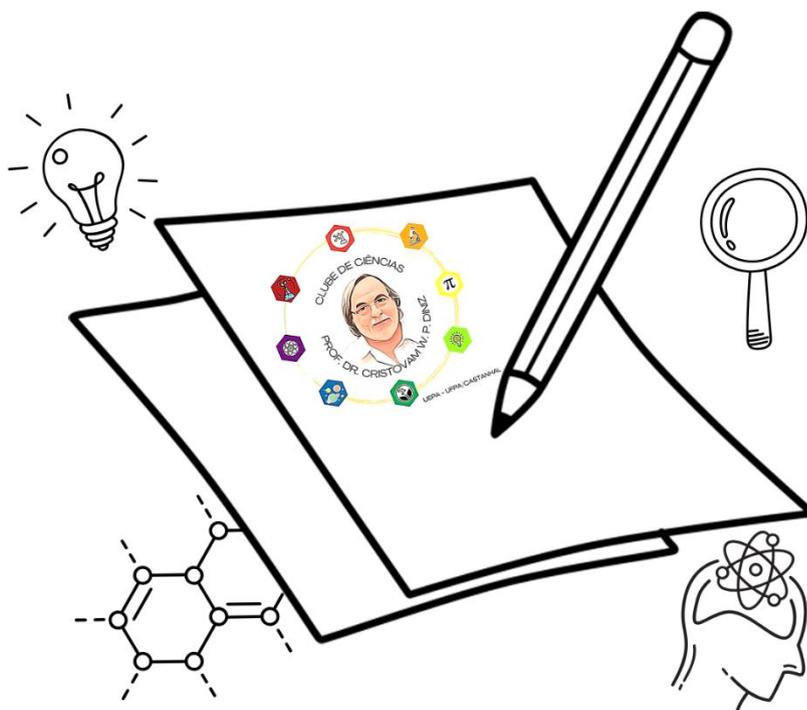




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICAS

BRENO DIAS RODRIGUES

APRENDIZAGENS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS, ATITUDINAIS E O
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS



BELÉM
2024

BRENO DIAS RODRIGUES

**APRENDIZAGENS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS, ATITUDINAIS E O
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação em Ciências.

Linha de pesquisa: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação.

Orientador: Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro.

BELÉM
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

- R696a Rodrigues, Breno Dias.
Aprendizagens conceituais, procedimentais, atitudinais e o Ensino por Investigação em um Clube de Ciências / Breno DiasRodrigues. — 2024.
177 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2024.
1. Conteúdo curricular. 2. Clube de Ciências. 3. Cromatografia em papel. 4. Ensino por Investigação. 5. Escrita e desenho. I. Título.

CDD 371.102

BRENO DIAS RODRIGUES

**APRENDIZAGENS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS, ATITUDINAIS E O
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Linha de pesquisa: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação.

Data de aprovação: 29/02/2024.

Conceito: Aprovado.

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Manoel da Silva Malheiro – Orientador
PPGECM/IEMCI/UFPA
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. José Moysés Alves
PPGECM/IEMCI/UFPA
Membro Interno

Prof. Dr. Jesus Cardoso Brabo
PPGDOC/IEMCI/UFPA
Membro Externo

A Deus, meu baluarte, força e sustento. Aos meus pais, irmãos e amigos, parceiros em minhas lutas e conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelos inúmeros benefícios que tem me concedido, especialmente saúde, coragem, sabedoria; e pelas pessoas fundamentais em minha trajetória como ser humano. Essas bênçãos foram essenciais para a realização deste sonho.

Aos meus pais, Benedito Rodrigues e Nete Dias, meu porto seguro e refúgio na vida, expresso meu profundo agradecimento por todo o amor e apoio incondicional. Obrigado por confiarem, torcerem e apostarem em mim e em meu sucesso. Suas orientações sábias, encorajamento constante e dedicação incansável em prol da minha felicidade são inestimáveis. Sou grato por ter pais tão especiais em minha vida.

À minha irmã Blenda Rodrigues, expresso minha gratidão por todo apoio, carinho e parceria constante. Sempre esteve presente, fazendo o possível para me ajudar quando precisei. Ao meu irmão caçula Bruno Rodrigues, agradeço pela paciência, obediência e por sempre colaborar quando necessário. Ao meu afilhado e sobrinho Wallace, umas das motivações para que eu siga investindo nos estudos. À minha amiga que considero irmã, Jaqueline Barbosa, agradeço pela cumplicidade e por todo incentivo diante dos meus sonhos. Amo vocês.

À Rosa Maria Sousa, expresso minha gratidão pelo carinho, amparo, amizade e, principalmente, por segurar minhas mãos durante o desenvolvimento da pesquisa no Clube de Ciências. Muito obrigado. À Edilene Silva, amiga e parceira incansável nessa jornada da pós-graduação, sou grato por todas as experiências, trocas e acolhimento recíproco e por toda ajuda em momentos importantes nesse processo. À Deyse Costa, agradeço pelas parcerias, momentos e projetos construídos ao longo desta trajetória. Obrigado por topar minhas iniciativas e “loucuras” acadêmicas. À Isabela Carvalho e Suzely Queiroz, agradeço pelas trocas e parcerias, assim como pelo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa e outros momentos importantes do curso.

Ao meu orientador, Prof. João Malheiro, expresso minha profunda gratidão pela oportunidade de orientação no mestrado. A parceria ao longo do curso e os valiosos ensinamentos foram fundamentais para o desenvolvimento e concretização da pesquisa.

Aos professores José Moysés Alves e Jesus Brabo pelo aceite para a compor a banca examinadora da defesa desta dissertação de mestrado. Agradeço a disponibilidade e a solicitude para acolher essa demanda acadêmica. Também às professoras Ariadne Peres e Fabiana Pauletti

pelo aceite e disponibilidade para compor a banca do exame de qualificação. Grato pelas valiosas contribuições, pois muito ajudaram no aprimoramento.

Aos colegas parceiros de orientação do mestrado e doutorado, as amizades e parcerias construídas no programa e os grupos de pesquisa que participei.

Ao Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz pela oportunidade em vivenciar e desenvolver esta pesquisa, os momentos formativos e as aprendizagens. Agradeço aos professores-monitores e alunos clubistas pelas experiências e pelo aceite na participação da pesquisa.

Ao Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará, na pessoa do prof. Frederico Bicalho, pela acolhida para que o clube pudesse se abrigar, funcionar e, conseqüentemente, oportunizar o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Grupo de Estudo Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências e ao Grupo de Estudo em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA) pelas oportunidades e aprendizagens durante os estudos e desenvolvimento desta e de outras pesquisas.

A Universidade Federal do Pará, ao Instituto de Educação Matemática e Científica e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas pela oportunidade e apoio durante o curso de mestrado. A todos os professores, técnicos e funcionários.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará (CEP-ICS/UFGPA), pela apreciação e aprovação do projeto de pesquisa que possibilitou seu desenvolvimento com os cuidados éticos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro na concessão de 12 meses de bolsa, que foi fundamental para os desdobramentos da pesquisa (Processo nº: 88887.825708/2023-00).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento ao financiamento de projetos vinculados ao Clube de Ciências Cristovam Diniz que subsidiaram diferentes recursos para o funcionamento desse espaço, fundamentais para que a pesquisa acontecesse.

Enfim, a todos que colaboraram direta e indiretamente na concretização deste trabalho, nas mais variadas formas e intenções, muito obrigado.

“Repetir, repetir – até ficar diferente. Repetir é um dom de estilo”
(Manoel de Barros).

RESUMO

Nesta investigação abordou-se o ensino e a aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz – que desenvolve práticas pedagógicas com abordagem do Ensino por Investigação para estudantes da Educação Básica – e buscou-se analisar as expressões de aprendizagens do conteúdo em sua tridimensionalidade nos registros gráficos (escritos e desenhos) produzidos pelos alunos clubistas durante a etapa de Escrever e Desenhar em uma Sequência de Ensino Investigativa intitulada “O problema das canetinhas hidrocor”. Essa proposta didática abordou o experimento da Cromatografia em Papel e os conceitos de substâncias, misturas e pigmentos, a partir do problema “Como identificar se cada canetinha possui uma ou mais cores em sua tinta?”. O processo foi conduzido em dois encontros com quatro etapas. Constituíram-se participantes, 25 alunos clubistas de 5º, 6º e 7º anos do Ensino Fundamental, e 13 professores-monitores voluntários, incluindo o pesquisador. Tratou-se de uma pesquisa aplicada e interventiva de natureza exploratória-explicativa, com abordagem qualitativa, caracterizada em dois tipos: a) pesquisa participante – pelo planejamento e condução de um processo educacional em um primeiro momento; e b) documental, visto que se analisou os 25 registros gráficos (*corpus*) tratados pela Análise de Conteúdo, sendo que a interpretação se apoiou no modelo analítico de Rodrigues e Malheiro (2023a). Do movimento analítico, constituíram-se as categorias que representaram as aprendizagens processuais dos alunos: Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem (*a priori*); Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa; e Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem (ambas *a posteriori*). Alguns registros foram abordados na íntegra como representativos, sendo 5, 3 e 2 respectivamente às categorias. Os resultados apontaram que os escritos e os desenhos possuem particularidades que se aproximam das características de cada dimensão do conteúdo, mas que, em geral, contemplam articuladamente todas, das quais a tendência dos aspectos presentes foram a descrição da etapa experimental investigativa, o aspecto manipulativo e conceitual, a indicação dos resultados e, em alguns casos, a expressão de sentimentos e emoções em um processo colaborativo. Quanto à relação existente entre os registros gráficos, a tridimensionalidade do conteúdo e o ensino por investigação no contexto desse clube de ciências, está o viés (auto)avaliativo desses instrumentos de sistematização do conhecimento para uma aprendizagem processual, criativa, autônoma e valorativa dos clubistas.

Palavras-chave: Conteúdo curricular; Clube de Ciências; Cromatografia em papel; Ensino por investigação; Escrita e desenho.

ABSTRACT

This investigation addressed the teaching and learning of conceptual content, procedural and attitudinal issues at the Prof. Science Club. Dr. Cristovam W. P. Diniz – which develops pedagogical practices with an Inquiry Teaching approach for Basic Education students – and we sought to analyze the learning expressions of the content in its three-dimensionality in the graphic records (writings and drawings) produced by club students during the Writing and Drawing stage in an Investigative Teaching Sequence entitled the “problem with the hydracor marker”. This didactic proposal addressed the Paper Chromatography experiment and the concepts of substances, mixtures and pigments, based on the problem “How to identify whether each marker has one or more colors in its ink?”. The process was conducted in two meetings with four stages. The participants were 25 club students from the 5^o, 6^o and 7^o years of Elementary School, and 13 volunteer teacher-monitors, including the researcher. It was an applied and interventional research of an exploratory-explanatory nature, with a qualitative approach, characterized in two types: a) participant research – for planning and conducting an educational process at first; and b) documentary, since the 25 graphic records (corpus) treated by Content Analysis were analyzed, with the interpretation being based on the analytical model of Rodrigues and Malheiro (2023a). The analytical movement constitutes the categories that represent the procedural of students and learning: Manipulative descriptiveness and investigative fidelity in learning (a priori); conceptual, phenomenological and creative learning; and Subjective and socio-emotional aspects in investigative learning (both a posteriori). Some records were covered in full as representative, with 5, 3 and 2 corresponding to the categories. The results showed that the writings and drawings have particularities that are close to the characteristics of each dimension of the content, but that, in general, articulately contemplate all, whose tendency of the present aspects were the description of the experimental investigative stage, the manipulative and conceptual aspect, the indication of results and, in some cases, the expression of feelings and emotions in a collaborative process. As for the relationship between graphic records, the three-dimensionality of the content and teaching through investigation in the context of this science club, there is the (self)evaluative nature of these knowledge systematization instruments for procedural, creative, autonomous and evaluative learning for club members.

Keywords: Curricular content; Science Club; Paper chromatography; Teaching by investigation; Writing and drawing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – SEI comumente desenvolvida no Clube de Ciências em Carvalho <i>et al.</i> (2009)	47
Figura 2 – Sequência de Ensino Investigativa em Carvalho (2013)	48
Figura 3 – Material de divulgação da I EFPM na UEPA	59
Figura 4 – Material de divulgação do Congresso Científico	63
Figura 5 – Fases e etapas de ações da pesquisa	66
Figura 6 – SEI “O problema das canetinhas hidrocor”	75
Figura 7 – Kits de materiais experimentais	79
Figura 8 – Esquema representativo do efeito desejado no experimento da CGP	80
Figura 9 – Procedimento de resolução do problema (A – incorreto; B – esperado)	82
Figura 10 – Cromatogramas resultantes de uma equipe de ALC	83
Figura 11 – História fictícia apresentada na atividade coletiva	87
Figura 12 – Etapa 2 (2E): resolução do problema prático	88
Figura 13 – Regras de análise para a constituição do corpus	92
Figura 14 – Natureza classificatória dos elementos temáticos e RG	97
Figura 15 – Desenhos de Lilás (RGALC10)	103
Figura 16 – Desenhos e escritos de Beje (RGALC01)	106
Figura 17 – Desenhos de Grená (RGALC13)	110
Figura 18 – Desenhos e escritos de Vermelho (RGALC23)	113
Figura 19 – Desenhos e escritos de Violeta (RGALC21)	119
Figura 20 – Escritos de Carmim (RGALC05)	123
Figura 21 – Desenhos e escritos de Turquesa (RGALC19)	127
Figura 22 – Desenhos e escritos de Roxo (RGALC25)	130
Figura 23 – Desenhos e escritos de Coral (RGALC12)	134
Figura 24 – Desenhos e escritos Preto (RGALC24)	137
Figura 25 – Aspectos que caracterizam o CCD	142
Figura 26 – Relações dos RG com os CC, CP e CA no CCD	144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de conteúdo no currículo	24
Quadro 2 – Principais tipos e características das atividades experimentais	40
Quadro 3 – Graus de abertura de atividades experimentais investigativas	42
Quadro 4 – SEI realizadas no Clube de Ciências em 2022	61
Quadro 5 – SEI realizadas no Clube de Ciências em 2023	64
Quadro 6 – Identificação em código e informações dos alunos clubistas	72
Quadro 7 – Quantitativo de professores-monitores participantes	73
Quadro 8 – Agrupamento dos RG quanto sua natureza	92
Quadro 9 – Ficha de sistematização das informações do <i>corpus</i> de análise	93
Quadro 10 – Instrumento de categorização dos RG	95
Quadro 11 – Elementos temáticos da ACT identificados nos RG	95
Quadro 12 – Categorias analíticas constituídas na ACT	99
Quadro 13 – Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem	101
Quadro 14 – Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa	122
Quadro 15 – Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem	133

LISTA DE SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
ACT	Análise Categorical-Temática
ALC	Aluno Clubista
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CA	Conteúdo Atitudinal
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CC	Conteúdo Conceitual
CCD	Clube de Ciências Cristovam Diniz
CCSE	Centro de Ciências Sociais e Educação
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CGP	Cromatografia em Papel
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CP	Conteúdo Procedimental
DC	Demonstrativa Convencional
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DI	Demonstrativa Investigativa
ENSI	Ensino por Investigação
EC	Ensino de Ciências
EFPM	Escola de Formação de Professores Monitores
EI	Experimentação Investigativa
EQ	Ensino de Química
IEMCI	Instituto de Educação Matemática e Científica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PM	Professor-Monitor
PMD	Professor-Monitor-Dirigente
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas
PPGEECA	Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia
RG	Registro(s) Gráfico(s)

SEI	Sequência de Ensino Investigativa
UFPA	Universidade Federal do Pará
UEPA	Universidade do Estado do Pará
VC	Verficativa Convencional
VI	Verficativa Investigativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 AS DIMENSÕES DO CONTEÚDO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	23
2.1 Conteúdos Conceituais	24
2.2 Conteúdos Procedimentais	28
2.3 Conteúdos Atitudinais	31
2.4 Uma integração dos conteúdos para o Ensino de Ciências	33
3 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SEUS DESDOBRAMENTOS.....	36
3.1 Ensino por Investigação: uma abordagem didática	36
3.2 A Experimentação investigativa como tendência.....	37
3.3 As Sequências de Ensino Investigativas	44
4 O DESENHO E A ESCRITA NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS	50
5 CLUBE DE CIÊNCIAS CRISTOVAM DINIZ: O CAMPO DA PESQUISA	55
5.1 Clubes de Ciências: espaços de Educação Científica.....	55
5.2 O Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz	57
6 O DESENHO METODOLÓGICO	66
6.1 O delineamento metodológico	67
6.2 Caracterização dos participantes e os cuidados éticos	71
6.2.1 Alunos Clubistas	71
6.2.2 Professores-Monitores.....	73
6.3 Sequência de Ensino Investigativa: “O problema das canetinhas hidrocor”	75
6.3.1 Primeiro encontro: a atividade experimental investigativa.....	76
6.3.2 Segundo encontro: contextualização e ampliação dos conhecimentos	87
6.4 Da construção e tratamento dos dados à Análise de Conteúdo	89
6.4.1 A pré-análise	91
6.4.2 A exploração do material: os RG como conteúdo.....	94
6.4.3 Inferências e interpretação dos resultados.....	98
7 SISTEMATIZAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	99
7.1 Conceitos, procedimentos e atitudes manifestados nos Registros Gráficos.....	99
7.1.1 Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem	100
7.1.2 Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa	121
7.1.3 Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem	133
7.2 Relações entre os registros gráficos e os conteúdos no Clube de Ciências	140

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
REFERÊNCIAS	152
APÊNDICE A – Assertivas elaboradas para o instrumento de validação da SEI “O problema das canetinhas hidrocor”	165
APÊNDICE B – Plano de ação da SEI (Parte I).....	167
APÊNDICE C – Plano de ação da SEI (Parte II)	170
APÊNDICE D – Registros Gráficos dos alunos clubistas (corpus analisado)	173
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	176

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa aborda a maneira que as ações pedagógicas desenvolvidas no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz – abreviado neste estudo como Clube de Ciências Cristovam Diniz (CCD), que será abordado detalhadamente em outra seção – contribuem para um processo de ensino e aprendizagem que valorize não apenas o aspecto conceitual do conteúdo curricular de Ciências, mas também as ações manipulativas e atitudinais de maneira integrada. Isso porque, a partir de um levantamento bibliográfico prévio sobre as pesquisas com foco nesse espaço pedagógico não escolar (Rodrigues; Malheiro, 2023c), constatou-se a ausência de investigações *stricto sensu* (teses e dissertações) referentes a esse tema.

Diante disso, estudos dos últimos sete anos envolvendo práticas pedagógicas nesse Clube de Ciências, que promove ações de ensino, pesquisa e extensão com foco no Ensino por Investigação (ENSI), têm demonstrado resultados promissores no âmbito dos processos de ensino – por docentes em formação inicial e continuada – e de aprendizagem dos alunos participantes. Ao fomentar ações pedagógicas que viabilizam o protagonismo e os diversos meios comunicativos para alunos da Educação Básica, como forma de inseri-los no universo da ciência de maneira instigante e divertida, o clube tem se mostrado como uma alternativa potencializadora para os processos de Educação e Divulgação Científica, bem como a popularização das ciências (Rodrigues; Malheiro, 2023c).

Isso posto, o Ensino de Ciências (EC), alinhado a recomendações curriculares contemporâneas, requer que os espaços de ensino assumam em suas práticas pedagógicas uma identidade alicerçada em um processo construtivista¹, dinâmico e problematizador. Um EC fundamentado na perspectiva enunciada possibilita que os alunos construam seus conhecimentos de modo orientado pelos professores, que qualificam as construções e estruturas de saberes de forma colaborativa (Cachapuz *et al.*, 2005). Além disso, deve proporcionar aos alunos significados na construção do saber em uma formação escolar cidadã, pois, quando ainda pequenos, as possibilidades são mais fecundas devido ao engajamento em manifestar as percepções deles sobre o mundo ao seu redor (Trivelato; Silva, 2016).

¹ O construtivismo, termo que possui múltiplos significados, é assumido neste estudo para designar uma perspectiva teórica e postura epistemológica de aprendizagem a qual pressupõe que o modelo de educação valorize a autonomia dos alunos, de modo que estes sejam os agentes na construção de seus conhecimentos. Em outras palavras, no processo de aprendizado, o aluno é ativo, enquanto o professor assume o papel de mediador. O aluno, por ser um indivíduo cultural, possui conhecimentos, e não apenas o professor detém o saber (Moreira; Massoni, 2016).

Diante disso, a abordagem do conteúdo de maneira provocativa aos alunos representa uma tendência contemporânea que permeia as práticas pedagógicas na Educação Científica e no EC a partir do final do século XX. Essa abordagem visa levar os alunos a perceberem os problemas reais e atuais da realidade em que estão inserido, com o intuito de superar o modelo de ensino transmissivo e de memorização de fatos e conceitos (Coll, 2000; Carvalho, 2012).

É nessa perspectiva que Coll (2000) apresenta uma ampliação sobre a concepção e o conceito de conteúdo escolar/curricular, definindo tridimensionalmente como conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Dessa forma, esses conteúdos devem ser desenvolvidos simultaneamente no planejamento docente e nas ações dos alunos ao trabalhá-los articuladamente. À vista disso, o conceito de conteúdo curricular transcende a dimensão conceitual, uma vez que os fatos e conceitos representam apenas uma das facetas abordadas. Além disso, é crucial desenvolver os procedimentos (as ações e atuações ordenadas) e as atitudes (valores e normas), sendo esta última fundamental para a compreensão dos demais (Carvalho *et al.*, 2009; Carvalho, 2012; Zabala, 2014, Zabala; Arnau, 2010; grifo nosso).

Frente a isso, uma possibilidade de contemplar os aspectos elucidados na perspectiva da didática do professor é a Sequência de Ensino Investigativa (SEI). No contexto escolar, a SEI consiste em uma estratégia de ensino estruturada em um sequenciamento de aulas e atividades organizadas em etapas de ação e reflexão, nas quais um problema deve ser resolvido pelos alunos. O professor orienta o processo por meio de questões e perguntas que conduzem os alunos à reflexão. Em um problema experimental, por exemplo, os alunos precisam atuar autonomamente, intervindo nos objetos e/ou materiais experimentais para obter o efeito desejado. Além disso, devem tomar consciência de como esse efeito foi produzido, mediante explicações causais. Há também um momento de livre expressão de suas compreensões por meio da escrita e do desenho, além do estabelecimento de relações entre a atividade e o cotidiano (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009).

Uma etapa considerada fundamental na SEI é o momento de sistematização individual dos conhecimentos. Nesse estágio, os alunos escrevem e/ou desenham sobre a experiência, levando em consideração os conhecimentos construídos, suas ações manipulativas e outros aspectos pertinentes. Durante esse processo, são desenvolvidas diversas habilidades, pois os alunos buscam organizar os conteúdos desenvolvidos. Com isso, a produção textual e pictórica pode ser considerada como recursos favoráveis para a aprendizagem dos conhecimentos científicos. Essas formas de linguagem caracterizam-se como meios para expressar subjetividades e discursos, além de auxiliarem o indivíduo na formação de significados (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020; Chang, 2005; Silva *et al.*, 2017; Rodrigues; Malheiro,

2023a).

Neste sentido, “podemos ainda justificar o uso de desenhos como alternativa para se desenvolver outras formas de expressão” (Rocha; Malheiro, 2020, p. 420). Na educação em Ciências, tais alternativas permitem que os alunos articulem e socializem o que aprenderam (Pizarro; Lopes-Junior, 2015).

Diante disso, “o educador deve promover momentos em sala de aula que levem os alunos a escutar, oralizar, escrever e desenhar sobre o conhecimento científico, favorecendo seu progresso social e cognitivo” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021, p. 74), pois, “são ações que garantem ao aluno a oportunidade de se expressar e de trabalhar cognitivamente com o conteúdo, ainda que não tenha o registro convencional da escrita como um processo plenamente alcançado” (Pizarro; Lopes-Junior, 2015, p. 216). Tal fato é relevante, pois muitas pessoas possuem dificuldades em transmitir uma ideia pela escrita; logo, o desenho proporciona outra forma de expressão, sendo que muitas vezes uma imagem vale mais que mil palavras (Chang, 2005). Portanto, esses modos semióticos de comunicação se combinam e se complementam no processo de aprendizagem.

Conforme Schwarz *et al.* (2016), os desenhos também podem ser utilizados para conhecer as concepções infantis sobre determinados temas. Seguindo esse raciocínio, no EC, o desenho das crianças revela-se positivamente como recurso no processo de ensino, de aprendizagem e de avaliação (Rocha; Malheiro; Teixeira, 2019), permitindo ao professor compreender e identificar as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais dos alunos antes, durante e/ou após determinada atividade investigativa (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Em vista dos aspectos supramencionados, esta investigação concentrou-se nas ações desenvolvidas no CCD, que propõe o EC não formal por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão, com ênfase na Experimentação Investigativa (EI) (Carvalho *et al.*, 2009). Essas ações são fundamentadas nos preceitos das SEI, conforme propostas por Carvalho (2013), e são direcionadas para crianças do ensino fundamental (Rodrigues; Malheiro, 2023a). Sendo assim, observando as diversas possibilidades de pesquisas educacionais nesse espaço e, principalmente, a ausência de temas voltados ao estudo da tridimensionalidade do conteúdo curricular de ciências e as produções gráficas dos alunos clubistas a nível *stricto sensu*, motivou-me investigar a etapa de “Escrever e Desenhar” da SEI.

Em estudo, Rodrigues e Malheiro (2023a), investigaram o tema pretendido nesta pesquisa de mestrado acadêmico como forma de exercício preliminar à intenção da presente pesquisa, a qual possui um contexto diferente em termos de localização geográfica do CCD, da SEI proposta, do quantitativo de participantes e do enfoque metodológico. Outrossim,

destacam-se que os resultados apresentados pelos autores revelaram possibilidades para a ampliação das discussões e foi o que esta pesquisa de nível de mestrado fez. Sendo assim, adotou-se o modelo teórico-metodológico proposto no referido artigo para o contexto aqui explorado. Ou seja, fez-se uma (re)contextualização da intenção de pesquisa, considerando assim o novo contexto do CCD, o qual será detalhado na seção que aborda especificamente a trajetória desse espaço pedagógico.

Diante desses aspectos, levantou-se a seguinte questão de pesquisa: *em que termos os alunos clubistas do ensino fundamental apresentam indicadores de suas aprendizagens do conteúdo nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais em suas produções gráficas (escritos e desenhos) desenvolvidas durante uma Sequência de Ensino Investigativa?*

Dado que tais aspectos do conteúdo devem ser desenvolvidos concomitantemente e correlacionados, objetivou-se **analisar as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais expressadas em registros gráficos produzidos por alunos do ensino fundamental durante a etapa de “Escrever e Desenhar” em uma Sequência de Ensino Investigativa no clube de ciências**. Especificamente buscando:

- Identificar conceitos, procedimentos e atitudes aprendidos pelos clubistas e registrados nos escritos e/ou desenhos produzidos pelos ALC.
- Compreender as relações existentes entre os registros gráficos, a tridimensionalidade do conteúdo e o ENSI no contexto do CCD.

