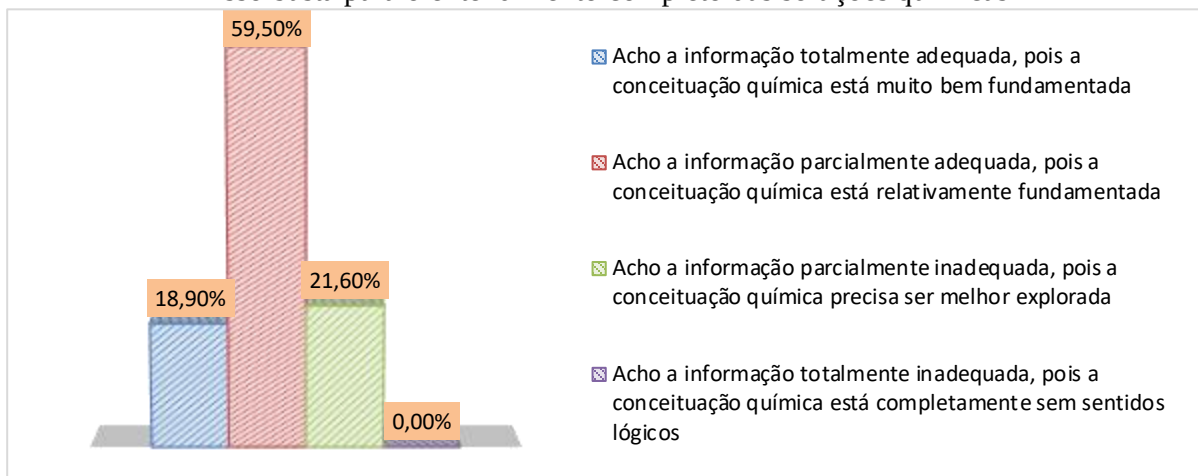


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se, a partir do Gráfico 13, que 45,90% dos estudantes concordavam totalmente com seu uso, bem como que afirmavam que isso auxiliava seu aprendizado; 40,50% concordava parcialmente, pois sua aplicação auxiliava parcialmente seu aprendizado; 8,10% discordava parcialmente, afirmando que isso dificultava razoavelmente seu aprendizado; e, a última parcela, 5,40% expôs que ainda não tinha informações suficientes para responder esse questionamento. Os direcionamentos de Bachelard (1996), acerca da associação de questões concretas aos objetos abstratos, afirmam que abordagens em metáforas ou analogias só devem ser utilizadas após a consolidação da teoria científica.

O pesquisador, com intuito de desvendar algum conhecimento prévio sobre as soluções químicas, perguntou aos estudantes se eles concordavam com uma frase definindo tal conceito (Gráfico 14).

**Gráfico 14** – Assinale a alternativa que mais se aproxima de sua opinião com relação a frase “soluções químicas são misturas homogêneas formadas por duas ou mais substâncias” e se acredita que somente isso basta para o entendimento completo das soluções químicas

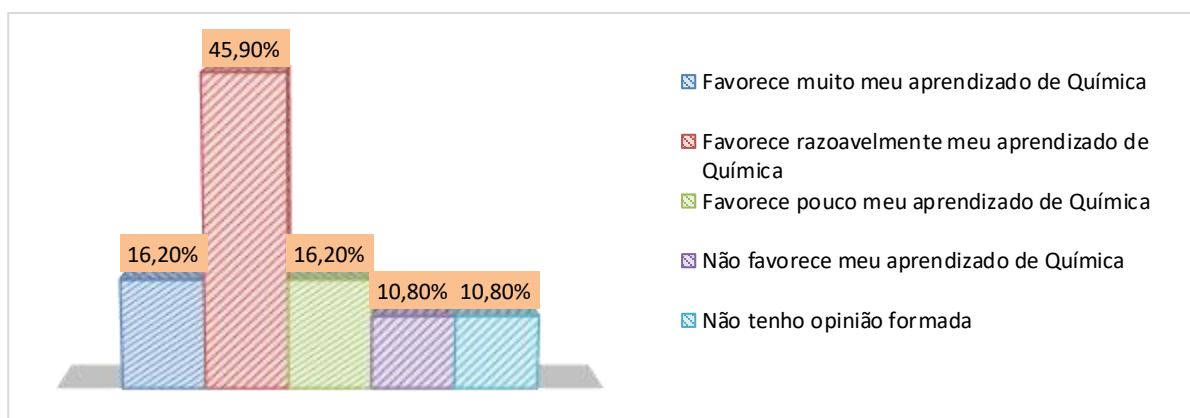


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Percebe-se, de acordo com o Gráfico 14, que 18,90% afirmou eu a informação indagada estava totalmente adequada e bem fundamentada; 59,40% acreditou que a informação estava parcialmente adequada e sua conceituação estava relativamente fundamentada; e uma outra parte composta por 21,60% declarou que essa informação está parcialmente inadequada, pois a conceituação química poderia ser melhor explorada. Essa afirmação, embora correta, carece de explicações mais robustas, aspecto que corrobora com sua adequação parcial informada por 59,40% dos discentes.

A questão do animismo, isto é, da atribuição de características humanas aos conceitos das ciências, consoante Bachelard (1996), também é um dos obstáculos à formação científica dos estudantes. Desse modo, questionou-se os estudantes sobre tal aplicação relacionada aos conceitos químicos (Gráfico 15).

**Gráfico 15** – Qual sua opinião acerca de atribuir características humanas aos conceitos químicos durante o aprendizado?



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o Gráfico 15, 16,20% dos discentes disse que essa atribuição de

características humanas aos conceitos químicos favorecia muito seu aprendizado; 45,90% expressou que essa atitude favorece razoavelmente seu aprendizado; 16,20% declarou que favorece um pouco seu aprendizado; 10,80% que não favorece a aprendizagem; e, por fim, 10,80% não tinha uma opinião formada sobre esse uso. Após essa avaliação qualitativa, fez-se a análise do COCTS.

### 7.3 Avaliação dos Índices Atitudinais Através do COCTS

No COCTS, as respostas são quantificadas em uma escala dividida em três seções: Adequada (A), Plausível (P) e Ingênua (I). As alternativas adequadas consistem em uma opinião composta por saberes pertinentes à história, à filosofia e à epistemologia da ciência. Os itens plausíveis representam uma presunção que, embora não seja adequada, está parcialmente vinculada ao conhecimento científico no viés histórico, filosófico e/ou epistemológico. As unidades ingênuas, por sua vez, simbolizam uma ideia ainda irrefletida acerca da ciência, uma opinião desconhecadora.

As indagações presentes no COCTS abrangem subseções de conteúdo, tema e subtema. O Quadro 2, seguinte, expõe as especificações das questões selecionadas.

**Quadro 2** – Parâmetros incorporados nas questões selecionadas do COCTS

| QUESTÃO <sup>14</sup> |       | CONTEÚDO                           | TEMA                                               | SUBTEMA                           |
|-----------------------|-------|------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                     | 10111 | Definições de Ciência e Tecnologia | Ciência e Tecnologia                               | Ciência                           |
| 2                     | 10311 |                                    |                                                    | Inovação & Desenvolvimento        |
| 3                     | 20511 | Sociologia Externa da Ciência      | Influência da Sociedade sobre a Ciência/Tecnologia | Instituições Educativas           |
| 4                     | 40411 |                                    | Influência da Ciência/Tecnologia sobre a Sociedade | Resolução de Problemas            |
| 5                     | 40421 |                                    | Influência da Ciência Escolar sobre a Sociedade    | Caracterização escolar da ciência |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se, a partir do Quadro 2, que as questões 1 e 2 compreendem as definições de ciência e tecnologia, carregando questionamentos que incorporam inovação e desenvolvimento dessas áreas. As questões 3, 4 e 5, em contrapartida, integram tópicos que englobam a sociologia externa da ciência, abordando as influências CTS nas instituições educativas, na resolução de problemas sociais e na caracterização escolar da ciência. Ademais, salienta-se que o questionário foi aplicado com o número de 37 estudantes, contudo em determinados itens

<sup>14</sup> As questões estão enumeradas conforme constam na pesquisa e no COCTS original.

alguns dos sujeitos assinalaram as alternativas “Não entendo (E)”, “Não sei (S)” e “Não contemplou (C)”, aspecto que não foi contabilizado para a média de concordância.

Desse modo, os resultados obtidos na 1ª questão do COCTS durante o pré-teste e o pós-teste estão expostos no Quadro 3, subsequente.

**Quadro 3** – Produtos da 1ª Questão extraída do COCTS

| 1ª Questão | Classificação | Nº de respondentes |           | Média do I <sub>A</sub> |           | Análise |
|------------|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------|
|            |               | Pré-teste          | Pós-teste | Pré-teste               | Pós-teste |         |
| A          | P             | 36                 | 36        | -0,008                  | -0,063    | ↓       |
| B          | A             | 37                 | 36        | 0,317                   | 0,322     | ↑       |
| C          | P             | 37                 | 36        | -0,040                  | -0,058    | ↓       |
| D          | P             | 37                 | 37        | -0,013                  | -0,075    | ↓       |
| E          | I             | 35                 | 35        | -0,089                  | -0,182    | ↓       |
| F          | P             | 37                 | 37        | -0,081                  | -0,081    | –       |
| G          | P             | 36                 | 36        | 0,011                   | -0,011    | ↓       |
| H          | A             | 33                 | 37        | 0,185                   | 0,216     | ↑       |
| I          | I             | 32                 | 36        | 0,157                   | 0,046     | ↓       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**Legenda:** A (Adequada), P (Plausível) e I (Ingênua).

**Análise:** (–) diferença inalterável de médias, (↓) redução de média e (↑) aumento de média.

De acordo com o Quadro 3, observa-se que a questão está dividida na classificação dos itens, no número de estudantes que responderam ao item, nas médias dos Índices atitudinais (I<sub>A</sub>) de pré-teste e pós-teste, bem como na análise indicando alteração de aumento, diminuição ou estabilidade quanto às médias. Na 1ª questão, todos os itens plausíveis (A, C, D, F e G) apresentaram redução de compreensão por parte dos sujeitos, excetuando-se o item F que não sofreu alteração. As duas alternativas adequadas (B e H) apresentaram elevação de entendimentos, contudo o item B apresentou uma elevação demasiadamente discreta. Enquanto, os itens ingênuos (E e I) diminuiram suas médias do I<sub>A</sub>.

A questão apresentada no Quadro 3 tratou das definições de ciência e suas relações tanto para a inovação quanto para o desenvolvimento da sociedade. Com isso, evidenciou-se que as aprendizagens concebidas pelos educandos, após as intervenções desta pesquisa, embora fossem premissas de uma assimilação dos saberes específicos das soluções químicas, cooperaram para que suas concepções adequadas fossem elevadas, enquanto as ingênuas e as plausíveis sofressem redução.

O Quadro 4 apresenta os produtos, ou seja os resultados, oriundos da 2ª questão extraída

do COCTS, seguinte.

**Quadro 4** – Produtos da 2ª Questão extraída do COCTS

| 2º Questão | Classificação | Nº de respondentes |           | Média do I <sub>A</sub> |           | Análise |
|------------|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------|
|            |               | Pré-teste          | Pós-teste | Pré-teste               | Pós-teste |         |
| A          | I             | 34                 | 36        | -0,168                  | -0,182    | ↓       |
| B          | I             | 35                 | 34        | -0,154                  | -0,183    | ↓       |
| C          | I             | 36                 | 36        | -0,180                  | -0,194    | ↓       |
| D          | P             | 34                 | 35        | -0,047                  | -0,078    | ↓       |
| E          | P             | 36                 | 37        | -0,003                  | -0,050    | ↓       |
| F          | A             | 35                 | 35        | 0,621                   | 0,635     | ↑       |
| G          | P             | 33                 | 35        | 0,011                   | -0,082    | ↓       |
| H          | P             | 36                 | 36        | -0,059                  | -0,072    | ↓       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**Legenda:** A (Adequada), P (Plausível) e I (Ingênua).

**Análise:** (–) diferença inalterável de médias, (↓) redução de média e (↑) aumento de média.

Os resultados da 2ª pergunta, contidos no Quadro 4, expõem as concepções dos discentes acerca de alguns tópicos envolvendo a Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) da indústria no país. Com isso, as alternativas ingênuas (A, B e C) apresentaram redução expressiva nas médias dos I<sub>a</sub>, revelando que as ideias irrefletidas sobre esses assuntos foram relativamente desestruturadas (-0,182, -0,183 e -0,194). Em outra ótica, a alternativa adequada (F) apresentou crescimento, simbolizando perspectivas P&D mais consolidadas. Enquanto, os itens plausíveis (D, E, G e H) foram reduzidos.

A compreensão dessas concepções expõe as definições que os estudantes sustentavam antes e após a pesquisa, manifestando a significância da P&D para as novas descobertas, a melhoria da qualidade de vida e os impactos dessas áreas no desencadeamento de problemas sociais. É notório que, no pós-teste, as impressões P&D mais pertinentes dos educandos foram ampliadas, ao passo que as mais inapropriadas decresceram. A criticidade desenvolvida pelos sujeitos pesquisados quanto às questões P&D, certamente, é um elemento notável obtido nesta pesquisa, observa-se que eles integraram em sua aprendizagem as perspectivas científicas e tecnológicas com o viés social.

A 3ª questão extraída do COCTS tratou da essencialidade dos conhecimentos científicos na escola, particularmente para a formação de futuros cientistas, engenheiros e técnicos. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 5, seguinte.

**Quadro 5** – Produtos da 3ª Questão extraída do COCTS

| 3ª Questão | Classificação | Nº de respondentes |           | Média do I <sub>A</sub> |                         | Análise |
|------------|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|---------|
|            |               | Pré-teste          | Pós-teste | Pré-teste               | Pós-teste               |         |
| A          | P             | 36                 | 36        | 0,018                   | -2,7 x 10 <sup>-5</sup> | ↓       |
| B          | P             | 36                 | 36        | -0,069                  | -0,143                  | ↓       |
| C          | A             | 36                 | 37        | 0,479                   | 0,689                   | ↑       |
| D          | P             | 33                 | 35        | -0,085                  | -0,055                  | ↑       |
| E          | I             | 33                 | 36        | 0,013                   | 0,027                   | ↑       |
| F          | I             | 33                 | 36        | -0,018                  | -0,005                  | ↑       |
| G          | I             | 33                 | 36        | 0,066                   | 0,062                   | ↓       |
| H          | I             | 32                 | 35        | -0,019                  | 0,005                   | ↑       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**Legenda:** A (Adequada), P (Plausível) e I (Ingênua).

**Análise:** (-) diferença inalterável de médias, (↓) redução de média e (↑) aumento de média.

A partir dos dados do Quadro 5, evidencia-se que as alternativas plausíveis A e B apresentaram redução de compreensão. Contudo, a alternativa D, também plausível, demonstrou um crescimento, esse fato expõe que, após a pesquisa, os discentes afirmaram em níveis de concordância maiores do que no pré-teste que não era preciso estudar mais ciências na escola, pois as demais disciplinas eram iguais ou mais importante para o desenvolvimento do país. A única alternativa adequada desta questão (item C) retratou incrementação em sua média do I<sub>A</sub>, expondo que as ideias foram concretizadas.

As alternativas E, F e H, classificadas como ingênuas, manifestaram crescimento, o que não era esperado pela pesquisa, uma vez que esses itens evidenciam ideias científicas e tecnológicas irrefletidas. Entretanto, o item G, também ingênuo, apresentou diminuição, essa alternativa afirmava que nem todos os alunos conseguem aprender os conhecimentos oriundos das ciências e que isso não é um aspecto necessário para todos os indivíduos da sociedade. Portanto, uma ideia ingênua que propaga a inacessibilidade dos saberes científicos.

A 4ª questão do COCTS aplicada nesta pesquisa tratou dos papéis da ciência e da tecnologia para a resolução dos problemas sociais como pobreza, crime, desemprego, superpopulação, poluição ou ameaça de guerra nuclear. Os produtos provenientes dessa questão estão expressos no Quadro 6.

**Quadro 6** – Produtos da 4ª Questão extraída do COCTS

| 4ª Questão | Classificação | Nº de respondentes |           | Média do I <sub>A</sub> |           | Análise |
|------------|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------|
|            |               | Pré-teste          | Pós-teste | Pré-teste               | Pós-teste |         |
| A          | P             | 37                 | 36        | -0,076                  | -0,120    | ↓       |
| B          | A             | 37                 | 36        | 0,168                   | 0,239     | ↑       |
| C          | A             | 37                 | 34        | 0,256                   | 0,268     | ↑       |
| D          | P             | 37                 | 37        | -0,108                  | -0,108    | –       |
| E          | I             | 35                 | 36        | 0,028                   | -0,083    | ↓       |
| F          | I             | 36                 | 34        | 0,039                   | -0,018    | ↓       |
| G          | P             | 37                 | 37        | -0,062                  | -0,058    | ↑       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**Legenda:** A (Adequada), P (Plausível) e I (Ingênua).

**Análise:** (–) diferença inalterável de médias, (↓) redução de média e (↑) aumento de média.

Os resultados da 4ª questão, segundo o Quadro 6, expõem que as alternativas adequadas (B e C) elevaram suas médias do I<sub>A</sub> no pós-teste, indicando que tais compreensões avançaram entre os estudantes. Por outro lado, os itens ingênuos (E e F) decaíram, apontando que a ciência e tecnologia estão diretamente envolvidas na resolução dos problemas sociais. Quanto aos itens plausíveis, o item A explicitou redução da média, o D não sofreu alteração entre o pré-teste e o pós-teste, enquanto o G cresceu sua média no pós-teste.

Apesar da dubiedade provocada pelas alternativas plausíveis, repara-se que os itens adequados subiram a média e os ingênuos decresceram, revelando que os discentes obtiveram um maior grau de concordância, após as intervenções, quanto à afirmação de que as áreas da ciência e da tecnologia são fundamentais para a solução dos problemas de uma sociedade, assim como para a descoberta de novos conhecimentos e seu aperfeiçoamento.

Salienta-se que o movimento CTS propõe um rompimento de paradigmáticas tecnocráticos, em que a solução de problemas sociais está simples e puramente em uma otimização técnica de situações. Por exemplo, uma solução tecnocrática para a violência e a insegurança está na elevação de muros residenciais, cercas elétricas e circuitos de videomonitoramento, quando na verdade esse entrave possui diversas nuances, sobretudo políticas (Auler; Delizoicov, 2015).

A 5ª questão extraída do COCTS abordou os modos com que os conhecimentos oriundos da ciência e da tecnologia ajudam a resolver problemas práticos da vida diária, tais como: retirar o carro de uma zona de gelo, cozinhar ou cuidar de um animal de estimação. Com isso, as respostas obtidas através dela constam no Quadro 7.

**Quadro 7** – Produtos da 5ª Questão extraída do COCTS

| 1ª Questão | Classificação | Nº de respondentes |           | Média do I <sub>A</sub> |           | Análise |
|------------|---------------|--------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------|
|            |               | Pré-teste          | Pós-teste | Pré-teste               | Pós-teste |         |
| A          | I             | 35                 | 34        | -0,350                  | -0,610    | ↓       |
| B          | P             | 37                 | 36        | 0,006                   | -0,024    | ↓       |
| C          | A             | 37                 | 35        | 0,280                   | 0,332     | ↑       |
| D          | P             | 37                 | 34        | -0,081                  | -0,029    | ↑       |
| E          | P             | 37                 | 35        | 0                       | -0,017    | ↓       |
| F          | P             | 33                 | 35        | -0,026                  | -0,028    | ↓       |
| G          | A             | 35                 | 35        | 0,014                   | 0         | ↓       |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**Legenda:** A (Adequada), P (Plausível) e I (Ingênua).