Tendo em vista esses desdobramentos, a estrutura desta dissertação está organizada em seções que abordarão aspectos teóricos e conceituais para fundamentar a investigação, aspectos metodológicos que sistematizarão e caracterizarão a pesquisa, incluindo a metodologia, a construção e a análise dos dados, os resultados e as discussões, assim como as considerações finais. Desse modo, apresenta-se a síntese de cada seção constituinte após esta primeira, que se trata da “*Introdução*”, para proporcionar uma visão panorâmica dos construtos da pesquisa.

A segunda seção, intitulada “*As dimensões do conteúdo no ensino de Ciências*”, discorre sobre alguns pressupostos relativos à noção de conteúdo curricular/escolar, abordando uma perspectiva de tridimensionalidade, conforme os postulados de Coll (2000), Pozo (2000), Pozo e Crespo (2009), Zabala (2014) e entre outros. Inicialmente, realizou-se uma contextualização dos conteúdos curriculares de ciências a partir do ponto de vista dos documentos oficiais brasileiros que orientam os currículos da Educação Básica para uma concepção de conteúdo escolar. Além disso, são apresentadas as características, classificações e aspectos do conteúdo relativos aos processos de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, abordam-se individualmente em subseções, os conteúdos conceituais,

procedimentais e atitudinais e, ao final, buscam-se integrar essas dimensões para o EC, uma vez que as três dimensões precisam ser correlacionadas e desenvolvidas concomitantemente.

Após essa abordagem, situa-se a terceira seção, intitulada “*O Ensino por Investigação e seus desdobramentos*”, na qual são apresentados os pressupostos teórico-metodológicos dessa abordagem de ensino para o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no EC. Em subseções, são discorridos de maneira panorâmica os fundamentos do ENSI como abordagem didática, a EI enquanto tendência e estratégia pedagógica, considerando seu papel, as contribuições, as características, os formatos, os limites e as possibilidades para o EC.

Ademais, a SEI se apresenta como um processo educacional sistematizador de uma prática pedagógica que viabilize um ENSI. Para isso, são abordadas suas definições, perspectivas epistemológicas, teóricas e metodológicas, além de seus elementos estruturantes, com foco no campo desta pesquisa, o CCD.

Na quarta seção, intitulada “*O desenho e a escrita no ensino e na aprendizagem de Ciências*”, são abordados alguns aspectos do papel da escrita e do desenho no EC, considerando suas finalidades e potencialidades para o ensino e a aprendizagem, com ênfase nas SEI. Isso porque, na etapa de “Escrever e Desenhar”, sugere-se a utilização dessas formas de linguagem como meio de sistematização dos conhecimentos pelos alunos. Deste modo, são apresentados os principais autores que relacionam esses recursos linguísticos com o ENSI e as SEI, situando as produções desenvolvidas no contexto do CCD.

Na sequência, a quinta seção, intitulada “*Clube de Ciências Cristovam Diniz: o campo da pesquisa*”, apresenta local da pesquisa, que é assumido como um espaço pedagógico não formal de ensino e aprendizagem em ciências. Em duas subseções, sendo na primeira explorados alguns pressupostos e concepções sobre o que vem a ser um clube de ciências e, posteriormente na segunda, em um tom de relato, uma descrição do contexto de surgimento, objetivos pedagógicos, a estrutura, a organização, os recursos didáticos e humanos, e uma breve trajetória das ações desenvolvidas no CCD.

A sexta seção, intitulada “*O desenho metodológico da pesquisa*”, apresenta o delineamento e percurso metodológico da pesquisa, considerando os objetivos, a natureza, a abordagem — que se assume qualitativa —, os participantes e os cuidados éticos. São detalhados os procedimentos técnicos, que incluem, em um primeiro momento, uma pesquisa participante, pois se realizou uma ação interventiva no CCD com a proposição de uma SEI experimental (que teve um problema experimental) com base em Carvalho (2013). Além disso, trata-se de uma pesquisa documental, visto que houve uma análise dos Registros Gráficos (RG)

dos alunos clubistas, produzidos na etapa de “Escrever e Desenhar” da SEI, os quais se constituíram os documentos e, portanto, o *corpus*.

No tratamento do *corpus*, adotou-se a Análise de Conteúdo (AC) (Bardin, 2016) na busca das categorias sistemáticas, sendo uma *a priori* e duas *a posteriori*. Para o processo interpretativo das aprendizagens manifestadas nos RG, a partir das categorias analíticas, considerou-se o modelo analítico de Rodrigues e Malheiro (2023a), cuja abordagem se voltou ao tema de pesquisa desta investigação.

Na sétima seção, intitulada “*Sistematização e discussão dos resultados*”, apresentam-se os resultados, as interpretações e as reflexões acerca das aprendizagens dos alunos clubistas manifestadas nos RG. A partir das categorias analisadas, são apresentados RG representativos para ilustrar como as aprendizagens se manifestaram. Nesse processo, em uma primeira subseção, são exploradas as categorias analíticas de aprendizagens do conteúdo nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal, articuladas aos pressupostos do ENSI, da experimentação e da SEI no EC. Além disso, na segunda subseção faz-se uma abordagem sobre as relações existentes entre os três tipos de conteúdo, o ENSI, a EI e as SEI no contexto do CCD.

Por fim, há a proposição de algumas “*Considerações finais*”, que sinteticamente, sintetizam e refletem sobre o percurso investigativo, a observância dos objetivos e o movimento inferencial-reflexivo a partir das discussões proferidas nas seções anteriores. Além de que, apresentam-se conjecturas e apontamentos das contribuições e dos limites da pesquisa, assim como as possibilidades de pesquisas ulteriores.

2 AS DIMENSÕES DO CONTEÚDO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O objetivo desta seção é discorrer sobre o conceito de conteúdo curricular/escolar, considerando suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais. Serão apresentados alguns pressupostos voltados ao ensino, à aprendizagem e à avaliação desses conteúdos, tomando como suporte o modelo teórico de Coll (2000), Pozo e Crespo (2009) e Zabala (2014), em associação ao EC. Para isso, buscou-se inicialmente uma contextualização em documentos oficiais da educação brasileira sobre as ciências da natureza e, em seguida, pontua-se a compreensão de conceitos, procedimentos e atitudes enquanto conteúdo. Para sistematizar de maneira prática, será feita uma integração desses elementos para o EC.

De acordo com Libâneo (2017, p. 29), constituem-se os conteúdos de ensino “o conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida”. Esses conteúdos estão expressos em objetivos educacionais, programas oficiais, em livros didáticos, em planos pedagógicos de cursos, de ensino e de aula, bem como nas intenções do professor e nos processos organizacionais do ensino.

Observando a Lei n. 9.394/1996 de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Brasil, 1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Educação Básica (Brasil, 2013), e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) – sendo esses dois últimos documentos oficiais brasileiros vigentes, que orientam para a constituição dos currículos da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental – anos iniciais e anos finais – e Médio) – é preciso propor que os conteúdos de Ciências sejam contextualizados.

Deve-se pensar o conhecimento científico como fundamental, mas não unicamente ao processo, haja vista a valorização dos alunos em seus aspectos cognitivos, subjetivos, experiências pessoais, aspectos socioculturais, bem como significados e valores para seu desenvolvimento e suas aprendizagens adquiridas nos mais diferentes contextos. Em vista disso, as DCN para o Ensino Fundamental pressupõem que

respeitadas as marcas singulares antropoculturais que as crianças de diferentes contextos adquirem, os objetivos da formação básica, definidos para a educação infantil, prolongam-se durante os anos iniciais do ensino fundamental, de tal modo que os aspectos físico, afetivo, psicológico, intelectual e social sejam priorizados na sua formação, complementando a ação da família e da comunidade e, ao mesmo tempo, ampliando e intensificando, gradativamente, o processo educativo com qualidade social (Brasil, 2013, p. 38).

Além disso, destaca-se “o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos, de habilidades e a formação de atitudes e valores” (Brasil,

2013, p. 38). Essa visão se volta para a importância do estabelecimento de “uma relação entre os conteúdos científicos e os temas sociais relevantes, com o objetivo de proporcionar uma percepção ampla acerca da ciência e de sua importância na sociedade, a fim de perceber a repercussão do seu uso nas mais diversas atividades” (Fagundes; Pinheiro, 2014, p. 12).

Desse modo, os documentos também apontam que há de se considerar ainda como conteúdo as atitudes e valores humanos, como o caso da reflexão e ação em aspectos da vida social e cultural, e ainda os procedimentos, como, por exemplo, a busca, organização e comunicação de conhecimentos, revelando-se como o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos. Diante disso, entende-se que “realizar procedimentos e adotar atitudes capazes de dinamizar a aprendizagem, dentro de uma lógica que é própria das construções científicas, passaram a ser vistas, também, como conteúdo de ensino em Ciências” (Brito; Fireman, 2018, p. 463).

No Quadro 1, elencam-se os tipos de conteúdo em sua tridimensionalidade a partir dos pressupostos de Pozo e Crespo (2009). Segundo esses autores, para uma aprendizagem plena nessa perspectiva, é necessário, além da superação das dificuldades de aprender, considerar como instrumentais os conteúdos mais específicos, os quais se constituem basilares para acessar os conteúdos mais gerais.

Quadro 1 – Tipos de conteúdo no currículo

Tipos de conteúdos	Mais específicos		Mais gerais
Conceituais	Fatos/dados	Conceitos	Princípios
Procedimentais	Técnicas		Estratégias
Atitudinais	Atitudes	Normas	Valores

Fonte: Pozo e Crespo (2009).

Assim, compreende-se que as dimensões do conteúdo precisam ser mobilizadas de modo integrado, porém, é importante conhecê-las intimamente. Para isso, tais conteúdos serão abordados individualmente com finalidade de facilitar a compreensão de suas características, de seus aspectos e de seus elementos fundamentais, os quais serão tratados em sequência.

2.1 Conteúdos Conceituais

Os Conteúdos Conceituais (CC) se configuram em meio a fatos, conceitos e princípios, pois, enquanto os fatos são “acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares [...] Sua singularidade e seu caráter, descritivo e concreto, são um traço definidor” (Zabala, 2014, p. 54), os conceitos contemplam o conjunto de fatos, objetos ou símbolos, enquanto que “os princípios se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou

situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação” (Zabala, 2014, p. 56).

Diante disso, percebe-se que os fatos ou dados devem ser aprendidos de modo reprodutivo, considerando a informação em seu sentido literal, sendo os dados ou a informação “bruta”. Sendo assim, não há a necessidade de compreendê-los, visto que podem ser encarados como a matéria-prima para o desenvolvimento dos demais conteúdos conceituais, neste caso, os conceitos e princípios (Pozo, 2000).

A repetição, que é característica da aprendizagem de fatos/dados, garante a automatização das informações. No entanto, essa repetição não garante que os alunos aprendam um conceito, visto que isso só acontece quando significados são atribuídos a determinado objeto/material ou informação apresentada. Assim, a plena compreensão acontece quando o indivíduo, além de ter significância sobre os objetos/materiais, consegue transpor para sua própria perspectiva, isto é, traduzir para suas próprias palavras (Pozo, 2000).

É preciso compreendê-los por meio do estabelecimento de relações significativas entre eles, visto que possuem finalidade específicas que se tornam essenciais tanto para sua diferenciação quanto para sua compreensão plena. Assim, os fatos que são dados, por exemplo, precisam ser interpretados em função dos próprios marcos conceituais (Pozo, 2000). Neste sentido, “para que os dados e os fatos adquiram significado, os alunos devem dispor de conceitos que lhes permitam interpretá-los” (Pozo, 2000, p. 21).

Quanto à presença contínua dos fatos e conceitos, Pozo (2000) esclarece que no cotidiano dos indivíduos, esses coexistem nos diferentes âmbitos do nosso conhecimento. Portanto, a sua valorização e o reconhecimento de suas funções na formação do sujeito são pertinentes à medida que nos condicionam a definir, categorizar, compreender e assimilar o mundo em nossa volta, permitindo que os objetos, os fenômenos e tudo o que compõe a natureza e a ação humana tenham significado. É neste sentido que se não houvesse “as categorias e conceitos, qualquer objeto (por exemplo, as tesouras, a caneta com a qual escrevo ou a cadeira na qual estou sentado) seria uma realidade nova, diferente e imprevisível. Os conceitos permitem-nos organizar a realidade e poder prevê-la” (Pozo, 2000, p. 21).

Sobre os conceitos científicos, que na maioria são objetos de instrução, “acrescentam a pertinência a sistemas conceituais organizados. Um conceito científico não é um elemento isolado, mas faz parte de uma hierarquia ou rede de conceitos” (Pozo, 2000, p. 21). Assim, “uma característica fundamental dos conceitos científicos é que estão relacionados a outros conceitos, de forma que o seu significado provém, em grande parte, da sua relação com esses outros conceitos” (Pozo, 2000, p. 22).

Além disso, é viável “requerer a superação das dificuldades de compreensão e envolve trabalhar os conteúdos conceituais, dos mais específicos e simples (os fatos ou dados) aos conceitos disciplinares específicos até alcançar os princípios estruturais das ciências” (Pozo; Crespo, 2009, p. 27).

Em vista desses aspectos, pressupõe-se que, dentre os tipos de aprendizagem do CC, principalmente os fatos e conceitos, observa-se a forte presença da memorização. Entretanto, esse modelo de reprodutividade – na maioria das vezes exaustiva e monótona – tem limitações, uma vez que a mecanização da repetição não estimula a memória de longo prazo, tornando aquela “alimentação” de informações facilmente esquecida ou bloqueando a possibilidade de estabelecer relações com outros aspectos e alcançar a compreensão conceitual. Ao contrário, uma aprendizagem baseada na interação entre as ideias intuitivas, ou seja, os conhecimentos prévios, viabiliza uma compreensão mais dinâmica e, portanto, mais significativa (Pozo, 2000; Pozo; Crespo, 2009). Assim, “não basta somente reproduzir informação nova, também é preciso assimilá-la ou integrá-la aos nossos conhecimentos anteriores [...] aprender significados é modificar as minhas ideias como consequência de sua interação com a nova informação” (Pozo, 2000, p. 32).

Em relação ao ensino dos fatos e conceitos existem atividades que permitem a aprendizagem a partir da intencionalidade pedagógica. As atividades de memorização podem ser utilizadas em momentos com cautela, portanto, de modo dosado. É necessário, então, “procurar fazer com que os conteúdos factuais que os alunos estudam tendam a apresentar-se em contextos significativos, ou seja, no contexto de atividades que facilitem a compreensão e a interpretação desses dados” (Pozo, 2000, p. 46).

Quanto às atividades/ensino de conceitos, para uma aprendizagem significativa, é importante que tenha significado, considerando sua organização, para que seja compreensível, e considerar os conhecimentos prévios dos alunos de modo que possa ativá-lo e relacioná-lo ao material, em que está o conhecimento novo. Ademais, torna-se essencial uma “disposição favorável para buscar esse tipo de relações significativas” (Pozo, 2000, p. 47).

Em vista disso, estratégias como atividades por descobrimento ou de pesquisa são possibilidades que potencializam a aprendizagem de fatos e conceitos, mas o professor precisa ter discernimento pedagógico para reconhecer a finalidade para a unidade didática em questão. É nesse contexto que as atividades expositivas podem ser articuladas a propostas que tornam o aluno mais ativo no processo de aprender. Para que sejam significativas, ambas as atividades precisam considerar e articular as ideias prévias dos alunos com as novas informações sistematizadas e, organizadas e apresentadas pelo professor (Pozo, 2000; Pozo; Crespo, 2009).

As condições necessárias para uma aprendizagem conceitual “coincidem exatamente com as que foram descritas como gerais e que permitem que as aprendizagens sejam as mais significativas possível. Trata-se de atividades complexas que provocam um verdadeiro processo de elaboração e construção pessoal do conceito” (Zabala, 2014, p. 57).

Na atividade por descoberta, um problema investigável é necessário para iniciar a construção do conhecimento que se pretende ensinar. A partir disso, os alunos têm a oportunidade mobilizar ideias, pensamentos, conjecturas e observações. Coletarão dados (informações), organizarão, julgarão e interpretarão resultados, com culminância na reflexão do processo. É nesse momento que o aluno terá a oportunidade de relacionar os diferentes conceitos. Nesse contexto, as atividades expositivas tornam-se um caminho para substanciar a compreensão dos conceitos. Mas, para isso, é necessário que o professor, ao introduzir o assunto, estimule os alunos a manifestarem seus conhecimentos prévios para então apresentar os conceitos propriamente ditos, e isso deve acontecer de maneira explícita e motivadora. A culminância deve ser o estabelecimento de relações e conexões entre as ideias prévias e a organização conceitual, considerando exemplos, aplicações, comparações, entre outros mecanismos (Pozo, 2000; Pozo; Crespo, 2009).

Outro exemplo é considerar diferentes atividades práticas, como as experimentais, as quais viabilizem os seguintes aspectos: que os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem com os conhecimentos prévios; promovam uma forte atividade mental em favorecimento dessas relações; que efetivamente gerem tanto significado quanto funcionalidade aos novos conceitos e princípios; suscite novas perspectivas para a aplicação em demandas reais. Trata-se, portanto, de atividades que gerem possibilidades para a compreensão do conceito para que esse seja utilizado de maneira prática ou para a construção de outras ideias (Zabala, 2014).

Por fim, “uma das características dos conteúdos conceituais é que a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada, já que sempre existe a possibilidade de ampliar ou aprofundar seu conhecimento, de fazê-la mais significativa” (Zabala, 2014, p. 56). Por esse motivo torna-se fundamental atentar para a não fragmentação dos conceitos e do ensino dos objetos de conhecimento, visto que possuem relações para que se compreenda que a aprendizagem também seja significativa nesse aspecto.

Assim como os CC, os procedimentos possuem uma coerência quanto ao seu ensino, aprendizagem e até mesmo avaliação, dado que são conteúdos essenciais para a formação científica e escolar dos indivíduos. Outrossim, possuem características e aspectos peculiares para aquilo que se deseja ensinar, mas que têm relações com os demais conteúdos, conforme será abordado na subseção seguinte.

2.2 Conteúdos Procedimentais

Os Conteúdos Procedimentais (CP) contemplam, entre outros, regras, técnicas, métodos, destrezas e/ou habilidades, estratégias, procedimentos, pois se caracterizam-se como ações ou um conjunto delas que ocorrem ordenadamente e possuem uma finalidade, um objetivo. Alguns exemplos comumente aceitos são: ler, desenhar, observar, classificar, traduzir, inferir e outros (Coll; Valls, 2000; Zabala, 2014). Entretanto, esses conteúdos “são suficientemente diferentes para que a aprendizagem de cada um deles tenha características bem específicas” (Zabala, 2014, p. 58).

Ou seja, propõe-se à aprendizagem dos alunos um conjunto de ações que possuem determinadas metas em seu processo de realização. Não apenas isso, mas que se conscientizem e levem a sério suas atuações a ponto de atingir a meta. “Trabalhar os procedimentos significa, então, revelar a capacidade de saber fazer de saber agir de maneira eficaz” (Coll; Valls, 2000, p. 77).

Frente a isso, entende-se que “o conjunto de ações ou decisões que compõem a elaboração ou a participação é o que chamamos de procedimento” (Coll; Valls, 2000, p. 77). Essas ações podem se estabelecer em diferentes aspectos e características, o que certamente implica dizer que há vários tipos de procedimento, tornando o saber fazer uma coisa complexa, não sendo viável uma classificação acertada e completa, mas que há categorias de procedimentos que permitem compreender as diferentes maneiras de observá-los, desenvolvê-los, fomentá-los e, conseqüentemente, aprender, ensinar e avaliar (Coll; Valls, 2000; Pozo; Crespo, 2009).

Diante disso, Coll e Valls (2000) apresentam alguns critérios para caracterizar alguns tipos de procedimentos: a) mais ou menos gerais; b) destrezas, técnicas e estratégias; c) habilidades cognitivas; d) procedimentos algoritmos e heurísticos. Sobre os procedimentos mais ou menos gerais,

podemos nos referir, da mesma forma, de maneira geral, a procedimentos conhecidos e poucos conhecidos, a procedimentos complexos e mais simples, a procedimento muito usados e raramente usados, etc. Estamos diante de categorias que nos remetem ao que o senso comum indica em relação as atuações das pessoas e que, em todo caso, serve-nos para entender justamente a complexidade e a variedade das formas de agir que os alunos podem mostrar nas suas abordagens dos objetivos (Coll; Valls, 2000, p. 79).

Um exemplo disso é o procedimento de compreender um texto que é mais complexo que copiá-los. Neste sentido, a relação grau e generalidade é diretamente proporcional e, assim, devem deve ser entendido como “procedimentos muitos gerais todos aqueles que permitam o acesso de forma mais precisa e vantajosa ao conhecimento (estratégias de aprender, de perceber,

de memorizar, de compreender, as estratégias metacognitivas, etc.)” (Coll; Valls, 2000, p. 80).

Em relação a destrezas, técnicas e estratégias, “não é complicado reconhecer que em todas as atuações dos alunos, as de habilidades, as metódicas, as técnicas, as estratégias consistem em algum curso de ação a ser levado a cabo para conseguir-se uma determinada meta” (Coll; Valls, 2000, p. 80). À vista disso, cabe considerar que os CP não devem ser encarados ou concebidos unicamente como procedimentos manipulativos em termos táteis, isto é, manual e ordem motora, mas em um processo interno de ordem cognitiva, portanto, também operacional. Sendo assim, “seria tão incorreto minimizar a consideração desses procedimentos como limitar o alcance dos conteúdos procedimentais somente àqueles demonstrados através de uma atividade corporal evidente” (Coll; Valls, 2000, p. 81).

Nesse contexto, situa-se que na escolarização dos alunos, os procedimentos de natureza interna, isto é, as ações intelectuais precisam de uma atenção especial, em relação aos de natureza física e, portanto, motora, com o manuseio de objetos e utensílios em geral. Trata-se, neste caso, de valorizar os “símbolos, as representações, as ideias, as letras, as imagens, os conceitos ou outras abstrações” (Coll; Valls, 2000, p. 81). Ou seja, refere-se aqui, aos procedimentos basilares para a realização de atividades intelectuais. Assim, o “saber fazer” consiste em operar os objetos com informação de maneira consciente.

Trata-se de priorizar as habilidades cognitivas enquanto CP, que se constituem como ferramentas e instrumentos importantes para o pensamento, contribuindo significativamente para a formação escolar e social dos alunos. No campo da neuroeducação, diversos enfoques podem ser explorados na perspectiva da aprendizagem escolar, tais como as destrezas cognitivas, as estratégias superiores de pensamento, a aprendizagem a pensar, a aprendizagem a aprender, habilidades metacognitivas, estratégias de aprendizagem, entre outras. Algumas categorias de estratégias cognitivas de aprendizagem em termos de habilidades incluem: busca de informação, assimilação e retenção de informação, organizativas, inventivas e criativas, analíticas, tomada de decisões, comunicação, sociais, metacognitivas (Coll; Valls, 2000).

Com isso, a aprendizagem procedimental acontece quando os alunos “lhes atribuem sentido e significado, e isso é possível somente quando as atividades são conduzidas sobre conteúdos reais, o que significa, inevitavelmente, sua utilização sobre os objetos de conhecimento” (Zabala; Arnau, 2010, p. 57). Para isso, é necessário preservar os CC para, então, viabilizar a aplicação dos procedimentos. Contudo, é importante compreender que atividades nesse viés não apenas proporcionam a aprendizagem de técnicas e estratégias, mas também funcionam como exercícios intelectuais, possibilitando aos aprendizes “realizar a atividade mental necessária, com a finalidade de compreender os diferentes conteúdos

conceituais imprescindíveis para entender o mundo no qual vivemos e os fenômenos que nele ocorrem” (Zabala; Arnau, 2010, p. 57).

Por isso, o desenvolvimento de habilidades cognitivas, raciocínio científico e habilidades experimentais, bem como a resolução de problemas, possibilitam aos CP um papel importante no ensino e na aprendizagem de Ciências, visto que sua intencionalidade não se volta exclusivamente à transmissão de saberes e técnicas científicas, “mas também torná-los partícipes, na medida do possível, dos próprios processos de construção e apropriação do conhecimento científico” (Pozo; Crespo, 2009, p. 28). Isso envolve, conforme esses autores, a necessidade de superar limitações de diferentes naturezas, desde dificuldades específicas ao aprendizado das técnicas, das destrezas e das estratégias de pensamento e aprendizagem.

Neste sentido, implica a aprendizagem de um procedimento a realização das ações que formam o procedimento, isto é, ao serem ações ordenadas com uma finalidade, os alunos devem fazê-la efetivamente. Outro aspecto é a exercitação múltipla para que se tenha domínio sobre determinada ação procedimental; logo, é importante que se repita quantas vezes forem necessárias. Ademais, a reflexão sobre a própria atividade possibilita uma (auto)consciência da atuação, com a finalidade de que não se torne algo meramente reprodutivo, mas que o caráter crítico seja um subsídio para reconhecer os acertos, falhas e ressignificação de perspectivas para se alcançar o objetivo. Por fim, a aplicação em contextos diferenciados, de modo que o CC e CP aprendidos sejam utilizados ou, pelo menos, compreendidos em que situações e/ou circunstâncias utilizá-los (Zabala, 2014).

No que se refere ao ensino do CP, considera-se que são processos graduais, envolvendo maior ou menor complexidade, e que podem ser aprendidos pelos alunos tanto na escola (sala de aula) quanto em outros lugares distintos. Isso permite elucidar que os alunos podem aprender tanto com o professor quanto por meio da experiência observacional e pessoal de forma espontânea. No entanto, essa espontaneidade nem sempre é a mais adequada ou satisfatória para que o estudante de fato manifeste domínio sobre determinado CP (Coll; Valls, 2000).

Sendo assim, cabe aqui pensar sobre o papel da atuação didática do professor enquanto intercessor nesses processos. Para isso, é importante considerar alguns princípios didáticos que se adequam ao ensino e à aprendizagem de qualquer tipo de conteúdo, tais como: “o contexto ativo de aprendizagem, a evocação dos conhecimentos prévios, a prática, o estímulo das relações existentes com os outros conhecimentos, a verbalização do que se está fazendo, etc.” (Coll; Valls, 2000, p. 109). Isso culmina com a consciência de três funções que, de maneira tradicional, têm determinado o núcleo da atividade docente: aulas pramente expositivas, a prática guiada e a prática autônoma ou independente.