**Análise:** (–) diferença inalterável de médias, (↓) redução de média e (↑) aumento de média.

De acordo com o Quadro 7, a média da única alternativa ingênua (A) indicou redução no pós-teste, elemento favorável ao desenvolvimento de ideias críticas acerca da ciência e tecnologia na sociedade. As alternativas plausíveis B, E e F também apresentaram redução, enquanto a alternativa plausível D revelou um aumento dos índices atitudinais. O item D tratou do pensamento sistemático das aulas de ciências para entender os fenômenos da natureza, revelando que houve uma concordância maior dos educandos quanto a necessidade desses saberes.

Ainda sobre o Quadro 7, nota-se que a alternativa adequada C demonstrou incrementos em sua média do I<sub>a</sub> no pós-teste. Contudo, o item G, também classificado como sendo adequado, apresentou uma piora de seus indicadores atitudinais. Esse item trouxe o questionamento sobre a resolução de problemas cotidianos com experiências passadas ou por conhecimentos não relacionados a ciência e tecnologia (C&T). Isso significa que a concordância dos estudantes quanto ao uso de experiências passadas e saberes externos a esfera C&T sofreu diminuição no pós-teste.

Em síntese, constata-se ao término desta análise que a maior parte dos itens adequados em todas as questões, fora raras exceções, explicitou um acréscimo de concordância. Esse cenário indica que, após as intervenções, as concepções mais fidedignas ao pensamento científico e tecnológico foram ampliadas. Por outro lado, a maioria dos itens ingênuos apresentou uma concordância menor no pós-teste, o que simboliza a diminuição de ideias inconvenientes sobre a C&T. E, por fim, o maior número de alternativas plausíveis apresentou redução, itens que estão entre ideias adequadas e inadequadas da C&T.

## 7.4 Desfechos de Aprendizagem

Após as aulas sobre soluções químicas ministradas na turma investigada, fez-se a discussão entre as Unidades Científicas de Pesquisa (UCP's) sobre os temas relacionados, a fim de trazer dúvidas, apontamentos e questionamentos dos estudantes a respeito da temática investigada. Essas ações iniciais de pesquisa foram fundamentais para que os discentes obtivessem subsídios para a criação e apresentação de projetos de investigação.

Esses rascunhos de pesquisa produzidos, após as intervenções, foram apresentados através de seminários durante o horário de aula. Conforme a Figura 11, subsequente.

**Figura 11** – Apresentação dos seminários



**Fonte:** Elaborada pelo autor (2023).

Os educandos formaram UCP's compostas por 3 ou 4 integrantes. A escolha da temática dos projetos foi livre. Sendo assim, diversas temáticas surgiram envolvendo as soluções químicas através da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (Quadro 8)

**Quadro 8** – Temas dos seminários apresentados

| <b>EQUIPE</b> | <b>TEMA</b>                                                                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | <i>A importância de se conhecer a concentração de soluções químicas para situações do cotidiano</i>                  |
| 2             | <i>A utilização das soluções químicas no tratamento da água</i>                                                      |
| 3             | <i>A importância do conhecimento apurado de soluções químicas em empresas têxteis e produtos de limpeza</i>          |
| 4             | <i>Soluções químicas aplicadas às plantas medicinais</i>                                                             |
| 5             | <i>A presença de metais pesados em produtos do dia a dia, e como afetam a saúde</i>                                  |
| 6             | <i>Processos de extração dos óleos essenciais</i>                                                                    |
| 7             | <i>Investigando o uso de soluções químicas: produção de medicamentos mais eficazes e acessíveis</i>                  |
| 8             | <i>Estudo de soluções químicas sustentáveis para abordagem de problemas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)</i> |

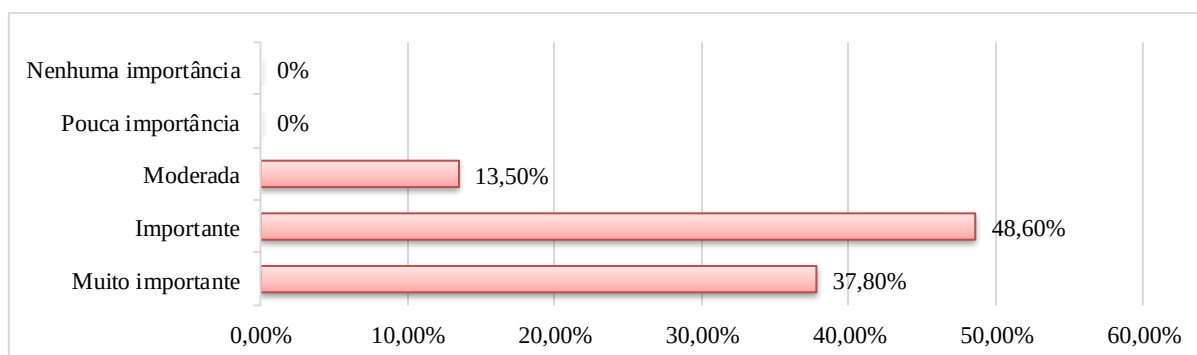
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Verifica-se, através do Quadro 8, que os estudantes exploraram distintos assuntos, tais como: a importância de conhecer a concentração de soluções químicas para situações cotidianas; a utilização das soluções químicas durante o tratamento da água; a relevância dos saberes acerca das soluções químicas em empresas têxteis e produtos de limpeza; as soluções químicas e as plantas medicinais; a presença de metais pesados em produtos do dia a dia e seus impactos à saúde humana; os processos de extração dos óleos essenciais; o uso de soluções químicas e a produção de medicamentos mais eficazes e acessíveis; e, por fim, as soluções químicas sustentáveis para abordagem de problemas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Consoante as ideias de Veiga (1996), a estratégia didática empregada nos seminários objetiva integrar todos os participantes que compõem uma equipe em prol de desenvolver a cooperação durante a discussão de ideias, bem como ao longo de toda a exposição conjunta desses conceitos. A tutela de um docente enquanto ocorre a realização dos seminários é fundamental, pois sua ação pondera e equilibra as conversas iniciadas, viabilizando aprendizagens convenientes sobre os assuntos estudados (Balcells; Martins, 1985). Com isso, percebe-se que as discussões realizadas durante os seminários auxiliaram para o desenvolvimento da criticidade dos saberes científicos, tecnológicos e sociais dos estudantes.

Investigou-se a percepção dos discentes acerca da relevância da atividade realizada para a aprendizagem do conteúdo de soluções químicas (Gráfico 16).

**Gráfico 16** – Quanto a atividade realizada foi relevante para sua aprendizagem do conteúdo de soluções químicas?

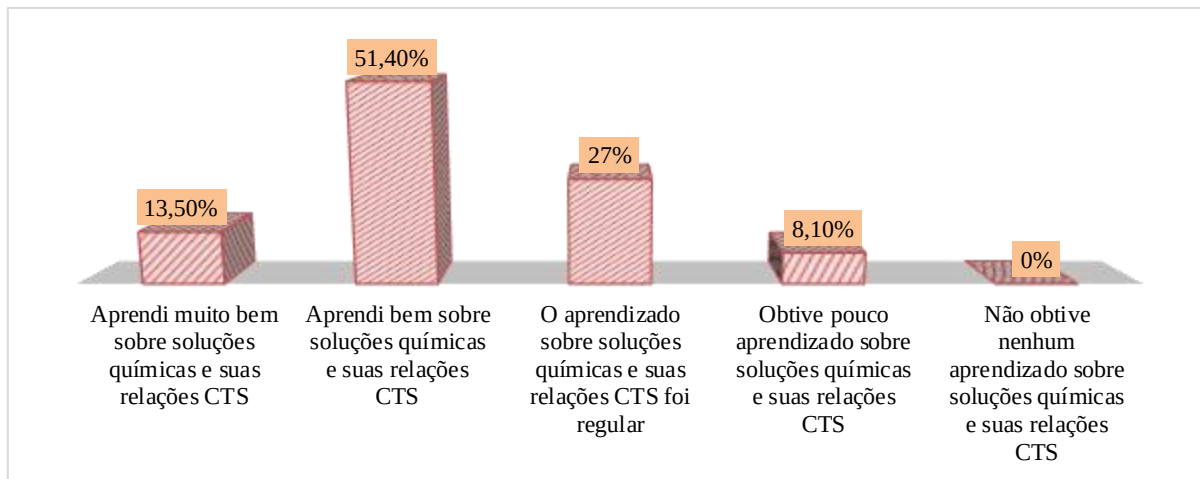


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Constata-se, a partir do Gráfico 16, que 37,80% dos participantes classificou a atividade como sendo muito importante para a aprendizagem do tópico abordado; 48,60% assinalou como sendo importante; e, por último, 13,50% afirmou ser de relevância moderada. À vista disso, fica evidente que a maior parcela da turma construiu uma concepção de que as intervenções contribuíram para sua assimilação dos conceitos.

Acerca das soluções químicas e suas relações CTS, indagou-se o grau de aprendizado desfrutado pelos educandos (Gráfico 17).

**Gráfico 17** – Acerca do aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS

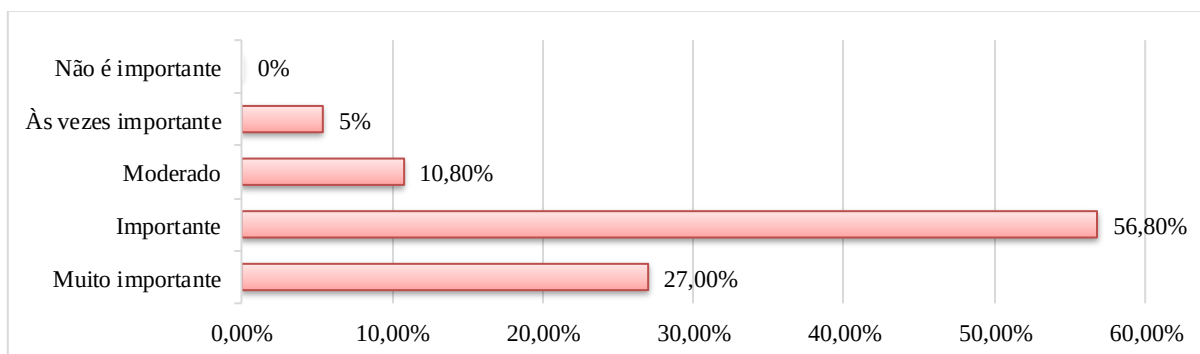


**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Em conformidade com o Gráfico 17, uma parcela de 13,50% dos estudantes afirmou que aprendeu muito bem sobre as soluções químicas e suas relações CTS; 51,40% revelou que aprendeu bem sobre esse tema; 27% afirmou que esse aprendizado foi regular; e 8,10% disse que obteve pouco aprendizado. Desse modo, evidencia-se que, para a maior parte dos discentes, o aprendizado aconteceu muito bem, bem ou de forma regular, isto é, suas assimilações, segundo os participantes, transcorreram adequadamente.

Ademais, tendo constatado que grande parte dos estudantes afirmou ter aprendido com a abordagem CTS no conteúdo tratado, averiguou-se o interesse dos discentes sobre utilizar essa metodologia de ensino em outros conteúdos da Química (Gráfico 18).

**Gráfico 18** – É importante que outros conteúdos de química também sejam desenvolvidos em sala de aula com a abordagem CTS de ensino?



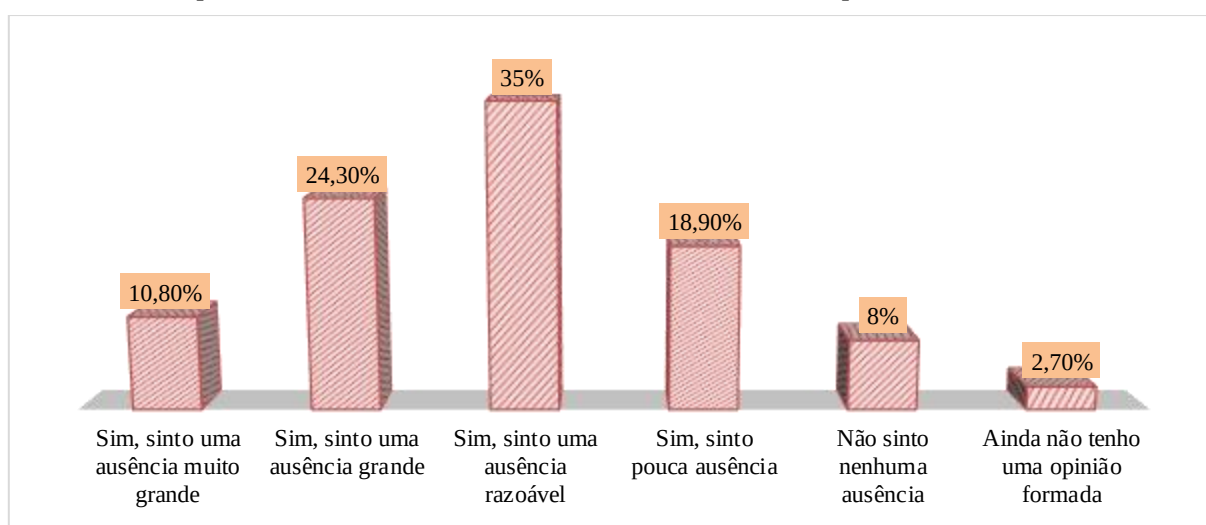
**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Os dados do Gráfico 18 mostram que 27% dos sujeitos afirmou ser muito importante abordar outros conteúdos químicos de forma análoga à metodologia de ensino aplicada nesta investigação; 56,80% expôs que era importante; 10,80% que era de importância moderada; e

5%, a menor parcela, declarou que, às vezes, seria importante utilizá-la. O uso de abordagens didáticas diferenciadas do modelo tradicional expositivo no Ensino de Química, alterações curriculares e a disposição de espaços pedagógicos podem ser fatores que influenciam diretamente na formação dos estudantes de cursos técnicos em Química, como reitera a pesquisa de Pereira, Santiago e Sampaio (2023).

Visto que esta pesquisa foi desenvolvida por meio da abordagem CTS com uma perspectiva interdisciplinar, o pesquisador indagou se os discentes sentiam a ausência de métodos didáticos que relacionassem os conteúdos químicos em sala de aula (Gráfico 19).

**Gráfico 19** – Opinião dos discentes sobre a falta de métodos interdisciplinares no Ensino de Química



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Os resultados expostos no Gráfico 19 indicam que 10,80% dos estudantes sente uma ausência muito grande de métodos de ensino interdisciplinares; 24,30% sente uma ausência grande; 35% passa por uma carência razoável; 18,90% pouca ausência; 8% não sentia nenhuma ausência; e, por fim, 2,70% ainda não tinha uma opinião formada. De modo geral, uma parcela considerável da turma investigada sente a escassez de usar a interdisciplinaridade como estratégia de ensino das aulas de Química.

Solicitou-se aos educandos que, aqueles que desejassem, poderiam expor suas opiniões acerca da atividade, tais como: elogios, críticas ou sugestões para aperfeiçoamento. As respostas dessa indagação estão no Quadro 9.

**Quadro 9** – Comentários dos estudantes sobre a atividade

|             | RESPOSTA                                                                                               |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estudante 1 | Bom                                                                                                    |
| Estudante 2 | Foram essenciais para o aprendizado acerca de soluções, visto que é um conteúdo demasiadamente confuso |
| Estudante 3 | É uma boa aula                                                                                         |
| Estudante 4 | A atividade foi eficiente                                                                              |

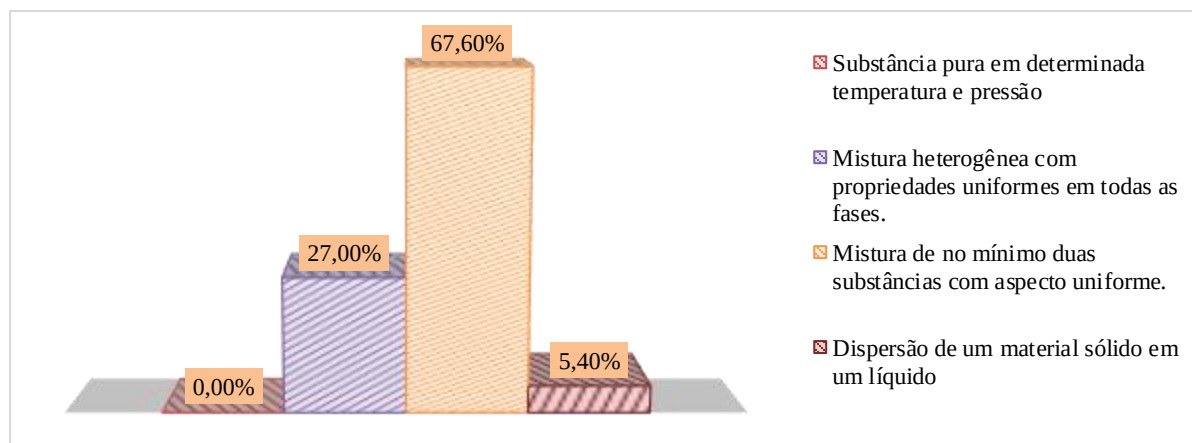
|              |                                                                                                                                                    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estudante 5  | <i>Nada a dizer</i>                                                                                                                                |
| Estudante 6  | <i>Bem interessante</i>                                                                                                                            |
| Estudante 7  | <i>Achei interessante e bem dinâmica</i>                                                                                                           |
| Estudante 8  | <i>Razoável com relação a metodologia de ensino</i>                                                                                                |
| Estudante 9  | <i>Usar mais exemplos do dia a dia.</i>                                                                                                            |
| Estudante 10 | <i>Foi muito importante</i>                                                                                                                        |
| Estudante 11 | <i>Gostei muito da atividade</i>                                                                                                                   |
| Estudante 12 | <i>Ótimo</i>                                                                                                                                       |
| Estudante 13 | <i>É bom para melhorar nossas percepções sobre o assunto.</i>                                                                                      |
| Estudante 14 | <i>Muito bom</i>                                                                                                                                   |
| Estudante 15 | <i>Boa</i>                                                                                                                                         |
| Estudante 16 | <i>Foi muito bom, aprendi bastante</i>                                                                                                             |
| Estudante 17 | <i>Foi bom</i>                                                                                                                                     |
| Estudante 18 | <i>Aprendemos bastante com as soluções químicas, muito interessante ver como elas reagem</i>                                                       |
| Estudante 19 | <i>Achei muito bom, deu para aprender</i>                                                                                                          |
| Estudante 20 | <i>A atividade foi bem relevante para o meu aprendizado</i>                                                                                        |
| Estudante 21 | <i>As aulas no laboratório são as melhores</i>                                                                                                     |
| Estudante 22 | <i>Muito importante para o processo de aprendizado</i>                                                                                             |
| Estudante 23 | <i>Imprescindível para a compreensão dos conceitos relacionados às soluções químicas e CTS</i>                                                     |
| Estudante 24 | <i>Muito bom</i>                                                                                                                                   |
| Estudante 25 | <i>Foi uma atividade bem interessante</i>                                                                                                          |
| Estudante 26 | <i>Boa</i>                                                                                                                                         |
| Estudante 27 | <i>Legal</i>                                                                                                                                       |
| Estudante 28 | <i>Foi uma experiência muito boa para a nossa formação em técnicos em química</i>                                                                  |
| Estudante 29 | <i>Muito boa e informativa</i>                                                                                                                     |
| Estudante 30 | <i>Métodos muito bons de aprendizado, facilitando a compreensão do conteúdo</i>                                                                    |
| Estudante 31 | <i>Foi bem interessante, pois soube de conteúdos que não sabia, aprendi o que é CTS e como as soluções químicas estavam relacionadas com a CTS</i> |
| Estudante 32 | <i>Achei a atividade bem divertida e prática para a facilitação do aprendizado</i>                                                                 |
| Estudante 33 | <i>Gostei das dinâmicas, mas acaba que tomam muito do nosso tempo, como exemplo do seminário</i>                                                   |
| Estudante 34 | <i>As atividades foram bem importantes para a aprendizagem</i>                                                                                     |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se que grande parte dos comentários teceram elogios à atividade desenvolvida, bem como que a mesma pôde facilitar sua aprendizagem através da abordagem CTS. Contudo, um dos comentários expôs a crítica de que os seminários, da forma como foi disposta, demandou de um tempo muito grande para planejamento e apresentação. Além disso, outra opinião afirmou que seria mais interessante utilizar mais exemplos do dia a dia.