Notou-se que os CP assumem um papel importante nos currículos, no ensino e na aprendizagem, o que se reflete em outras facetas da formação escolar e não escolar, uma vez que também se constituem como tipo de conteúdo. Assim, além das categorias de conceitos para a compreensão e caracterização da realidade; e das ações procedimentais, tanto motoras quanto intelectuais como conteúdos, as atitudes se apresentam como uma dimensão que atravessa as duas dimensões já abordadas, conforme será observado na subseção seguinte.

2.3 Conteúdos Atitudinais

Os Conteúdos Atitudinais (CA) agrupam valores, atitudes e normas, pois são peculiares em sua natureza “que necessitará, em dado momento, de uma aproximação específica” (Zabala, 2014, p. 62). Nesse sentido, o autor os entende da seguinte maneira: valores são princípios ou ideias éticas que levam as pessoas a um julgamento sobre as condutas e seu sentido, como a solidariedade, o respeito aos outros, a responsabilidade, a liberdade, etc.; as atitudes referem-se à atuação das pessoas quanto à realização de sua conduta frente ao acordo com valores determinados, como, por exemplo, a cooperação com o grupo, ajuda aos colegas, participação nas tarefas escolares, etc.; normas são padrões ou regras de comportamento a serem seguidos por todos os membros de um grupo social, pois são formas pactuadas de realizar alguns valores de cunho coletivo. Frente a isso,

[...] o desenvolvimento de atitudes e valores vai exigir que os conteúdos atitudinais sejam reconhecidos explicitamente como uma parte constitutiva do ensino das ciências, que deve promover não apenas atitudes ou condutas específicas, mas também normas que regulem essas condutas e, sobretudo, valores mais gerais que [...] permitam sustentar e interiorizar nos alunos essas formas de comportamento e de aproximação ao conhecimento (Pozo; Crespo, 2009, p. 28).

Por conseguinte, torna-se necessário conceituar as atitudes de um modo que se compreenda a que encaminhamento pretende-se abordar ao longo desta discussão. Neste sentido, podem ser entendidas como “tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras a avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essa avaliação” (Sarabia, 2000, p. 122).

Há então três componentes básicos decisivos para sua complexidade frente à realidade social e no que se refere à formação à a mudança de atitudes, tais como: “componente cognitivo (conhecimentos e crenças); componente afetivo (sentimentos e preferências); componente de conduta (ações manifestas e declarações de intenções)” (Sarabia, 2000, p. 124).

Como componente integrante do sistema social, a escola transmite, reproduz e contribui na geração de valores básicos da sociedade, procurando desenvolver na criança “uma moral

cidadã e critérios de autonomia que sejam solidários e representem um compromisso com a sociedade onde vivem” (Sarabia, 2000, p. 127). São, portanto, princípios éticos que conduzem o posicionamento emocional das pessoas para que se posicionem diante das condutas considerando seu julgamento e atuação. Esses devem estar presentes nas instituições escolares de modo que se estabelecem como base de convivência coletiva, mas com as ações individuais que se voltam à responsabilidade com o coletivo. Assim, “os valores se constituem em um projeto ou ideal a ser compartilhado que dá sentido e orienta a formação de atitudes na escola, como opções pessoais adquiridas livres irrefletidamente” (Sarabia, 2000, p. 128).

Quanto às normas, de acordo com Sarabia (2000, p. 128), podem ser definidas como “padrões de conduta compartilhadas por membros de um grupo social”. São, neste caso, expectativas compartilhadas nas quais os integrantes sociais do grupo estabelecem o comportamento específico (adequado ou inadequado) para cada situação. Isso vale para o campo educacional, considerando o espaço escolar que possui suas normas que permeiam o funcionamento como um todo e, em específico, na classe. Essas normas escolares são aprendidas de modo processual, constante e gradativa, conforme a evolução do aluno em termos psicológicos e temporal (idade).

Retomando as atitudes enquanto conteúdos a serem ensinados, assim como os conceitos e os procedimentos, os CA não devem ser encarados como uma disciplina/componente adicional e, portanto, separados, mas como conteúdo integrante desta tríade. Isso acarreta compreender que esses CA devem estar em todas as matérias de aprendizagem, sendo que muitas vezes determinadas atitudes serão comuns a todas as disciplinas, que variam desde comportamentos individuais e coletivos a atitudes específicas para a convivência intrapessoal e interpessoal, e também sobre o CC e CP. Podem ainda, em outros casos, serem específicas de uma matéria concreta direcionada para determinado processo formativo (Sarabia, 2000).

Sendo assim, “aprendeu-se uma atitude quando a pessoa pensa, sente e atua de uma forma mais ou menos constante frente ao objeto concreto a quem dirige essa atitude” (Zabala, 2014, p. 62-63). No entanto, podem variar de disposições basicamente intuitivas (escassa reflexão) às atitudes fortemente reflexivas (consciência plena dos valores que as regem). Pode-se dizer que as atitudes guiam os processos perceptivos e cognitivos na condução da aprendizagem considerando as três dimensões do conteúdo (Zabala, 2014; Sarabia, 2000).

Destarte, a aprendizagem dos CA supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação (Zabala, 2014, p. 63).

Nesse contexto, a “eficácia da educação em ciências deverá ser medida pelo que conseguimos que os alunos realmente aprendam” (Pozo; Crespo, 2009, p. 27), basta que as metas, conteúdos e métodos do EC considerem não somente o saber disciplinar, mas as características e singularidades dos alunos pretendidos e as demandas socioeducativas a serem satisfeitas (Pozo; Crespo, 2009).

Assim, conforme ressalta Brito e Fireman (2018), é necessário oportunizar aos alunos o acesso e o desenvolvimento da linguagem científica, equilibrando tal componente curricular como produto e também processo, levando o discente a reconhecer essa prática como atividade humana imbrincada na sua realidade social, e também “como área do saber, que por suas peculiaridades de produção, se processa e se transforma continuamente trazendo implicações diretas para sociedade” (Brito; Fireman, 2018, p. 463). Neste foco, “os alunos são estimulados a refletir sobre o porquê de realizar determinadas atividades, ou seja, atribuindo sentido ao que estão aprendendo” (Fagundes; Pinheiro, 2014, p. 13).

Observando essas ponderações acerca dos CA, assim como os CC e CP, percebe-se a importância de compreendê-los de maneira individual, para que se tenha clareza de como incluí-los no planejamento pedagógico que possam contribuir com o ensino e a aprendizagem dos estudantes. Ainda que se tenha clareza disso, nota-se o valor de serem conduzidos articuladamente para uma formação integral. Frente a isso, na sequência, buscou-se uma integração desses conteúdos na perspectiva do EC.

2.4 Uma integração dos conteúdos para o Ensino de Ciências

Nessa linha, destacam-se as ideias de Carvalho (2012) para clarificar a noção contextualizada das dimensões do CC, CP e CA, visto sua complexidade no EC. A contextualização do conteúdo conceitual se dá tanto pela interação com os aspectos culturais da sociedade, como a relação entre ciência, tecnologia, sociedade, ambiente (CTSA) e outros aspectos, “como pelos conhecimentos adquiridos sobre como os alunos aprendem os conceitos que se pretende ensinar” (Carvalho, 2012, p. 31).

Em sua aprendizagem, essa contextualização está relacionada aos saberes prévios, pois diversos estudos, na psicologia e no campo do ensino de conteúdos específicos (Física, Química, Biologia), apontam que os alunos “entram em suas classes com noções espontâneas já estruturadas em todas as áreas do conhecimento” (Carvalho, 2012, p. 31-32).

Cabe salientar que tais espontaneidades muitas vezes revelam uma lógica pessoal com explicações causais influenciadas por percepções vivenciais, objetivando sentidos em suas rotinas cotidianas. Entretanto, “em muitos casos, tais noções espontâneas distanciam-se da

estrutura conceitual e da lógica usada na definição científica desses conceitos” (Carvalho, 2012, p. 32). Assim, o tipo de contextualização do CC que a autora propõe não relaciona a sociedade em sua totalidade, mas se centraliza na aprendizagem dos alunos. Neste caso, o professor deve considerar os saberes intuitivos dos alunos para a construção de novos conhecimentos.

No que se refere à contextualização do CP, Carvalho (2012) destaca a visão dos documentos oficiais, indicando que não se deve mais propor currículos “engessados” em um modelo de ensino meramente transmissivo dos conteúdos prontos e fechados, mas considerar no processo de ensino como esses conhecimentos foram construídos, isto é, de modo processual. Sendo assim, a contextualização acontece por meio de um ensino que coloca o estudante no centro do processo de construção do conteúdo. Isso implica levar o aluno ao desenvolvimento de algumas destrezas, como a argumentação, proporcionando a oportunidade de expressar suas opiniões e reflexões de maneira fundamentada.

Nesse sentido, Sasseron (2008) propôs indicadores de alfabetização científica para auxiliar na medição e/ou identificação do desenvolvimento de diversas destrezas, tais como: seriação, organização e classificação de informações, raciocínio lógico e proporcional, levantamento e teste de hipóteses, apresentação de justificativas, previsões e explicações. Esses indicadores estão relacionados à noção do desenvolvimento do CP em questão. Com isso, na contextualização do CP “é preciso diminuir a distância entre o professor ensinar e o aluno aprender. Essa distância vai se reduzindo à medida que o professor vai proporcionando mais liberdade intelectual aos seus alunos” (Carvalho, 2012, p. 33). Assim, a autora justifica que com esse espaço de liberdade de pensamento e tomada de decisões – mesmo errôneas com posteriores acertos – pela mediação do docente, o aluno passa a compreender o processo construtivo do conhecimento.

Já a contextualização do CA transcende para uma finalidade cultural mais ampla na disciplina, em que se objetiva, cujas finalidades relacionam-se de modo democrático e moral, como, por exemplo, aceitar o colega e ouvi-lo com respeito. Atitudes essenciais nesse processo coletivo de construção do conhecimento (Carvalho, 2012).

Além disso, “estão também dentro do item de contextualização na dimensão atitudinal as atividades que levam os alunos à tomada de decisão fundamentadas e críticas sobre o desenvolvimento social” (Carvalho, 2012, p. 33). O ensino dessas atitudes no EC deve fomentar atitudes relacionadas ao respeito com a aprendizagem da ciência, o que possibilita uma compreensão profunda sobre o papel da ciência e sua influência na sociedade. Sendo assim, destacam-se três atitudes que devem ser promovidas entre os alunos nesse processo educacional: atitudes com respeito à ciência; atitudes com respeito à aprendizagem da ciência;

e com respeito às implicações sociais da ciência (Pozo; Crespo, 2009).

Neste sentido, “pensar o ensino e planejar sequências didáticas é propor atividades de ensino que sejam importantes e facilitadoras da integração dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais” (Carvalho, 2012, p. 33), que precisam ser desenvolvidos simultaneamente desde o planejamento à ação (Brito; Fireman, 2018; Carvalho, 2012), pois “a capacidade de ‘saber sobre’ e ‘saber fazer’ se amplia para a habilidade de ser capaz de emitir juízo de valor sobre os assuntos discutidos em sala de aula” (Brito; Fireman, 2018, p. 465).

Posto isso, as atividades de resolução de problemas devem possibilitar aos alunos uma aprendizagem que os permita a resolverem problemas escolares e cotidianos. Entretanto, é necessário ensinar aos alunos tanto os CC como os CP e CA (Clement; Terrazzan, 2011). Para isso, tais conteúdos podem ser conduzidos por atividades didáticas problematizadoras com enfoque investigativo, pois ENSI “procura trazer aspectos da investigação científica para o contexto escolar, principalmente resgatando o valor dos problemas para a construção de conhecimentos” (Clement; Terrazzan, 2011, p. 90).

Tendo em vista esses aspectos, Brito e Fireman (2018) destacam que o EC por investigação como perspectiva de ensino, assume três dimensões: aprender Ciências, aprender a fazer Ciências e aprender sobre Ciências. Essas propostas, quando abordadas a partir de objetos do conhecimento científico, ensinados nas instituições escolares, desdobram-se em conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que, de acordo com a didática das Ciências, “possibilitam a aprendizagem de conceitos, teorias e termos científicos; a compreensão dos procedimentos da Ciência; o entendimento da relação entre ciência, tecnologia e sociedade” (Brito; Fireman, 2018, p. 463-464).

À vista dessa abordagem, nota-se a importância das instituições educacionais – sejam escolares ou não escolares – compreenderem e abordarem os conteúdos curriculares considerando sua tridimensionalidade. Os conteúdos CC, CP e CA precisam ser conduzidos de maneira concomitante, ainda que em determinado momento um deles se sobressaia na intencionalidade pedagógica. A perspectiva aqui discorrida destaca a possibilidade de que nos processos de ensino, de aprendizagem e de avaliação sejam consideradas essas dimensões, uma vez que as pessoas aprendem de maneira particular em seus processos subjetivos e operacionais.

Ao se promover um EC que articule os CC, CP e CA, observa-se que as atividades investigativas são possibilidades de fomentar e oportunizar a manifestação de aprendizagens na perspectiva desses conteúdos, visto que possuem essa potencialidade ao considerar os pressupostos teórico-metodológicos do ENSI, tal como é abordado na seção seguinte.

3 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SEUS DESDOBRAMENTOS

Nesta seção pretende-se abordar os principais aspectos teórico-metodológicos do ENSI enquanto abordagem didática na Educação em Ciências – que nesta discussão e investigação o enfoque será para o EC –, considerando os caminhos favoráveis para o desenvolvimento de atividades práticas, como o caso da EI.

Para isso, a discussão inicia com uma breve explanação acerca do contexto histórico, as concepções e suas características. Na sequência, destaca-se a experimentação no EC com sua ênfase na abordagem investigativa e seus desdobramentos entre compreensão, planejamento e ação. A culminância dessa discussão será a apresentação das SEI como mecanismo de articulação para a estruturação e desenvolvimento concreto dessa prática educativa no EC com enfoque para o contexto do CCD.

3.1 Ensino por Investigação: uma abordagem didática

O ENSI, conforme defende muitos autores, pode ser entendido como uma abordagem didática que busca, em seu desdobramento, uma aproximação entre aspectos essenciais da cultura e prática científica com os processos de ensino e de aprendizagem dos espaços escolares e não escolares (Almeida; Malheiro, 2022; Carvalho, 2013; Costa; Salvador; Amaral, 2022; Sasseron, 2013, 2015).

Ao se configurar como uma abordagem didática, o ENSI se apresenta como um processo investigativo orientado, no qual o aluno assume o papel de investigador e o professor atua como orientador, por meio de diversas tarefas. Seu desenvolvimento não se limita a ser uma metodologia restrita a determinado conteúdo ou tema, mas pode ser aplicado em aulas, atividades e formatos diversos (Almeida; Malheiro, 2022; Sasseron, 2015).

À vista dessas ideias, considera-se que o ENSI se torna uma metodologia versátil ao se adequar em diferentes conteúdos e temas, seja em atividades de natureza teórica ou prática. O que dá sentido a abordagem investigativa é o papel de destaque em que o professor confere ao aluno para que esse atue de maneira engajada, desenvolvendo habilidades que se aproximam da atividade científica (Sasseron, 2015).

Contudo, criar um ambiente em sala de aula propício para que os alunos se engajem e pratiquem essa cultura científica não é simples, visto que deve ser processual. O professor precisa oferecer condições e oportunidades para que os alunos tenham contato com problemas relevantes para eles, passíveis de diferentes abordagens contextualizadas. Isso favorecerá a tomada de decisões no contexto da atividade e em situações reais de suas vidas (Solino; Ferraz;

Sasseron, 2015).

Nesse contexto da sala de aula, durante a abordagem dos conteúdos programáticos, o ENSI deve considerar algumas condições favoráveis para que os alunos aprendam, tais como: oportunidade de pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento; dar voz para que falem, a fim de argumentarem sobre os conhecimentos construídos; capacidade de ler, entender e criticar o conteúdo lido; e escrever de modo autoral e consistente (Carvalho, 2018).

Esses aspectos podem ser adotados como elementos avaliativos de modo que não se restrinjam a uma avaliação exclusiva sobre os conteúdos programáticos (Carvalho, 2018), “pois são habilidades que consideramos como necessárias para os alunos, que devem ser desenvolvidas de maneira integrada com as ações investigativas” (Almeida; Malheiro, 2022, p. 74).

Diante disso, Zômpero e Laburú (2011), destacam algumas características necessárias para o desenvolvimento de atividades investigativas em relação ao que se pretende com a aprendizagem dos alunos: o engajamento; a emissão de hipóteses, que possibilita a identificação dos conhecimentos prévios; a busca por informações em diferentes meios para a resolução do problema proposto; a comunicação coletiva dos resultados e estudos com os integrantes da sala de aula, semelhante à comunicação do conhecimento científico na comunidade, “tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido” (Zômpero; Laburú, 2011, p. 79).

Em vista desses aspectos, afirma-se que uma ferramenta pedagógica interessante para o desenvolvimento de atividades práticas que viabilizam esses pressupostos de modo a aguçar a curiosidade e, até mesmo, despertar a participação ativa dos alunos é a experimentação, seja em laboratório disciplinar ou com a utilização de espaços e recursos alternativos, conforme é abordado na subseção seguinte.

3.2 A Experimentação investigativa como tendência

Pesquisadores têm se empenhado para compreender o real papel da experimentação didática² nos processos de ensino e de aprendizagem, considerando as formas de abordá-la e as estratégias facilitadoras para o seu desenvolvimento em sala de aula ou em outros contextos e espaços educativos (Araújo; Abib, 2003; Borges, 2002; Carrascosa *et al.*, 2006; Carvalho, 2013;

² Neste estudo somos adeptos à concepção de Santos e Menezes (2020) de que a experimentação trabalhada em contextos educacionais (escolares e não-escolares) deve possuir essa classificação, pois difere da experimentação científica. Feito esse esclarecimento, assumiremos os termos experimentação, experimento e atividade experimental nos remetendo essa compreensão.

Carvalho *et al.*, 2009; Malheiro, 2016; Oliveira, 2010; Souza *et al.*, 2013; Taha *et al.*, 2016).

Nesse cenário, depara-se com a maioria dos profissionais e pesquisadores defendendo sua eficácia e contribuindo para melhorias nessas atividades práticas, entretanto, “muitos aspectos dessa prática pedagógica ainda aparecem repletos de controvérsias” (Oliveira, 2010, p. 140).

Sendo assim, ainda é comum para muitos professores ter a experimentação como única forma de superar as dificuldades dos alunos em aulas de Ciências, assim como para uma familiarização com a Natureza da Ciência. Contudo, é uma visão limitada e generalizada, pois não importa quantas vezes que elas são empregadas nas práticas educacionais, mas como são desenvolvidas (Carrascosa *et al.*, 2006; Malheiro, 2016).

As atividades experimentais possuem vantagens e desvantagens quanto ao seu desenvolvimento e, mais que isso, sua aplicação não resolverá todos os problemas de aprendizagem dos alunos, entretanto, quando bem organizada, fundamentada e compreendidas didaticamente, potencializarão esse objetivo (Leal; Schetinger, Pedroso, 2019; Malheiro, 2016; Oliveira, 2010).

Diante disso, Bassoli (2014) propõe uma desmistificação das visões distorcidas, tanto da Natureza da Ciência quanto das atividades práticas (experimentais) no EC, discutindo três grandes mitos que permeiam nas ações do cotidiano escolar sobre essa ótica: 1) o caminho para aprender ciência e seus métodos é o “aprender fazendo” ou o “descobrir aprendendo”; 2) a realização de atividades práticas garante a motivação dos alunos; 3) é indispensável um laboratório de Ciências para a realização de atividades práticas. Em relação ao primeiro, apesar dessa ponderação, entende-se que isso é necessário em Ciências, mesmo que não seja suficiente.

Isso converge ao pensamento de Souza *et al.* (2013), sobre o Ensino de Química (EQ), que diante de visões simplistas, como a noção de que devemos usar a experimentação porque a Química é uma “ciência experimental”, servem para “cativar” os alunos ou ainda, ajudam a mostrar a teoria na prática é reduzir sua vasta potencialidade. Perante isso, vale considerar que “apreciar a experimentação é algo bem diferente de utilizá-la ou compreendê-la corretamente” (Souza *et al.*, 2013, p. 11).

Outro aspecto relevante pressupõe que a experimentação pode ser entendida ainda como uma ferramenta colaborativa ao processo de ensino e de aprendizagem em Ciências, que tem potencial para facilitação da compreensão dos fenômenos e transformações ocorrentes no mundo (Taha *et al.*, 2016).

Diversos autores já refletiram acerca dos direcionamentos das atividades experimentais em termos metodológicos e pedagógicos, observado ainda a tendência de suas aproximações

entre modelos de ensino tradicionais e em abordagens construtivistas (Araújo; Abib, 2003). Neste sentido, compreender a experimentação como recurso pedagógico é uma oportunidade de promover um processo de ensino e aprendizagem com significados para o aluno, mas o professor deve atuar como um articulador das discussões e reflexões que “possam contribuir com a construção do conhecimento relevante e de caráter duradouro. É importante perceber as diferentes abordagens que se dá à experimentação para que possa contemplar as expectativas e os objetivos de cada professor” (Taha *et al.*, 2016, p. 141).

De acordo com Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser utilizadas com finalidades distintas que visem diversas contribuições, considerando, neste caso, os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais. Com isso, destacam-se algumas contribuições dessas práticas: a) motivar e despertar a atenção de muitos alunos; b) desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; c) desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; d) estimular a criatividade; e) aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; f) aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; g) aprender conceitos científicos; h) detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; i) compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; j) compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; k) aprimorar habilidades manipulativas.

Sendo assim, há modalidades de atividades experimentais disponíveis que podem ser adotadas nas práticas pedagógicas, cabendo apenas ao docente o discernimento de suas diferenças, potencialidades e coerência aos objetivos, considerando estratégias adequadas e os limites e possibilidades de cada uma, para as construções pessoais dos alunos sob conteúdos, procedimentos e atitudes. Assim, os experimentos didáticos nas atividades podem ser organizados de diversas maneiras, desde simples ilustrações até aquelas investigativas que proporcionam momentos reflexivos aos alunos (Oliveira, 2010).

Diante disso, os formatos mais comuns são as atividades experimentais demonstrativas, de verificação e as investigativas, podendo essas ter outras denominações e variações em sua abordagem (Araújo; Abib, 2003; Bassoli, 2014; Borges, 2002; Campos; Nigro, 1999; Oliveira, 2010; Taha *et al.*, 2016).

Isto posto, no Quadro 2, são destacados alguns indicadores/características dos tipos/modelos citados – sendo a primeira, foco dessa discussão e que será mais detalhada adiante – a partir das visões de diferentes autores para que se tenha uma compreensão do potencial de cada formato de atividade experimental, assim como momento mais adequado e conveniente para cada uma.

Quadro 2 – Principais tipos e características das atividades experimentais

Aspectos		Tipos/modalidades		
		Investigativa	Demonstrativa (DC: convencional/DI: investigativa)	Verificativa (VC: convencional / VI: investigativa)
Papel dos Participantes	Professor	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos; problematizar e mediar as ações dos alunos; articular os resultados apresentados.	DC: executar o experimento; fornecer explicações; propor as conclusões (demonstração fechada). DI: realizar o procedimento experimental; incentivar os alunos a falar e mediar as discussões (demonstração aberta).	VC: fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros. VI: acompanhar as ações dos alunos; trabalhar o erro (quando o caso) para o alcance do caminho viável.
	Aluno	Criar e testar hipóteses; pesquisar, planejar e executar o ensaio experimental; discutir explicações; trabalhar coletivamente (equipe).	DC: apenas assistir sem oportunidade de questionar. DI: podem emitir hipóteses; discutir com os pares e o professor; criar interpretações e conclusões.	VC: Executar o experimento; explicar os fenômenos. VI: Criar e testar hipóteses; executar o experimento; explicar os fenômenos; criar conclusões.
Objetivos pedagógicos	Roteiro experimental	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.	DC: Fechado e estruturado utilizados pelo professor (domínio exclusivo). DI: Estruturado com finalidade orientadora com questões abertas para fomento à reflexão.	VC: Fechado e estruturado (reprodução/receita). VI: Aberto e parcialmente estruturado com questões norteadoras.
	Posição ocupada na aula	A própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.	Própria para ilustrar o fenômeno ou após a abordagem teórica expositiva	Após abordagem do conteúdo em aula expositiva.
	Conteúdos ensinados	CC, CP e CA abordados concomitantemente e correlacionados.	DC: Apenas conceituais DI: CC, CP e CA.	VC: Apenas CC e CP VI: CC, CP e CA.
Consequências	Vantagens	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes.	Facilita a compreensão dos conceitos abstratos pela ilustração; demandam pouco tempo; úteis quando não há materiais disponíveis a todos ou espaço desfavorável e ou/limitado.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; aprendem técnicas e o manuseio de equipamentos ou materiais; ao professor, facilidade para supervisionar e avaliar.
	Desvantagens	Requer maior tempo para sua realização; exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais quando em laboratório; quando não habituados, os alunos podem sentir dificuldades.	Apenas a visualização pode desmotivar o aluno; a interatividade aluno-objeto/fenômeno muitas vezes é reduzida; interatividade física direta é ausente; não há garantia que todos estejam envolvidos; dispersa os alunos.	Pouca contribuição da aprendizagem significativa dos conceitos; há previsibilidade dos resultados não estimulando a curiosidade dos alunos.
Outros elementos	Sobre o erro	Aceito e trabalhado.	DC: aceite, mas não trabalhado. DI: aceite e trabalhado.	VC: não aceite; o professor corrige. VI: aceite e trabalhado.
	Saberes prévios	Aceito e associados à discussão.	DC: Aceito e podem ou não ser associados à discussão. DI: Aceito e associados à discussão.	VC: Não considerado. VI: Aceito e considerados para a discussão.
	Resultados	Imprevisíveis e variáveis ao aluno.	Previsíveis e parcialmente variáveis para aluno.	Previsíveis e invariável para ao aluno.

Fonte: Elaboração própria e inspirado em Oliveira (2010).

A intenção dessa apresentação é trazer um panorama dos aspectos importantes das atividades experimentais para o EC, buscando uma síntese/classificação pormenorizada, contrastando, assim, o modelo investigativo e os tradicionais. Ademais, são discussões já disponíveis na literatura, não necessitando de uma retomada massiva, mas apenas para dialogar com os objetivos deste estudo.