Sendo assim, investigou-se a percepção dos discentes quanto à atividade, à aprendizagem, à interdisciplinaridade, à abordagem CTS e outros comentários que pudessem ser relevantes. Entretanto, os saberes químicos ainda não haviam sido avaliados, isto é, se houve ou não o aprendizado propriamente conceitual. Com isso, interrogou-se a definição de solução química (Gráfico 20).

**Gráfico 20** – Define-se solução como uma:

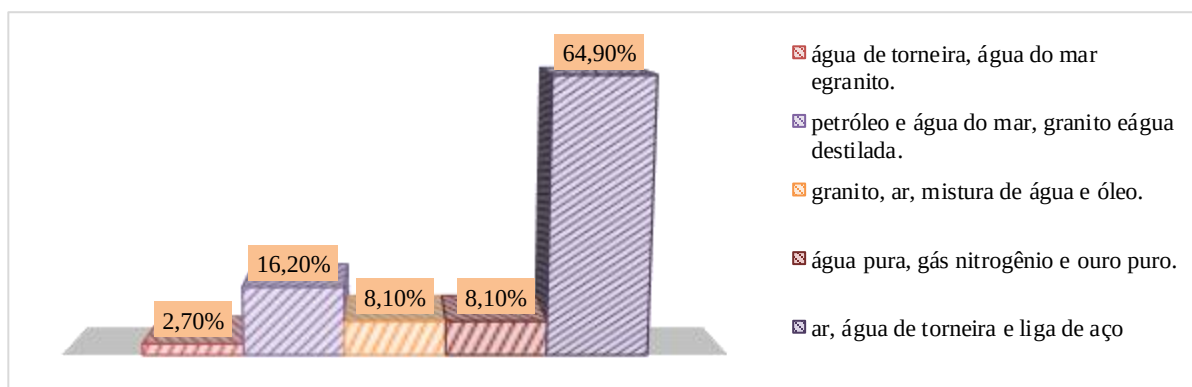


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o Gráfico 20, 67,60% da turma assinalou a alternativa correta, definindo que uma solução química pode ser definida como sendo uma mistura de no mínimo duas substâncias com aspecto uniforme. Apesar disso, 32,40% da turma marcou alternativas incorretas, mostrando que, no momento desta pergunta, ainda não possuía conhecimento suficiente para responder ao questionamento proposto.

Outra pergunta tratou dos exemplos de soluções químicas, seus resultados foram evidenciados no Gráfico 21.

**Gráfico 21** – Alternativa que contém somente exemplos de soluções químicas:



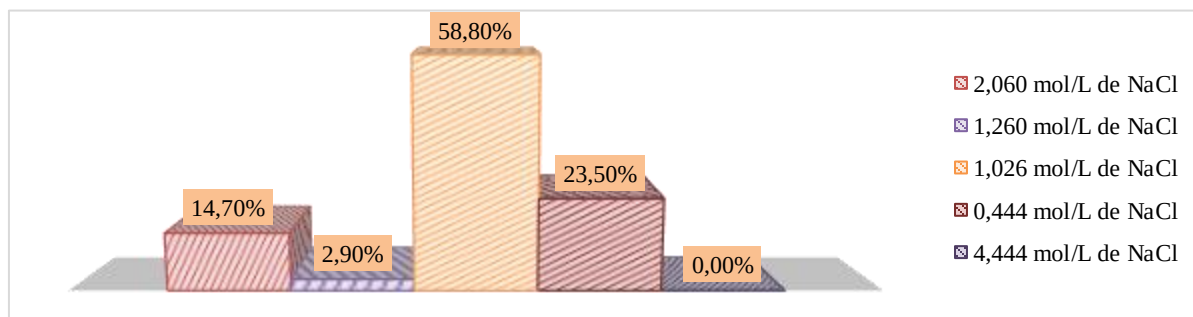
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em conformidade com o Gráfico 21, um agrupamento composto por 64,9% demarcou o item correto, expressando que apenas ar, água de torneira e liga de aço são exemplos de soluções químicas. Enquanto, 35,1% dos estudantes marcou outros itens compostos por

exemplos que não eram soluções químicas. Essa questão demandou conhecimentos dos educandos sobre a classificação de soluções quanto à natureza e ao estado físico das soluções, assim como das soluções no cotidiano.

O Gráfico 22, seguinte, expõe os resultados de uma questão que tratou do preparo de uma solução química e a determinação numérica de sua concentração molar.

**Gráfico 22** – Dissolvendo-se 30 g de NaCl em água, de tal forma que o volume total seja de 500 mL, qual a concentração da solução obtida? ( $MM_{\text{NaCl}} = 58,44 \text{ g/mol}$ )

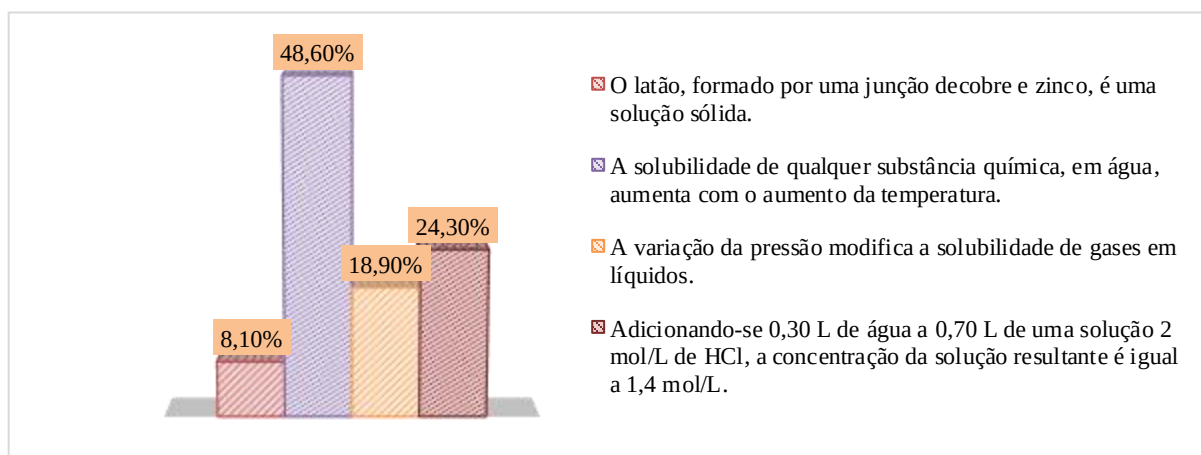


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se, a partir do Gráfico 22, uma alta porcentagem de acerto entre os estudantes, equivalente a 58,8%. Enquanto, 41,2% da turma assinalou respostas incorretas. Essa indagação exigiu saberes dos estudantes acerca da concentração molar, classificação de soluto e solvente, tabela periódica e interpretação dos processos laboratoriais. Portanto, nota-se que era preciso uma gama de conceitos químicos e, ainda assim, obteve-se uma taxa de acerto de mais da metade da turma pesquisada.

Além disso, averiguou-se a classificação de soluções químicas, conceitos de solubilidade e diluição de soluções (Gráfico 23).

**Gráfico 23** – Quanto ao conteúdo de soluções químicas, identifique o único item falso:



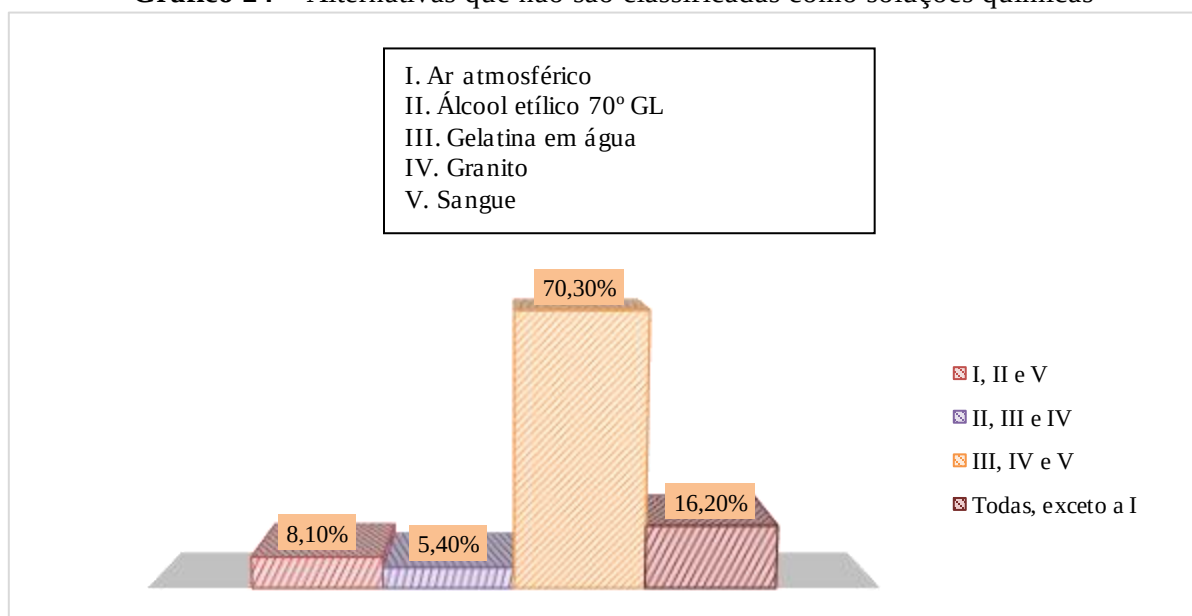
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Repara-se, conforme o Gráfico 23, que 48,6% dos discentes assinalaram o item correto, afirmando que nem toda substância química, em água, aumenta sua solubilidade com a elevação

da temperatura. Entretanto, 51,4% dos interrogados marcou alternativas incorretas. É notório que uma grande parcela da turma, no momento da interrogação, não conseguiu responder corretamente esta indagação. Apesar disso, dentre todas as alternativas, a mais assinalada pelos estudantes foi a correta.

Por fim, a última questão tratou de exemplos cotidianos das soluções químicas, a fim de compreender se os aprendizes assimilaram a identificação desses compostos a partir de suas características (Gráfico 24).

**Gráfico 24** – Alternativas que não são classificadas como soluções químicas



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Com base no Gráfico 24, 70,3% dos participantes assinalou o item correto, expondo que gelatina em água, granito e sangue não são exemplos de soluções químicas. Em contrapartida, 29,7% assinalou itens equivocados. Em síntese, pode-se reiterar que a maior parcela de estudantes acertou esta questão.

Em suma, constatarem-se alguns elementos notáveis a partir do resultado obtido nos questionários, tais como: a percepção discente foi positiva quanto a realização da atividade; grande parte dos estudantes revelou ter aprendido consideravelmente; a maioria dos educandos acertou as questões contendo conceitos específicos das soluções químicas; e, por fim, as médias oriundas do COCTS expuseram que a maioria das alternativas adequadas apresentou acréscimo entre os momentos de pré-teste e pós-teste, enquanto as ingênuas e plausíveis reduziram suas concepções, expondo que houve desenvolvimento de assimilações científicas, tecnológicas e sociais entre os estudantes. Apesar disso, ainda é preciso investigar as concepções docentes sobre a atividade, a aprendizagem, a abordagem CTS e a interdisciplinaridade.

### 7.5 Concepções da Docente

As concepções da docente foram analisadas em duas etapas. A primeira expõe os aspectos sociais da docente participante desta pesquisa (gênero, idade, tempo de docência e grau de formação). Enquanto, a segunda trata das suas perspectivas acerca da atividade, da aprendizagem entre os estudantes, da abordagem CTS e da interdisciplinaridade. Os dados sociais estão evidenciados no Quadro 10, seguinte.

**Quadro 10** – Dados sociais da docente

| <b>PARÂMETRO</b>                 | <b>RESPOSTA</b>  |
|----------------------------------|------------------|
| 1. <i>Gênero</i>                 | Feminino         |
| 2. <i>Idade</i>                  | De 30 a 39 anos  |
| 3. <i>Tempo de Docência</i>      | Acima de 10 anos |
| 4. <i>Maior grau de formação</i> | Doutorado        |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se que a docente era do gênero feminino, possuía, no momento da pesquisa, uma idade entre 30 e 39 anos, um tempo de docência acima de 10 anos e o grau de formação de doutorado. Infere-se que, apoiado nesses parâmetros, a docente detinha práticas e saberes profissionais previamente consolidados, uma vez que a mesma tinha um tempo de exercício da profissão superior a 10 anos.

Com isso, indagou-se a docente com assertivas alusivas à sua concordância sobre a aprendizagem que os estudantes deveriam desenvolver (Quadro 11).

**Quadro 11** – Perspectiva docente sobre a aprendizagem dos discentes

| <b>QUESTÃO</b>                                                                                                                                                             | <b>RESPOSTA</b>       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. <i>Os alunos devem ser especialistas, fragmentando seus aprendizados em áreas específicas, mesmo que isso implique em defasagens para outras áreas do conhecimento.</i> | Discordo parcialmente |
| 2. <i>Os alunos devem ser especialistas, fragmentando seus aprendizados em áreas específicas, mas isso não deve provocar defasagens em outras áreas do conhecimento.</i>   | Não estou decidido(a) |
| 3. <i>Os alunos devem ter um aprendizado integral/total, mas que não precise necessariamente dialogar entre as áreas do conhecimento.</i>                                  | Não estou decidido(a) |
| 4. <i>Os alunos devem ter um aprendizado integral/total e que precise necessariamente dialogar entre as áreas do conhecimento</i>                                          | Concordo totalmente   |

**Fonte:** Autor (2023).

A partir dos dados expostos no Quadro 11, observa-se que a professora discordou parcialmente que os educandos deveriam ter uma formação fragmentada dos saberes, mesmo

que isso possa implicar em alguma defasagem para outras áreas do conhecimento. Enquanto, assinalou não estar decidida que os alunos deveriam ter um aprendizado fragmentado, mas sem implicações adversas nas demais áreas.

Acerca dos aprendizados integrais, isto é, totais, a docente expôs não estar decidida se os alunos deveriam ter aprendizados totais, mas que não precise necessariamente dialogar entre as áreas do conhecimento. Em contrapartida, manifestou concordância total quanto indagada se os alunos deveriam ter um aprendizado integral e que necessariamente dialogue com as outras áreas do conhecimento.

Por fim, foi analisada a perspectiva docente e seu nível de concordância referente à atividade realizada. Os resultados estão apresentados no Quadro 12, subsequente.

**Quadro 12** – Perspectiva docente sobre a atividade

| <b>QUESTÃO</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>RESPOSTA</b>     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <i>5. A atividade interdisciplinar e as discussões realizadas sobre soluções químicas e suas relações em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) modificaram positivamente o comportamento dos estudantes em sala de aula.</i> | Concordo totalmente |
| <i>6. A atividade interdisciplinar e as discussões possibilitaram que os estudantes desenvolvessem uma maior criticidade durante a aula.</i>                                                                                 | Concordo totalmente |
| <i>7. As problemáticas incorporando a abordagem CTS auxiliaram ao ensino do tema de soluções químicas.</i>                                                                                                                   | Concordo totalmente |

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

No Quadro 12, constata-se que a educadora concordou totalmente que a atividade interdisciplinar, bem com as discussões sobre soluções químicas e suas relações CTS, modificaram positivamente o comportamento dos estudantes em sala de aula. Aliás, a docente expôs que tais intervenções possibilitaram aos estudantes desenvolver uma maior criticidade durante a aula. Por último, em alusão ao parâmetro de ensino, a professora declarou que concordava totalmente que o uso da abordagem auxiliou ao ensino do tema de soluções químicas.

De modo geral, os resultados desta dissertação expuseram as cinco (05) óticas almejadas: os dados sociais dos estudantes, as noções prévias de aprendizagem na disciplina de Química, os resultados do COCTS, os desfechos de aprendizagem desenvolvidos e as concepções docentes.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, a aplicação pedagógica da abordagem CTS tem se intensificado cada vez mais na Educação Básica. Nesses preceitos, esta dissertação se propôs a contribuir com as investigações sobre os âmbitos educacionais relacionados ao Ensino de Química, às epistemologias científicas incorporadas no processo de aprendizagem e às perspectivas didáticas envolvendo a abordagem CTS a partir da perspectiva interdisciplinar. Para isso, idealizou-se uma atividade pedagógica composta por etapas que culminaram nas análises específicas da aprendizagem acerca das soluções químicas desenvolvida por estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

Este ensaio teve o objetivo geral de analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química Analítica de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no IFCE – *Campus* Maracanaú. Com isso, afirma-se que as óticas de pesquisa contemplaram os achados que, por sua vez, atenderam aos objetivos específicos estipulados no início da investigação.

A promoção de uma aprendizagem contextualizada de Química Analítica foi viabilizada por meio da atividade interdisciplinar acerca do tópico de soluções químicas na perspectiva CTS para estudantes do 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química. Esse processo contou com aulas expositivas, aulas de discussão, elaboração de projetos de pesquisa e apresentação de seminários. Com isso, observou-se, apoiado nas respostas dos discentes obtidas nos questionários, que os conhecimentos químicos foram contextualizados e que isso implicou em subsídios de aprendizagem.

As percepções prévias dos estudantes sobre o desenvolvimento habitual de suas aprendizagens na disciplina de Química Analítica foram descritas, bem como as perspectivas decorrentes da execução desta proposta de ensino. Dessa maneira, evidenciou-se que a maioria dos estudantes, apesar de possuir afinidade com a disciplina de Química, não apresentava bom rendimento nas provas realizadas, bem como tinha interesse que novas abordagens de ensino fossem empregadas. Aliás, ao término das intervenções, os educandos demonstraram satisfação com a abordagem CTS e bom desempenho nas questões acerca das soluções químicas.