Assim sendo, observa-se que a EI apresenta requisitos relevantes para uma abordagem mais dinâmica nas práticas educacionais, visto que relaciona os conceitos espontâneos e os conhecimentos científicos, cujo processo favorece mudanças e ressignificações conceituais, bem como o crescimento intelectual. Esse tipo de experimentação didática pode ser do tipo demonstrativa aberta – desde que sua condução considere a participação dialógica e intelectual dos alunos – ou com manipulação plena pelos estudantes (Araújo; Abib, 2003).

A atividade experimental investigativa é uma prática fundamental no processo de ensino e aprendizagem em ciências, bem como a investigação sobre o tema, visto que se constitui como uma linha muito importante na didática das Ciências (Carrascosa *et al.*, 2006).

Neste sentido, a atividade experimental investigativa deve trazer significado para o aluno, ultrapassando a noção de um mero exercício prático, pois deve proporcionar que os alunos possam concretizar e manipular intelectualmente o processo. O professor deve assumir uma postura de mediador, oferecendo aos alunos a liberdade na criação de suas hipóteses e em suas decisões (Taha *et al.*, 2016). Diversos autores destacam os graus de liberdade oferecidos pelo professor aos alunos em uma atividade experimental investigativa, bem como a importância do nível de abertura do problema proposto, para que propiciem

o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos. Neste processo de construção dos conhecimentos, as atividades experimentais poderiam ser organizadas de maneira a colocar os estudantes diante de situações problemáticas, nas quais eles poderão usar dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações. Quanto maior a abertura que se dê aos estudantes nas aulas experimentais para que eles exponham seus raciocínios, confrontem suas teorias e debatam seus argumentos, tanto maior será o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos da ciência, mas também de um pensamento científico (Souza *et al.*, 2013, p. 13-14).

Diante disso, há vários apontamentos sobre os graus/níveis de investigação propostos pelo professor (Herron, 1971) e sobre a facilitação do problema, os caminhos da resolução e a conclusão do processo (Carvalho, 2012; Pella, 1961; Tamir, 1991). Nos graus de abertura 1 e 2, os professores ainda assumem acontecimentos/ações importantes dentro do processo investigativo, pois, dependendo do grupo estudantil, isso é uma garantia para que a

aprendizagem ocorra. Tais aberturas são características de níveis acadêmicos iniciais, como a Educação Infantil e o Ensino Fundamental. Em relação ao grau 3 de liberdade, o professor proporciona autonomia parcial para os discentes, permitindo a criação de hipóteses, a elaboração e o desenvolvimento dos procedimentos, bem como a maioria dos acontecimentos.

Quanto à sistematização, ainda é de responsabilidade do professor, visto que é necessária a estruturação dos conhecimentos científicos. Esse grau é peculiar para o Ensino Médio. Já os graus 4 e 5 são voltados para oferecer aos estudantes autonomia plena, sendo características mais comuns no Ensino Superior. Apesar de serem adequados a esse nível de ensino, são raros, mas não impossíveis. Desse modo, no Quadro 3 é apresentada uma síntese dos aspectos voltados a essa discussão como subsídio para caracterização e norteio de atividades experimentais investigativas ulteriores

Quadro 3 – Graus de abertura de atividades experimentais investigativas

Acontecimento na atividade	Graus de abertura das atividades investigativas				
	1	2	3	4	5
Problema	Dado (P)	Dado (P)	Dado (P)	Dado (P)	Aberto (A)
Objetivo	Dado (P)	Dado (P)	Dado (P)	Dado em parte ou aberto	Aberto (A)
Materiais	Dado (P)	Dado (P)	Dado (P)	Dado todo ou em parte	Aberto (A)
Hipóteses	Dada (P)	Aberta (A)	Aberta (P)	Aberta (A)	Aberta (A)
Procedimentos	Dado (P)	Dado parcialmente	Aberto (A)	Aberto (A)	Aberto (A)
Conceitos	Dado (P)	Dado (P)	Dado parcialmente	Aberto (A)	Aberto (A)
Dados	Dado (P)	Dado (P)	Aberto (A)	Aberto (A)	Aberto (A)
Análise	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)
Solução	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)
Conclusão	Dada (P)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)	Aberta (A)
Sistematização	Dada (P)	Dada (P)	Dada (P)	Dada (P)	Aberta (A)
Nível acadêmico característico	Educação Infantil e Ensino Fundamental I e II		Ensino Médio	Ensino Superior	

Legenda: A – aluno / P – professor

Fonte: Elaboração própria a partir de Herron (1971), Pella (1961), Tamir (1991) e Carvalho (2012).

Vale destacar que esses níveis de abertura são passíveis de adaptações e, até mesmo, substituições de abordagem em relação ao nível acadêmico. Dependendo dos objetivos pedagógicos propostos pelo professor, do contexto educacional e do público participante, podem ser desenvolvidos sem prejudicar o processo.

Para Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais investigativas possibilitam o alcance de diferentes objetivos educacionais, pois apresentam maior flexibilidade metodológica em comparação às demais. É o próprio caráter investigativo que torna a abordagem centrada nos aspectos cognitivos do processo educacional.

Neste modelo de experimentação, os alunos têm a oportunidade de participar do desenvolvimento experimental e não seguir um roteiro estabelecido pelo professor, visto que desempenha as características de uma pesquisa e para a criação de uma visão correta do fazer científico (Carrascosa *et al.*, 2006).

Essa característica aberta fornece aos estudantes diversas possibilidades de intervenção e/ou modificação no processo experimental (Oliveira, 2010), podendo contribuir “para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno” (Suart; Marcondes, 2009, p. 53).

Em comparação às outras modalidades, a EI demanda um tempo superior para o seu processo de desenvolvimento, visto a necessidade de envolvimento dos alunos em todas as etapas, desde a análise até a discussão dos resultados. Nesse sentido, atividades investigativas podem constituir a própria aula em variável quantidade de encontros (aulas) (Oliveira, 2010).

Ressalta-se também que nessa modalidade de atividade experimental não há uma dependência direta dos conteúdos abordados previamente em aula expositiva, como se observou nos tipos convencionais. Ao contrário, os conteúdos podem ser discutidos no próprio contexto da atividade, sempre em resposta aos questionamentos dos alunos e sua busca por explicações para os fenômenos. Em geral as etapas de execução do experimento são realizadas previamente a qualquer abordagem dos conteúdos correlacionados à atividade, de tal forma que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas fornecidas de imediato pelo professor. Somente dessa forma os alunos serão de fato instigados a refletir, questionar, argumentar sobre os fenômenos e conteúdos científicos (Oliveira, 2010).

Ademais, prioriza a participação dos alunos durante sua execução, cujo aspecto primordial é a oportunidade de emitirem e testarem hipóteses, estimulando “ao máximo, a interatividade intelectual, física e social, contribuindo, sobremaneira, para a formação de conceitos” (Bassoli, 2014, p. 583). Neste caso, “a atividade experimental investigativa tem o mesmo caráter da investigação científica: faz o levantamento do problema, elabora hipóteses, realiza o experimento para comprovar suas hipóteses e organiza os resultados para fazer suas próprias conclusões” (Taha *et al.*, 2016, p. 142).

Além da abordagem investigativa na experimentação, há propostas que são associadas à pedagogia problematizadora de Paulo Freire, cujo foco é o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos em uma atuação ativa, ou seja, “tem o objetivo de ir além da investigação e deve ser capaz de instigar uma curiosidade mais ampla nos alunos, despertando uma criticidade em relação à transferência do conhecimento” (Taha *et al.*, 2016, p. 143). Assim, favorece a discussão e reflexões mais amplas, viabilizando a aplicação do conhecimento em variados

contextos.

Diante das visões distorcidas sobre a atividade experimental (laboratorial), os autores Carrascosa *et al.* (2006) consideram a necessidade de uma reorientação didático-pedagógica e epistemológica. Para isso, defendem e propõem alguns aspectos referentes à abordagem investigativa. Essa não deve se restringir ao aspecto puramente experimental, mas abarcar outros elementos da atividade científica igualmente essenciais, tais como: a) apresentar situações problemáticas em complexidade variável, adequadas ao público pretendido; b) promover análises qualitativas e significativas auxiliares à compreensão e análise dos resultados; c) controle de variáveis como atividade central da investigação científica; d) oportunizar que os próprios alunos elaborem o plano experimental, considerando também os recursos tecnológicos; e) fomentar a comunicação dos resultados com os pares e destacar sua importância frente ao papel da comunicação e do debate na atividade científica; f) promover a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando equipes de trabalho para facilitar a interação e o intercâmbio de ideias entre as equipes.

Assim sendo, a adoção da EI no EC, na Educação Básica, é uma estratégia eficiente para a aprendizagem, pois “os alunos envolvidos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais” (Leão; Goi, 2021, p. 335). Esse ponto reforça a forte relação entre a abordagem investigativa, seja neste recurso que é a EI ou em outro, com a tridimensionalidade do conteúdo de Ciências.

Como forma de abarcar esses aspectos, é fundamental a seleção e organização de temas, materiais e momentos no planejamento experimental que condicionem a participação plena dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, destacam-se as SEI como modelos para tal finalidade, sendo essa última o enfoque da subseção seguinte.

3.3 As Sequências de Ensino Investigativas

Uma possibilidade de contemplar os aspectos supracitados são as SEI, que consistem em etapas de ação e reflexão vivenciadas pelos aprendizes e mediadas pelo professor. Elas iniciam com um problema experimental ou não, permitindo que os alunos trabalhem autonomamente, ajam sobre os objetos experimentais para obter o efeito desejado e tomem consciência de como foi produzido tal efeito em meio a explicações causais. Há ainda um momento de sistematização de suas compreensões por meio da escrita e do desenho, bem como a relação da atividade ao cotidiano (Carvalho, 2011, 2013, 2018; Carvalho *et al.*, 2009).

Essa sequência de atividades abrange um tópico conceitual planejado a partir dos materiais e das interações didáticas, com vistas ao protagonismo do aluno no processo.

Oportunizando-o ainda expor seus conhecimentos prévios para a construção de novos, de modo a levantar ideias próprias e discuti-las na classe, transpondo o conhecimento intuitivo para o científico. Isso possibilita ainda a compreensão de conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2013).

O objetivo central na proposição de uma SEI é oportunizar que práticas investigativas (pesquisas) sejam realizadas em sala de aula, mesmo sabendo que não se trata de uma investigação científica (Sasseron, 2015). Para a autora, ao implementar a SEI, “o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos, por exemplo, sejam igualmente investigativas, ou seja, tenham por trás um problema claro que precise ser resolvido” (Sasseron, 2015, p. 59).

As SEI são, basicamente, aulas sequencialmente organizadas e lógicas com diferentes atividades em torno de um tema das Ciências da Natureza abordado em um processo investigativo, relacionando conceitos, procedimentos, práticas e outras relações socialmente relevantes passíveis de serem trabalhadas (Carvalho, 2013, 2018; Sasseron, 2015). Em vista disso, “essa concepção reforça a ideia do ensino por investigação como abordagem didática, pois denota o papel do professor como propositor de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões, independentemente de qual seja a atividade didática proposta” (Sasseron, 2015, p. 59).

Essa proposta didática se fundamenta na epistemologia genética das obras de Jean Piaget³ sobre a compreensão do processo de construção e aprendizagem dos conhecimentos científicos pelos indivíduos, e o reflexo disso para o contexto escolar. Além disso, tornou-se necessário associar tais ideias à forma em que os alunos constroem esses conhecimentos na sala de aula e no espaço escolar. Para isso buscou-se interlocuções com as teorias sociointeracionistas de psicólogos como Lev Semionovitch Vygotsky⁴, para compreender como ocorrem essas construções no relacionamento com os pares e o professor (Carvalho, 2011).

Diante disso, destaca-se quatro pontos fundamentais no planejamento das SEI com o objetivo de criar condições para o processo de “construção” do conhecimento científico pelo estudante. Primeiramente, ressalta a importância de um problema a ser resolvido, que orientará tanto a atividade quanto a investigação em si. Em segundo lugar, destaca-se a necessidade da

³ Biólogo e epistemólogo suíço (1896-1980) considerado o “pai” da psicogênese do desenvolvimento humano que idealizou o Construtivismo, posicionamento epistemológico que considera que a aquisição de conhecimento ocorre pela interação do indivíduo com o ambiente em que vive, tornando-os sujeitos ativos e autônomos no processo de aprender (Moreira; Massoni, 2016).

⁴ Psicólogo russo (1896-1934) idealizador da psicologia histórico-cultural e pioneiro na teoria sociointeracionista nos processos cognitivos de desenvolvimento humano em função das interações sociais e condições de vida que influenciou e contribuiu para as teorias de aprendizagem no campo educacional (Moreira; Massoni, 2016).

passagem da ação manipulativa para a intelectual, proporcionando aos alunos a oportunidade de relacionar suas ações procedimentais ao conhecimento científico abordado. O terceiro ponto enfatiza a importância da tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento, pois os alunos precisam reconhecer suas ações e ter condições de sistematizá-las. Por fim, as diferentes etapas das explicações científicas, o que abrange a identificação do problema, a proposição de hipóteses, a comunicação aos pares, entre outros aspectos (Carvalho, 2011).

Além disso, a autora aponta oito propósitos essenciais a considerar no planejamento e nas ações do professor, delineando seu papel. Em primeiro lugar, destaca a importância da participação ativa do estudante, uma vez que o ENSI presume que os alunos assumam essa postura, enquanto o professor atua como orientador. O segundo propósito enfatiza a relevância da interação aluno-aluno, pois, em um ambiente de aprendizagem, o trabalho colaborativo favorece a construção do conhecimento por meio de diferentes perspectivas. Outro aspecto é o papel do professor como elaborador de questões, requerendo uma postura indagativa que propicie aos alunos pensar e agir sem uma resposta facilitada ou apressada (Carvalho, 2011).

O quarto ponto aborda a criação de um ambiente encorajador, valorizando as ideias e concepções espontâneas dos alunos, e incluindo a consideração do erro e das imprecisões no momento da aprendizagem. Esse aspecto culmina no quinto propósito, que trata do ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula. Outro ponto relevante é que o conteúdo (o problema) deve ser significativo para o aluno, pois uma atividade pouco instigante e pouco atrativa pode resultar em desinteresse.

Destaca-se ainda a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, uma vez que diferentes facetas permeiam o processo formativo dos alunos enquanto cidadãos. Por fim, o último propósito aborda a transição da linguagem cotidiana para a científica, considerando que os alunos precisam compreender os significados na perspectiva da ciência e estabelecer conexões entre suas ideias prévias e o novo conhecimento sistematizado (Carvalho, 2011).

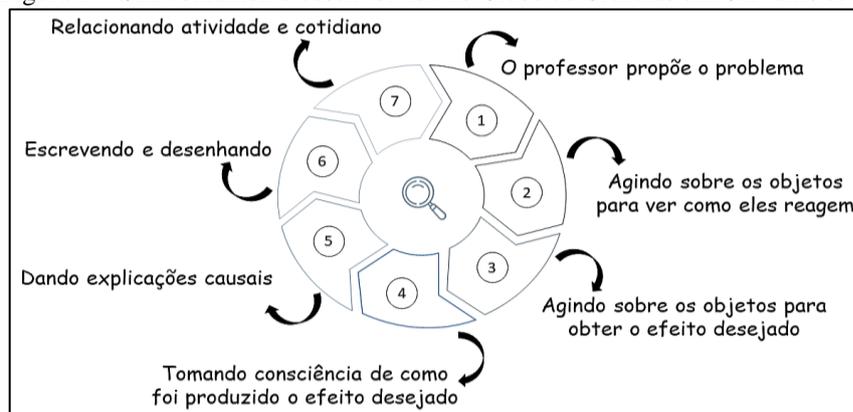
Em vista disso, entende-se que as SEI são processos didáticos investigativos que congregam práticas, conteúdos e recursos articuladamente, possibilitando trabalhar os conhecimentos de modo processual e não apenas como produto (Almeida; Malheiro, 2022; Carvalho, 2013, 2018). Nesse contexto, percebe-se a importância de reconhecer e considerar as potencialidades dos CC, CP e CA, de modo que fiquem claros para o professor que almeja uma proposta didática com abordagem investigativa.

Cabe ressaltar que o ponto crucial reside na presença de um problema a ser resolvido, acompanhado pela consideração de atividades que envolvam estratégias didáticas para a

sistematização dos conhecimentos construídos pelos alunos. Além disso, é imperativo incluir um momento de contextualização para estabelecer a relação com o cotidiano e ampliar o conteúdo conceitual. Essa proposta revela-se flexível, uma vez que é passível de abordagens em vários níveis de complexidade, estrutura didático-pedagógica e no desenvolvimento das etapas (Barbosa; Malheiro, 2020; Carvalho, 2013; Sasseron, 2015).

A proposta de Carvalho *et al.* (2009), principal embasamento teórico-prático adotado no Clube de Ciências, é estruturada por sete etapas de ação e reflexão que garantem as interações dialógicas entre PM e ALC, assim como os recursos didáticos utilizados, conforme ilustrado na Figura 1. Algumas dessas etapas acontecem simultaneamente, mas é importante que se tenha uma compreensão de suas particularidades e como elas acontecem individualmente.

Figura 1 – SEI comumente desenvolvida no Clube de Ciências em Carvalho *et al.* (2009)



Fonte: Elaboração própria com base em Carvalho *et al.* (2009).

Diante disso, descreve-se alguns aspectos para a manutenção do processo investigativo, considerando as etapas, tais como: 1) o professor faz a mediação dos diálogos sem comunicar o resultado, deixando os alunos trabalhar autonomamente em grupos pequenos.; 2) os alunos exploram o material experimental com raciocínios preliminares, enquanto o docente certifica se compreenderam o problema; 3) ação manipulativa dos aprendizes para resolução do problema, o professor problematiza as ações por perguntas e questões; 4) encontrada a solução pelos alunos, o professor instiga-os a refletirem sobre suas ações e a comentarem seus achados; 5) o professor continua perguntando sobre seus entendimentos para darem explicações do fenômeno investigado; 6) momento de registrarem suas aprendizagens livremente através da escrita e/ou desenho, organizando e relembrando tudo do que fizeram, isto é, sistematizando seus conhecimentos; 7) discussões abertas para ampliação de significados mediante exemplos rotineiros, podendo ser mediado por diversos recursos didáticos (vídeos, filmes, jogos lúdicos, etc.) (Carvalho *et al.*, 2009).

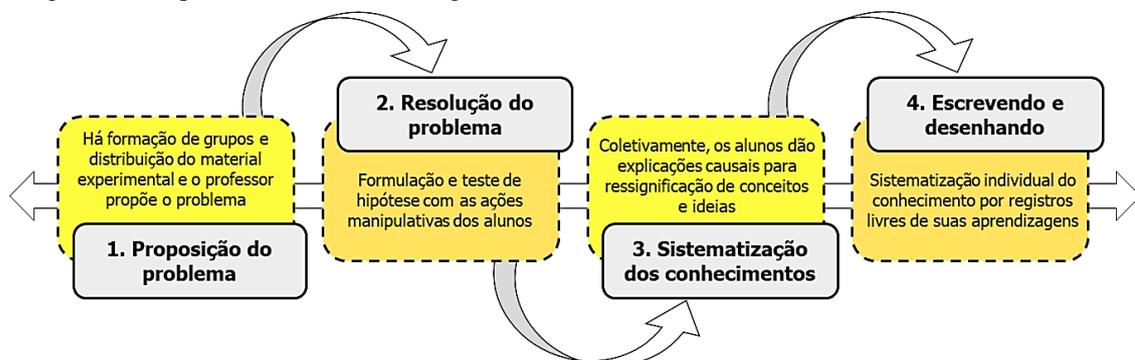
Salienta-se que no CCD, a sétima etapa geralmente ocorre no segundo encontro, cuja estrutura da atividade pode considerar novamente as etapas sete etapas de uma SEI, viabilizando uma continuidade nas discussões. O problema proposto, neste caso, é lembrado, para que os alunos relacionem a atividade anterior com as novas dinâmicas e com os novos conhecimentos que serão abordados (Rodrigues; Sousa; Malheiro, 2023).

À vista desse aspecto, na Figura 1, observa-se que as etapas se organizam de modo a oportunizar que alunos e professores tenham condições de interagir dialogicamente e de sistematizar conhecimentos de maneira individual e coletiva (Carvalho *et al.*, 2009). A estrutura em ciclo e por etapas, permite a organização das ações no processo investigativo, tendo em vista a construção dos conhecimentos.

Com isso, ao iniciar com um problema de investigação, os alunos terão a oportunidade de agir intelectualmente, operar procedimentos experimentais (quando o caso), interagir dialogicamente, criar e organizar o pensamento até aplicar de maneira prática os conhecimentos construídos no processo. Isso deve ser encarado como um movimento cíclico que não se encerra na etapa sete, por exemplo, pois existe a possibilidade de ampliar perspectivas.

Entretanto, essas etapas podem ser reajustadas e, até mesmo, otimizadas, conforme apresentadas por Carvalho (2013), que simplifica a SEI em quatro momentos. No entanto, é importante notar que os pressupostos anteriormente elucidados são mantidos na dinâmica, sistematizados da seguinte maneira: 1) Distribuição do material experimental e proposição do problema; 2) Etapa de resolução do problema pelos alunos; 3) Etapas de sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos; 4) Etapa do escrever e desenhar – momento de sistematização individual dos conhecimentos, conforme organizadas na Figura 2.

Figura 2 – Sequência de Ensino Investigativa em Carvalho (2013)



Fonte: Rodrigues e Malheiro (2023a) com base em Carvalho (2013).

A SEI, portanto, é uma estratégia didática que possui a abordagem do ENSI na qual estrutura-se em um sequenciamento de aulas/atividades que abordam primeiramente um objeto

do conhecimento e se desenvolve a partir da proposição de um problema experimental ou não, que oportuniza os discentes interagirem com seus pares e manipularem materiais e informações autonomamente, com mediação do professor por interações dialógicas que permitam os alunos refletirem sem que a resposta seja comunicada.

Na Figura 2, compreende-se que ao se tratar de um processo didático investigativo, as etapas que compõe a SEI estão diretamente ligadas de modo que a sua organização confere aos participantes, principalmente aos alunos, a construção do conhecimento de modo organizado. Essa organização não deve ser tomada como um processo linear, visto que desde a proposição do problema ao momento de sistematização individual (escrevendo e desenhando) são ações/acontecimentos que se retomam. A seta horizontal que permeia as etapas simboliza a relação de ida e volta na resolução do problema, tendo em vista que não se encerra unicamente na etapa 4, pois há possibilidade de uma continuidade e extensão da SEI, de modo a possibilitar ao aluno ampliar seus conhecimentos.

Posteriormente, Carvalho (2018) reestrutura e sistematiza essas ações, incluindo a etapa de “aplicação do conceito e relações com o cotidiano” antes de escreverem e desenharem, definindo, assim, cinco etapas no processo. Isso posto, independentemente do modelo adotado para a SEI, a diretriz principal para seu desenvolvimento é a atenção do professor ao grau de liberdade intelectual proporcionado ao aluno, assim como ao problema proposto, visto que são elementos norteadores para as ações intelectuais e espontâneas dos estudantes.

Destaca-se que essa perspectiva foi pensada para o contexto escolar da Educação Básica, isto é, para práticas pedagógicas de Ciências em sala de aula. No entanto, há estudos recentes no campo do EC que (re)contextualizaram as propostas das SEI para o CCD que se constitui um espaço não formal de educação e popularização das ciências, tais como observado em Malheiro (2016), Rodrigues e Malheiro (2023a), Rodrigues, Sousa e Malheiro (2023) e Costa, Rodrigues e Malheiro (2023), Tabosa, Albuquerque e Malheiro (2023).

Frente aos aspectos estruturantes das SEI, este estudo se voltou especificamente à etapa de “Escrever e Desenhar”, visto a importância da sistematização individual dos conhecimentos. Ademais, o desenho e a escrita são considerados recursos comunicacionais complementares, porém fundamentais para uma aprendizagem em Ciências direcionada à integração dos conteúdos. Sendo assim, na próxima seção, destacam-se alguns aspectos concernentes a essas formas de linguagem e sua contribuição no EC, direcionando o contexto desta pesquisa.

4 O DESENHO E A ESCRITA NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS

Pretende-se nesta seção discorrer alguns aspectos sobre o papel da escrita e do desenho no EC, com ênfase nas SEI, uma vez que, em uma das etapas, sua utilização é sugerida como instrumento para auxiliar na sistematização dos conhecimentos pelos alunos. Sendo assim, apresentadas sínteses de pesquisas que envolveram esses instrumentos em diferentes atividades, contextos e objetivos pedagógicos, tanto na sala de aula quanto em espaços não escolares, bem como encaminhamentos variáveis para o uso da escrita e do desenho nos processos didáticos.

O ser humano, por natureza, possui a necessidade intrínseca de se comunicar. Ao longo de seu processo evolutivo, desde os primórdios, essa necessidade de comunicação impulsionou a busca por meios e formas de expressão, permitindo-lhe transmitir seus pensamentos e interagir com a natureza. Essa tendência é evidenciada desde as artes rupestres, como as pinturas em cavernas, até as escrituras de sociedades antigas, como os povos asiáticos, egípcios, africanos, incas, e outros grupos tradicionais, como os indígenas. Além das expressões gestuais, a representação simbólica por meio de ícones (desenhos) emergiu como uma forma facilitadora dessa expressão ao longo da história (Sans, 2014).

No campo educacional, o interesse pelo desenho infantil despontou no final do século XIX e início do século XX, especialmente nos campos da Psicologia, Pedagogia, Sociologia e Estética. Essas disciplinas, de maneira geral, dedicaram-se ao estudo do desenvolvimento humano (Cox, 2007; Mèredieu, 2006; Sans, 2014). De acordo com Gombrade e Londero (2019, p. 168), há uma tradição na pesquisa em psicologia acerca da utilização de desenhos “para análise do estágio do desenvolvimento e o estado emocional das crianças. Podemos dizer que os desenhos fornecem uma representação mental e sentimental delas. Diversos estudos os utilizam para analisar a compreensão dos alunos a respeito de diferentes temas”.

Conforme menciona Sasseron e Carvalho (2010, p. 7) a complexidade do processo de construção do conhecimento “pode concatenar diferentes falas, diferentes informações advindas da memória, da apreciação de imagens, da vivência do indivíduo em diferentes instâncias e espaços de sua vida”.

Frente a isso, o EC nos anos iniciais do ensino fundamental deve valorizar diversos recursos e modos de comunicação “nos quais se apoia a construção dos conceitos e práticas científicas, inclusive os desenhos das crianças” (Cappelle; Munford, 2015, p. 138). Porém, os desenhos não devem ser isolados, mas articulados a outras práticas de letramento científico multimodal para além do espaço convencional do ensino.