Ademais, destacou-se as concepções docentes, após esse processo de ensino, alusivas à aprendizagem desenvolvida pelos estudantes durante a disciplina de Química Analítica. À vista disso, a educadora concordou totalmente que a atividade interdisciplinar em CTS e as discussões sobre soluções químicas modificaram positivamente o comportamento dos

estudantes em sala de aula. Além disso, expôs que tais intervenções possibilitaram aos estudantes desenvolver maior criticidade ao longo da aula e que o uso da abordagem CTS auxiliou ao ensino do tema de soluções químicas.

As noções científicas, tecnológicas e sociais dos educandos foram observadas no pré-teste e no pós-teste com a execução dessa intervenção didática, tecendo dados quantitativos que compuseram um comparativo, mediante o COCTS. De modo geral, verificou-se que a maior parcela dos itens adequados apresentou elevação em seus índices de compreensão, enquanto os itens ingênuos e plausíveis reduziram seus índices médios. Portanto, embasado também nos achados qualitativos, relaciona-se tais dados e inferências com a participação dos estudantes nesta atividade sobre soluções químicas e o desenvolvimento de assimilações contextualizadas acerca do tópico abordado.

Em aspectos gerais, o autor desta investigação, apoiado nos desfechos alçados pelas discussões referentes à gama de resultados oriundos dos questionários aplicados, valida que a abordagem CTS, através da perspectiva interdisciplinar, posta na temática de soluções químicas pôde contribuir consideravelmente para o aprendizado, particularmente de modo crítico, dos estudantes em questão, dando-lhes significâncias durante suas assimilações e sua estruturação de concepções químicas incorporados em tópicos do seu cotidiano, trazendo questionamentos da Ciência & Tecnologia (C&T).

Em arremate das implicações atingidas por este processo investigativo, pauta-se que as futuras pesquisas alusivas ao movimento CTS e sua abordagem pedagógica, tanto no IFCE quanto em outras instituições de ensino nacionais ou estrangeiras, integrem interpretações e implicações de conteúdos químicos nas metodologias de ensino que favoreçam a aprendizagem ativa. Além disso, salienta-se que as compreensões discentes contemporâneas estão intrinsecamente associadas às tecnologias digitais, relações que têm se fortalecido mais e mais a partir do despontar do século XXI. Portanto, sugere-se que esse elemento seja abordado com mais afinco e discernimento pelos pesquisadores da abordagem CTS no Ensino de Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. dos. S.; NEVES, B. F.; YAMAGUCHI, K. K. de. L. Relato de experiência: problemáticas e estratégias para o ensino de Química. **Pensar Acadêmico**, v. 20, n. 1, p. 80-92, 2022. Disponível em: <<http://www.pensaracademico.facig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/2304>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- ALMEIDA FILHO, N. Transdisciplinaridade e Saúde Coletiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 2, n. 1, p. 5-20, 1997. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/ZvbpZyt8VYHSQT4jbcWzbHw/?lang=pt>>. Acesso em: 01 jan. 2023.
- ALONSO, Á. V.; DÍAZ, J. A. A.; MAS, M. A. M. Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. **Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa**, n. 37, 2006. Disponível em: <<https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7216>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- ALONSO, Á. V.; MAS, M. A. M. Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' instrument. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 3, 1999. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/095006999290679>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M.; DÍAZ, J. A. Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 7, n. 1, 2005. Disponível em: <[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-40412005000100005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412005000100005)>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- AMORAS, F. C.; AMORAS, A. V. Presença europeia na Amazônia. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 1, n. 1, p. 17-22, 2011. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/233924193.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2023.
- ANGOTTI, J. A.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cpQBQWf3L6SQWqnff9M4NrF/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- ANTOLÍ, V. B. **A didática como espaço e área do conhecimento**: fundamentação teórica e pesquisa didática. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). Didática e interdisciplinaridade. Campinas: Papirus, 1998. p. 77-108.
- ASSIS, A. M. de. M.; ZANATTA, B. A. Obstáculos no Processo de Ensino e Aprendizagem de Transformação Linear: Contribuições de Bachelard e Davydov. In: VI Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino, 2015, Goiânia. **Anais do VI Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino**. Goiânia: Centro de Estudos e Pesquisas em Didática (CEPED), 2015. P. 1-14.
- ASSUMPÇÃO, I. **Interdisciplinaridade: uma tentativa de compreensão do fenômeno**. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). Práticas interdisciplinares na escola. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2013. p. 29-38.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eped/a/XvnmrWLgL4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015. Disponível em: <[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1981-04312015000200275&script=sci\\_abstract](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1981-04312015000200275&script=sci_abstract)>. Acesso em: 13 set. 2023.
- AZEVEDO, W. H. C.; FORTUNA, K. A. V.; SANTIAGO, J. C. C.; GOMES, E. B. Ensino Descontextualizado de Tabela Periódica no Ensino Médio: perigos e alternativas. In: 56º Congresso Brasileiro de Química, 2016, Belém. **Anais do 56º Congresso Brasileiro de Química**. Belém: Associação Brasileira de Química, 2016.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BALCELLS, J. P.; MARTIN, J. L. F. **Os métodos no ensino universitário**. Lisboa: Livros Horizonte, 1985.
- BARBALHO, A. Políticas e indústrias culturais na América Latina. **Contemporânea**, v. 9, n. 1, p. 23-35, 2011. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/contemporanea/article/view/1195/1575>>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- BARBOSA, F. T.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. O Aspecto Tecnocientífico do Conhecimento Químico Contemporâneo. Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química, v. 3, n. 1, p. e032201-21, 2022. Disponível em: <<http://sbenq.org.br/revista/index.php/rsbenq/article/view/26>>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARREIRO, L. M. R.; MÚZQUIZ, F. A. G.; CEA, J. M. Una propuesta integral de evaluación en Ciencias. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 10, n. 3, p. 254-267, 1992. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39781>>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.
- BORTOTTI, L.; LENZI, E. **Ácidos e bases de Brönsted e Lowry**: uma visão aplicada ao meio ambiente. 1. ed. Jundiaí: Paco, 2021.
- BLANCO, R.; NIAZ, M. Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from ‘baconian inductive ascent’ to the ‘irrelevance’ of scientific laws. **Instructional Science**, v. 25, p. 203-231, 1997. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1002992204311>>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- BLOOR, D. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: Editora da UNESP, 2009.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- \_\_\_\_\_. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2022.
- CANDÉO, M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; MATOS, E. A. S. Á. de. Relações sociais da Ciência e da Tecnologia: percepções dos professores de formação técnica participantes do PARFOR. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 11, n. 21, p. 70-91, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2371>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

- CARLOS, J. G. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**. 2007. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Idéias dos Alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- CARNEIRO, M. H. da S. **Significados atribuídos a uma boa aula de biologia**: estudo das representações de alunos e professores. In: CARNEIRO, C. C. S. e. B.; LEITE, R. C. M. (Orgs.). **Ensino de ciências: abordagens múltiplas**. 1. ed. Curitiba: CRV, 2013. p. 15-30.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**: tendências e inovações. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.
- CAVAGLIER, M. C. dos S.; MESSEDER, J. C. Plantas Medicinais no Ensino de Química e Biologia: Propostas Interdisciplinares na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 055-071, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4282>. Acesso em: 2 out. 2022.
- CERUTTI, D. M. L. **CTS – Ciência, tecnologia e sociedade**. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD, 2017.
- CHANG, H. Presentist History for Pluralist Science. **Journal for General Philosophy of Science**, v. 52, p. 97-114, 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10838-020-09512-8>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 1, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- \_\_\_\_\_. **Para que(m) é útil o ensino?**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.
- CHAUI, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 2000.
- CHAVES, J. F.; MEOTTI, P. R. M. Dificuldades no ensino aprendizagem e estratégias motivacionais na disciplina de Química no Instituto Federal do Amazonas - *Campus Humaitá*. **EDUCAmazônia - Educação, Sociedade e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 206-224, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/5771>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- CHRISPINO, A. **Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino**. 1. ed. Madrid: Organização dos estados Ibero-americanos, 2017.
- CONDE, T. T. **Proposta metodológica para o ensino-aprendizagem de forças intermoleculares da disciplina de Química no Ensino Médio**. 2012. 35 f. Monografia (Licenciatura em Química) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2012.
- CORREA, L. F.; BAZZO, W. A. Contribuições da Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade para a Humanização do Trabalho Docente. **Contexto & Educação**, n. 102, p. 57-80, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/download/6446/5442>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- COSTA, J. M.; PINHEIRO, N. A. M. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação**,

v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013. Disponível em:

<<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/20265>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

CUTCLIFFE, S. H. The historical emergence of STS as an academic field in the United States. **Argumentos de Razón Técnica**, n. 4, p. 281-292, 2001. Disponível em:

<[http://institucional.us.es/revistas/argumentos/5/art\\_11.pdf](http://institucional.us.es/revistas/argumentos/5/art_11.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2022.

CRAWFORD, E. Svante August Arrhenius. **Encyclopedia Britannica**, s. d. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/Arrhenius-theory>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa**. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs). *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: ArtMed, 2006, p. 15-41.

DUMONT, G. de. M. **O Mundo da Lua**. 1. ed. Patos de Minas: Edição Independente, 2021.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Renewable Energies: seeking for a sustainable energy matrix. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, p. 70-81, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19195>>. Acesso em: 11 mai. 2023.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979.

\_\_\_\_\_. **Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas: Papirus, 2008.

\_\_\_\_\_. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 2012.

\_\_\_\_\_. **O que é interdisciplinaridade?**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FELTRE, R. **Química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FERREIRA, M. E. de. M. P. **Ciência e interdisciplinaridade**. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). *Práticas interdisciplinares na escola*. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2013. p. 23-28.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019. Disponível em:

<<http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/9732>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

FOUREZ, G. **Fondements épistémologiques pour L'interdisciplinarité**. In: LENOIR, REY, FAZENDA. *Les fondements de L'interdisciplinarité dans la formation à L'enseignement*. Sherbrooke - Canadá: Editions du CRP/UNESCO, 2001.

FURIÓ, C.; PADILLA, K. La Evolución Histórica de los Conceptos Científicos como Prerrequisito para Comprender su Significado actual: el caso de la “Cantidad de Sustancia” y el “mol”. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**. n. 17, p. 55-74, 2003.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Editorial Tecnos, 1996.

GASPARIAN, M. C. C. **A Interdisciplinaridade como Metodologia para uma Educação para a Paz**. 2008. 164 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

GATTI, B. A. Estudos quantitativos em educação. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 1, p. 11-30, 2004. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/ep/a/XBpXkMkBSsbBCrCLWjzyWyB/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GODOY, H. P. Interdisciplinaridade: uma nova abordagem científica? Uma filosofia da educação? Um tipo de pesquisa?. **Revista Interdisciplinaridade**, n. 4, p. 1-4, 2014. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/interdisciplinaridade/article/view/19070>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; MARINO, P. B. L. P. Fomento à ciência, tecnologia e inovação (CT&I): mapeamento de políticas públicas no combate à pandemia de COVID-19 no âmbito estadual. **Revista Brasileira de Ciência Política**, n. 37, p. 1-35, 2022. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/rbcpol/a/Wd5Jy5XLgBMPp7XdDzgvjtS/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 06 mai. 2023.

GUERREIRO, I. L.; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ, L. F. M. **Ensino de ciências com enfoque CTSA**: algumas reflexões. In: SAMPAIO, C. de G.; BARROSO, M. C. da S.; ARIZA, L. G. A. (Orgs.). Experiências em ensino ciências e matemática na formação de professores da Pós-Graduação do IFCE. 1. ed. Fortaleza: EdUECE, 2021. p. 36-55.

HERBST, M. A definição ácido-base de Arrhenius dos livros-textos de química: a história de um obstáculo epistemológico e suas consequências para o ensino-aprendizagem. **História da Ciência e Ensino**, v. 25, p. 19-30, 2022. Disponível em:  
<<https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/57601>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Cursos Técnicos Integrados. **Ministério da Educação**, 06 jan. 2022. Disponível em:  
<<https://ifce.edu.br/maracanaui/menu/cursos/tecnicos/integrados>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

INSTITUTO EDUCACIONAL DE COMUNICAÇÃO E TECNOLOGIAS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **50<sup>o</sup> HQC: 50 histórias em quadrinhos de ciências**. 1. ed. São Paulo: PerSe, 2011.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1976.

KITE, V.; PARK, S.; MCCANCE, K.; SEUNG, E. Secondary Science Teachers' Understandings of the Epistemic Nature of Science Practices. **Journal of Science Teacher Education**, v. 32, n. 3, p. 243-264, 2021. Disponível em:  
<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1046560X.2020.1808757>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinaridade: história, teoria e prática**. Detroit, Michigan: Wayne State University Press, 1990.

KLEIN, J. T. **Ensino interdisciplinar: didática e teoria**. In: FAZENDA, I. C. A. Didática e Interdisciplinaridade. Campinas: Papirus, 2012.

KREIMER, P. Social Studies of Science and Technology in Latin America: A Field in the Process of Consolidation. **Science Technology Society**, v. 12, n. 1, 2007. Disponível em:  
<<https://repositorio.esocite.la/96/1/KREIMER-Social-Studies-of-Science-and-Technology-in-Latin-America-A-Field-in-the-Process-of-Consolidation.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

LENOIR, Y. **Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável**. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas: Papirus, 1998. p. 45-75.

LENOIR, Y.; HASNI, A.; LEBRUN, J. **Resultados de vinte anos de pesquisa sobre a importância atribuída às disciplinas escolares que objetivam a construção da realidade humana, social e natural no ensino primário da província de Québec/Canadá**. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). *O que é interdisciplinaridade?*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013. p. 33-55.

FIRMINO, E. S. **Agrotóxicos como tema socioambiental no ensino de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE): uma proposta de abordagem com enfoque CTSA**. 2020. 144f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

LENOIR, Y.; REY, B.; FAZENDA, I. ***Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement***. Canadá: Éditions du CRP/UNESCO, 2001.

LEDERMAN, N. G. *Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research*. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, p. 331-359, 1992. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660290404>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' understanding of the nature of science: A reassessment. **School Science and Mathematics**, v. 86, n. 2, p. 91-99, 1986. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ332119>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; SCHWARTZ, R. *Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science*. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.10034>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

LIBÂNEO, J. C. **Que destino os educadores darão à Pedagogia?**. In: PIMENTA, S. G. (Org.). *Pedagogia, Ciência da Educação?*. São Paulo: Cortez, 1996.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: <<https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/2/23/Irlan.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudo e proposições**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. Z.; AUTH, M. A. **Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores**. In: SANTOS, F. M. T. dos.; GRECA, I. M. (Orgs.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p. 49-88.

MANGINI, F. N. R. **A interdisciplinaridade nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. 2010. 208 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MANSOUR, N. Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 29, n. 4, 287-297, 2009. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0270467609336307>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MARINIAK, M. R.; HILGER, T. R. A energia da BNCC: um ensaio sobre o ensino fundamental e o ensino médio. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 1, p. 119-126, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n1.33230>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MARTINO, L. C.; BOAVENTURA, K. T. O Mito da Interdisciplinaridade: história e institucionalização de uma ideologia. **E-Compós**, v. 16, n. 1, p. 01-15, 2013. Disponível em: <<https://www.e-compos.org.br/e-compos/article/download/892/644>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MAS, M. A. M.; ALONSO, A. V. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 20, n. 1, p. 15-27, 2001. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21779>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. David Bloor e o “Programa Forte” da sociologia da ciência: um debate sobre a natureza da ciência. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. e10625, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/msffFvFv69Jbp6ZjhZ6yNYG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

MÉNDEZ, J. M. A. **Didáctica, currículo y evaluación**: ensayos sobre cuestiones didácticas. Barcelona: Alamex, 1987.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015.

\_\_\_\_\_. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

MORINI, L. B. M.; RAUEN, F. J. Definição de corrente elétrica como movimento ordenado de cargas elétricas: análise pragmático-cognitiva. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 3, p. 129-142, 2021. Disponível em: <<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/36021>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MOTA, K. R.; ARAÚJO, C. H. dos. S. Totalidade ou fragmentação? A apresentação da realidade no currículo integrado do Instituto Federal de Goiás. **e-Curriculum**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 915-937, abr./jun. 2021. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/49169/35612>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MUELLER, R. R. **Trabalho, produção da existência e do conhecimento: o fetichismo do conceito de interdisciplinaridade**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 185-206, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/CgpBrMQzDYPqkHZ7yKKdqGk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

NASCIMENTO FILHO, V. T. **A formação continuada utilizando o descarte de resíduos sólidos domésticos para a educação CTSA**: um estudo de caso com professores de ciências

dos anos finais no município de Itapipoca-Ceará. 2022. 145f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

OLIVEIRA, C. I. C. de. A educação científica como elemento de desenvolvimento humano: uma perspectiva de construção discursiva. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 105-122, 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/epec/a/xnNLMK9CTHF9MvBGRkwr33j/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 11 ago. 2022.

OLIVEIRA, R. E. de.; FIGUEIREDO, R. A. de.; MAKISHI, F.; SAIS, A. C.; OLIVAL, A. de. A.; ALCÂNTARA, L. C. S.; MORAIS, J. P. G. de.; VEIGA, J. P. C. interdisciplinaridade na prática acadêmica universitária: conquistas e desafios a partir de um projeto de pesquisa-ação. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 26, n. 2, 2021.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aval/a/CMtpbr3FfTgj7cLjJkCFwcM/>. Acesso em 14 ago. 2022.

OLIVEIRA, T. M. de. Como enfrentar a desinformação científica? Desafios sociais, políticos e jurídicos intensificados no contexto da pandemia. **Liinc em Revista**, v. 16, n. 2, p. e5374, 2020. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/5374>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PALACIOS, E. M. G.; LINSINGEN, I. V.; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; PEREIRA, L. T. V.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C.; BAZZO, W. A. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.

PEREIRA, J. G. N.; SANTIAGO, S. B.; SAMPAIO, C. G. A Formação Profissionalizante em Química: um estudo curricular realizado em Maracanaú – CE. **Currículo sem Fronteiras**, v. 23, e2117, 2023. Disponível em: <http://curriculosemfronteiras.org/vol23articles/pereira-santiago-sampaio.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.

PEREIRA, J. G. N.; SAMPAIO, C. G. A perspectiva Ciência, Tecnologia & Sociedade no Ensino de Química: O Caso do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática no Instituto Federal do Ceará. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, v. 17, p. 01-10, e022002, 2023.

Disponível em:

<https://conexoes.acessoacademico.com.br/index.php/conexoes/article/view/2378>. Acesso em: 08 nov. 2023.

PEREIRA, J. G. N.; SAMPAIO, C. G. A Experimentação no Ensino de Química Durante a Educação Básica no Brasil: Reflexões de uma Revisão da Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 3, p. 319-337, 2022. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5120>. Acesso em: 08 nov. 2023.

PEREIRA, E. Q.; NASCIMENTO, E. P. A interdisciplinaridade nas universidades brasileiras: trajetória e desafios. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 1, p. 209-232, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6547656>. Acesso em: 01 dez. 2023.

PÉREZ, L. F. M. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

PIAGET, J. **Problèmes Généraux de la Recherche Interdisciplinaire et Mécanismes Communs**. In: PIAGET, J., Épistémologie des Sciences de l'Homme. Paris: Gallimard, 1981. p. 559-628.