Já a escrita nas aulas de Ciências é uma atividade complementar, mas fundamental, pois,

revela-se como um instrumento de aprendizagem na construção pessoal do conhecimento. Sendo assim, quando empregada para a construção do conhecimento científico potencializa a consolidação do mesmo (Oliveira; Carvalho, 2005).

Desse modo, nota-se o desenvolvimento da linguagem imersa aos conceitos científicos “também deve ser relacionado às crianças pequenas, como forma de introduzi-las no universo das Ciências” (Moraes; Carvalho, 2017, p. 945). E com isso, é fundamental ao docente “restabelecer a humanidade e as incertezas da ciência produzida pelo homem. Sendo assim, é necessário que nas aulas, os alunos possam experimentar, hipotetizar e argumentar sobre conceitos científicos” (Oliveira; Carvalho, 2005, p. 348), posto que, “o desenho, permite uma comunicação entre professor e aluno no que tange a compreensão, representação e síntese dos conceitos estudados” (Silva *et al.*, 2017, p. 10). Em vista desses aspectos, considera-se que “as aulas de ciências, que encaminham os alunos a uma enculturação científica devem também se preocupar com a desenvoltura das habilidades de comunicação, sejam orais ou escritas, em uma perspectiva do discurso cientificamente correto” (Oliveira, 2013, p. 64).

Nesse contexto, há diversos estudos cujo enfoque é a articulação da linguagem, no viés da escrita e produção pictórica, nos quais se destacam alguns fundamentais para esta investigação. No trabalho de Oliveira e Carvalho (2005), em análise de registros escritos de alunos de 3º ano do ensino fundamental acerca do conhecimento físico, sob alguns experimentos, os resultados revelaram uso da primeira pessoa, verbos de ação, o respeito à ordem cronológica dos eventos e os tipos de explicações que os alunos atribuem aos fenômenos abordados. Nas propostas de Chang (2005; 2012), é elucidada a importância para acompanhar a evolução de concepções prévias dos alunos em busca da construção e ampliação de saberes. O autor utilizou os desenhos antes da atividade para sondar ideias prévias e, após, para verificar as aprendizagens de conceitos científicos. Para o autor, os desenhos ajudam no desenvolvimento de habilidades visto que transmitem seus níveis de compreensão conceitual.

Diante disso, em uma vertente dialógica, a proposta de Salvatierra (2019) abordou de maneira prática o Método de Desenho Associado a Escrita, ressaltando sua importância enquanto ferramenta de análise dos conhecimentos prévios dos alunos, dado que está diretamente relacionado ao processo de aprendizagem.

Já Schwarz *et al.* (2016) analisaram desenhos de adolescentes de uma região rural semiárida do México a partir de uma atividade voltada a reflexões sobre a “água”, em que lhes foi solicitado a expressar os que viesse à cabeça quando se falava a palavra água. Com isso, perceberam variadas representações sociais sobre a importância e significância do recurso para a rotina dos adolescentes, revelando o desenho como um instrumento importante na construção

de temas geradores na perspectiva freiriana.

As autoras Sasseron e Carvalho (2010) analisando registros escritos e desenhos de crianças do ensino fundamental, e relacionando as manifestações argumentativas na atividade, evidenciaram nuances indicativas do processo de alfabetização científica. Enquanto que o trabalho de Cappelle e Munford (2016) evidencia uma análise dos desenhos de crianças do ensino fundamental à luz da multimodalidade, semiótica social e do letramento científico, cujos resultados indicaram que os desenhos das crianças incorporam formas de representação particularmente valorizadas pela Ciência. Seguindo essa discussão, o trabalho de Moraes e Carvalho (2017) aponta que as habilidades reveladas pelos alunos em seus registros, após a aplicação de uma SEI, revela-se como ferramenta para a construção do conhecimento e envolvimento com processos de alfabetização e cultura científica.

Silva *et al.* (2017) observando representações de alunos do ensino fundamental sobre o tema magnetismo, revelaram que a capacidade de representação dos discentes possui inúmeras vantagens para o ensino e a aprendizagem em Ciências, uma vez que oportuniza a livre expressão de uma experiência anterior.

Saindo do âmbito formal, destaca-se a pesquisa de Studart e Hamilton (2022) a qual abordou a divulgação e a popularização científica em museus. Os autores observaram por meio de 176 desenhos elaborados por crianças após uma experiência museal com diversos elementos –desde exposição de musicais a visitas em espaços de artefatos históricos e biológicos – apontaram uma participação mais ativa dos sujeitos sob os aspectos cognitivo, sensorial e emocional com valorosos resultados.

Observou-se que a escrita e o desenho em atividades de Ciências podem ser propostas para diferentes finalidade, mas que um dos seus objetivos principais e possibilitar o registro do pensamento, seja em situações pontuais ou de maneira constante. Sendo assim, salienta-se que as instruções para as crianças desenharem não foram semelhantes em todos esses trabalhos. Mas que no contexto desta pesquisa, no CCD possui um direcionamento comum.

Neste contexto, situam-se trabalhos que exploraram a escrita e o desenho enquanto ferramenta de ensino, aprendizagem e avaliação, a partir de experiências no CCD, que ao se constituir um espaço não escolar, promove atividade investigativas por meio da EI e SEI na perspectiva teórica e metodológica de Carvalho (2013) e Carvalho *et al.* (2009), cujo foco foi a análise dos RG na etapa de “Escrever e Desenhar”.

Nas produções escritas e imagéticas das crianças frequentadoras, sobre a etapa “Escrevendo e Desenhando”, no trabalho de Rocha, Malheiro e Teixeira (2019) sob a temática Cadeia Alimentar, percebe-se maior facilidade de expressão, pois possibilitou a identificação

de potenciais argumentativos, comunicativos e aprendizagem científica. Concebem o desenho e a escrita como instrumentos avaliativos para alunos e professores.

No trabalho de Almeida, Amorim e Malheiro (2020), foram analisados alguns indicadores de alfabetização científica em desenhos e escritos de crianças e conferiram que foi possível as formas de linguagem corroborarem para a discussão e reflexão de aspectos da Ciência. Já a investigação de Carvalho, Queiroz e Malheiro (2023), também nessa perspectiva, analisaram indicadores que se aproximam do eixo estruturante “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, nos RG produzidos na etapa de “Escrever e Desenhar” de uma SEI que abordou conceitos sobre massa, volume e densidade. Os autores verificaram que a atividade experimental contribuiu para a compreensão desses conceitos científicos, cujos RG manifestaram o estabelecimento de conexões às situações do cotidiano e o próprio experimento utilizado.

Outra proposta foi de Almeida, Coelho e Malheiro (2021) que analisaram níveis de Habilidade Cognitivas de alunos clubistas, que a partir do conteúdo sobre propriedades ligadas a tensão superficial da água em uma atividade experimental investigativa intitulada “problema da água que não derrama” observaram características que reverberaram níveis de habilidades com variação entre baixa e alta ordem de cognição, muito em função das etapas da atividade que se demonstraram relevantes para esse acontecimento. A natureza dos RG foram principalmente desenhos em relação a escritos, mas isso não interferiu na identificação das habilidades cognitivas.

O trabalho de Rocha e Malheiro (2020) investigou atitudes procedimentais e comunicacionais de ALC do ensino fundamental manifestadas nos RG produzidos durante uma SEI que abordou a temática “Cadeia Alimentar”. O resultado apontou a experimentação como facilitadora desse processo em meio a criatividade e socializações entre os pares, sendo que a interdisciplinaridade é um aspecto que permeia o processo de construção do conhecimento científico. Além disso, a escrita e o desenho se apresentam como recursos didáticos favoráveis à avaliação de aprendizagens, assim como, mediador do pensamento aos alunos clubistas.

Destaca-se ainda o trabalho de Rodrigues e Malheiro (2023a), que investigou as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais de alunos clubistas do ensino fundamental I e II, a partir dos escritos e desenhos produzidos durante a etapa Escrevendo e Desenhando, de uma SEI experimental a partir deste problema: qual a melhor água para consumir? O experimento investigativo consistiu na montagem de um microscópio caseiro. A análise possibilitou a estruturação das categorias “Práticas de higiene”, “Descritividade manipulativa” e “Fidelidade investigativa”, que se referem a indicativos de aprendizagens em

ações manipulativas e atitudinais articuladas a conceitos científicos.

No trabalho de Tabosa, Albuquerque e Malheiro (2023), compreende-se a maneira que o ENSI favorece e potencializa o desenvolvimento de Competências Científicas em sua dimensão conceitual e procedimental. Nos 22 RG analisados, os autores identificaram indicadores de competências científicas associados às referidas dimensões a partir da elaboração de uma rubrica com base no referencial teórico adotado. Os resultados demonstram que a maioria dos RG apresentaram o viés procedimental em relação ao conceitual, “evidenciando que a abordagem investigativa favorece e oportuniza o desenvolvimento de competências de caráter técnico e metodológico do fazer científico e de caráter cognitivo como o aprendizado de conceitos científicos” (Tabosa; Albuquerque; Malheiro, 2023, p. 357).

Por última, a investigação de Costa, Rodrigues e Malheiro (2023), que analisaram as interlocuções entre o ENSI e a perspectiva crítica da Educação Ambiental nos escritos e desenhos sobre o filme “As aventuras de Tadeo: o segredo do Rei Midas” em uma SEI, perceberam que os pressupostos teóricos se relacionam ao priorizarem atividades colaborativas, que tornam os alunos ativos no processo, com espaço para a criatividade e a abordagem de temas de relevância social (Costa; Rodrigues; Malheiro, 2023, p. 297).

Em vista desses aspectos, compreende-se que a análise desses RG, que envolvem a linguagem escrita e a produção de desenhos, são recursos comunicativos que expressam mais que as percepções dos alunos, pois discursos são envolvidos no processo criativo durante determinada situação de aprendizagem. Sendo assim, o uso desses recursos pedagógicos podem auxiliar o processo de ensinar e aprender Ciências de maneira versátil e valorativa. A análise desses registros pode variar conforme a lente que se deseja compreender os significados que são manifestados (Gombrade; Londero, 2019).

A partir dessas observações, nota-se o valor da escrita e do desenho no EC, visto que se assumem como instrumento de ensino e de aprendizagem ao proporcionar a alunos uma aprendizagem mais livre no sentido de expressar suas percepções e compreensões em determinada atividade, e também aos professores, por subsidiar o processo de identificação de elementos característicos de aprendizagens, dificuldades e outros aspectos. No CCD isso é reforçado pelos resultados de pesquisas apresentados anteriormente, os quais merecem atenção.

Em virtude dessas ponderações, apresenta-se o CCD campo e contexto de realização desta pesquisa, apontando seus principais aspectos, trajetórias e desdobramentos atuais, em vistas a uma caracterização desse espaço para fins de direcionamentos das reflexões e discussões dos resultados, os quais serão discorridos na seção seguinte, assim como para registro histórico de suas atividades.

5 CLUBE DE CIÊNCIAS CRISTOVAM DINIZ: O CAMPO DA PESQUISA

Nesta seção pretende-se apresentar um panorama do percurso de constituição do CCD em sua atual instalação. Serão considerados os aspectos e características estruturais e pedagógicas de maneira crítica e reflexiva, com auxílio de perspectivas teóricas sobre algumas concepções, conceituações e demais aspectos relacionados aos clubes de ciências, enfatizando o campo da investigação.

5.1 Clubes de Ciências: espaços de Educação Científica

A Educação Científica contemporânea pressupõe que a sua prática sejam superados os modelos canônicos da abordagem dos conceitos assim como a reprodução sistemática da metodologia científica, além de propostas pedagógicas pautadas apenas na memorização e confirmação de teorias. Nesse contexto, espera-se que o EC “prepare os cidadãos para que sejam capazes de compreender os princípios dos fenômenos cotidianos, identificar a veracidade das informações e mobilizar esses conhecimentos para solucionar problemas pessoais e sociais” (Freitas; Santos, 2020, p. 27).

Diante disso, torna-se necessário dar condições aos estudantes para que mobilizem e estabeleçam diferentes relações com o saber. E, para isso, exige-se “práticas educativas que considerem as dimensões do Conhecer/apropriar-se de um saber; Fazer/dominar processos, métodos para saber e Ser e Conviver/engajar-se no mundo, nas relações consigo e com o outro” (Schmitz; Tomio, 2019, p. 315) e com os modos de produção de conhecimento, como o científico. Sendo assim, o EC nessa perspectiva pode ocorrer em diferentes espaços além da escola, como os espaços não formais de educação, dentre os quais se destacam os Clubes de Ciências.

De acordo com Mancuso e Moraes (2015), no Brasil, os Clubes de Ciências surgiram na década de 60 e, a partir desse marco, foram se disseminando em diferentes perspectivas pelo país. Uma característica geral é que os participantes – que são comumente estudantes dos diferentes níveis de ensino – constituem-se em grupos de estudos e de pesquisas sobre temas de interesse. Assim, “em muitas regiões, os clubes cresceram e começaram a exibir sua produção interna nas feiras de ciências, inicialmente as escolares e, mais tarde, nas de âmbito mais abrangente” (Mancuso; Moraes, 2015, p. 146).

Contudo, a partir da década de 50 no Brasil e em outros países da América Latina, “coletivos que têm buscado com os Clubes de Ciências romper com a forma tradicional de organização dos tempos e espaços destinados convencionalmente pelas escolas para o ensino e

a aprendizagem das Ciências da Natureza” (Tomio; Hermann, 2019, p. 3).

Os Clubes de Ciências são comumente criados em escolas – mas podem vincular-se a outras instituições sejam elas formais ou não – como proposta de atender a necessidade de alunos que buscam engajar-se em atividades extraescolares e que tenham interesse em aprender novos conhecimentos que envolvem ciência e tecnologia de maneira prática. Ou seja, compreender como o conhecimento científico se constrói e qual o seu impacto na sociedade (Machado; Wender, 2019; Mancuso; Moraes, 2015; Prá; Tomio, 2014; Schmitz; Tomio, 2019).

Esses espaços são entendidos como Clubes de Ciências escolares em virtude se entender que “se especializa por unir professores e alunos que almejam discutir, fazer e comunicar Ciência” (Freitas; Santos, 2020, p. 23). Ademais, concorda-se com esses autores, sobre a ideia de que ainda que se considere o aspecto escolar, para a maioria dos autores se constituem espaços não formais, devido a não serem normatizados por um currículo, como nas instituições formais, mas com um viés mais autônomo e participativo. Isso não exclui a forte relação do que se aprende na escola e a articulação com as vivências formativas nos clubes, portanto são complementares (Schmitz; Tomio, 2019).

Por isso, considerando essa perspectiva, “nesses processos, os clubistas aprimoram linguagens, que se materializam na forma oral e escrita, ou seja, no processo de constituição de sujeitos-autores, na medida em que aprendem e se desenvolvem” (Tomio; Hermann, 2019, p. 3). Do ponto de vista pedagógico, “podemos conceber Clubes de Ciências como espaços de aprender a estar em contato consigo mesmo, com o outro e com a natureza para expandir a visão do mundo que nos cerca” (Souza; Silva; Simão, 2016, p. 76) por considerar a multiplicidade de saberes que os participantes trazem consigo.

Ao condicionarem o desenvolvimento da curiosidade científica a partir dos questionamentos que emergem das experiências, expectativas e estudos teóricos dos alunos, os Clubes de Ciências potencializam o acesso ao conhecimento científico (Sousa *et al.*, 2021), de modo que

a formação de Clubes de Ciências é uma ferramenta para a inserção científica dos estudantes de forma mais criativa e dinâmica, proporcionando aos alunos uma aproximação e experiência, no qual os próprios contextualizam e constroem o conhecimento científico. Tal oportunidade traz uma aproximação dos estudantes com a pesquisa logo no início de sua formação, desenvolvendo competências e habilidades que possibilitam a estes serem cada vez mais criativos, idealizadores e inovadores (Sousa *et al.*, 2021, p. 3).

Diante disso, considerar os Clubes de Ciências como espaços de aprendizagem é pensar em processos educacionais que viabilizem a transcendência da “imaginação, a criatividade, a experimentação, a ousadia, a invenção, a inovação e que, são intencionalmente planejados para

uma aprendizagem significativa” (Souza; Silva, Simão, 2016, p. 81). Destacam-se ainda por “estimular a subjetividade dos estudantes articulando a experiência pedagógica oferecida com as experiências pessoais dos partícipes” (Machado; Silva, 2019, p. 30).

Considerando essa abordagem, situa-se conforme Sousa *et al.* (2021), o contexto da região norte brasileira – também desta investigação – que no campo da pesquisa *stricto sensu* possui maior expressividade em conjunto a região sul, com destaque para o estado do Pará, muito em função do “Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará”⁵ que é referência nacional para os estudos sobre esses espaços educacionais e pioneiro da região.

É nesse contexto regional que surge a iniciativa da implantação de outros Clubes de Ciências com novas características e objetivos para contribuir com a Educação Científica nortista brasileira e do país de um modo geral. Assim, apresenta-se o CCD, campo desta investigação, que será abordado na subseção seguinte.

5.2 O Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz

O CCD⁶ é um projeto que visa à criação de um espaço educacional alternativo. Este projeto desenvolve ações de ensino e de aprendizagem em ciências e matemática, sendo inaugurado em 19 de setembro de 2015 (Malheiro, 2016). A concepção do CCD originou-se das atividades do Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAÇÃO de Professores de Ciências⁷ (Grupo FormAÇÃO) da Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal. Os participantes incluem o coordenador, pós-graduandos (mestrado e doutorado) e doutores, licenciandos e professores atuantes na Educação Básica (Rodrigues; Sousa; Malheiro, 2023; Rodrigues; Malheiro, 2023c).

Um dos objetivos do CCD é promover a iniciação científica infantojuvenil no contexto da popularização e difusão científica. O público participante são os Alunos-Clubistas (ALC), estudantes de 5º, 6º e 7º anos do Ensino Fundamental, vinculados a escolas públicas da comunidade local. Além disso, o CCD funciona como espaço para a formação inicial e continuada de professores, comprometendo-se com o ensino, a pesquisa e a extensão

⁵ O Clube de Ciências da UFPA é um espaço não formal de Educação Científica, pertencente ao Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI). São participantes, licenciandos que vivenciam uma experiência de antecipação à docência, envolvendo a abordagem do “Ensino de Ciências por Investigação” em práticas pedagógicas e de pesquisa promovida para estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio, como possibilidade de uma iniciação científica infantojuvenil e, conseqüentemente, a popularização da Ciência. Disponível em: <https://www.iemci.ufpa.br/index.php/cciufpa>. Acesso em: 13 dez. 2023.

⁶ Redes sociais do clube (Facebook: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100081534142722> / Instagram: https://www.instagram.com/clube_cristovam / Twitter: <https://twitter.com/ClubeCristovam>).

⁷ O grupo é credenciado pelo diretório do CNPq (<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/35488>). Redes sociais do grupo (Facebook: <https://www.facebook.com/groups/formacaodeprofessoresdeciencias> / Canal do YouTube: https://www.youtube.com/channel/UC9mS__e5TEK_XvK5DqVmHDQ).

universitária. O modelo pedagógico adotado é construtivista e interdisciplinar, fundamentado nas atuais demandas epistemológicas da Educação Científica e Matemática (Rodrigues; Sousa; Malheiro, 2023).

Diante disso, sublinha-se que o principal recurso pedagógico adotado nas práticas desse clube é a EI, assumindo assim a abordagem didática o ENSI. Como modelo prático de suas propostas pedagógicas, o clube adota as SEI na perspectiva de Carvalho (2013) e, principalmente, a proposta experimental abordada por Carvalho *et al.* (2009). Essas estratégias didáticas que facilitam a condução de um processo educacional nos moldes do ENSI (Rodrigues; Malheiro, 2023c). Sendo assim, as atividades realizadas são planejadas, conduzidas e avaliadas pelos Professores-Monitores (PM) voluntários, que, segundo Rodrigues e Malheiro (2023a), possuem formações em licenciaturas de Ciências, Biologia, Física, Química, Matemática e Pedagogia, entre outras.

O CCD suspendeu suas atividades nos anos de 2020 e 2021 devido à pandemia da Covid-19, que impossibilitou a participação dos envolvidos e a continuidade das atividades presenciais (Cabral, 2021). Dessa forma, passou por um período de transição e reorganização para retomar as ações, o que ocorreu no ano seguinte, em 2022. Para garantir a continuidade do CCD, o coordenador mobilizou ações por meio da abertura de editais de fomento, obteve recurso mediante a aprovação em um projeto de “grupos emergentes” no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Posteriormente, foram realizadas reuniões e planejamentos envolvendo o coordenador do CCD e o vice-diretor do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE)⁸, subunidade da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus I, localizado em Belém do Pará (Rodrigues; Sousa; Malheiro, 2023), professor Frederico Bicalho, que acolheu a proposta do projeto CCD incentivando e oferecendo o espaço físico e suporte didático para as ações. Sendo assim, o clube se instalou nessa instituição cujas ações, durante seu processo de organização e estruturação no contexto em questão serão discutidas na sequência.

Com o intuito de estruturar a equipe de PM do CCD, foi realizada a divulgação da “I Escola de Formação de Professores Monitores (EFPM)” para toda a comunidade acadêmica dos cursos de licenciatura do CCSE e também para o público externo de outras instituições, por meio das redes sociais (*Facebook, Instagram e WhatsApp*), conforme as informações presentes no material de divulgação (Figura 3).

Este evento aconteceu em dois sábados consecutivos durante o primeiro semestre de

⁸ Informações sobre o CCSE. Disponível em: https://ccse.uepa.br/ccse/?page_id=121. Acesso em: 13 de nov. 2022.

2022. Durante esses dias, na formação, o coordenador (formador) apresentou as propostas do projeto, seus objetivos e as orientações para o funcionamento do clube. A EFPM proporcionou aos licenciandos e professores presentes, uma experiência prática com a proposta pedagógica desenvolvida no CCD, como mencionado anteriormente.

Figura 3 – Material de divulgação da I EFPM na UEPA



Fonte: extraído da *fampage* do Grupo FormAÇÃO (2022).

Cabe destacar que, além dos licenciandos, um grupo de pós-graduandos do curso de mestrado e doutorado do PPGECEM que ingressou na turma de 2022 integrou a equipe de PM. Esses pós-graduandos foram orientados pelo coordenador do CCD e, simultaneamente, reorganizaram o Grupo FormAÇÃO, que também teve suas atividades suspensas.

Além desses, também integraram o grupo de PM, mestrandos do Mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA)⁹, sendo uma funcionária administrativa do centro, e bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, orientandos do vice-diretor do CCSE. Cabe salientar que os PM pós-graduandos supracitados se assumiram como coorientadores das atividades do CCD, responsabilizando-se às iniciativas organizativas e o gerenciamento das propostas e ações desse espaço pedagógico.

Diante desse cenário, durante um período de seis semanas, foram realizadas reuniões para orientações e planejamentos relacionados à (re)inauguração e funcionamento semanal do

⁹ O programa vinculado à UEPA foi criado em 2019 e oferta o curso de mestrado profissional. Disponível em: <https://paginas.uepa.br/ppgeeca/>. Acesso em: 16 jan. 2024.

espaço. Neste sentido, inicialmente foram organizados grupos de trabalho destinados para a produção e divulgação de mídias referentes ao clube, com futura abertura de inscrições e postagem das atividades realizadas, bem como a organização e planejamento das SEI experimentais que seriam desenvolvidas no semestre.

Posteriormente ao planejamento, em um único dia, foi realizada a exposição dos experimentos entre os PM como um teste piloto, seguido de uma avaliação para eventuais ajustes coletivos e organização prévia do cronograma de experimentos definindo a ordem em que aconteceriam e os materiais necessários a serem providenciados. Em uma reunião prévia à inauguração, foi feito o planejamento da distribuição de tarefas e estabelecidas as datas para o início das atividades.

As tarefas incluíram: i) definição do cronograma; ii) equipe de divulgação nas escolas; iii) locais a serem visitados; iv) modelo dos cartazes, folders e panfletos; v) equipe de inscrição; vi) equipe responsável pela dinâmica de inauguração; vii) atividades a serem realizadas; viii) levantamento e providência de materiais didáticos; entre outros.

Em alguns dias úteis da semana seguinte, foram realizadas visitas e divulgações nas escolas públicas próximas ao CCSE, conforme um dos objetivos do clube. No sábado, dia 13 de agosto de 2022, ocorreram as inscrições dos ALC que estavam presentes, acompanhados pelos responsáveis. Durante o processo, foi preenchida uma ficha cadastral, para recolhimento de informações pessoais e escolares, e obtenção do consentimento dos responsáveis para a participação dos estudantes em pesquisas, assim como a utilização de imagens por meio de videografações e produções escritas e pictóricas.

Em 20 de agosto de 2022, o CCD iniciou suas atividades com uma programação estruturada, dividida em diferentes momentos: a) Apresentação do CCD, equipe de PM e os próprios alunos; b) Acordo de convivência; c) Diálogo sobre estudar ciências e matemática; d) Dinâmica investigativa “A caixa misteriosa” – duas caixas de madeira contendo objetos que os alunos tentaram identificar apenas pelo som produzido ao movimentá-las; e) SEI sobre o experimento físico “O problema do copo”, abordando a questão: “Como mergulhar o copo na água sem molhar o papel?”.

O dia foi encerrado com as orientações finais do encontro seguinte. Com isso, o CCD passou a funcionar aos sábados, no período de 8h às 10h30. As SEI desenvolvidas, na maioria das vezes, seguem as sete etapas propostas por Carvalho *et al.* (2009) sendo utilizados, na maioria das vezes, dois sábados consecutivos. No primeiro, ocorrem da primeira à sexta etapa, enquanto no segundo, é abordada a sétima etapa.

Cabe salientar que, para evitar a mecanização das ações do clube e não entediar os

alunos, no primeiro semestre de funcionamento, foi adotada uma alternância de atividades com variação de estratégias. Ou seja, cada quatro semanas, foram aplicadas duas SEI com uma atividade experimental abordando fenômenos e objetos de conhecimento científico diferentes e em alternância a isso, atividades com exibição de filmes de animação com abordagens de temas que se relacionassem a conteúdos e conceitos em Ciências.

Nas semanas seguintes, ocorreram sessões de cinema, utilizando filmes animados com potencial para abordagens em Ciências sob uma perspectiva investigativa. Essas ações foram pertinentes, pois ampliaram as perspectivas dos alunos e dos PM, criando um clima instigante e atraente para aprender e ensinar Ciências com entusiasmo.

Neste sentido, concorda-se com Barbosa (2019, p. 53) ao afirmar que “o clube possibilita um cenário em que a problematização é a mola mestra no processo de construção do conhecimento e que a experiência de ‘lazer’, muitas vezes associado aos espaços de educação não formal, oferece lugar ao estímulo a uma postura crítica e investigativa”. Em vista disso, o importante é que se tenha um problema a ser resolvido nas atividades cujo ENSI é a abordagem do processo (Carvalho, 2013, 2018; Sasseron, 2015).

Além desses aspectos, salienta-se que em sua trajetória de 2022, o CCD desenvolveu atividades investigativas¹⁰, envolvendo principalmente experimentos e filmes passíveis com potencial didático-pedagógico para o EC. As práticas embasaram-se nas sete etapas da SEI de Carvalho *et al.* (2009). Assim, no Quadro 4, estão elencadas categoricamente as atividades realizadas, com a síntese de seus principais aspectos e desdobramentos. Os números arábicos entre parênteses retratam a ordem em que aconteceram.

Quadro 4 – SEI realizadas no Clube de Ciências em 2022

(Continua)

Tipo	Título	Síntese descritiva
EXPERIMENTAIS	<i>O problema do copo (1)</i>	Com o problema experimental “Como mergulhar o copo na água sem molhar o papel?”, foram utilizados os seguintes materiais: copo plástico transparente, papel toalha, balde e água. As sete etapas da SEI ocorreram em um sábado. Durante a atividade, foram abordados conceitos físico-químicos sobre pressão, propriedades da matéria e os gases, além de temas interdisciplinares.
	<i>O problema da lâmpada (2)</i>	Com o problema experimental “Como acender a lâmpada de LED?”, foram utilizados os seguintes materiais: circuito de pilha (entregue pronto aos alunos), sal, açúcar, água, fios de náilon, fitilho, fios de cobre, tiras de papel, entre outros. As sete etapas da SEI ocorreram em dois sábados. No primeiro, realizou-se o experimento, e no segundo, foram conduzidas dinâmicas lúdicas. Durante as atividades, foram abordados conceitos físicos sobre eletricidade, corrente elétrica e outros temas interdisciplinares.

¹⁰ Os registros fotográficos das atividades estão no acervo do Clube de Ciências. Disponível em: <https://docs.google.com/document/d/1QrPKhg12fORriPsSWZn36DfpstRj3nqo/edit?usp=sharing&oid=114578239879549607447&rtfpof=true&sd=true>. Acesso em: 15 jan. 2024.

(Conclusão)

	<i>O problema do telefone</i> ¹¹ (4)	Com o problema experimental “Como é possível que a pessoa no ponto A se comunique sem gritar com a pessoa que está no ponto B?”, foram utilizados os seguintes materiais: copo descartável, recipiente plástico, fio de algodão (barbante), fita crepe, espeto de churrasco e tesoura. As sete etapas da SEI ocorreram em dois sábados. No primeiro, realizou-se o experimento, e no segundo, foram conduzidas dinâmicas lúdicas. Durante as atividades, foram abordados conceitos físicos sobre ondas mecânicas com ênfase nas sonoras, a audição humana, memória e percepção auditiva, sonorização e outros.
	<i>O problema do regador econômico</i> ¹² (6)	Com o problema experimental “Como fazer um regador econômico utilizando garrafa PET?”, foram utilizados os seguintes materiais: garrafas PET, balde, água, copo descartável, pregos e bandeja. Inicialmente, aconteceu um jogral com uma poesia sobre flores para introdução do conteúdo, e em seguida, o experimento foi realizado. As sete etapas da SEI ocorreram em um sábado. Durante as atividades, foram abordados conceitos físicos sobre pressão atmosférica, propriedades da matéria e os gases.
FILMES	<i>Wall-E</i> ¹³ (3)	Na atividade realizada em um sábado, iniciou-se com uma sessão de cinema, seguida por uma roda de conversa, na qual os professores fomentaram discussões, abordagens e problematizações sobre diversas temáticas, como meio ambiente, hábitos de alimentação, tecnologia e outros temas interdisciplinares. Os alunos participaram ativamente, produzindo RG sobre a experiência e suas aprendizagens.
	<i>Divertida Mente</i> ¹⁴ (5)	A atividade foi organizada em dois sábados. No primeiro realizou-se uma sessão de cinema seguida por uma roda de conversa e o registro escrito ou desenho individual dos alunos. No segundo foram realizadas dinâmicas voltadas para a aproximação com a realidade, explorando sentimentos, sensações e memórias. Ao final, os alunos participaram da produção coletiva de um cartaz, utilizando colagens, pinturas e escritos sobre as temáticas discutidas coletivamente.

Fonte: Elaboração própria.

A culminância do primeiro semestre de atividades do CCD foi a realização do “I Congresso Científico do Clube de Ciências”, representando a primeira experiência na criação de uma Mostra do Conhecimento das experiências dos ALC e PM, conforme detalhado na Figura 4. Esse evento marcou o encerramento das atividades do período de 2022. Na penúltima semana, foram realizados os preparativos e a organização (26/11/2022), enquanto o evento ocorreu no último encontro¹⁵ (03/12/2022).

¹¹ A atividade está detalhada em Rodrigues, Sousa e Malheiro (2023), sobre o relato do desenvolvimento da SEI intitulada “O problema do telefone” estruturada em sete etapas na perspectiva de Carvalho *et al.* (2009) e se constituiu uma das primeiras desenvolvidas no contexto de Belém-PA.

¹² Esse experimento é abordado no trabalho de Barbosa *et al.* (2021), no contexto do CCD.

¹³ Filme de desenho animado lançado em 2008 que ressalta diversas problemáticas socioambientais como poluição, consumismo, tecnologia, entre outras, tendo a presença marcante de *Wall-E*, um robô que atua como o protagonista da trama. O filme está disponível nas principais plataformas online de streaming.

¹⁴ Filme de desenho animado lançado em 2015 que aborda na trama temas relevantes como a memória e as emoções humanas de maneira criativa. Riley, personagem principal enfrenta diversos conflitos pessoais que envolvem suas emoções Alegria, Nojo, Tristeza, Raiva e Medo, que de maneira personificadas, buscam ajudar a garota a resolver os conflitos com sua memória e mudança de personalidade. O filme está disponível nas principais plataformas online de streaming.

¹⁵ Registros fotográficos da atividade. Acervo do Clube de Ciências. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1-eVeRhJN9vt2bKuQrh0ju4iOJUFJWzql>. Acesso em: 15 jan. 2024.

A Mostra do Conhecimento se tratou de uma programação interna do clube para a conclusão do período semestral de atividades. Foi a primeira experiência em atividade dessa natureza, para os ALC e PM. Não se assumiu uma “Feira de Ciências” efetivamente, comumente conhecida, “considerando sua estrutura e proporcionalidade acadêmica, mas que apresentou alguns elementos e aspectos pertinentes para reflexão sobre os pontos de confluência e divergência de um evento dessa natureza” (Rodrigues; Malheiro, 2023b, p. 1).

Figura 4 – Material de divulgação do Congresso Científico



Fonte: Acervo do Clube de Ciências.

Essa atividade foi proposta aos clubistas (alunos e professores) com o intuito de incentivá-los, principalmente os ALC, a construir seus conhecimentos e comunicá-los à sociedade. Isso visou estabelecer um ambiente de formação e cultura científica. Por se tratar de uma primeira experiência, orientou-se aos alunos que expusessem as atividades desenvolvidas ao longo do semestre aos familiares e ao público em geral que prestigiaram o evento.

Sendo assim, o elemento “Congresso Científico” na escolha do título se justifica pelo formato do evento, que consistiu na socialização das experiências e conhecimentos científicos adquiridos pelos participantes. Além disso, o congresso visou encorajar e valorizar os “cientistas mirins”, incentivando-os a propor ideias e criações com base nas experiências vivenciadas. Esse foi um exercício prático de divulgação científica pelos ALC. Os participantes foram organizados em grupos, conforme o quantitativo de atividades expostas no Quadro 3, e o evento ocorreu em um sábado no horário comum (Rodrigues; Malheiro, 2023b).

Em 2023, as atividades foram retomadas no primeiro semestre, com a reabertura de inscrições e matrículas de novos alunos, bem como a atualização cadastral dos remanescentes,

ocorrida em 18 de março. A partir da semana seguinte, as atividades foram desenvolvidas normalmente, incluindo a proposição de novas SEI. Vale ressaltar que o pesquisador, que se constitui como PM desse clube, sincronizou seu projeto de pesquisa ao cronograma de planejamento e organização do CCD, conforme a relação apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – SEI realizadas no Clube de Ciências em 2023

Tipo	Título	Síntese descritiva
EXPERIMENTAL	<i>O problema do balão</i> (1)	Com o problema experimental “Com os materiais disponíveis, como encher o balão com ar sem assoprar?”, foram utilizados os seguintes materiais: balão, bicarbonato de sódio, vinagre, colher descartável e funil. As sete (7) etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) ocorreram em um (1) sábado. Durante a atividade, foram abordados conceitos químicos sobre reações químicas com desprendimento do gás CO ₂ .
	<i>Afunda ou flutua?</i> ¹⁶ (2)	Com o problema experimental “Quais objetos afundam e quais flutuam quando jogados em um balde com água?” utilizaram balde com água e variados objetos de diferentes materiais, como brinquedos, frutas, utensílios, etc. As sete (7) etapas da SEI ocorreram em um (1) sábado. Foram abordados conceitos físicos sobre densidade, massa, volume, peso e empuxo.
	<i>O problema das canetinhas hidrocór</i> (4)	Trata-se da SEI concebida pela presente investigação que teve a proposição de um experimento na perspectiva do EC com ênfase no EQ, que será abordada em detalhes posteriormente, na seção que trata da metodologia da pesquisa.
PRÁTICA	<i>O que é ser um Cientista?</i> ¹⁷ (3)	Atividade ocorreu em um sábado, cuja atividade problematizou alguns aspectos da ciência e o ser cientista. Em trabalho colaborativo os ALC produziram cartazes de colagens de figuras que se associavam ao tema. Também realizaram uma saída a campo para captura de registros fotográficos de elementos que considerassem importantes e passíveis de abordar conhecimentos científicos. Os participantes socializaram seus resultados interagindo com os pares e PM.
FILME	<i>Lorax: em busca da trífula perdida</i> ¹⁸ (5)	A atividade com o problema “Por que as árvores são importantes para nosso planeta?” envolveu uma roda de conversa em que foram abordados temas como fotossíntese, poluição ambiental, biodiversidade, efeito estufa e cadeia alimentar, explorados ao longo do filme. Posteriormente, os alunos escreveram e desenharam sobre a atividade, consolidando seus aprendizados.

Fonte: Elaboração própria.

Sublinha-se que essas atividades seguiram a mesma perspectiva do semestre anterior (2022), considerando os pressupostos da SEI (Carvalho *et al.*, 2009). Em relação à atividade prática do filme “Lorax: em busca da trífula perdida”, ocorreu paralelamente ao desenvolvimento de uma das etapas da intervenção de campo desta investigação, que consistiu na terceira SEI apresentada na relação do Quadro 5, devido a alguns ALC terem faltado no primeiro encontro. Eles compareceram no segundo momento da pesquisa, sendo necessário participarem da atividade paralela, que foi parte da rotina normal do clube, não sendo integrante

¹⁶ Um relato da atividade pode ser lido em detalhes na pesquisa de Oliveira (2019) e em Carvalho, Queiroz e Malheiro (2023).

¹⁷ Um relato da atividade pode ser lido em detalhes no trabalho de Carvalho *et al.* (2022).

¹⁸ Filme de desenho animado lançado em 2012 cuja trama aborda temas relacionados à preservação do meio ambiente, conservação da natureza, exploração de recursos naturais e alguns impactos ocasionados pela devastação, entre outras perspectivas, como a sustentabilidade. O filme está disponível nas principais plataformas online de *streaming*.

da pesquisa. A partir de então, o CCD seguiu com sua programação normalmente até o término do primeiro e segundo semestre do ano corrente.

Outro aspecto e objetivo do CCD, além de ações extensionistas e de ensino, é estabelecer-se como um laboratório de pesquisas educacionais no âmbito do EC e Matemática. Com a articulação do Grupo FormAÇÃO, este espaço no contexto de Castanhal-PA possibilitou inúmeras investigações em nível de graduação e pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado), bem como em outras modalidades de pesquisa (Rodrigues; Malheiro, 2023c).

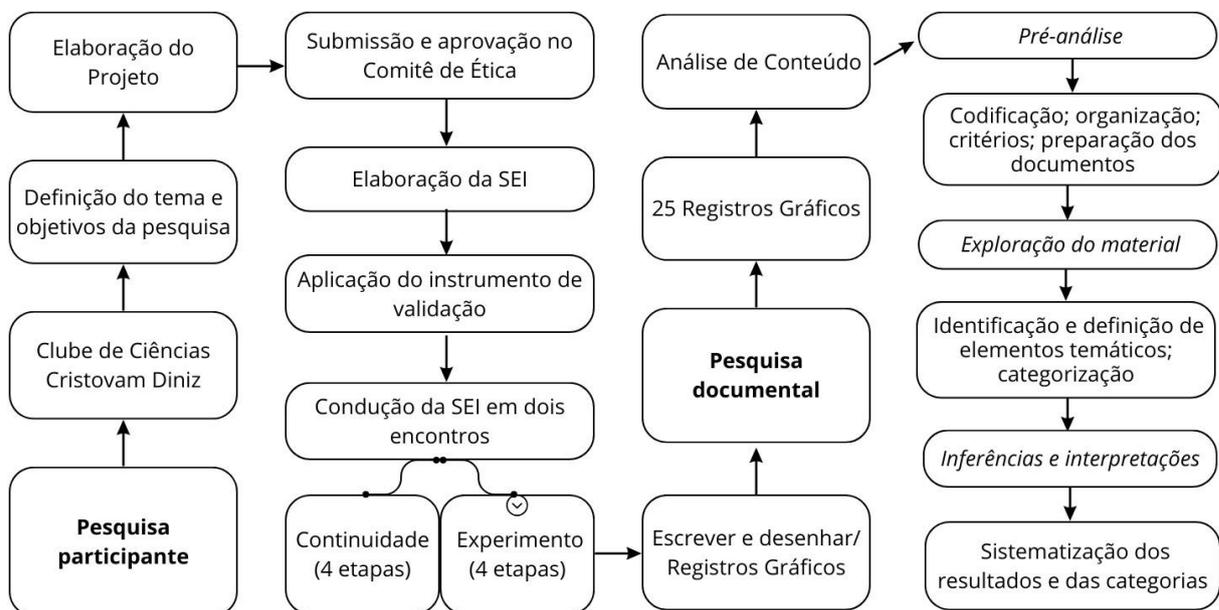
Cabe ressaltar que a presente investigação é a primeira pesquisa *stricto sensu* realizada no contexto do CCD em Belém, na parceria entre a UFPA e UEPA. Por este motivo, considerou-se pertinente descrever, em forma de relato, o encaminhamento e o percurso de sua instalação, e algumas ações desenvolvidas a partir de suas atividades até o acontecimento da ação interventiva de campo desta pesquisa.

É nesse contexto que os objetivos da investigação e, conseqüentemente, o percurso metodológico foi pensado, uma vez que enquanto pesquisador, pôde-se identificar possibilidades e limites para a escolha dos enfoques, instrumentos, métodos à constituição do projeto de pesquisa. Em virtude desses aspectos, apresenta-se na sequência, o desenho metodológico da pesquisa.

6 O DESENHO METODOLÓGICO

O objetivo desta seção é discorrer sobre os aspectos da metodologia estruturada para a investigação, considerando a sua natureza e seus objetivos, o tipo de abordagem, os procedimentos técnicos, os participantes, o contexto, a proposta pedagógica, o encaminhamento sobre os instrumentos de constituição do material empírico e a metodologia de tratamento e de análise dos dados. Para isso, torna-se importante destacar as principais fases e ações neste percurso metodológico e no encaminhamento dos resultados da pesquisa, conforme destacadas no esquema da Figura 5.

Figura 5 – Fases e etapas de ações da pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Considerando essas etapas gerais, observa-se que a pesquisa se organizou em duas grandes fases. A primeira foi uma pesquisa participante, com o pesquisador imerso no campo da investigação, neste caso, o CCD. A partir disso, derivam as etapas de planejamento e implementação da proposta didática elaborada. Essa demanda condicionou o desenvolvimento da segunda fase da pesquisa, que consistiu na pesquisa documental. Nesse contexto, os RG dos ALC se constituíram como documentos que foram tratados e analisados sistematicamente, possibilitando a observância dos resultados.

Isso posto, discorre-se nas subseções seguintes sobre os pressupostos teóricos e metodológicos da metodologia. Inicia-se com o delineamento metodológico, seguido pela caracterização dos participantes e os cuidados éticos. Na sequência, apresenta-se o detalhamento da SEI; finalizando-se com a descrição do processo de análise dos documentos.

6.1 O delineamento metodológico

A natureza desta investigação é aplicada, pois se buscou responder/resolver um problema de investigação com caráter empírico, isto é, o pesquisador realizou uma investigação a campo, neste caso, o CCD, em vistas a constituição dos dados para análise a partir de uma proposta didática desenvolvida nesse espaço pedagógico não escolar (Villaverde *et al.*, 2021). Neste sentido, a pesquisa aplicada é aquela que

gera conhecimentos previamente adquiridos para a coleta de dados, o que exige do pesquisador um estudo prévio do que irá pesquisar, proporcionando a seleção e processamento dos dados para alcançar os resultados da pesquisa. Sendo assim, requer um rigor metodológico, ou seja, definir o problema e a metodologia que o pesquisador irá utilizar é fundamental para que se consiga atingir o resultado desejado, a partir das avaliações e diagnósticos (Villaverde *et al.*, 2021, p. 44).

Além disso, a partir da definição de uma questão de investigação, realizou-se uma ação a campo, o que gerou um processo didático planejado e conduzido pelo pesquisador (Villaverde *et al.*, 2021). E, com isso, constitui-se uma pesquisa exploratória-explicativa, visto que, primeiramente se considerou o aporte teórico sobre o tema em investigação, o que se volta para o princípio exploratório do processo e, posteriormente, explicativa, visto que se pretendeu explicar o porquê das coisas e as causas envolvidas no fenômeno observado. Nesse processo, considera-se o registro, a análise, a classificação e a interpretação (Prodanov; Freitas, 2013). Assim, a relação desses objetivos (explicativo e exploratório) se respalda pela intenção da atuação prática do pesquisador, proporcionando, neste caso, uma nova visão do problema.

Em vistas desses objetivos metodológicos, a presente investigação assume uma abordagem qualitativa, dado que na pesquisa em educação, esse tipo de investigação é descritivo, pois se obtém os dados por palavras ou imagens buscando detalhar as observações bem como compreender os significados manifestados e não se detendo unicamente em números. Os dados são abordados de modo que se preza mais o processo que exclusivamente os resultados ou produtos. Com isso, a observação e a interpretação do fenômeno são características próprias desse tipo de abordagem, uma vez que os pesquisadores qualitativos assumem uma postura interpretativa e “naturalista”, isto é, estudam, investigam, analisam coisas, aspectos e objetos presentes em seu contexto natural (Lüdke; André, 2018).

Desta maneira, de acordo com Dourado e Ribeiro (2023), a escolha pela abordagem qualitativa se respalda pela praticidade na construção tanto dos objetos de pesquisa quanto da definição dos objetivos da investigação. Nesse processo, o pesquisador qualitativo considera a bagagem teórica construída em seu processo formativo e profissional acerca do tema que se pretende investigar. Esse processo passar a ir além da descrição em virtude do apoio aos

referenciais teóricos.

Com isso, o planejamento precisa considerar as possibilidades e os limites para a produção do conhecimento sobre o fenômeno investigado, “ou seja, os potenciais e os limites analíticos precisam ser esclarecidos a cada projeto de pesquisa e a escolha metodológica mais adequada pode garantir maior potencial explicativo do objeto recortado, mas tal escolha, por si, não define a qualidade das pesquisas” (Dourado; Ribeiro, 2023, p. 13).

Nessa perspectiva, a pesquisa qualitativa precisa de direcionamentos (perguntas, e questões norteadoras) que facilitam a imersão do pesquisador com o fenômeno, sendo que essas questões podem se ajustar conforme a complexidade e demandas julgadas necessárias. Isso facilita a delimitação da investigação que se constrói processualmente, o que inclui fortemente a subjetividade do investigador e conseqüentemente sua não neutralidade, tendo em vista que para se alcançar o objetivo, torna-se necessária a mobilização de sua perspectiva teórica, epistemológica e contextual (Dourado; Ribeiro, 2023).

Diante disso, situa-se que esta investigação qualitativa se estruturou em dois caminhos metodológicos: I) a pesquisa participante, sendo utilizada a técnica da observação participante, dado que foi proposta e conduzida uma SEI no CCD com ALC e PM, portanto, foi uma ação interventiva, por meio de um processo educacional que demandou a interação do pesquisador com os participantes em relação ao fenômeno explorado.

Essa ação foi necessária para dar condições de se obter o material empírico principal, os RG dos alunos, o que culminou no segundo caminho metodológico; II) a pesquisa documental, pois, visando atender aos objetivos da investigação, as produções gráficas (escritos e desenhos) dos ALC se constituíram material empírico documental de análise, visto que se buscou analisar as aprendizagens do conteúdo de ciências em sua tridimensionalidade, indicadas nos RG dos alunos.

No primeiro caso, a pesquisa participante “se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas” (Prodanov; Freitas, 2013, p. 67). Essa interação precisa ocorrer de maneira participativa, sistemática e permanente. Com isso, o procedimento técnico fundamental é a observação participante, pela sua facilidade no acesso a informações e a ações dos participantes observados e aos aspectos contextuais e vivenciais manifestados (Prodanov; Freitas; Ferreira *et al.*, 2021).

Em vista desses aspectos, a pesquisa participante ocorreu durante o planejamento da proposta didática, a condução da SEI, vivenciada pelos participantes, sendo operada, portanto, na parte interventiva (aplicada) da investigação. É nesse contexto, que se situa o pesquisador enquanto indivíduo integrante do CCD, que antes mesmo de estruturar a intenção de pesquisa

e os aspectos metodológicos, vivenciou a realidade contextual, convivendo com a população clubista e os pressupostos pedagógicos do espaço, que se tornaram fundamentais para o delineamento da pesquisa.

Em relação aos objetivos da pesquisa, ao se propor a análise dos RG dos ALC produzidos durante uma etapa da SEI, considerou-se como procedimento técnico, neste encaminhamento metodológico, a pesquisa documental, haja vista que, além de serem documentos manuscritos, isto é, elaborados pelos próprios participantes artesanalmente, os conteúdos ainda não foram tratados analiticamente (Severino, 2013).

Ou seja, os RG (documentos) assumem-se como um arcabouço de evidências que, ao serem explorados, fundamentam as inferências do pesquisador, pois representam uma fonte “natural” e contextualizada de informações, e não apenas isso, são originárias de um determinado contexto e fornecem suas informações, neste caso, a experiência no CCD (Lüdke; André, 2018).

Diante disso, é necessário delimitar a compreensão de “documento” nesta investigação. De antemão, sublinha-se que não nos referimos ou trataremos aqui documentos civis de identificação pessoal (identidade, carteira de trabalho, título eleitoral e passaporte, por exemplo), mas dos

[...] documentos como um conjunto de escritos e/ou imagens capaz de reproduzir/informar/ transmitir/significar um acontecimento, uma situação, uma informação, um fenômeno e/ou uma circunstância. Considerando essa perspectiva, vemos que os documentos, sobretudo, registram um fato/fenômeno determinado. De modo geral, eles se constituem como receptáculos materiais de uma determinada informação, inclusive quando a sua forma primeira é imaterial (Fontana; Pereira, 2023, p. 44).

Existem diferentes tipos de documentos e podem ser encontrados/acessados em variados lugares. “As informações que se pretende obter de um determinado objeto de estudo podem ser encontradas em livros, revistas, correspondências, diários, noticiários de rádio, televisão, filmes, internet, produções iconográficas, testemunhos orais” (Rodrigues; França, 2010, p. 55-56) entre outras.

Na pesquisa documental os documentos são passíveis de análises interpretativas alinhadas aos objetivos postos na investigação, e tais documentos por não terem sofrido um tratamento analítico, são classificadas como fontes primárias. Isso requer do pesquisador um cuidado justamente por ainda não terem se submetido a uma análise (Ferreira *et al.*, 2021). Esse cuidado deve ser cauteloso, uma vez que os RG se enquadram nessa perspectiva e, portanto, possuem esses indicativos de informações primárias.

Segundo Rodrigues e França (2010, p. 60), na prática da pesquisa documental, é necessário inicialmente (re)conhecer “a história do documento que se tem em mãos, buscando apreender sob que condições ele foi produzido, quem o escreveu e com que propósito. Além disso, deve identificar-se a sua forma material e o conteúdo que aborda”.

Diante disso, vale considerar que nenhum documento é neutro, portanto, devem ser compreendidos no contexto ao qual foram produzidos. Em termos estruturais, “as palavras e as expressões contidas no documento são carregadas de significados que variam no tempo e no espaço. Nem sempre os seus significados se mostram claros ao pesquisador e podem se constituir armadilhas ao seu trabalho” (Rodrigues; França, 2010, p. 61).

Para garantir um procedimento analítico coerente e que tenha condições de explorar os dados com segurança, torna-se fundamental conceituar previamente algumas categorias analíticas para que iluminem “a busca e organização dos dados a serem coletados nos arquivos. É essencial aqui estabelecer marcos bem definidos da abordagem teórica que será empregada na análise das informações obtidas através dos documentos” (Rodrigues; França, 2010, p. 64).

Posto isso, a pesquisa documental, conforme aponta Ferreira *et al.* (2021), apresenta um procedimento metodológico decisivo em ciências, pelo fato de as fontes escritas se constituírem recorrentemente a base do trabalho de investigação, “podendo se caracterizar como objeto principal ou se constituir como instrumento metodológico complementar” (p. 58), devendo, portanto, ser valorizada na pesquisa em educação em ciências. Como, nesta investigação, cujos documentos (escritos e desenhos) foram originados da experiência didática.

Por fim, “como uma técnica exploratória, a análise documental indica problemas que devem ser mais bem explorados através de outros métodos. Além disso ela pode complementar as informações obtidas por outras técnicas de coleta” (Lüdke; André, 2018, p. 46). É justamente nesse ponto que se reitera a relação da pesquisa documental associada à pesquisa participante, visto que na análise dos RG produzidos pelos ALC, foram considerados os aspectos observacionais da experiência pelo pesquisador.