PIRES, M. F. C. Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no Ensino. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, n. 2, p. 173-182, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/icse/a/DC3DXHvJpTYfKzNdrRgX9Nj/?lang=pt>>. Acesso em: 01 jan. 2023.

PORRAS, Y. A.; ARIAS, N. M.; PÉREZ, M. R. Representações dos conceitos quantidade de substância e mol: uma reflexão desde a história da Química. **Holos**, Ano 39, v. 1, p. e14873, 2023. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14873>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino das ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2009.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A História Dominante do Movimento CTS e o seu Papel no Subcampo Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 13-43, 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/Jo%C3%A3o/Downloads/rbpec,+Gerente+da+revista,+2+v17n1\(2017\)2838+publica%C3%A7%C3%A3o+com+doi-2.pdf](file:///C:/Users/Jo%C3%A3o/Downloads/rbpec,+Gerente+da+revista,+2+v17n1(2017)2838+publica%C3%A7%C3%A3o+com+doi-2.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2023.

RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. de. P. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, v. 25, n. 1, p. 203-209, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14705592#!>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/2490>>. Acesso em: 11 mai. 2023.

SALDAÑA, J. J. **Ciência e identidade cultural: a história da ciência na América Latina**. In: FIGUEIRÔA, S. F. M. (Org.). Um olhar sobre o passado. História das Ciências na América Latina. 1. ed. São Paulo: Editora da UNICAMP, 1999. p. 11-31.

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. An experience with the Manhattan Project in the Elementary School. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/L5x63ZMH6MNVDdwbG6tG5bf/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SÁNCHEZ, M. A.; GIL, D.; TORREGROSA, J. M. Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 10, n. 2, p. 127-138, 1992. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39813>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SANTOS, D. S.; SOUZA, A. S.; ROSA, F. G. M. G. A interdisciplinaridade implícita na pedagogia e obras de Paulo Freire. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação - SIMEDUC**, n. 10, 2021. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/simeduc/article/view/13525>>. Acesso em: 1 dez. 2023.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

- SANTOS, M. S. B.; MOREIRA, J. A. da S. Políticas curriculares na BNCC e o ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. **Horizontes – Revista de Educação**, v. 8, n. 15, p. 61-80, 2020. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/view/10343/5828>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2023.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL/?lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SCHNETZLER, R. P.; ANTUNES-SOUZA, T. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em Química. **Química Nova**, v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/ED20190161.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVA, E. L. da. **Contextualização no ensino de química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SILVA, F. C.; SILVA, E. P. C.; DUARTE, D. M.; DIAS, G. de S. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação**, v. 27, p. e21061, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/3TLcfqDwpHV8Wq8Pn5yxjdN/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVA, M. A. da.; MARTINS, E. S.; AMARAL, W. K. do.; SILVA, H. S. da.; MARTINES, E. A. L. Compostagem: Experimentação Problematicadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 71-81, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150011>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVA, T. K. C.; SILVA, E. L. de. Aproximações entre as competências e habilidades da BNCC e PCN+. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, p. 1258-1272, 2021. Disponível em: <<https://revistas.ufac.br/index.php/SciNat/article/download/5749/3298>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVA, M. B. S.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, p. e34674, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/ZKp7zd9dBXTdJ5F37KC4XZM/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- SILVEIRA, R. M. C.F; BAZZO, W. A. Ciência e Tecnologia: transformando o homem e sua relação com o mundo. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 68-86, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/115>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. Cengage Learning: São Paulo, 2006.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, 2020.

Disponível em:

<<https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/download/31559/22049/134370>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SOUZA, M. A. de.; BUSSOLOTI, J. M.; CUNHA, V. M. P. da.; FAZENDA, I. C. A. Currículo e interdisciplinaridade: o que dizem os estudantes de um mestrado profissional em educação. **Imagens da Educação**, v. 10, n. 2, p. 104-124, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/51219/751375150507>.

Acesso em: 26 ago. 2022.

STADLER, J. P.; AZEVEDO, M. da. S. A presença de aspectos sociocientíficos em livros didáticos de Química para o Ensino Médio. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. número extraordinário, p. 119-126, 2021. Disponível em:

<<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15069>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SUTZ, J. Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 18, p. 145-169, 1998. Disponível em:

<<https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a06.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2023.

TOLEDO, T. F. de. Considerações éticas sobre o projeto genoma humano e a edição genética em seres humanos. **PhD Scientific Review**, v. 1, n. 2, p. 13-25, 2021. Disponível em:

<<https://app.periodikos.com.br/article/606b6095a953955df702a273/pdf/revistaphd-01-02-13.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

THERRIEN, J. Da epistemologia da prática à gestão dos saberes no trabalho docente: convergências e tensões nas pesquisas. In: XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2010, Belo Horizonte. **Anais do XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 307-323.

THIESEN, J. da. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13 n. 39, p. 545-598, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/swDcnzst9SVpJvpx6tGYmFr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 ago. 2022.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Ciência & Tecnologia Social**, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em:

<<https://periodicos.unb.br/index.php/cts/article/view/7801>>. Acesso em: 11 maio. 2023.

VEIGA, I. P. A. **O seminário como técnica de ensino socializado**. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). **Técnicas de Ensino: por que não?** Campinas: Papirus, 1996, p. 103-113.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

WALBERG, H. J.; HAERTEL, G. D. **The International Encyclopedia of Educational Evaluation**. Oxford: Pergamon Press, 1990.

YAMAGUCHI, K. K. de. L.; NUNES, A. E. da. C. Dificuldade em Química e uso de atividades experimentais sob a perspectiva de alunos do ensino médio no interior do Amazonas (Coari). **Scientia Naturalis**, v.1, n. 2, p. 172-182, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2502>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

YARED, I. **O que é interdisciplinaridade?**. In: FAZENDA, I. (Org.). O que é interdisciplinaridade?. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013. p. 167-172.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

\_\_\_\_\_. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K.; DAVIS, D. Adding new dimensions to case study evaluations: The case of evaluating comprehensive reforms. **New Directions for Evaluation**, n. 113, p. 75-93, 2007. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ev.216>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

**APÊNDICE I – CARACTERIZAÇÃO SOCIAL DISCENTE E SUA APRENDIZAGEM  
NA DISCIPLINA DE QUÍMICA**



---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**Área de Concentração: Ensino de Química**

Pesquisador: João Guilherme Nunes Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

**1. Gênero:**

- a) Masculino;
- b) Feminino;
- c) Outro;
- d) Prefiro não informar.

**2. Idade:**

- a) 13 anos ou menos;
- b) 14 anos;
- c) 15 anos;
- d) 16 anos;
- e) 17 anos ou mais.

**3. Em que rede ensino você estudou o Ensino Fundamental?**

- a) Todo em escola pública;
- b) Escola particular e pública, maior parte na rede pública;
- c) Escola particular e pública, maior parte na rede privada;
- d) Todo em escola particular.

**4. Quanto equivale a sua renda familiar por pessoa?**

- a) Menos que um (01) salário mínimo;
- b) Um (01) salário mínimo;
- c) Entre um (01) e dois (02) salários mínimos;
- d) Mais que dois (02) salários mínimos.

**5. Escolaridade do pai ou responsável 1:**

- a) Nunca estudou;
- b) Ensino Fundamental;
- c) Ensino Médio;
- d) Ensino Superior.

**6. Escolaridade da mãe ou responsável 2:**

- a) Nunca estudou;
  - b) Ensino Fundamental;
  - c) Ensino Médio;
  - d) Ensino Superior.
-

**7. Sobre Química, assinale uma das alternativas:**

- a) Gosto muito, a considero como a disciplina escolar preferida;
- b) Gosto parcialmente, acho uma disciplina regular como as outras;
- c) Não gosto parcialmente, a considero uma disciplina relativamente complicada;
- d) Não gosto totalmente, a considero uma disciplina completamente complicada;
- e) Nenhuma das alternativas expressou minha opinião.

**8. Nas provas de Química como tem sido seu desempenho:**

- a) Excelente, geralmente, obtenho notas entre 9 e 10;
- b) Muito bom, geralmente, obtenho notas entre 8 e 9;
- c) Bom, geralmente, obtenho notas entre 7 e 8;
- d) Regular, geralmente, obtenho notas entre 6 e 7;
- e) Não muito bom, geralmente, obtenho notas abaixo de 6.

**9. Você acha que atividades (jogos/exercícios/tecnologias educacionais/debates) relacionando os conteúdos das disciplinas escolares podem ajudar em sua aprendizagem?**

- a) Sim, facilitariam totalmente minha aprendizagem;
- b) Sim, facilitariam parcialmente minha aprendizagem;
- c) Sim, facilitariam muito pouco minha aprendizagem;
- d) Não, dificultariam minha aprendizagem;
- e) Acredito que não haveriam mudanças no aprendizado.

**10. Sobre interdisciplinaridade, assinale:**

- a) Conheço muito bem;
- b) Conheço;
- c) Conheço pouco;
- d) Desconheço.

**11. Ao realizar ou ao ver a realização de algum experimento químico na sala de aula ou na internet, qual a sua percepção:**

- a) Acho interessante e consigo associá-lo totalmente aos assuntos de Química;
- b) Acho interessante e consigo associá-lo parcialmente aos assuntos de Química;
- c) Acho interessante, contudo não consigo associá-lo aos assuntos de Química;
- d) Não acho interesse;
- e) Não tenho opinião formada.

**12. Acerca de um conhecimento geral da Química, assinale a alternativa mais próxima de sua opinião:**

- a) Diversos conceitos químicos podem ser generalizados. Logo, isso ajuda no meu aprendizado;
- b) Alguns conceitos químicos podem ser generalizados. Logo, isso ajuda no meu aprendizado;
- c) Alguns conceitos químicos podem ser generalizados. Logo, isso dificulta no meu aprendizado;
- d) Poucos conceitos químicos podem ser generalizados. Logo, isso ajuda no meu aprendizado;
- e) Poucos conceitos químicos podem ser generalizados. Logo, isso dificulta no meu aprendizado.

**13. Sobre o uso de metáforas ou analogias pelo professor durante o Ensino de Química:**

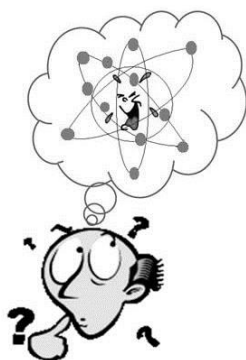
- a) Concordo totalmente, pois auxilia o meu aprendizado;
  - b) Concordo parcialmente, pois auxilia razoavelmente o meu aprendizado;
  - c) Discordo parcialmente, pois dificulta razoavelmente o meu aprendizado;
-

- d) Discordo totalmente, pois dificulta muito o meu aprendizado;
- e) Não tenho informação suficiente para responder.

**14. Assinale a alternativa que mais se aproxima de sua opinião com relação a frase “soluções químicas são misturas homogêneas formadas por duas ou mais substâncias” e se acredita que somente isso basta para o entendimento completo das soluções químicas:**

- a) Acho a informação totalmente adequada, pois a conceituação química está muito bem fundamentada;
- b) Acho a informação parcialmente adequada, pois a conceituação química está relativamente fundamentada;
- c) Acho a informação parcialmente inadequada, pois a conceituação química precisa ser melhor explorada;
- d) Acho a informação totalmente inadequada, pois a conceituação química está completamente sem sentidos lógicos.

**15. Observe na figura seguinte um estudante imaginando o conceito de um átomo possuindo as feições de um rosto humano:**



**Fonte:** <https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/obstaculos-epistemologicos-segundo-bachelard.htm>. Acesso: 21 out. 2022.

**Qual sua opinião acerca de atribuir características humanas aos conceitos químicos durante o aprendizado?**

- a) Favorece muito meu aprendizado de Química;
  - b) Favorece razoavelmente meu aprendizado de Química;
  - c) Favorece pouco meu aprendizado de Química;
  - d) Não favorece meu aprendizado de Química;
  - e) Não tenho opinião formada.
-

**APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO DISCENTE SOBRE A ATIVIDADE E AS  
APRENDIZAGENS DESENVOLVIDAS**



**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Leia com atenção todos os enunciados e suas alternativas. Responda, com sinceridade, os valores atribuídos no quadrado disponível.

**1. Quanto a atividade realizada foi relevante para sua aprendizagem do conteúdo de soluções químicas?**

- a) Muito importante;
- b) Importante;
- c) Moderada;
- d) Pouca importância;
- e) Nenhuma importância.

**2. Dentre os níveis intercalados entre 1 (um) e 5 (cinco) acerca de seu aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS, assinale somente um item como sendo sua percepção.**

- (1) Aprendi muito bem sobre soluções químicas e suas relações CTS;
- (2) Aprendi bem sobre soluções químicas e suas relações CTS;
- (3) O aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS foi regular;
- (4) Obtive pouco aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS;
- (5) Não obtive nenhum aprendizado sobre soluções químicas e suas relações CTS;

**3. É importante que outros conteúdos de química também sejam desenvolvidos em sala de aula com a abordagem CTS de ensino?**

- a) Muito importante;
- b) Importante;
- c) Moderado;
- d) Às vezes importante;
- e) Não é importante.

**4. Como estudante, você sente falta de métodos de ensino que relacionem os conteúdos de Química de formas interdisciplinares em sala de aula?**

- a) Sim, sinto uma ausência muito grande;
- b) Sim, sinto uma ausência grande;
- c) Sim, sinto uma ausência razoável;
- d) Sim, sinto pouca ausência;
- e) Não sinto nenhuma ausência;
- f) Ainda não tenho uma opinião formada.

**5. Escreva um comentário sobre a atividade (críticas, elogios e/ou sugestões).**

---

---

---

---

---

---

**6. Um exemplo de solução é a mistura de água e açúcar, tendo a água como solvente e o açúcar como soluto. A água é considerada um solvente universal, devido sua capacidade de dissolver uma grande quantidade de substâncias. Com essas informações, define-se solução como uma:**

- a) Substância pura em determinada temperatura e pressão.
- b) Mistura heterogênea com propriedades uniformes em todas as fases.
- c) **Mistura com aspecto uniforme de no mínimo duas substâncias.**
- d) Dispersão de um material sólido em um líquido.

**7. Assinale a alternativa que contém somente exemplos de soluções químicas:**

- a) água de torneira, água do mar e granito.
- b) petróleo e água do mar, granito e água destilada.
- c) granito, mistura de água e óleo e ar.
- d) água pura, gás nitrogênio e ouro puro.
- e) **ar, água de torneira e liga de aço.**

**8. Dissolvendo-se 30 g de NaCl em água, de tal forma que o volume total seja de 500 mL, qual a concentração da solução obtida? ( $MM_{\text{NaCl}} = 58,44 \text{ g/mol}$ ).**

- a) 2,060 mol/L de NaCl
- b) 1,260 mol/L de NaCl
- c) **1,026 mol/L de NaCl**
- d) 0,444 mol/L de NaCl
- e) 4,444 mol/L de NaCl

**9. Quanto ao conteúdo de soluções químicas, identifique o único item FALSO:**

- a) O latão, formado por uma junção de cobre e zinco, é uma solução sólida.
- b) **A solubilidade de qualquer substância química, em água, aumenta com o aumento da temperatura.**
- c) A variação da pressão modifica a solubilidade de gases em líquidos.
- d) Adicionando-se 0,30 L de água a 0,70 L de uma solução 2 mol/L de HCl, a concentração da solução resultante é igual a 1,4 mol/L.

**10. Observe as seguintes misturas.**

- I. Ar atmosférico
- II. Álcool etílico 70° GL
- III. Gelatina em água
- IV. Granito
- V. Sangue

Quais das alternativas NÃO são classificadas como soluções químicas?

- a) I, II e V
  - b) II, III e IV
  - c) **III, IV e V**
  - d) Todas, exceto a I
-

## APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO DE OPINIÕES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (COCTS)



### PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**Área de Concentração: Ensino de Química**

Pesquisador: João Guilherme Nunes Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

### APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Prezados estudantes,

Com o objetivo de contribuir para pesquisas em nível de pós-graduação no Instituto Federal do Ceará, solicitamos sua colaboração no preenchimento deste questionário que servirá como subsídio para a elaboração de uma Dissertação do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Ceará – *Campus Fortaleza*. Esclarecemos que todas as informações coletadas permanecerão em sigilo. Desde já agradecemos.

Este questionário deseja conhecer suas opiniões acerca de temas envolvendo a ciência, a tecnologia e a sociedade. As questões iniciam com um texto apresentando uma indagação seguida de alternativas que possivelmente poderão se encaixar com o seu ponto de vista. Desse modo, você atribuirá um valor de 1 a 9 pontos conforme sua concordância com o item, trazendo relações como baixo, médio ou alto grau de concordância, observe:

| Grau de Concordância |   |   |       |   |   |      |   |   | Outros*     |         |                |
|----------------------|---|---|-------|---|---|------|---|---|-------------|---------|----------------|
| Baixo                |   |   | Médio |   |   | Alto |   |   | Não entendo | Não sei | Não contemplou |
| 1                    | 2 | 3 | 4     | 5 | 6 | 7    | 8 | 9 | E           | S       | C              |

\*Caso não entenda a pergunta escreva a letra “E”, caso não saiba o suficiente para responder a questão escreva “S” ou se achar que nenhuma das alternativas contempla sua resposta escreva “C”.

**E:** Não entendo.

**S:** Eu não sei o suficiente sobre esse tema para escolher uma opção.

**C:** Nenhuma dessas opções basicamente satisfaz minha opinião.

### EXEMPLO DE UMA QUESTÃO RESPONDIDA

10113 - O processo de fazer ciência é melhor descrito como:

- ☒ 5 A. Tudo o que fazemos para entender o mundo ao nosso redor.
- ☒ E B. O método científico.
- ☒ 7 C. Descobrir a ordem que existe na natureza.
- ☒ 9 D. O uso da tecnologia para desvendar os segredos da natureza.
- ☒ 8 E. A aplicação de métodos qualitativos e quantitativos para entender o universo.
- ☒ 7 F. Observar e propor explicações sobre relacionamento no universo, e verificar a validade das explicações.

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Leia com atenção todos os enunciados e suas alternativas. Responda, com sinceridade, os valores atribuídos no quadrado disponível.

1. (10111) Definir o que é a ciência é difícil porque ela é complexa e engloba muitas coisas. Mas a ciência é, PRINCIPALMENTE:

- ☐ A. O estudo de áreas tais como biologia, química, geologia e física.
- ☐ B. Um corpo de conhecimentos, tais como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida).
- ☐ C. Explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo, e como funcionam.
- ☐ D. Realizar experiências para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia.
- ☐ E. Inventar ou conceber coisas (por exemplo corações artificiais, computadores, veículos espaciais).
- ☐ F. Pesquisar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura).
- ☐ G. Uma organização de pessoas (chamados cientistas) que têm ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
- ☐ H. Um processo de investigação sistemático e o conhecimento que daí resulta.
- ☐ I. Não se pode definir ciência.

2. (10311) Ciência e tecnologia são muito importantes para a pesquisa e desenvolvimento (P & D) da indústria do país. O que significa "pesquisa e desenvolvimento" (P & D) para você?

- ☐ A. P & D significa encontrar novas respostas para perguntas sobre o mundo e as pessoas.
- ☐ B. P & D significa progresso para tornar a vida mais fácil e a qualidade de vida melhor.
- ☐ C. Pesquisa procura novos fatos, ideias e informações. O desenvolvimento é usá-los para beneficiar a sociedade.
- ☐ D. Pesquisa procura novos fatos, ideias e informações. O desenvolvimento é usá-los, propondo ideias novas e criativas.
- ☐ E. P & D significa procurar novas ideias e problemas na indústria, para ajudá-la a superar seus problemas e, portanto, produzir coisas novas e melhores.
- ☐ F. P & D significa uma combinação de ciência e tecnologia. A pesquisa leva ao desenvolvimento e desenvolvimento leva a pesquisas aprimoradas.
- ☐ G. A P & D normalmente significa ajudar a humanidade a encontrar curas médicas e novas tecnologias. No entanto, os efeitos imprevistos da P & D também podem causar problemas sociais.
- ☐ H. A P & D normalmente significa ajudar a humanidade a encontrar curas médicas e novas tecnologias. No entanto, a P & D também significa prejudicar a sociedade, criando coisas como armas nucleares e outras tecnologias desperdiçadas. Depende de como a P & D é utilizada.

3. (20511) O êxito da ciência e da tecnologia no nosso país depende de ter bons cientistas, engenheiros e técnicos. Por tanto, o país necessita que os alunos estudem mais ciências na escola. É necessário que os alunos estudem mais ciências:

- ☐ A. Porque é importante para ajudar o nosso país a manter-se ao nível de outros.
- ☐ B. Porque a ciência afeta quase todos os aspectos da sociedade. Como no passado, o futuro depende de bons cientistas e tecnólogos.
- ☐ C. Deve fomentar-se (incentivar) que os estudantes estudem mais ciências, mas um tipo diferente de cursos de ciências. Devem aprender como a ciência e a tecnologia afetam as suas vidas diárias.

NÃO é necessário que os alunos estudem mais ciências:

- ☐ D. Porque outras disciplinas da escola são iguais ou mais importantes para o êxito futuro do país.
- ☐ E. Porque não funcionará. Algumas pessoas não gostam da ciência. Forçar-lhes o estudo, será perder tempo e afastá-los da ciência (vai afastá-los da ciência).
- ☐ F. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência, apesar de que isso os ajudaria nas suas vidas.
- ☐ G. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência. A ciência não é realmente necessária para todos.
- ☐ H. Porque não é correto que outros decidam se um estudante deveria ter (estudar) mais ciências.

4. (40411) A ciência e a tecnologia são uma grande ajuda para resolver problemas sociais como pobreza, crime, desemprego, superpopulação, poluição ou ameaça de guerra nuclear.

- ☐ A. A ciência e a tecnologia certamente podem ajudar a resolver esses problemas. Novas ideias de ciência e novas invenções de tecnologia poderiam ser usadas.
- ☐ B. Ciência e tecnologia podem ajudar a resolver alguns problemas sociais, mas não outros.
- ☐ C. A ciência e a tecnologia resolvem muitos problemas sociais, mas a ciência e a tecnologia causam muitos desses problemas.
- ☐ D. Não é uma questão da ciência e a tecnologia ajudarem, mas sim como usá-los com sabedoria.
- ☐ E. Os problemas sociais dizem respeito à natureza humana; Esses problemas não têm nada a ver com ciência e tecnologia.
- ☐ F. O que a ciência e a tecnologia fazem é piorar os problemas sociais. Eles são o preço que pagamos pelos avanços em ciência e tecnologia.
- ☐ G. Depende do tipo de problema envolvido; em alguns casos, você pode resolvê-los e em outros, você não pode.

5. (40421) Na vida diária, o conhecimento de ciência e de tecnologia ajuda você a pessoalmente resolver problemas práticos (por exemplo, conseguir retirar o carro de uma zona de gelo, cozinhar ou cuidar de um animal).

O pensamento sistemático aprendido nas aulas de ciências (por exemplo, colocar hipóteses, recolher dados, ser lógico):

- ☐ A. Ajuda-me a resolver problemas na minha vida diária. Os problemas diários resolvem-se de maneira mais fácil e lógica se se tratam como problemas de ciências.
  - ☐ B. Dá-me uma maior compreensão e conhecimento dos problemas diários. Contudo, as técnicas que aprendi para resolver um problema não me são úteis diretamente na minha vida diária.
  - ☐ C. As ideias e fatos que aprendi nas aulas de ciências por vezes ajudam-me a resolver problemas ou a tomar decisões sobre coisas como cozinhar, não adoecer ou explicar uma ampla variedade de fenômenos físicos (por exemplo, o trovão ou as estrelas).
  - ☐ D. O pensamento sistemático e as ideias e fatos que aprendi nas aulas de ciências ajudam-me muito. Servem-me para resolver alguns problemas e entender uma ampla variedade de fenômenos físicos (por exemplo, o trovão ou as estrelas).
  - ☐ E. O que aprendi nas aulas de ciências geralmente não me ajuda a resolver problemas práticos; mas serve-me para perceber, relacionar-me e compreender o mundo que me rodeia.
- O que aprendi nas aulas de ciências NÃO se relaciona com a minha vida diária:
-

- ☐ F. Biologia, química, geologia e física não se apresentam práticas para mim. Tratam detalhes teóricos e técnicos que têm pouco a ver com o meu mundo de cada dia.
  - ☐ G. Os meus problemas cotidianos são resolvidos pela minha experiência passada ou por conhecimentos que não estão relacionados com a ciência e a tecnologia.
-

## APÊNDICE IV – QUESTIONÁRIO DOCENTE SOBRE A APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES DURANTE A ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR



---

### PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**Área de Concentração: Ensino de Química**

Pesquisador: João Guilherme Nunes Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

### APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Prezado(a) professor(a),

Com o objetivo de contribuir para pesquisas em nível de pós-graduação no Instituto Federal do Ceará, solicitamos sua colaboração no preenchimento deste questionário que servirá como subsídio para a elaboração de uma Dissertação do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Ceará – *Campus Fortaleza*. Esclarecemos que todas as informações coletadas permanecerão em sigilo. Desde já agradecemos.

Este questionário deseja conhecer sua caracterização social e suas opiniões acerca da atividade realizada. As assertivas são seguidas de alternativas que devem corresponder ao seu nível de concordância.

- **Caracterização social**

**1. Gênero:**

- a) Masculino;
- b) Feminino;
- c) Outro;
- d) Prefiro não informar.

**2. Idade:**

- a) Até 24 anos;
- b) De 25 a 29 anos;
- c) De 30 a 39 anos;
- d) De 40 a 49 anos;
- e) Acima de 50 anos.

**3. Tempo de docência:**

- a) Menos de 1 ano;
- b) Entre 1 e 3 anos;
- c) Entre 3 e 5 anos;
- d) Entre 5 e 10 anos;
- e) Acima de 10 anos.

**4. Maior grau de formação:**

- a) Graduação;
  - b) Especialização;
  - c) Mestrado;
  - d) Doutorado.
-

- **Opiniões acerca da atividade realizada**

- Assinale o seu nível de concordância conforme as sentenças a seguir:

(1º)

*Os alunos devem ser especialistas, fragmentando seus aprendizados em áreas específicas, mesmo que isso implique em defasagens para outras áreas do conhecimento.*

- a) concordo totalmente;
- b) concordo parcialmente;
- c) não estou decidido(a);
- d) discordo parcialmente;
- e) discordo totalmente.

(2º)

*Os alunos devem ser especialistas, fragmentando seus aprendizados em áreas específicas, mas isso não deve provocar defasagens em outras áreas do conhecimento.*

- a) concordo totalmente;
- b) concordo parcialmente;
- c) não estou decidido(a);
- d) discordo parcialmente;
- e) discordo totalmente.

(3º)

*Os alunos devem ter um aprendizado integral/total, mas que não precise necessariamente dialogar entre as áreas do conhecimento.*

- a) concordo totalmente;
- b) concordo parcialmente;
- c) não estou decidido(a);
- d) discordo parcialmente;
- e) discordo totalmente.

(4º)

*Os alunos devem ter um aprendizado integral/total e que precise necessariamente dialogar entre as áreas do conhecimento.*

- a) concordo totalmente;
- b) concordo parcialmente;
- c) não estou decidido(a);
- d) discordo parcialmente;
- e) discordo totalmente.

(5º)

*A atividade interdisciplinar e as discussões realizadas sobre soluções químicas e suas relações em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) modificaram positivamente o comportamento dos estudantes em sala de aula.*

- a) concordo totalmente;
  - b) concordo parcialmente;
  - c) não estou decidido(a);
  - d) discordo parcialmente;
  - e) discordo totalmente.
-

(6º)

*A atividade interdisciplinar e as discussões possibilitaram que os estudantes desenvolvessem uma maior criticidade durante a aula.*

- a) concordo totalmente;
- b) concordo parcialmente;
- c) não estou decidido(a);
- d) discordo parcialmente;
- e) discordo totalmente.

(7º)

*As problemáticas incorporando a abordagem CTS auxiliaram ao ensino do tema de soluções químicas.*

- a) concordo totalmente;
  - b) concordo parcialmente;
  - c) não estou decidido(a);
  - d) discordo parcialmente;
  - e) discordo totalmente.
-

## APÊNDICE V – PROBLEMÁTICAS DE ABORDAGEM CTS NO CONTEÚDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS

### 1. Ligas metálicas

As ligas metálicas são misturas compostas por dois ou mais elementos químicos, sendo que pelo menos um deles deve ser um metal. Atualmente, umas das ligas metálicas mais utilizadas no cotidiano é o aço. Esse material é produzido nas siderúrgicas, sendo formado 98,5% de ferro, entre 0,5% e 1,7% de carbono e alguns traços de Si (silício), S (enxofre) e P (fósforo). Na contemporaneidade, o aço vem sendo muito mais utilizado que o ferro. Inclusive, em 2008, a produção de aço ultrapassou em mais de um bilhão de toneladas a de ferro no mundo todo. Isso se deu uma vez que as ligas metálicas obtiveram propriedades muito mais interessantes para as indústrias, características essas que os metais individualmente não possuíam. No caso citado, entende-se que o aço detém uma resistência à tração maior do que o ferro puro e, em função disso, ele é bem mais explorado em peças metálicas que sofrerão elevadas trações, tais como: na estrutura de edifícios e, principalmente, quando se demanda uma estrutura de concreto armado. Aliás, o uso do aço diminui o tempo e os custos envolvidos de uma construção, bem como fornece resistência às forças perpendiculares aos edifícios, como a força de rajadas de vento.

#### \*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Maria é uma jovem engenheira, recentemente contratada pelo Grupo Marchal Construções. Os donos dessa empresa esperam que Maria elabore uma planilha com todos os materiais e seus valores para a construção de um grande edifício na Região Metropolitana de Fortaleza. Entretanto, Maria não se recorda qual dentre os percentuais de teor de carbono no aço comercial (baixo, médio e alto) deve ser utilizado na construção de uma edificação comum, especificamente em seus perfis estruturais e em placas para produção de tubos. Além disso, José, o cientista contábil da empresa, disse que a empresa precisa economizar o máximo possível de custos e obter um bom resultado na construção. Desse modo, forneceu uma tabela contendo os valores do m<sup>2</sup> de aço na tabela seguinte:

| Valores em Reais (m <sup>2</sup> ) | TEOR DE CARBONO NO AÇO |           |           |
|------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
|                                    | Baixo                  | Médio     | Alto      |
| Loja A                             | R\$ 14,50              | R\$ 17,80 | R\$ 22,40 |
| Loja B                             | R\$ 12,80              | R\$ 16,90 | R\$ 25,80 |
| Loja C                             | R\$ 15,80              | R\$ 19,70 | R\$ 18,40 |

Maria sabe que vai precisar de 750 m<sup>2</sup> de aço com baixo teor de carbono na construção. Dessa forma, o que são soluções sólidas? Por que combinar metais para formar ligas metálicas empregadas nas construções? Em qual loja ela deverá solicitar tal compra? Exponha o valor final dos materiais em reais como parâmetro de escolha.

\*\*\*\*\*

Uma solução sólida é uma mistura em estado sólido de dois ou mais componentes que constituem uma fase única. O teor de carbono utilizado será o baixo, uma vez que apresenta baixa resistência, dureza e alta tenacidade. Além disso, é soldável e possui baixo custo de produção. É preciso fazer uma relação matemática entre os valores das lojas. A loja a ser comprada será a B por se tratar do menor valor de aço em m<sup>2</sup>. O total da compra será igual a

9.600 reais.

## 2. Ar atmosférico

O ar atmosférico é formado por uma mistura de gases, como o nitrogênio ( $N_2$ ), oxigênio ( $O_2$ ), gás carbônico ( $CO_2$ ) e gases nobres, por ser constituído de gases é uma mistura homogênea ou, simplesmente, uma solução gasosa. O oxigênio e o nitrogênio são os gases mais abundantes na atmosfera terrestre, enquanto os demais gases são encontrados em menor proporção. Além dos gases referidos, o ar atmosférico também contém vapor de água que se apresenta através de neblina, nuvens e chuva. No ar se encontra em suspensão poeira, poluentes, cinzas, microrganismos, pólen e diversos outros materiais particulados. Os óxidos de enxofre ( $SO_2$  e  $SO_3$ ) e de nitrogênio ( $N_2O$ ,  $NO$  e  $NO_2$ ) são componentes que ao reagirem com as gotas de água da atmosfera, formam o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e o ácido nítrico ( $HNO_3$ ).

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Antônio é um químico de excelência em seu município. Em razão disso, o prefeito eleito de sua cidade o convocou para solucionar o forte problema de chuvas ácidas que seu município vinha enfrentando. Essa cidade era rodeada de inúmeras indústrias que expeliam diversos gases na atmosfera, bem como possuía uma frota de veículos automotores muito grande. Antônio sabe que o ar atmosférico é uma solução gasosa composta por uma mistura de gases e que a cidade precisa tomar algumas medidas para minimizar esses desafios. Em equipe, explique o que são soluções gasosas e resuma como ocorre a chuva ácida. Além disso, liste duas ações que Antônio poderá sugerir ao prefeito para minimizar esse problema.

A liberação de dióxido de enxofre advém, em sua maioria, da ação humana em consequência da queima de combustíveis na indústria e nas usinas elétricas, assim como da metade das emissões de óxidos de nitrogênio devido aos gases produzidos pelos veículos a motor. Da mesma forma – e embora em menor grau – as explorações pecuárias intensivas produzem amoníaco a partir da decomposição da matéria orgânica. Esses três poluentes, que podem ser transportados a grandes distâncias a partir de seus focos de origem, se oxidam quando entram em contato com a atmosfera originando a formação de ácido sulfúrico e ácido nítrico. Tais ácidos se dissolvem nas gotas de água das nuvens e caem na superfície terrestre mediante a denominada chuva ácida. Os gases provenientes da queima de combustíveis reagem com o oxigênio do ar e o vapor de água, transformando-se em ácidos que são depositados na superfície terrestre através das precipitações. Essa acidificação do solo e das águas superficiais exerce efeitos devastadores nos ecossistemas e representa um grave perigo para os seres vivos. O pesquisador deverá analisar se as ações propostas serão coerentes aos objetivos do problema apresentado.

\*\*\*\*\*

## 3. Soro fisiológico

O soro fisiológico é uma solução aquosa que contém aproximadamente 0,90% de cloreto de sódio e água estéril, uma solução de concentração similar à concentração de sódio no sangue humano e em outros fluidos corporais, como lágrimas e suor. As soluções de soro fisiológico são muito usadas em grandes volumes para fazer infusão na veia em hospitais nos casos de diminuição de líquidos ou de sal no corpo, assim como em pequenas quantidades para diluir medicamentos que virão a ser aplicados na veia ou em algum músculo.

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Em um hospital público da Região Metropolitana de Fortaleza, uma paciente é encaminhada com um quadro intenso de desidratação. O médico responsável por ela prescreve uma medicação que deve ser administrada através de uma solução de soro fisiológico na veia dessa paciente. Daniele, a enfermeira de plantão, realiza todo o procedimento. Ao término da administração dos medicamentos, Daniele observa que está escrito na composição do soro uma concentração molar de 0,153 mol/L. Tendo em vista que a massa molar de NaCl equivale a 58,5 g/mol, qual a quantidade de NaCl em gramas está em 500 mL desta solução?

Este problema demanda da seguinte equação:

$$\text{Molaridade} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{Massa Molar } \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \cdot \text{Volume (L)}}$$

Concentração molar do soro fisiológico ————— 0,153 mol/L  
 Massa Molar de NaCl ————— 58,5 g/mol  
 Volume da Solução ————— 0,5 L

$$0,153 = \frac{\text{massa (g)}}{58,5 \cdot 0,5}$$

$$m = 4,48 \text{ g de NaCl}$$

\*\*\*\*\*

#### 4. Álcool etílico 70° GL

O etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ou  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), também conhecido como álcool etílico, é uma substância orgânica adquirida da fermentação de açúcares, da hidratação do etileno ou da redução de acetaldeído, encontrado em bebidas alcoólicas. No Brasil, essa substância é muito empregada como combustível de motores de explosão, formando assim um mercado em ascensão para um combustível obtido de maneira renovável. Dentre as aplicações do álcool etílico, tem-se a atividade antimicrobiana, qual está condicionada à sua concentração em peso ou em volume em relação à água.

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

O álcool 70, ou álcool etílico hidratado 70° INPM, é uma solução aquosa muito usada como desinfetante de média ou baixa eficiência, composto por álcool etílico e água deionizada. A solução de álcool 70° nessa concentração não desidrata a parede celular do microrganismo, podendo desse modo penetrar em seu interior, onde fará a desnaturação de proteínas e neutralizar o agente ameaçador. Tal efeito não ocorre quando a concentração de álcool está acima ou abaixo dessa concentração.

Com essas informações, em equipe, calcule a concentração comum do álcool 70° INPM, em g/L. (Massas molares (g/mol): C = 12, O = 16 e H = 1; Densidade do etanol = 0,8 g/mL)

Dados

C (g/L) = ?

C = 70° INPM

Densidade do álcool etílico = 0,8 g/mL

a) cálculo da concentração 70° INPM

- 100 g da solução contém 70 g de álcool e 30 g de água

$m_1 = 70$  g de álcool

- Cálculo do volume da solução

1) Volume do álcool (Densidade absoluta)

$$D = \frac{\text{massa (g)}}{\text{Volume (mL)}}$$

$$0,8 \text{ g/mL} = \frac{70 \text{ g}}{\text{Volume (mL)}}$$

$$V \text{ (mL)} = \frac{70 \text{ g}}{0,8 \text{ g/mL}}$$

$$V \text{ (mL)} = 87,5 \text{ mL de álcool}$$

2) Volume da água

- como a densidade da água é 1 g/mL:

$$1 \text{ g/mL} = \frac{30 \text{ g}}{\text{Volume (mL)}}$$

$$V = 30 \text{ mL de água}$$

3) volume da solução

87,5 mL de álcool + 30 mL de água = 117,5 mL

$V = 117,5$  mL de solução

- Concentração comum

$$C \left( \frac{\text{g}}{\text{L}} \right) = \frac{\text{massa (g)}}{\text{Volume (L)}}$$

Dados:

$C = ?$

$m_1 = 70$  g

$V = 117,5$  mL ou  $V = 0,1175$  L

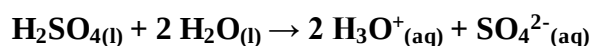
$$C \left( \frac{\text{g}}{\text{L}} \right) = \frac{70 \text{ g}}{0,1175 \text{ L}}$$

$$C = 596,7 \text{ g/L}$$

\*\*\*\*\*

## 5. Ácido sulfúrico

O ácido sulfúrico é uma solução aquosa de sulfato de hidrogênio, cuja fórmula é  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Assim como todas as demais substâncias ácidas, ele apresenta boa solubilidade em água, bem como nessa solução se dissocia formando o cátion hidrônio,  $\text{H}_3\text{O}^+$ :



Nas indústrias, o ácido sulfúrico é uma substância química amplamente utilizada. Nesse sentido, o consumo per capita dele simboliza um relevante indicador do desenvolvimento técnico de um país. Entre suas aplicações, pode-se citar a produção de fertilizantes, como os superfosfatos e o sulfato de amônio, a produção de papel, de corantes, de medicamentos, de

tintas, de inseticidas, de explosivos e outras espécies de ácidos. Além disso, é ricamente empregado em indústrias petroquímicas para o refino de petróleo e como removedor de óxidos em ferro e aço.