Diante disso, torna-se necessário compreender algumas características dos participantes envolvidos no processo educacional conduzido nesta pesquisa, o qual permitiu a constituição dos documentos de análise. Assim, em continuidade a este delineamento metodológico, destacam-se, na sequência, os tipos de participantes (infantojuvenil e adulto), os critérios de inclusão e exclusão previstos desde o projeto de pesquisa, o perfil pessoal e escolar, bem como os cuidados éticos providenciados que ampararam a participação voluntária destes, seguindo as diretrizes para as práticas científicas envolvendo seres humanos.

6.2 Caracterização dos participantes e os cuidados éticos

Constituíram-se participantes os ALC e os PM do CCD, que foram convidados presencialmente pelo pesquisador. As vivências que antecederam a pesquisa na rotina do CCD permitiram ao pesquisador observar os primeiros parâmetros para o encaminhamento das formalidades, como, por exemplo, a estimativa de ALC e a demanda de PM.

A participação foi voluntária, cuja formalização ocorreu pelos esclarecimentos aos participantes de menor idade (ALC), responsáveis legais e PM (adultos). Esse processo ocorreu após tramitação na Plataforma Brasil para apreciação ética do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFPA, devido ao envolvimento de seres humanos. A aprovação está registrada no parecer substanciado nº 5.872.286 (Anexo 1). Em vista disso, situam-se algumas informações consideradas importantes sobre os participantes, como a idade e o nível de formação acadêmica, sendo primeiramente os ALC e, posteriormente, os PM.

6.2.1 Alunos Clubistas

Tendo em vista que a pesquisa ocorreu no CCD, os participantes foram ALC de 5º, 6º e 7º anos do Ensino Fundamental I e II, entre 10 e 14 anos, inscritos e assíduos nas programações e atividades promovidas no clube de ciências. Alguns desses eram clubistas há mais de um semestre e, logo, possuíam uma adaptação ao ambiente e a própria dinâmica pedagógica proposta pelo CCD, o que facilitou a interação tanto aluno-aluno quanto com os PM e, por conseguinte, com o pesquisador.

Participaram no primeiro encontro (1E) da SEI 25 ALC, sendo 12 do sexo biológico masculino e 13 do sexo biológico feminino. No segundo encontro (2E), houve a participação de apenas 20 desses clubistas. No Quadro 6 são elencados os 25 participantes com suas respectivas características quanto à identificação em código, nome fictício, idade, série escolar e o sexo biológico.

Considerando os cuidados éticos na pesquisa, sobre a preservação da identificação desses participantes, adotou-se o código “ALC n ” (aluno clubista) sendo que n representa um algarismo que variou de 1 a 25, correspondendo ao quantitativo de partícipes. Além disso, considerou-se também nomes fictícios, por se entender que, ao se tratar de uma pesquisa qualitativa, a escolha de um substantivo (nome) confere qualidade ao participante, que é um ser humano. Os nomes dos participantes correspondem, neste caso, às cores (principais)¹⁹ e suas

¹⁹ Ao se indicar alguma fala ou informação inerente aos ALC que possuem o nome das cores correspondentes a cor das canetinhas, a inicial maiúscula da palavra estará se referindo a pessoa, enquanto a palavra apenas em letras minúsculas, será somente a cor em questão (Ex.: “Vermelho” corresponde ao ALC e “vermelho” a cor).

variações de tonalidade, o que está em sintonia com a proposta didática vivenciada, conforme será abordado posteriormente, ainda nesta seção.

Quadro 6 – Identificação em código e informações dos alunos clubistas

Código	Nome fictício	Série	Idade	Sexo biológico
ALC01	Beje	5º	10	Masculino
ALC02	Anil	5º	10	Masculino
ALC03	Ciano	7º	12	Masculino
ALC04	Marrom	7º	11	Masculino
ALC05	Carmim	5º	10	Masculino
ALC06	Castanho	5º	10	Masculino
ALC07	Laranja	5º	11	Feminino
ALC08	Escarlate	5º	10	Feminino
ALC09	Azul	7º	13	Masculino
ALC10	Lilás	6º	11	Feminino
ALC11	Magenta	5º	10	Feminino
ALC12	Coral	5º	10	Feminino
ALC13	Grená	7º	14	Masculino
ALC14	Ocre	5º	10	Masculino
ALC15	Marfim	5º	10	Feminino
ALC16	Púrpura	6º	10	Feminino
ALC17	Sépie	7º	13	Feminino
ALC18	Amarelo	7º	11	Feminino
ALC19	Turquesa	6º	11	Feminino
ALC20	Verde	7º	14	Masculino
ALC21	Violeta	5º	10	Feminino
ALC22	Rosa	5º	9	Feminino
ALC23	Vermelho	5º	10	Feminino
ALC24	Preto	5º	10	Masculino
ALC25	Roxo	7º	12	Masculino

Fonte: Elaboração própria.

Tendo em vista a pesquisa documental, o critério de inclusão, consistiu na participação de todos os alunos matriculados, pois se concorda com Studart e Hamilton (2022) que ao se tratar de uma análise de RG, é importante que se tenha um bom quantitativo desse material empírico em vistas a uma generalização coerente e fidedigna de dados.

Além disso, o CCD preserva a diversidade de culturas e subjetividades, uma vez que os participantes possuem idades variadas, experiências pessoais particulares e vêm de realidades sociais distintas, ainda que sejam alunos de escolas públicas, o que favorece uma compreensão mais complexa do fenômeno observado e documentado. Portanto, o foco da análise está relacionado aos acontecimentos do primeiro sábado, o que considerou as informações referentes aos 25 participantes.

6.2.2 Professores-Monitores

Alguns PM que atuaram voluntariamente na pesquisa, também se constituíram participantes, dado que interagiram diretamente com os ALC em colaboração com o pesquisador, na condução da atividade pedagógica sugerida que será explorada em detalhes adiante. Esses colaboradores já estavam habituados às práticas do clube.

Salienta-se que esses PM receberam algumas orientações do pesquisador – como a organização das etapas, o momento que deveriam atuar na atividade experimental e nos diálogos, e também na etapa de “Escrever e Desenhar” – e o acesso aos dois planos didáticos (dos 1E e 2E) da SEI (Apêndices A e B), disponibilizados antecipadamente à realização das atividades, como de costume na organização do CCD, pois é necessário que os PM se apropriem da atividade e dos conteúdos a serem abordados e conduzidos, visto que segundo Rodrigues e Malheiro (2023c) possuem formação em diferentes licenciaturas, tais como Ciências Naturais, Física, Química, Biologia, Pedagogia, Matemática, entre outras.

À vista disso, participaram na condução da atividade no primeiro sábado, 14 PM – incluindo o pesquisador que foi o Professor-Monitor-Dirigente (PMD) das ações interventivas – voluntários do CCD, entre licenciandos, mestrandos e doutorandos, conforme sistematizado no Quadro 7.

Quadro 7 – Quantitativo de professores-monitores participantes

Formação	Sexo biológico masculino	Sexo biológico feminino	Subtotal
Licenciando	2	3	5
Mestrando	1*	3	4
Doutorando	1	3	4
Total	4	9	13

*PMD

Fonte: Elaboração própria.

Deste modo, foi realizado com os sete PM pós-graduandos (mestrado e doutorado), um teste piloto para validar a SEI que se constituiu proposta didática. Tratou-se de uma qualificação dos planos didáticos (apêndices A e B). Diante disso, destacam-se os critérios adotados para a participação nesse procedimento: a) considerar que eram graduandos e estavam no curso de formação continuada *stricto sensu*; b) possuem nível de instrução equivalente e/ou superior ao do pesquisador (mestrando); c) a linha e o tema de pesquisa com enfoque no ENSI, EI e, principalmente, o CCD.

Ainda que a presente pesquisa não seja oriunda de um curso de mestrado de natureza profissional, o mestrado acadêmico possibilita esta ação, visto que ao se tratar de um processo educacional, esse teste piloto possibilita simular seu funcionamento, com o intuito de testar sua funcionalidade e/ou usabilidade. Em relação à validação do processo educacional, a SEI, a Área

de Ensino²⁰ a compreende como um processo para identificação de evidências que garanta sua avaliação, adequação e interpretação de resultados desse processo didático, desde que sejam considerados critérios previamente estabelecidos. Neste sentido, essa coleta de evidências pode se construir pela utilização de instrumentos qualitativos e/ou quantitativos em vistas à apreciação dos resultados da sua aplicação (Rizzatti *et al.*, 2020).

Para isso, foi disponibilizado aos sete respondentes – 3 mestrandas e 4 doutorandos – os planos didáticos da SEI para que pudessem compreender a proposta pedagógica, bem como organizar as ideias para serem expressas no instrumento de validação, que se consistiu em um formulário eletrônico²¹ construído pelo *Google forms*²². Para esse processo foi estabelecido um tempo de cinco dias úteis.

O formulário foi organizado conforme alguns eixos estruturantes acerca dos instrumentos de validação de produtos e processos educacionais baseados na literatura (Guimarães; Giordan, 2011; Leite, 2018) e aspectos inerentes a SEI (Carvalho, 2011, 2013, 2018; Carvalho *et al.*, 2009). Trata-se de um instrumento quantiquantitativo visto que seguiu um modelo Likert²³ contendo uma escala de cinco (5) pontos (graus de concordância) sobre as assertivas, tais como: i) discordo totalmente; ii) discordo parcialmente; iii) não concordo, nem discordo; iv) concordo parcialmente; v) concordo totalmente. As assertivas estão sistematizadas no Apêndice C.

Após isso, fez-se uma leitura atenta das respostas no formulário para que os planos pudessem ser revisados em vistas de uma adequação da proposta, visto que o trabalho seria colaborativo durante a condução da SEI. Assim, fez-se a revisão e alguns ajustes a partir das contribuições julgadas pertinentes e oportunas proferidas pelos respondentes. Mas se compreende que os dados desse instrumento não é foco de discussão nesta investigação, afinal sua utilidade foi qualificar por pares a SEI. Portanto, tratou-se de uma ação organizativa das atividades previstas.

²⁰ Constitui-se a área 46 da Capes, Ensino, que contempla os cursos de Educação, neste caso, em Ciências e Matemáticas (Brasil, 2020). Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/colégio-de-ciencias-exatas-tecnologicas-e-multidisciplinar/multidisciplinar/ensino>. Acesso em: 30 jan. 2024.

²¹ O *link* de acesso ao formulário está disponível em: <https://forms.gle/4wGAuQXH64Rv5a1F6>.

²² Um aplicativo gratuito para construção de questionários eletrônicos que podem ser disponibilizados via *link* e acessados em diferentes eletroeletrônicos, como *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e computadores com acesso à *internet*.

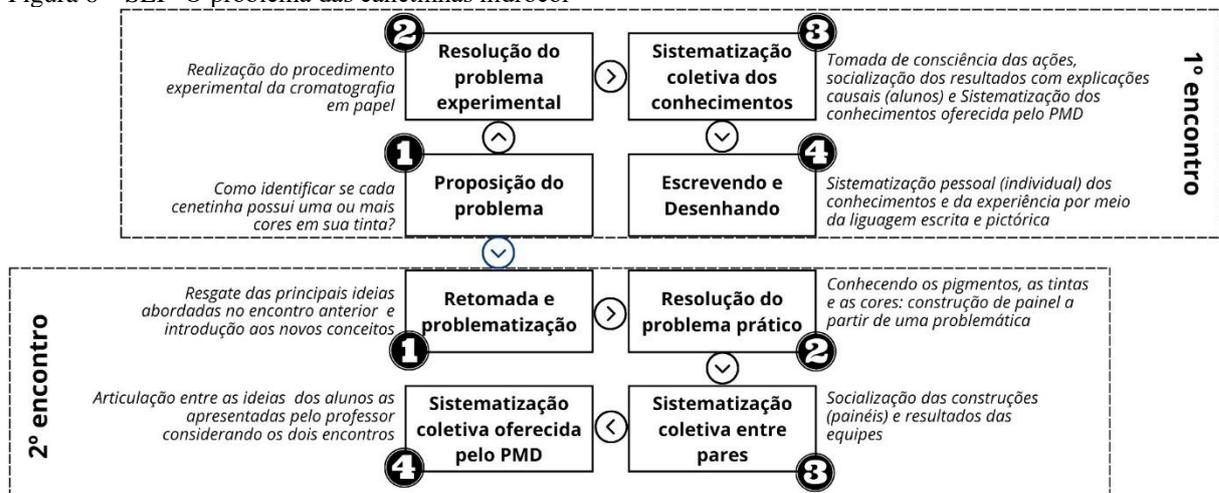
²³ Trata-se de uma escala de pontos que elenca graus de concordância sobre determinado tema/objeto em pesquisas para verificação de perfis ou concepções de determinada amostra. É, portanto, muito utilizada nas ciências sociais e humanas, como a educação. A escala foi idealizada por Resis Likert em 1932 em trabalho que buscou a observação de atitudes no campo da psicologia instruindo o modo de operar o instrumento e anos depois, até o presente, a escala Likert tem sido amplamente utilizada por pesquisadores e conseqüentemente tem sofrido variações no modo de desenvolvê-la (Likert, 1932; Matas, 2018).

A partir do delineamento metodológico, considerando o perfil dos participantes, apresenta-se o processo educacional planejado e conduzido durante a intervenção a campo no CCD. Com isso, são descritas as ações da proposta didática de modo fundamentado, articulado à participação do PMD no processo de interação com os ALC, e evidenciado no aspecto da observação participante enquanto procedimento.

6.3 Sequência de Ensino Investigativa: “O problema das canetinhas hidrocor”

Tendo em vista que a principal estratégia didática desenvolvida no Clube de Ciências é a EI, nesta investigação propôs-se uma SEI experimental intitulada “O problema das canetinhas hidrocor”, na perspectiva teórico-metodológica de Carvalho (2013), mediante uso de materiais de baixo custo e recicláveis para viabilização de momentos interativos e dialógicos com valorização das expressões dos ALC por variados meios comunicativos, principalmente a oralidade, a escrita e o desenho com conseqüente potencialização de aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais. Sendo assim, a Figura 6 sistematiza o processo considerando as etapas e as ações dos alunos-clubistas e o papel dos PM na SEI.

Figura 6 – SEI “O problema das canetinhas hidrocor”



Fonte: Elaboração própria.

A SEI “O problema das canetinhas hidrocor”, ocorreu em dois sábados. Ambos encontros com duração de 150 minutos. No 1E, ocorreu a atividade experimental investigativa que abordou a Cromatografia em Papel (CGP) e outros aspectos associados à abordagem conceitual e procedimental em Química. Isso contemplou às etapas 1, 2, 3 e 4 da SEI sob um problema experimental.

Quanto ao 2E, refere-se a uma atividade de extensão (complementação) das ações anteriores, o que se consistiu na contextualização social e ampliação dos conhecimentos. Nota-se que na Figura 5, as etapas do 1E se ligam às do 2E por meio do problema investigativo, pois

a continuidade no processo didático necessitou da retomada do problema experimental e das discussões realizadas nas etapas do primeiro momento possibilitando o desenvolvimento das novas etapas ocorridas no segundo sábado.

Com isso, atendendo a demanda do CCD e a SEI, descreve-se detalhadamente as etapas e aspectos considerados nas ações, em consonância com os planos de ação dos dois encontros consecutivos. Ressalta-se que no decorrer do relato do 1E e 2E, fez-se algumas reflexões e interpretações dos aspectos que se manifestaram à luz dos referenciais teóricos, os quais tiveram relações com as análises dos RG na seção posterior de apresentação e discussão dos resultados.

Em relação aos diálogos realizados entre o PMD e os participantes, não serão apresentadas (transcritas) as faladas, pois não é o enfoque pretendido nesta pesquisa, mas à análise documental dos RG. Portanto, nesta seção metodológica, os relatos pontuais apresentados são apenas para situar o processo conduzido à produção do resgistro dos ALC.

6.3.1 Primeiro encontro: a atividade experimental investigativa

Inicialmente ocorreu uma contextualização da atividade experimental por meio de um diálogo conduzido pelo PMD. Em uma sala da instituição onde o CCD desenvolve suas atividades, os 25 ALC foram organizados em um semicírculo. Para contextualizar a atividade, foram levantados alguns questionamentos que visaram à introdução do fenômeno químico e a apresentação dos materiais experimentais selecionados, tais como: o que é uma substância? O que é uma mistura? Quem pode me dizer o que é esse material (mostrando canetas hidrográficas)? Quais cores vocês estão observando? Cada canetinha²⁴ possui apenas uma cor (pigmento), isto é, apenas a qual estão observando? A tinta da canetinha é uma substância ou uma mistura?

Em relação ao conceito de “substância”, os alunos praticamente associaram essa ideia a de ser algo “material”, a qual o ALC-05 Carmim exemplificou citando “água”. Quanto à “mistura”, relataram ser “algo em que se junta vários materiais” (ALC25-Roxo). Citaram, neste caso, a preparação de um café, ao “misturar água, pó de café e açúcar” (ALC13-Grená). Sobre as canetinhas, em geral as manifestações orais se pautaram na ideia de que seriam compostas por apenas tintas de sua cor correspondente.

Alguns alunos mencionaram que as canetinhas de cores amarela, vermelho e azul, por serem cores primárias, “não teriam variação em sua composição” (ALC14-Ocre), isto é, a tinta

²⁴ Termo que será utilizado quando referir-se às canetas hidrográficas utilizadas pelos ALC. São canetas a base de água, tinta e solvente industrial, comercializada em papelarias como material escolar para colorir e realizar pinturas. São ainda popularmente conhecidas por “canetinhas futuras”.

seria a própria cor prevista. Já as demais cores disponíveis, não opinaram. Quanto a última pergunta, alguns responderam que seria uma substância (ALC18-Amarelo; ALC05-Carmim; ALC12-Coral), outros que seria uma mistura (ALC20-Verde; ALC24-Preto).

Entende-se que nesse momento inicial os alunos puderam levantar algumas hipóteses de que materiais seriam substâncias e misturas com definições cotidianas do que seria uma categoria ou outra. Que apesar de não apresentarem uma definição, ainda que prévia, concatenaram ideias que correspondem à perspectiva teórica sobre esses conceitos químicos. Outrossim, conforme sinaliza Carvalho (2013), os alunos apresentam suas ideias prévias, o que não deve ser desprezada, ao contrário, o professor deve considerar seus conhecimentos prévios e articular com os novos trazidos para a discussão, para que o aluno confronte ideias e construa novos conhecimentos.

A ideia foi justamente provocar os alunos para que pudessem interagir com o tópico conceitual explorado nessa atividade com ênfase em Química. Com isso, salienta-se que não foi objetivo desse momento verificar os erros ou acertos desses participantes, mas introduzir o fenômeno da CGP e as substâncias e misturas associadas ao problema experimental da SEI enquanto foco de discussão.

Após manifestarem suas ideias, os ALC foram organizados em cinco (5) grupos do mesmo quantitativo de integrantes, pois essa maneira possibilitou maior interação e oportunidade de manipular os materiais (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009). Cada grupo foi acompanhado por uma dupla de PM que mediarão o processo construtivo dos alunos. Desse modo, houve a ***distribuição do material experimental e a proposição do problema***.

O experimento didático foi inspirado em propostas de trabalhos presentes na literatura sobre o EQ (Gonçalves *et al.*, 2013; Hoehne; Ribeiro, 2013; Lisbôa, 1998; Zan *et al.*, 2021) e no vídeo didático intitulado “O segredo das cores das canetinhas”²⁵ e teve como objetivo possibilitar aos alunos identificarem qualitativamente os pigmentos presentes nas tintas das canetas hidrográficas, por meio da técnica de separação de misturas CGP.

Trata-se de um método físico-químico simples de separação de misturas homogêneas para análise de amostras em quantidades pequenas. Possui aplicação para a separação e identificação de pigmentos naturais e sintéticos e outros materiais. Seu funcionamento ocorre pela distribuição dos componentes da mistura em duas fases, a estacionária e a móvel, que estão em contato (Oliveira; Silva, 2017). Assim, no processo de separação das misturas pela CGP,

²⁵ O vídeo didático consta no canal Manual do Mundo no YouTube no qual demonstra o procedimento da CGP utilizando canetas hidrográficas coloridas (Tenório, 2012). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7vrl-BNcTpw&t=1s>. Acesso em: 12 dez. 2022.

uma amostra líquida flui por uma tira de papel adsorvente disposto verticalmente. O papel é composto por moléculas de celulose que possuem uma forte afinidade pela água presente na mistura de solvente, mas muito pouca afinidade pela fase orgânica, atuando como suporte inerte contendo a fase estacionária aquosa (polar). À medida que o solvente contendo o soluto flui através do papel, uma partição deste composto ocorre entre a fase móvel orgânica (pouco polar) e a fase estacionária aquosa. Desta forma, parte do soluto deixa o papel e entra na fase móvel. Quando a fase móvel alcança uma seção do papel que não contém soluto, o fenômeno de partição ocorre novamente, só que agora o soluto é transferido da fase móvel para a fase estacionária. Com o fluxo contínuo de solvente, o efeito desta partição entre as fases móvel e estacionária possibilita a transferência do soluto do seu ponto de aplicação no papel, para um outro ponto localizado a alguma distância do local de aplicação no sentido do fluxo de solvente (Peres, 2002, p. 227-228).

Essa técnica cromatográfica é passível de ser desenvolvida em contextos educacionais, por apresentar potencialidades pedagógicas ao desenvolvimento de uma atividade experimental com abordagens básicas de conteúdos de Química (Gonçalves *et al.*, 2013; Lisbôa, 1998; Oliveira; Silva, 2017), “devido à sua simplicidade, facilidade de execução e possibilidade de uso de amostras coloridas, em pequenas quantidades” (Okumura; Soares; Cavalheiro, 2002, p. 680).

Com isso, para resolverem o problema, os grupos receberam um kit com os seguintes materiais (Figura 7): seis canetinhas nas cores amarelo, azul, marrom, preto, verde e vermelho, da mesma marca; tiras retangulares de filtro de papel (para coar café) e de papel sulfite com dimensões de 10cm de comprimento e 2,5cm de largura; álcool etílico comercial (70° GL); água, copos descartáveis transparentes de 250mL, tesouras sem ponta e fita crepe.

Figura 7 – Kits de materiais experimentais



Fonte: acervo do autor.

Esses materiais são facilmente encontrados em papelarias e em comércios, além de fácil manipulação e isentos de riscos aos participantes. Assim, entende-se que a utilização de materiais aguçam o interesse dos alunos e facilitam a interação com o meio real vivenciado, visto que muitas vezes estão presentes em seu cotidiano escolar (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Ademais, os materiais devem ser intrigantes para aguçar a curiosidade dos envolvidos, bem como garantir que os alunos realizem o ensaio experimental de maneira produtiva sem se cansarem ou que dificultem o raciocínio e, por conseguinte, o processo investigativo e manipulativo (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009).

Diante disso, o PMD propôs o seguinte problema “***Como identificar se cada canetinha possui uma ou mais cores em sua tinta?***”. Para Carvalho (2013), o problema precisa ser interessante ao aluno e dê condições para levantar e testar suas hipóteses, posto que tal ação permite ao aluno organizar e iniciar o processo de construção do conhecimento. Isso se reforça pela epistemologia de Bachelard (1996), ao pressupor que todo conhecimento deve partir de uma questão, isto é, de um problema.

Tendo em vista que tanto na EI quanto nas SEI, há a necessidade um problema a ser resolvido pelos alunos. Essa pergunta-problema possui um viés epistemológico, visto que “reflete uma forma intrínseca na busca pelo conhecimento” (Sasseron; Machado, 2012, p. 31). Além disso, integra-se na “comunicação estabelecida em sala de aula, tornando-se assim, um recurso importante na construção dos significados e da disposição em conhecer e questionar as coisas do mundo” (Barbosa; Malheiro, 2020, p. 473).

Por se tratar de uma pergunta experimental, ela possui um caráter procedimental, ao instigar os ALC a uma ação manipulativa no sentido de “como fazer...”. Assim sendo, no CCD, a pergunta-problema tem o foco no experimento, visto que é a principal estratégia nas propostas didáticas (Malheiro, 2016). Com isso, entende-se que o problema experimental tem potencialidade de envolver os alunos mais ativamente no processo. No entanto, é necessário contemplar a formulação de hipóteses, a interação com os materiais experimentais e o fenômeno explorado (Carvalho, 2013). Diante disso,

o problema se torna importante em atividades experimentais introdutoras de conceitos ou sistematizadoras de dados que levarão a leis quando procura relações entre outros conceitos já aprendidos, introduz nova proposta teórica e muitas outras estruturas científicas que devem ser postas na aprendizagem das Ciências (Carvalho, 2018, p. 771).

Um bom problema experimental condiciona que os alunos avancem das ações manipulativas para as intelectuais, tais como a elaboração de hipóteses, a mobilização de raciocínios e o desenvolvimento da linguagem científica, além da construção de argumentos por meio de explicações causais acerca do fenômeno explorado (Carvalho, 2018).

Quanto à solução do problema, não foi comunicada pelos PM, pois foram os próprios alunos que protagonizaram o processo. Isso permitiu refletir, conforme Carvalho *et al.* (2009), que “os alunos não precisam da solução pronta; eles a obtêm” (p. 40). Além disso, segundo

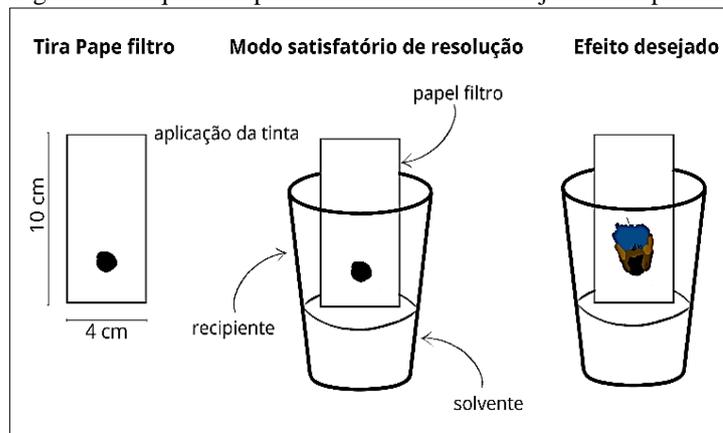
esses autores, não se deve exigir que expressem de imediato uma explicação científica, embora tenha que estar condizente e aceitável na perspectiva do conhecimento científico.

Na segunda etapa, ocorreu o processo de **resolução do problema pelos alunos**, que consistiu na ação propriamente dita. Munidos dos materiais necessários, os ALC, organizados em grupos, realizaram seus procedimentos em busca do efeito desejado. Para isso, mobilizaram e testaram suas hipóteses, enquanto os PM verificaram se todos compreenderam o problema experimental proposto, sem dizer como deveria ser feito, apenas apresentando perguntas e questões reflexivas (Carvalho *et al.*, 2013; Malheiro, 2016).