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Em um laboratório de Fortaleza, Pedro, o técnico em química responsável, precisa preparar uma solução de ácido sulfúrico de concentração 3 mol/L. Qual a massa de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) será necessária para preparar 2 litros de uma solução na concentração de 3 mol/L? Dado:  $MM(H_2SO_4) = 98 \text{ g/mol}$ .

$$C \left( \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right) = \frac{m \text{ (g)}}{MM \cdot V(L)}$$

$$3 = \frac{m \text{ (g)}}{98 \cdot 2}$$

$$m = 588 \text{ g de } H_2SO_4$$

\*\*\*\*\*

## 6. Cloração de piscinas

O uso do cloro e de outros produtos químicos na água de piscinas permite eliminar diversas espécies de fungos e bactérias. Além disso, esse é um tratamento utilizado para inibir a proliferação de algas, que fazem a água adquirir uma coloração esverdeada e de aparência turva.

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Isabel trabalha com limpeza e manutenção de piscinas na Região Metropolitana de Fortaleza. Baseada em sua experiência profissional, Isabel sabe que um dos problemas mais comuns em piscinas é o nível elevado de sólidos dissolvidos na água, fator que causa irritação aos olhos dos banhistas e pode dar uma aparência turva à água. A resolução desse problema está na supercloração, adicionando-se 50mg/L de cloro à piscina, para oxidar todo esse material. Isabel foi encarregada de realizar a supercloração de uma piscina com capacidade 10.000L de água usando hipoclorito de cálcio ( $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$ ), substância que tem 65% de cloro ativo. Entretanto, Isabel não sabe o valor da massa de hipoclorito de cálcio a ser adicionada. Em equipe, calcule a massa aproximada de  $Ca(OCl)_2 \cdot 4H_2O$  a ser adicionada.

(a) 970 g    (b) 900 g    (c) 770 g    (d) 550 g    (e) 650 g.

50mg de cloro ————— 1 L

X mg cloro ————— 10.000 L

X = 500.000 mg de cloro ou 500 g de cloro

A cada 100g da substância ————— 65g é de cloro, logo:

100g da substância ————— 65g de cloro

Xg da substância ————— 500g de cloro

X = 769,23 g de hipoclorito de cálcio

\*\*\*\*\*

## 7. Água oxigenada

A água oxigenada, também conhecida como peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), é um bom antisséptico local usado para higienizar ferimentos leves. No entanto, seu alcance é reduzido a camadas superficiais da pele. A substância se decompõe rapidamente no local de sua inserção, liberando lentamente oxigênio no ferimento e eliminando bactérias e vírus anaeróbicos presentes no local. Atua rapidamente e, quando usado corretamente, não é corrosivo nem tóxico. O peróxido de hidrogênio é apenas para uso externo e está amplamente disponível em supermercados e farmácias.

\*\*\*\*\* Problema em Questão \*\*\*\*\*

Em um sítio localizado no município de Pacatuba, Paulo, o responsável pela propriedade, utilizou uma solução de água oxigenada para desinfetar um leve ferimento em sua perna. Ele sabe que a água oxigenada comercial é uma solução de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) que detém boa função antisséptica, devido a liberação de  $\text{O}_2$ . Em equipe, calcule os percentuais, em massa, de hidrogênio e oxigênio nesse composto:

**(Dados.** massas molares (g/mol): H = 1,00; O = 16).

Os percentuais, em massa, de hidrogênio e oxigênio, na água oxigenada, são respectivamente: 5,9% e 94,1%.

A massa molar do  $\text{H}_2\text{O}_2$  = 34 g/mol

H = 1g/mol

O = 16g/mol

- Regra de três (proporção entre grandezas):

34 g de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ————— 100%

2 g de Hidrogênio ————— x %

$$34x = 100 \cdot 2$$

$$34x = 200$$

$$x = \frac{200}{34}$$

$$x = 200/34$$

x = 5,88% ou 5,9% de Hidrogênio.

34 g de  $\text{H}_2\text{O}_2$  ————— 100%

32 g de Oxigênio ————— x %

$$34x = 100 \cdot 32$$

$$34x = 3200$$

$$x = \frac{3200}{34}$$

x = 94,1% de Oxigênio

\*\*\*\*\*

## 8. Maionese

A maionese é um molho produzido à base de óleo e ovos, o seu procedimento de preparado deve ser a frio e condimentado com diversos temperos. Dentre os usos da maionese, tem-se a ampla utilização em sanduíches e saladas. Na historicidade, existem inúmeras teorias que

afirmam quais foram as origens desse molho. A maionese é empregada há muito tempo nas cozinhas da Europa. Aliás, a cidade de Maó, presente na ilha de Minorca, afirma ter sido lá dada sua produção e denominação. Portanto, sua origem teria acontecido em Maó e depois a receita teria se espalhado pela França após a Batalha de Minorca de 1756.

\*\*\*\*\* **Problema em Questão** \*\*\*\*\*

Verônica é uma professora de ciências de uma escola pública em Maracanaú e, ao falar de soluções químicas, um de seus alunos a questionou sobre qual seria a classificação (mistura ou solução) do molho conhecido como maionese. Verônica sabe que a maionese caseira é formada por óleo, gema de ovo e limão (ou vinagre). O ovo tem a função de estabilizar a referida substância. Além disso, Verônica sabe que a maionese forma colóides. Em equipe, explique como Verônica poderia explicar ao seu aluno a classificação da maionese como mistura ou solução.

Uma solução química apresenta partículas menores que 1nm, enquanto partículas como a da maionese apresentam tamanho médio entre 1 e 100 nanômetros (nm), isto é, são as partículas coloidais, formando uma mistura. Em um sistema, quando partículas muito pequenas não podem ser observadas a olho nu, diz-se que está se tratando de uma dispersão coloidal ou colóide. A maionese se trata de uma dispersão coloidal de emulsão, pois consiste em um líquido disperso em outro líquido. No caso, as gotículas de óleo espalhadas no vinagre através do auxílio do ovo. Portanto, não se trata de uma solução.

\*\*\*\*\*

## 9. Refrigerantes

O refrigerante é uma solução de água em que um dos solutos é o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Existem diferenças de solubilidade do  $\text{CO}_2$  conforme a sua temperatura de exposição, por exemplo, as diferenças ao se abrir uma garrafa de refrigerante em temperatura ambiente ou uma garrafa de refrigerante vinda da geladeira. Em síntese, os refrigerantes são compostos por uma mistura de água, dióxido de carbono e algum tipo de xarope, que dá cor e sabor à bebida. Mas essas três coisas não são combinadas ao mesmo tempo - primeiro, os fabricantes combinam água e gás em um dispositivo chamado carbonizador.

\*\*\*\*\* **Problema em Questão** \*\*\*\*\*

Em um supermercado de Maracanaú, um de seus clientes, conhecido como Edson, observa atentamente os refrigerantes que estão à venda, ele observa que existem garrafas de refrigerante tanto em temperatura ambiente quanto no refrigerador. Isso o faz refletir, pois ele se recorda que nas aulas de Química cursadas durante o seu Ensino Médio, havia uma alteração da solubilidade do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) presente nos refrigerantes conforme a variação de temperatura. Em equipe, descreva como você explicaria para Edson a diferença que ocorre quando se abre uma garrafa de refrigerante acima e abaixo da temperatura ambiente, assim como a relação que a temperatura e a pressão exercem na dissolução do  $\text{CO}_2$  na composição do refrigerante.

R. À temperatura ambiente, o gás presente na garrafa de refrigerante é menos solúvel, então o gás é liberado mais rapidamente, isso ocorre justamente porque as moléculas presentes estão mais agitadas. No refrigerador, a solubilidade do gás é maior e a taxa de liberação do gás é mais lenta. A solubilidade de um gás é inversamente proporcional à temperatura, quanto maior a temperatura, menor a solubilidade. Aliás, ao baixar a temperatura da solução se promove uma lentidão das colisões entre as moléculas.

---

Além disso, quanto maior for a pressão exercida sobre uma solução maior será a frequência e a velocidade de colisão entre as moléculas. Logo, com colisões mais intensas, um número maior de moléculas do gás penetrará no meio líquido.

\*\*\*\*\*

## 10. Varfarina

A varfarina é um medicamento que interfere na agregação plaquetária. Em razão disso, é muito utilizado como anticoagulante. A sua função no organismo não é nociva desde que esteja com uma concentração de até 4,0 mg/L presente no plasma sanguíneo, pois isso poderia desencadear o surgimento de hemorragias. As moléculas desse fármaco se alojam no meio intravascular e se dissolvem exclusivamente no plasma. O plasma sanguíneo representa cerca de 60% do sangue em volume. A varfarina é administrada como solução aquosa por via intravenosa, com concentração de 3,0 mg/mL.

\*\*\*\*\* **Problema em Questão** \*\*\*\*\*

Miguel é um estudante de Licenciatura em Química do IFCE – *Campus* Maracanaú. Assim, durante seus estudos ele se deparou com um artigo científico trazendo algumas informações sobre a varfarina no corpo humano. Como ele é um químico muito curioso se propôs a saber qual seria o volume em mililitros necessário da solução injetável desse medicamento em um indivíduo adulto, com volume sanguíneo igual a 5,0 L. Em equipe, calcule qual seria o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado por via intravenosa nesse indivíduo de modo que não ocorram hemorragias.

Como o plasma sanguíneo representa 60% do sangue, a primeira etapa é calcular o volume de plasma correspondente:

$$\begin{array}{rcl} 5000 \text{ mL} & \text{—————} & 100\% \\ x & \text{—————} & 60\% \\ x = 3000 \text{ mL de plasma} \end{array}$$

A concentração de varfarina no medicamento administrado por via intravenosa é de 3 mg/mL ou de 3000 mg/ L. Sabendo que o limite de concentração deve ser de 4 mg/L para que não ocorra hemorragia, temos:

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

$$3000\text{mg/L} \cdot V_1 = 4 \text{ mg/L} \cdot 3000\text{mL}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Ou seja:

Dos 5L de sangue, 3L são de plasma (60% de 5L). Se a concentração máxima não pode ultrapassar 4mg/L, logo  $3\text{L} \times 4\text{mg/L} = 12\text{mg}$ . Esta é a quantidade máxima que poderá estar no plasma sanguíneo. A varfarina é administrada com concentração de 3,0 mg/mL. Assim, se cada mililitro possui 3,0 mg de varfarina, 12 mg seriam obtidos em 4 mL do medicamento.

\*\*\*\*\*

## APÊNDICE VI – MODELO PADRÃO PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

- **Capa** (Integrantes da equipe, tema, cidade e ano).
  - **Tema** (Especificar o tema escolhido).
  - **Objetivo Geral** (Destacar o objetivo geral da pesquisa. Exemplo: “*analisar materiais bibliográficos desenvolvidos em pesquisas científicas acerca dos danos à saúde humana provenientes do uso da mistura água sanitária e álcool etílico para a limpeza doméstica*”).
  - **Objetivos Específicos** (Destacar três objetivos específicos da pesquisa para a obtenção do objetivo geral).
    - (1) Objetivo Específico;
    - (2) Objetivo Específico;
    - (3) Objetivo Específico.
  - **Metodologia** (Como será realizada a pesquisa para atingir seus objetivos?).
  - **Resultados Esperados** (O que se pretende discutir com essa pesquisa?).
  - **Referências** (Utilizará algum livro?).
-



## ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

Eu, \_\_\_\_\_,  
coordenador do Curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*, autorizo a realização do projeto intitulado “O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CTS: UMA PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR REALIZADA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO” pelos pesquisadores João Guilherme Nunes Pereira e Caroline de Goes Sampaio, que envolverá o processo investigativo de um estudo de caso com alunos da disciplina de Química do 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química, mediante a aplicação de quatro (04) questionários, a elaboração de projetos de pesquisa, a apresentação de seminários e a realização de uma aula dialogada para coleta de dados, que será iniciado após a aprovação pelo Sistema CEP-CONEP.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú* está ciente de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para desenvolvê-la em conformidade às diretrizes e normas éticas. Ademais, ratifico que não haverá quaisquer implicações negativas aos alunos que não desejarem ou desistirem de participar do projeto.

Declaro, outrossim, na condição de representante desta organização, conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), e disponíveis no Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE.

Maracanaú, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura e carimbo do(a) Coordenador(a) do curso Curso Técnico Integrado em Química do  
IFCE – *Campus Maracanaú*

\_\_\_\_\_  
Assinatura e carimbo do(a) responsável pelo Departamento de Extensão, Pesquisa, Pós-  
Graduação e Inovação (DEPPI) do IFCE – *Campus Maracanaú*



**ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO(A)  
PROFESSOR(A) REGENTE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA**

**O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CTS: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR REALIZADA NO 2º ANO DO  
ENSINO MÉDIO**

**JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA E CAROLINE DE GOES SAMPAIO**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará – *Campus Fortaleza*. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador responsável.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

**Justificativa e objetivos:**

Este estudo tem o objetivo de analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*. A perspectiva de ensino em uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade concentra-se na ação de compreender os impactos dos avanços científicos e tecnológicos no meio social e, certamente, se empenha em contextualizar os assuntos relativos à ciência para uma acessibilidade de informações muito ampla, assim como a reflexão em CTS não se restringe aos coeficientes isolados de uma sociedade ou de um campo do conhecimento. Logo, preserva sua natureza na interdisciplinaridade. Desse modo, apresenta-se, coadunando esses argumentos, a proposta de uma atividade interdisciplinar de abordagem CTS acerca do estudo de soluções químicas a ser aplicada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Procedimentos:**

Participando do estudo você está sendo convidado contribuir com os estudos sobre a aprendizagem dos estudantes de Ensino Médio na disciplina de Química, particularmente em uma proposta de ensino interdisciplinar sobre soluções químicas e a responder um (01) questionário que, após entregue, deverá ser preenchido em até duas horas:

**Questionário III:** Questionário docente sobre a aprendizagem dos estudantes durante a atividade interdisciplinar.

Na pesquisa, haverá três etapas: 1. Ambientação do pesquisador responsável e assinatura do TCLE pelo docente; 2. Aula; 3. Questionário docente sobre a aprendizagem dos estudantes durante a atividade interdisciplinar.

Todas as informações coletadas nos questionários serão digitalizadas e armazenadas no Google Drive dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



**Desconfortos e riscos:**

Você **não** deve participar deste estudo se não estiver totalmente confortável e ciente dos conteúdos, postulados teóricos, motivadores da investigação ou qualquer influência que isso poderá implicar a sua personalidade emocional/religiosa ou a qualquer outro parâmetro de sua relevância. Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos relacionados ao conteúdo estudado que será sobre as soluções químicas.

**Benefícios:**

Os benefícios deste estudo serão uma aprendizagem mais consolidada acerca de Química, especialmente das soluções químicas, e das relações de reflexão que os conteúdos de aspecto científico e tecnológico possibilitam fornecer aos estudantes.

**Acompanhamento e assistência:**

O acompanhamento deste estudo será dado pelos pesquisadores responsáveis em todos os momentos presenciais de aplicação da pesquisa e sua coleta, bem como nos momentos não-presenciais através dos canais de comunicação adotados pelos pesquisadores e informados neste documento. Em caso de algum desconforto, o participante deverá informar de imediato aos pesquisadores que prontamente solucionarão ou solicitarão suporte técnico das equipes de enfermagem, psicologia ou do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) do próprio *Campus* investigado. Dessa forma, qualquer problema levantado deverá ser solucionado mediante um comum acordo entre os participantes, os pesquisadores e os responsáveis institucionais.

**Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

**Ressarcimento e indenização:**

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

**Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores: João Guilherme Nunes Pereira, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 98598.3037, [joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br](mailto:joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br) ou Caroline de Goes Sampaio, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 3307-4020, [carolinesampaio@ifce.edu.br](mailto:carolinesampaio@ifce.edu.br).

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: [cep@ifce.edu.br](mailto:cep@ifce.edu.br)

**Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

---

Contato telefônico (opcional):

---

e-mail (opcional):

---

---

(Assinatura do participante)

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências das Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional no 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), bem como de complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): João Guilherme Nunes Pereira

---

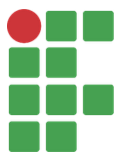
---

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



**ANEXO C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO(A)  
ESTUDANTE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA**

**O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CTS: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR REALIZADA NO 2º ANO DO  
ENSINO MÉDIO**

**JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA E CAROLINE DE GOES SAMPAIO**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do Instituto Federal do Ceará – *Campus* Fortaleza. Este documento, chamado Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), assegura seus direitos como participante desta pesquisa e foi elaborado em duas vias, uma ficará com você e outra com o pesquisador responsável.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável. Se preferir, pode levar este termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não autorizar sua participação ou retirar sua autorização em qualquer momento da pesquisa.

**Justificativa e objetivos:**

Este estudo tem o objetivo de analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú. A perspectiva de ensino em uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade concentra-se na ação de compreender os impactos dos avanços científicos e tecnológicos no meio social e, certamente, se empenha em contextualizar os assuntos relativos à ciência para uma acessibilidade de informações muito ampla, assim como a reflexão em CTS não se restringe aos coeficientes isolados de uma sociedade ou de um campo do conhecimento. Logo, preserva sua natureza na interdisciplinaridade. Desse modo, apresenta-se, coadunando esses argumentos, a proposta de uma atividade interdisciplinar de abordagem CTS acerca do estudo de soluções químicas a ser aplicada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Procedimentos:**

Participando do estudo você está convidado a aprender assuntos da disciplina de Química, particularmente através de uma proposta de ensino sobre soluções químicas, bem como a responder três (03) questionários que, após entregues, deverão ser preenchidos em até duas horas para cada um deles:

**Questionário I:** caracterização social discente e a aprendizagem na disciplina de Química;

**Questionário II:** Questionário discente sobre a atividade e as aprendizagens desenvolvidas;

**Questionário III:** Questionário de opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS).

A proposta consistirá em uma aula elaborada a partir do conteúdo de soluções químicas, a elaboração de um projeto de pesquisa pelos estudantes e a apresentação de seminários. Na pesquisa, haverá quatro etapas: 1. Ambientação do pesquisador responsável e assinatura dos TCLE/TALE; 2. Aplicação do questionário I e III (prévio); 3. Aula; 4. Aplicação do questionário II e III (posterior).

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



Todas as informações coletadas nos questionários serão digitalizadas e armazenadas no Google Drive dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido.

#### **Desconfortos e riscos:**

Você **não** deve participar deste estudo se não estiver totalmente confortável e ciente dos conteúdos, postulados teóricos, motivadores da investigação ou qualquer influência que isso poderá implicar a sua personalidade emocional/religiosa ou a qualquer outro parâmetro de sua relevância. Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos por não aprender o conteúdo estudado de soluções químicas ou algo similar.

#### **Benefícios:**

Os benefícios deste estudo serão uma aprendizagem mais consolidada acerca de Química, especialmente das soluções químicas, e das relações de reflexão que os conteúdos de aspecto científico e tecnológico possibilitam fornecer aos estudantes.

#### **Acompanhamento e assistência:**

O acompanhamento deste estudo será dado pelos pesquisadores responsáveis em todos os momentos presenciais de aplicação da pesquisa e sua coleta, bem como nos momentos não-presenciais através dos canais de comunicação adotados pelos pesquisadores e informados neste documento. Em caso de algum desconforto, o participante deverá informar de imediato aos pesquisadores que prontamente solucionarão ou solicitarão suporte técnico das equipes de enfermagem, psicologia ou do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) do próprio *Campus* investigado. Dessa forma, qualquer problema levantado deverá ser solucionado mediante um comum acordo entre os participantes, os pesquisadores e os responsáveis institucionais.

#### **Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

#### **Ressarcimento e indenização:**

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

#### **Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores: João Guilherme Nunes Pereira, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 98598.3037, [joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br](mailto:joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br) ou Caroline de Goes Sampaio, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 3307-4020, [carolinesampaio@ifce.edu.br](mailto:carolinesampaio@ifce.edu.br).

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: [cep@ifce.edu.br](mailto:cep@ifce.edu.br)

#### **Assentimento livre e esclarecido:**

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, autorizo minha participação e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador responsável e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

---

Contato telefônico (opcional):

---

e-mail (opcional):

---

---

(Assinatura do Responsável pelo(a) Participante)

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências das Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional nº 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), bem como de complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): João Guilherme Nunes Pereira

---

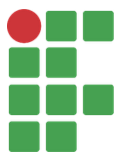
---

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



**ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO(A)  
RESPONSÁVEL PELO(A) ESTUDANTE PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA**

**O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CTS: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR REALIZADA NO 2º ANO DO  
ENSINO MÉDIO**

**JOÃO GUILHERME NUNES PEREIRA E CAROLINE DE GOES SAMPAIO**

Você está sendo convidado a autorizar a participação do(a) estudante \_\_\_\_\_, como voluntário de uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do Instituto Federal do Ceará – *Campus* Fortaleza. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do responsável pelo(a) estudante, assegura os direitos do participante nesta pesquisa e é elaborado em duas vias, uma que ficará com o(a) responsável pelo(a) estudante e outra com o pesquisador responsável.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável. Se preferir, pode levar este termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não autorizar o(a) estudante a participar ou retirar sua autorização em qualquer momento da pesquisa.

**Justificativa e objetivos:**

Este estudo tem o objetivo de analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú. A perspectiva de ensino em uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade concentra-se na ação de compreender os impactos dos avanços científicos e tecnológicos no meio social e, certamente, se empenha em contextualizar os assuntos relativos à ciência para uma acessibilidade de informações muito ampla, assim como a reflexão em CTS não se restringe aos coeficientes isolados de uma sociedade ou de um campo do conhecimento. Logo, preserva sua natureza na interdisciplinaridade. Desse modo, apresenta-se, coadunando esses argumentos, a proposta de uma atividade interdisciplinar de abordagem CTS acerca do estudo de soluções químicas a ser aplicada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Procedimentos:**

Participando da pesquisa o estudante está convidado a aprender assuntos da disciplina de Química, particularmente através de uma proposta de ensino sobre soluções químicas, bem como a responder três (03) questionários que, após entregues, deverão ser preenchidos em até duas horas para cada um deles:

**Questionário I:** Caracterização social discente e a aprendizagem na disciplina de Química;

**Questionário II:** Questionário discente sobre a atividade e as aprendizagens desenvolvidas;

**Questionário III:** Questionário de opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS).

A proposta consistirá em uma aula elaborada a partir do conteúdo de soluções químicas, a elaboração de um projeto de pesquisa pelos estudantes e a apresentação de seminários.

Na pesquisa com estudantes, haverá quatro etapas: 1. Ambientação do pesquisador

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



responsável e assinatura dos TCLE/TALE; 2. Aplicação do questionário I e III (prévio); 3. Aula; 4. Aplicação do questionário II e III (posterior).

Todas as informações coletadas nos questionários serão digitalizadas e armazenadas no Google Drive dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido.

#### **Desconfortos e riscos:**

Você **não** deverá autorizar a participação do estudante neste estudo se não estiver totalmente confortável e ciente dos conteúdos, postulados teóricos, motivadores da investigação ou qualquer influência que isso poderá implicar a sua perspectiva emocional, religiosa ou a qualquer outro parâmetro de sua relevância. Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos por não aprender o conteúdo estudado ou algo similar.

#### **Benefícios:**

Os benefícios deste estudo serão uma aprendizagem mais consolidada acerca de Química, especialmente das soluções químicas, e das relações de reflexão que os conteúdos de aspecto científico e tecnológico possibilitam fornecer aos estudantes.

#### **Acompanhamento e assistência:**

O acompanhamento deste estudo será dado pelos pesquisadores responsáveis em todos os momentos presenciais de aplicação da pesquisa e sua coleta, bem como nos momentos não-presenciais através dos canais de comunicação adotados pelos pesquisadores e informados neste documento. Em caso de algum desconforto, o participante deverá informar de imediato aos pesquisadores que prontamente solucionarão ou solicitarão suporte técnico das equipes de enfermagem, psicologia ou do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) do próprio *Campus* investigado. Dessa forma, qualquer problema levantado deverá ser solucionado mediante um comum acordo entre os participantes, os pesquisadores e os responsáveis institucionais.

#### **Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

#### **Ressarcimento e indenização:**

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

#### **Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores: João Guilherme Nunes Pereira, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 98598.3037, [joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br](mailto:joao.guilherme.nunes07@aluno.ifce.edu.br) ou Caroline de Goes Sampaio, Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, (85) 3307-4020, [carolinesampaio@ifce.edu.br](mailto:carolinesampaio@ifce.edu.br).

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: [cep@ifce.edu.br](mailto:cep@ifce.edu.br)

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_



**Assentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, autorizo a participação do(a) estudante e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador responsável e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

---

Contato telefônico (opcional):

---

e-mail (opcional):

---

---

(Assinatura do Responsável pelo(a) Participante)

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências das Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016, e Norma Operacional no 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), bem como de complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): João Guilherme Nunes Pereira

---

---

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_

## ANEXO E — PLANO DE AULA

### 1. IDENTIFICAÇÃO

|                                      |                                                             |                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Subárea:</b><br>Química Analítica | <b>Tema:</b> Soluções químicas através de uma abordagem CTS | <b>Aula em nível:</b><br>Ensino Médio |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|

|                         |                                   |                                                |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Data:</b> 14/03/2023 | <b>Horário:</b> de 08:00 às 12:00 | <b>Professor:</b> João Guilherme Nunes Pereira |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|

### 2. PLANO

| <b>Objetivos:</b>                                                                                                                                                                      | <b>Conteúdo programático:</b>                                                                                                                                                | <b>Recursos:</b>                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Compreender o que são soluções químicas e suas características.</li> <li>Desenvolver aprendizados críticos através da abordagem CTS.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definição e história do movimento CTS.</li> <li>Definições de soluções químicas.</li> <li>Cálculos envolvendo as soluções.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektor.</li> <li>Quadro branco.</li> <li>Pincel para quadro branco.</li> </ul> |

### 3. PROCEDIMENTOS

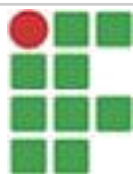
| <b>INTRODUÇÃO:</b>                                                                                                                                                                                                    | <b>DESENVOLVIMENTO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>CONCLUSÃO:</b>                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Interação inicial com os estudantes.</li> <li>Início da discussão com o histórico do movimento CTS.</li> <li>Apresentação de conceitos básicos de soluções químicas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação dos conceitos: O que é uma solução química, soluções quanto ao estado físico e natureza, molaridade, concentração comum, densidade, título, fração molar, solubilidade, diluição e soluções no cotidiano.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar dúvidas.</li> <li>Explicar como serão os seminários, a discussão e a elaboração dos projetos de pesquisa.</li> </ul> |

### 4. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indagações para averiguar os conhecimentos que os aprendizes sabem previamente ou adquiriram ao longo da aula, propor problemática aos estudantes acerca do assunto abordado e observar seu empenho, grau de dificuldade e afinidade durante essa resolução/discussão. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5. INDICAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS:

|                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. <b>Química para o Ensino Médio</b> . 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. |
| REIS, M. <b>Química</b> . 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.                                               |



Continuação do Parecer: 5.779.274

## **ANEXO F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

### **DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** O ESTUDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PELA ABORDAGEM CTS: UMA PROPOSTA DE ENSINO INTERDISCIPLINAR REALIZADA NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

**Pesquisador:** JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 64608322.0.0000.5589

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### **DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.779.274

#### **Apresentação do Projeto:**

No Brasil, o novo regulamento educacional da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incentiva a realização de projetos contextualizados e abordagens pedagógicas interdisciplinares na área de Ciências da Natureza referente à etapa do Ensino Médio. Em função disso, as estratégias de ensino no campo das ciências naturais têm se debruçado mais e mais por abordagens de temas incorporando a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Dentre os ramos de estudo CTS, tem-se a interdisciplinaridade que, em princípios gerais, se evidencia como modo de intercalar saberes científicos e tecnológicos sistematizados mediante o conteúdo ensinado e as problemáticas de cunho social enfrentadas pelos estudantes em seu cotidiano, isto é, fomenta-se à associação de conhecimentos em uma perspectiva coletiva da complexidade humana. Desse modo, este estudo se propõe a analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú. Para isso, desenvolver-se-á um estudo de caso de cunho exploratório e descritivo, contando com a participação de 30 a 40 alunos do 2º ano do Ensino Médio do curso versado e de um(a) docente da disciplina de Química responsável pela turma investigada. Desse modo, é intuito metodológico específico deste projeto comparar concepções discentes de Ciência, Tecnologia e Sociedade nos momentos de pré-teste e pós-teste, a fim de representar alterações ou estabilidades atitudinais apoiadas nesses parâmetros conforme a realização desta proposta didática. Ademais, tenciona-se identificar as visões prévias de aprendizagem desses estudantes na disciplina de Química Analítica e confrontá-las com as noções advindas da realização desta atividade de ensino CTS na perspectiva interdisciplinar. Em linhas gerais, este ensaio deseja colaborar com discussões acadêmicas acerca da aprendizagem do conteúdo de soluções químicas no 2º ano do Ensino Médio, particularmente evidenciando os resultados de uma proposta

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

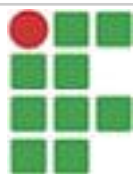
**CEP:** 60.410-426

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.779.274

de ensino CTS a ser realizada em um Curso Técnico Integrado de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Geral:

Analisar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas através do enfoque educativo CTS e suas contribuições para a aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química Analítica de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú.

Objetivos Específicos:

- Elaborar uma atividade interdisciplinar sobre soluções químicas mediante problemáticas na perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para estudantes do 2º ano do Ensino Médio de um Curso Técnico em Química, a fim de viabilizar uma aprendizagem contextualizada de Química Analítica;
- Descrever percepções prévias dos estudantes sobre o desenvolvimento habitual de suas aprendizagens na disciplina de Química Analítica, assim como as perspectivas decorrentes da execução desta proposta de ensino;
- Destacar concepções docentes, após esse processo de ensino, alusivas à aprendizagem desenvolvida pelos estudantes para a disciplina de Química Analítica, em função de constatar sua noção e percepção de aprendizagem;
- Comparar noções científicas, tecnológicas e sociais prévias e decorrentes dos educandos com a execução dessa intervenção didática mediante o Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS).

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos quanto aos docentes: Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem possibilidade de constrangimento do docente ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado na instituição; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas.

Riscos aos estudantes e/ou responsáveis: Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos dos estudantes por não aprenderem o conteúdo estudado; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas.

Quanto aos benefícios: Os benefícios deste estudo serão uma aprendizagem mais consolidada acerca de Química, especialmente das soluções químicas, e das reflexões que os conteúdos de aspecto científico e tecnológico possibilitam fornecer aos estudantes.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

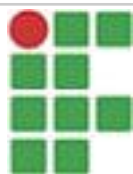
**CEP:** 60.410-426

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.779.274

A pesquisa será realizado pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do Instituto Federal do Ceará – *Campus* Fortaleza a ser aplicado aos estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú.

A pesquisa é relevante quanto ao Ensino de Química na Instituição de Ensino.

1. Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 que apresentava Quanto aos riscos, no TCLE dos responsáveis e TALE apresenta mais de um risco: "Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos dos estudantes por não aprenderem o conteúdo estudado; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas." Sugerimos uma padronização entre TALE, TCLE, projeto e na opção de Riscos que está escrito: "Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos por não aprender o conteúdo estudado ou algo similar durante a realização da atividade."

1. RESPOSTA:

Riscos quanto aos docentes: Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem possibilidade de constrangimento do docente ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado na instituição; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas.

Riscos aos estudantes e/ou responsáveis: Os pesquisadores esclarecem que os únicos riscos possíveis envolvem desconfortos dos estudantes por não aprenderem o conteúdo estudado; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas.

1. ANÁLISE: Pendência Atendida.

2. Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 que o pesquisador informa: "Todas as informações coletadas nos questionários serão digitalizadas e armazenadas no Google Drive dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido."

2. RESPOSTA:

Nos TCLEs e TALE o pesquisador afirma: " Todas as informações coletadas nos questionários serão digitalizadas e armazenadas em um dispositivo eletrônico local dos pesquisadores, podendo, desse modo, ser consultadas a qualquer tempo que o Comitê de Ética do IFCE achar devido."

2. ANÁLISE: Pendência Atendida.

3. Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 que O pesquisador não informa se serão feitas filmagens e/ou fotos para a pesquisa. Caso sim, é necessário um termo para

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

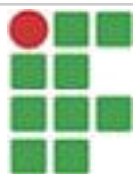
**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**CEP:** 60.410-426

**E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.779.274

determinada finalidade.

3. RESPOSTA:

Os pesquisadores esclarecem que não serão feitas filmagens e/ou gravações durante a pesquisa.

3. ANÁLISE: Pendência Atendida.

4. Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 - Informar que todos os voluntários da pesquisa são menores de idade.

4. RESPOSTA:

Os sujeitos desta pesquisa serão entre 30 e 40 estudantes, quantos aceitarem participar do estudo, com idades entre 15 e 17 anos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado (Matutino/Vespertino) em Química presente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Maracanaú*.

4. ANÁLISE: Pendência Atendida.

5. - Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 que Não consta nos anexos e assim como no projeto os questionários I, II, III e IV, e não informa nos termos TCLE, TALE e no projeto o quantitativo de questões e se abrange perguntas objetivas e/ou subjetivas.

5. RESPOSTA:

Questionário I: Esse instrumento, após entregue, deverá ser preenchido em até duas horas e será constituído de quinze (15) questões de múltipla escolha, nas quais seis (06) abordarão a caracterização social e nove (09) versarão os entraves de aprendizagem desses estudantes. Questionário II: Desse modo, esse recurso, após entregue, deverá ser preenchido em até duas horas e será composto por nove (09) indagações objetivas e uma (01) subjetiva, dentre elas: cinco (05) alusivas às concepções dos educandos sobre a atividade e seu auxílio no aprendizado em Química, bem como outras cinco (05) referentes ao aprendizado genuíno do conteúdo de soluções químicas. Questionário III: por cinco (05) perguntas extraídas do Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) e, após entregue, deverá ser preenchida em até duas horas. Questionário IV: formado por quatro (04) questões objetivas de cunho voltado à caracterização profissional e sete (07) assertivas.

5. ANÁLISE: Pendência Atendida.

6. Quanto ao Projeto de pesquisa, foi relatado no Parecer Consubstanciado nº 5.732.593 - No projeto consta três horas de execução dos questionários, nos TCLE dos responsáveis e TALE consta duas horas além de não esclarecer se serão duas horas contínuas? ou dias diferentes? Rever o texto. Explicar o que acontece caso o tempo acabe e o voluntário ainda esteja ainda respondendo.

6. RESPOSTA:

Os pesquisadores informam: "responder três (03) questionários que, após entregues, deverão ser preenchidos cada um deles em até duas horas contínuas (esse tempo poderá ser estendido por mais duas horas contínuas conforme a necessidade do participante). Os questionários I e II serão preenchidos em um mesmo dia (Pré-teste) e o questionário III será preenchido em outro dia (Pós-teste)"

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

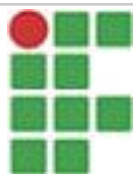
**CEP:** 60.410-426

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.779.274

**6. ANÁLISE: Pendência Atendida.**

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Constam os termos obrigatórios : Informações Básicas sobre o Projeto; Folha de rosto; Os pesquisadores apresentaram atualização no TCLE do professor, TCLE e TALE assim como os questionários I, II, III e IV que estavam pendentes; Termo de autorização e de existência de infraestrutura e Orçamento.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as pendências foram atendidas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Parecer consubstanciado de aprovação disponível na pasta (ou diretório) "Pareceres".

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                        | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2033561.pdf | 17/11/2022<br>19:16:36 |                              | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | ProjetoCEP.pdf                                | 17/11/2022<br>19:15:59 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLeresponsaveis.pdf                          | 17/11/2022<br>19:15:33 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLeprof.pdf                                  | 17/11/2022<br>19:15:23 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE.pdf                                      | 17/11/2022<br>19:15:16 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Outros                                                    | LattesCaroline.pdf                            | 24/10/2022<br>20:41:23 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Outros                                                    | lattesjoao.pdf                                | 24/10/2022<br>20:41:02 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | INFRAESTRUTURA.pdf                            | 24/10/2022<br>20:34:00 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Cronograma                                                | cronograma.pdf                                | 23/10/2022<br>15:19:01 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Outros                                                    | resultados.pdf                                | 23/10/2022<br>15:18:21 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Outros                                                    | beneficios.pdf                                | 23/10/2022<br>15:17:54 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |
| Orçamento                                                 | orcamento.pdf                                 | 23/10/2022<br>15:16:31 | JOAO GUILHERME NUNES PEREIRA | Aceito   |

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

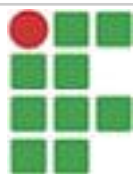
**CEP:** 60.410-426

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**E-mail:** cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 5.779.274

|                |                  |                        |                                 |        |
|----------------|------------------|------------------------|---------------------------------|--------|
| Folha de Rosto | folhaderosto.pdf | 23/10/2022<br>15:16:12 | JOAO GUILHERME<br>NUNES PEREIRA | Aceito |
|----------------|------------------|------------------------|---------------------------------|--------|

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 25 de Novembro de 2022

---

**Assinado por:**

**Emmanuel Alves Carneiro  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Jorge Dumar, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**CEP:** 60.410-426

**E-mail:** cep@ifce.edu.br