Além disso, considerando que o experimento foi a CGP, buscou-se proporcionar aos ALC a consciência para analisar se a tinta das canetinhas hidrocor era uma substância ou uma mistura, bem como compreender que se tratava de um método de separação de misturas (Gonçalves *et al.*, 2013). Entretanto, é importante ressaltar que nesta atividade o objetivo foi garantir que compreendessem o fenômeno e pudessem desenvolver e mobilizar habilidades e ações intelectuais, bem como a tomada de decisão e atitudes de maneira integrada. Ademais, como no CCD atividades não são aulas efetivas, mas momentos formativos em Ciências, não se exigiu desses participantes que compreendessem tudo sobre os conceitos envolvidos no fenômeno abordado.

Frente a isso, o caminho viável para alcançar o efeito desejado no experimento está detalhado nos ensaios demonstrados nos textos e vídeos didáticos já mencionados. Neste caso, os ALC precisaram tomar consciência de que seria necessário aplicar a tinta no papel (filtro ou sulfite) com um traço ou ponto acima do nível do solvente utilizado (álcool) no recipiente, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Esquema representativo do efeito desejado no experimento da CGP



Fonte: Elaboração própria.

As principais hipóteses elaboradas e testadas pelos próprios alunos foram: a) mergulhar a caneta no álcool; b) pintar o papel e pingar o álcool em cima; c) pintar o papel e mergulhar

por completo no álcool dentro do copo. Consequentemente, não estavam chegando ao efeito desejado e por isso o processo foi trabalhoso.

Essa situação permitiu refletir que um fator implicativo nesse processo foi a complexidade ou a natureza desafiadora do problema experimental, pois possui as características de um desafio. Em vista disso, embora Carvalho *et al.* (2009) considerem que são os tipos de problema mais instigantes à participação, refletiu-se sobre o posicionamento de Souza *et al.* (2013, p. 34) ao afirmarem que

em qualquer uma dessas abordagens não tradicionais, o problema a ser investigado precisa ser elaborado de forma que os alunos sintam interesse pela pesquisa, ou seja, deve estar relacionado à realidade do aluno, ao contexto em que a escola está inserida, ou aos conceitos estudados em sala de aula. O problema deve ser proposto em um nível de dificuldade adequado para que os alunos não se sintam desmotivados e desistam da atividade. Problemas muito simples ou muito complexos para certo grupo de alunos podem causar desmotivação.

Diante disso, percebeu-se que o problema estava adequado ao público, pois a forma de abordagem e o direcionamento do processo foram adaptados para a perspectiva do CCD e, principalmente, para o nível escolar dos participantes. Logo, não se perceberam princípios de desmotivação, mas carência de manifestar ideias e aspectos inerentes à Química.

Assim, ao se conferir as atividades pedagógicas no CCD, realizadas anteriormente a esta pesquisa no contexto de Belém, notou-se que a maioria das propostas foi no âmbito do Ensino de Física, enquanto apenas uma atividade com a abordagem de fenômenos e conceitos químicos havia sido desenvolvida. Isso é evidenciado no Quadro 4, sobre as SEI realizadas em 2022, e no Quadro 5, das realizadas em 2023, semanas antes à pesquisa. Portanto, os ALC tinham pouco contato com os assuntos referentes à Química, embora apresentassem repertório com alguns conhecimentos prévios a partir de suas vivências escolares trazidas por eles para a experiência, tais como a reação química e o átomo.

Em consideração a isso, destaca-se a necessidade do fomento de atividades experimentais investigativas com abordagem de fenômenos químicos neste novo contexto do CCD, uma vez que os ALC necessitam articular as ciências da natureza com aos aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos, éticos, entre outros relevantes (Carvalho, 2011, 2012, 2013).

Sobre essa discussão, situa-se que quando o CCD esteve no contexto na cidade de Castanhal-PA, foram realizadas as pesquisas de Nery (2018), que investigou padrões de interações discursivas a partir de uma SEI que abordou o fenômeno da oxirredução com ênfase na ferrugem em objetos de metal. Também a pesquisa de Santos (2019), que ao investigar o desenvolvimento de habilidades científicas na SEI conduzida, abordou a temática “Misturas do

Cotidiano” que em Química, tratou-se de misturas e substâncias.

Ainda que em um primeiro momento a situação tenha se tornado desafiadora, as mediações e reflexões dos PM e a proposição de perguntas direcionadas ao processo cromatográfico contribuíram para que os ALC chegassem à identificação da maneira viável de realizar a CGP, conforme o esquema representativo da Figura 7 supramencionado.

No processo de elaboração do plano de trabalho e o teste das hipóteses – o que no CCD acontece durante a etapa de “resolução do problema pelos alunos” – concorda-se com a perspectiva de Silva, Machado e Tunes (2019), na qual entendem que ao realizarem o experimento, mais de uma hipótese pode surgir no grupo, e é tarefa do professor acompanhar o trabalho dos alunos, fornecendo-lhes estímulos, orientações.

Assim, na Figura 9 é demonstrado o processo de resolução do problema que foi realizado por uma das equipes, a qual foi composta pelos seguintes ALC: Amarelo, Azul, Marrom, Verde e Vermelho. Na situação “A”, a ALC23-Vermelho pintou todas as 6 cores na mesma tira de papel-filtro, e com os dedos “molhados” de álcool etílico, pingou nas marcações com tinta, o que se demonstra um procedimento incorreto ao efeito desejado, visto que dessa maneira apenas dissolveria os pigmentos.

Na mesma equipe, o ALC09-Azul realizou o efeito desejado, isto é, o procedimento esperado, que consistiu na aplicação da tinta da canetinha na tira de papel em uma das extremidades, sem que entrasse em contato diretamente com o álcool no recipiente, além de fazer individualmente para cada cor de caneta, conforme visto na situação “B”, o que está coerente com a representação da Figura 8 apresentada anteriormente.

Figura 9 – Procedimento de resolução do problema (A – incorreto; B – esperado)



Fonte: Acervo próprio.

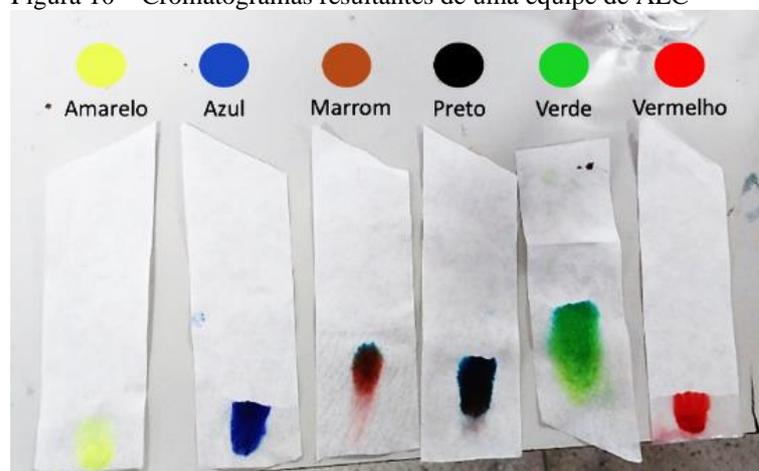
Considerando essas observações e as ações insatisfatórias na resolução do problema, destaca-se que as hipóteses, enquanto possibilidades à solução, devem ser entendidas pelo PM e desenvolvidas com os ALC, a fim de perceberem que “as atividades que não confirmam uma dada hipótese, necessariamente não estão erradas, uma vez que diferentes testes fazem parte do processo de construção da ciência” (Silva; Machado; Tunes, 2019, p. 209), pois

é a partir das hipóteses – das ideias – dos alunos que quando testadas experimentalmente deram certo que eles terão a oportunidade de construir o conhecimento. As hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina... e muito (Carvalho, 2013, p. 11-12).

Percebendo a importância do erro nessa etapa, conforme ilustrado na situação “A” da Figura 8 em que a ALC23-Vermelho, reforça-se que são fundamentais “para separar as variáveis que interferem daquelas que não interferem na resolução do problema, os alunos precisam errar, isto é, propor coisas que pensam testá-las e verificar que não funcionam” (Carvalho, 2013, p. 12).

Dessa forma, após a identificação do caminho viável de resolução do problema, os ALC observaram qualitativamente os pigmentos de cada canetinha. No resultado da mesma equipe situada anteriormente, observou-se nas manifestações orais que as canetinhas de cores amarela, azul e vermelha possuem “uma cor de pigmento” (ALC04-Marrom; ALC18-Amarelo), neste caso, apenas um pigmento, correspondente à respectiva cor. Já as demais cores (marrom, preto e verde), afirmaram que “possuem mais de uma cor” (ALC04-Marrom; ALC18-Amarelo; ALC20-Verde) na composição. Na Figura 10 é apresentado os cromatogramas que revelaram o resultado cromatográfico da equipe supramencionada.

Figura 10 – Cromatogramas resultantes de uma equipe de ALC



Fonte: Acervo do autor.

Diante disso, os alunos tiveram acesso a dois tipos de solvente (álcool etílico e a água) e dois tipos de papel (filtro e sulfite). Sobre o primeiro caso, a questão está relacionada a polaridade das substâncias. A água é altamente polar, visto que sua molécula interage fortemente por meio de ligações de hidrogênio com as moléculas da celulose que também é altamente polar. Por esse motivo a água demora para “subir” pelo papel. Já o álcool, por ser menos polar que a água, possui maior afinidade com os pigmentos, que em sua maioria são menos polares e possuem facilidade de interagir com o álcool que se move mais facilmente e rapidamente pelo papel (fase estacionária), arrastando os pigmentos presentes nas tintas (Oliveira; Silva, 2017). Diante disso,

a fase estacionária é a água, isto é, fase estacionária polar. Assim, podemos dizer que o álcool é um solvente com polaridade elevada para separar os pigmentos que são menos polares, ocasionando o arraste dos mesmos. Essa possibilidade permitiu aos alunos a análise por duas variáveis nos resultados para ambos os materiais (Oliveira; Silva, 2017, p. 2017).

Em relação ao tipo de papel, as tiras de papel-filtro são mais recomendáveis que o papel sulfite, devido ao fenômeno da capilaridade ser mais efetivo no filtro de papel por conta da maior porosidade. Em cada tipo de fase estacionária, neste caso, o tipo de papel, “a revelação será diferenciada, pois as cores terão interação diferente com o tipo de papel usado” (Hoehne; Ribeiro, 2013, p. 82).

A capilaridade nesse contexto é o processo de absorção do líquido pelo papel, que exerce uma ação (força) contra a gravidade, permitindo o material líquido fluir (“subir”) pelo material capilar (papel). É, portanto, “o fenômeno de atração e repulsão onde se observa o contato dos líquidos com um sólido fazendo com que esse líquido suba ou desça, conforme molhe ou não a parede” (Paranhos; Vechia; Beltrame, 2008, p. 1), tudo sob influência da tensão superficial da água, que se trata de uma interação entre as próprias moléculas da água que formam ligações de hidrogênio que ligam uma à outra.

A *sistematização coletiva dos conhecimentos*, terceira etapa, ocorreu após todas as equipes terem resolvido o problema. O material experimental foi recolhido, os grupos foram desfeitos e, com isso, os ALC foram organizados em um semicírculo para um debate sobre a experiência. O diálogo foi conduzido pelo PMD por meio da pergunta “Como conseguiram resolver o problema?” para que pudessem comentar suas ações, favorecendo a prática argumentativa desses, para tomarem consciência do que realizaram, pois, segundo Carvalho (2013) e Carvalho *et al.* (2009), é justamente esse exercício que promove no aluno a passagem da ação manipulativa à intelectual.

De acordo com Carvalho (2013) e Carvalho *et al.* (2009), na sistematização coletiva, é

importante que todos participem, mas sem que se sintam constrangidos ou pressionados. Com isso, ao se constatar que todos ou a maioria dos ALC (nos grupos) expuseram suas ideias, o PMD, com a finalidade de ampliar as discussões, propôs as seguintes perguntas: Por que vocês acham que deu certo? Como vocês explicam por quê deu certo? Esses modelos de perguntas tendem a aguçar a capacidade da elaboração de explicações de causa e efeito, relembrando o que fizeram e reestruturando ideias, condicionando o aluno a ter uma postura argumentativa (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009). Em síntese, percebeu-se que os ALC associaram suas explicações ao fato de não terem mergulhado a parte pintada diretamente no solvente, mas de modo que esse pudesse ser absorvido pelo papel (capilaridade).

Ainda no processo de sistematização, é importante atentar às ideias prévias e ao arcabouço conceitual, cognitivo e experiencial dos alunos durante os momentos vivenciados, que se manifestam durante a dialogicidade do processo, que necessitam ser trabalhados de modo que ele se aproprie da linguagem científica, mas isso deve ser um processo gradual. Assim, o professor deve aceitar e ouvir os discentes e lhes dê condições de ressignificar ideias e conhecimentos (Carvalho, 2012).

Após esse momento de interação entre o PMD e os ALC, buscou-se apresentar aos participantes os conceitos científicos envolvidos no processo, pois se torna essencial na abordagem investigativa, visto que até anteriormente estavam trabalhando com suas concepções alternativas e ideias intuitivas (Carvalho, 2013). Para isso, foram apresentados dois vídeos-didáticos, sendo que um abordou o procedimento experimental realizado (“O segredo das canetinhas”, já mencionado) e outro sobre o conteúdo químico, intitulado “Substâncias puras e misturas”²⁶, em que os alunos puderam reconhecer e associar seus resultados e os conhecimentos explorados, cuja conclusão se deu pela retomada das perguntas feitas na contextualização inicial pelo PMD.

Isso posto, situa-se que a CGP como recurso didático-pedagógico, possibilita a abordagem conceitual sobre polaridade, interações intermoleculares, misturas e substâncias, processos de separação de misturas e capilaridade (Gonçalves *et al.*, 2013; Hoehne; Ribeiro, 2013; Oliveira; Silva, 2017; Zan *et al.*, 2021), que podem ser posteriormente contextualizados para ampliação dos conhecimentos, como a origem dos pigmentos nas próprias canetinhas e processo de fabricação, cores primárias e secundárias e o espectro eletromagnético, dentre

²⁶ O vídeo didático do canal Ciências para crianças no YouTube e intitulado “Substâncias puras e misturas”, que abordado dos conceitos de substâncias puras, misturas, bem, como alguns exemplos. O vídeo ainda possui uma dinâmica na qual o personagem que apresenta faz perguntas referente ao conteúdo apresentado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Mccxy-N8CXs>. Acesso em: 23 nov. 2022.

outros.

Essa iniciativa teve a intenção de promover uma *sistematização oferecida pelo professor*. Neste sentido, o PMD articulou as informações apresentadas pelos alunos e o CC explorado nos vídeos didáticos, cuja finalidade foi garantir a relação das ideias prévias deles, aos construtos durante as etapas da SEI, vivenciadas anteriormente à sistematização dos conhecimentos e da nova informação (científica).

Deste modo, como Carvalho (2013) propõe, é necessário que o professor considere um “texto de sistematização”, para que não recebam apenas o que falaram nos debates, mas que acrescente em seu arcabouço, novos conhecimentos. Em vista disso, considerou-se que os vídeos didáticos atuaram como o referido texto sistematizador. A intenção foi oferecer aos alunos os conceitos de substâncias, misturas e cromatografia. Assim, o material de sistematização se torna necessário tanto para apresentar

o processo de resolução do problema, como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias sugeridos. E tanto o processo de solução do problema como o produto agora são apresentados em uma linguagem mais formal, ainda que compreensível pelos alunos. A sistematização dessa linguagem mais formal torna-se necessária uma vez que, durante todo o debate em que se deu a construção do conhecimento pelo aluno, a linguagem da sala de aula era muito mais informal que formal (Carvalho, 2013, p. 15).

A etapa final deste primeiro encontro foi a de *escrever e desenhar*, que consistiu no momento de *sistematização individual do conhecimento*, pois se constituiu como a culminância dos momentos anteriores, visto que ao vivenciarem e socializarem entre os pares e com os PM coletivamente em um clima construtivo, agora é um momento para sua aprendizagem individual igualmente construtivo, através de suas criações gráficas, os alunos desenharam e/ou escreveram suas observações, impressões e conclusões do processo investigativo. É dada, neste caso, a oportunidade aos discentes para expressarem indicativos de possíveis aprendizagens no que concerne aos conceitos, aos procedimentos e às atitudes (Carvalho, 2013; Malheiro, 2016; Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Diante disso, Oliveira e Carvalho (2005) consideram o registro escrito como aliado da aprendizagem na autoconstrução do conhecimento, pois é “importante para a retenção de conhecimentos científicos desde que a discussão entre os alunos tenha ocorrido” (Oliveira; Carvalho, 2005, p. 349-350). Assim, ao concluírem essa etapa, os ALC foram instigados a participar do encontro seguinte, em que ocorreu uma atividade complementar à experimental com a intenção de ampliar as discussões sobre a temática. Neste caso, ocorreu uma atividade de contextualização e ampliação dos conhecimentos, conforme será discorrido na sequência.

6.3.2 Segundo encontro: contextualização e ampliação dos conhecimentos

Este segundo encontro, consistiu em uma etapa complementar da SEI experimental “O problema das canetinhas hidrocor”, cujo objetivo da atividade foi articular os conceitos científicos abordados no experimento e demais etapas anteriores, com temas e aplicações cotidianas. O processo ocorreu em uma abordagem contextualizada e interdisciplinar por meio de atividades individuais e coletivas com auxílio de alguns recursos didático-pedagógicos. Salienta-se que, conforme já mencionado, participaram desta etapa da SEI, 20 ALC e cinco PM, incluindo o PMD (pesquisador).

Inicialmente e ocorreu um *resgate da experiência do primeiro encontro e das ideias prévias dos participantes* sobre os conhecimentos por eles coorganizados. Diante disso, por meio de um diálogo conduzido pelo PMD, os alunos responderam algumas perguntas, tais como: “O que é substância?”; “O que é mistura?”; “O que é mistura homogênea e heterogênea?”; “Para que serviu a cromatografia que fizeram (experimento)?”. Após isso, fez-se as seguintes perguntas para iniciar a discussão ao tema da atividade: “No seu dia a dia, você já viu algo semelhante acontecer? Dê exemplos”; “O que vocês viram nesta semana que poderia ter a mesma explicação?”; “Que outros exemplos podemos associar a esse assunto?”. Sendo essa última a mais intencionada para a atividade.

No segundo momento ocorreu uma atividade coletiva intitulada “*Conhecendo os pigmentos, as tintas e as cores*” direcionada ao conceito e aplicabilidade dos pigmentos, em função de que na atividade experimental, foram abordadas algumas ideias sobre a utilidade e a importância dessas espécies químicas sem enfatizá-las. A intenção agora foi adentrar em aspectos além dos conceitos abordados no 1E. Para isso, foi apresentado aos ALC uma narrativa fictícia – a qual consta no plano didático do segundo sábado (Apêndice C) – contendo uma situação-problema, visto que se tratou de uma atividade investigativa, conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11 – História fictícia apresentada na atividade coletiva

Conhecendo os pigmentos, as tintas e as cores

Na cidade de Belém, mora um adolescente de 12 anos chamado João que estuda na escola “Aprendizes nota 10”. João que é um aluno muito estudioso, começou a se preparar para a prova que acontecerá na próxima semana. O aluno já estudou sobre misturas, substâncias e a cromatografia em papel, porém está com dificuldade em alguns assuntos de ciências, como “Os pigmentos” e “As tintas”.

O adolescente mandou mensagem no *WhatsApp* para uma amiga chamada Deyse que estuda em outra escola e que participa de um Clube de Ciências. Deyse é muito inteligente e disse que ajudaria João, e faria melhor, pediria ajuda para todos os colegas desse clube. A jovem orientou que os colegas se organizassem em grupo e que elaborassem um painel para ajudar João nos estudos.

Vocês são os amigos de Deyse e agora terão que ajudar João a entender esses assuntos para a prova. Sejam criativos e usem todas as ideias possíveis.

Fonte: Elaboração própria.

Após a leitura desse material, os participantes foram organizados em cinco grupos (Figura 12). Cada grupo recebeu um texto/tema, que neste caso, foram “Os pigmentos” e “As tintas”, para que pudessem produzir um painel explicativo ao que foi solicitado como problema na narrativa. Esses textos abordaram uma definição, aplicação e outros aspectos sobre os pigmentos e as tintas, para que os alunos refletissem sobre os exemplos do cotidiano e de forma que expressassem a importância do assunto para as pessoas.

O uso desse material didático viabilizou aos alunos o acesso a algumas informações sobre esses conteúdos, atuando então como uma alternativa aos instrumentos de busca com acesso à internet, por exemplo, visto que no clube ainda não possui esse recurso para os clubistas. Além disso, a proposta pedagógica estava programada para o tempo habitual do CCD e, portanto, o uso dos textos ajudou a atender essa demanda. Com isso, a orientação foi que elaborassem desenhos e textos que expressassem o respectivo assunto.

Figura 12 – Etapa 2 (2E): resolução do problema prático



Fonte: Acervo do clube de ciências.

Nessa figura, observa-se que foram grupos pequenos, o que facilitou o acompanhamento das produções dos ALC pelo PMD e outros três PM que auxiliaram esse momento. Diante disso, três grupos ficaram com o tema “As tintas” e dois com “Os pigmentos”. Os participantes construíram de maneira colaborativa um painel (por grupo) de maneira livre, no qual puderam expressar por meio de textos, desenhos e outros elementos imagéticos sua criatividade e compreensão sobre os temas abordados. Para isso, utilizaram uma folha de papel 40 quilos branca (96x66x0,3cm), canetas estereográficas e hidrográficas, lápis comum de grafite, lápis de cor, borracha e régua.

O terceiro momento se constituiu na socialização dos resultados dos grupos. Os ALC apresentaram os painéis e explicaram o que construíram, visto que a orientação foi que elaborassem um material informativo sobre o tema “As tintas” ou “Os pigmentos” considerando o problema apresentado na história fictícia. Cada grupo teve um momento de fala de cinco minutos. Orientou-se que enquanto uma equipe apresentava, os demais ALC de outras equipes poderiam se manifestar caso sentissem instigados a contribuir.

No momento final, ocorreu a *sistematização coletiva dos conhecimentos*, na qual os alunos assistiram a um vídeo didático²⁷ que explorou aspectos relacionados ao tema da atividade, ou seja, sobre as cores, os pigmentos e as tintas sob diversos aspectos. Ao término do vídeo, o PMD mediou o conteúdo apresentado, relacionando-o à atividade experimental da SEI e a atividade realizada neste 2E. Ou seja, foi a etapa de sistematização oferecida pelo professor, conforme previsto em Carvalho (2013), semelhante a qual foi realizada nas etapas da SEI no 1E.

Vale justificar que estava programado para ocorrer a etapa “Escrever e Desenhar”, que inclusive consta no plano didático do 2E, mas por conta da gestão do tempo disponível previsto na atividade, não aconteceu. A atividade de produção dos painéis demandou um tempo superior ao estabelecido no planejamento e, com isso, vendo que os alunos estavam envolvidos e ainda não haviam terminado suas produções coletivas, resolveu-se deixá-los concluir sem que se sentissem pressionados.

6.4 Da construção e tratamento dos dados à Análise de Conteúdo

Uma vez que a pesquisa participante considerou o processo da investigação, principalmente se concentrando na etapa “Escrever e Desenhar” da SEI, em vistas a obtenção dos documentos de análise na segunda parte da investigação, a pesquisa documental, os instrumentos para levantamento e constituição de dados empíricos correram das seguintes maneiras: a observação participante do pesquisador, pois a medida que construiu a proposta didática, conduziu o processo educacional em interação permanente com os ALC e PM; videogravações e registros fotográficos de todos os momentos de (inter)ação no CCD; os RG, sendo os desenhos e os escritos dos alunos, como principal material analítico, que se constituíram *corpus*.

²⁷ O vídeo didático consta no perfil/canal Helen Linzmeier do YouTube e está intitulado “Cores primárias, pigmentos e tintas”, no qual é apresentado um conjunto de imagens que se relacionam a pauta do vídeo, apresentando aspectos históricos, tecnológicos e aplicações desses materiais no cotidiano. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rVlpWUruE4Y>. Acesso em: 23 nov. 2022.

Considerando que os RG produzidos pelos ALC foram os documentos de análise desta investigação, os procedimentos metodológicos se organizaram a partir da caracterização do tipo de documento, que neste caso, é pessoal dos ALC concebidos após a experiência com a SEI experimental, portanto, não foi uma escolha aleatória, mas houve um propósito para a seleção destes, o qual se voltou para a busca da análise das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais desses participantes.

Para o processo de análise documental, considerou-se um procedimento que envolveu a compreensão lógica das informações comunicadas dos documentos – que neste caso é iconográfico associados a escritos – em associação a subjetividade do pesquisador, tendo em vista a abordagem qualitativa. Assim, no processo inferencial dos dados, considerou-se o contexto de origem, e com isso, a análise buscou não apenas a decodificação das informações (mensagens) em um conhecimento lógico (literal), mas o experiencial, isto é, as percepções, reflexões, intuições e outras capacidades subjetivas do investigador. E, com isso, a escolha de um método de análise apropriado tende a subsidiar o caráter científico para garantir também objetividade dos resultados.

Em vistas desses aspectos, para a análise do material empírico, no sentido de organização, tratamento dos dados e processos interpretativos, adotaram-se os pressupostos teórico-metodológicos da AC, que segundo Bardin (2016), é um conjunto de técnicas analíticas das comunicações (verbais e não verbais), aplicáveis em diferentes tipos de documentos comunicativos em variados códigos linguísticos (oral e escrito), icônicos e outros tipos semióticos, em quantidades variáveis de sujeitos implicados na comunicação.

A metodologia de análise permite realizar um processo interpretativo e sistemático com desenvolvimento de categorias, inferências e justificação dos resultados elucidados no material em análise (documento). Diante disso, a AC

é uma técnica de análise das comunicações, que irá analisar o que foi dito nas entrevistas ou observado pelo pesquisador. Na análise do material, busca-se classificá-los em temas ou categorias que auxiliam na compreensão do que está por trás dos discursos. O caminho percorrido pela análise de conteúdo, ao longo dos anos, perpassa diversas fontes de dados, como: notícias de jornais, discursos políticos, cartas, anúncios publicitários, relatórios oficiais, entrevistas, vídeos, filmes, fotografias, revistas, relatos autobiográficos, entre outros (Silva; Fossá, 2015, p. 2).

Dessa forma, os RG dos participantes se caracterizam como códigos linguísticos escritos e icônicos, devida a natureza imagética associada à linguagem escrita em alguns casos, visto que na sistematização individual do conhecimento durante a SEI, os alunos expressaram livremente suas aprendizagens. Em vista disso, elegeu-se a técnica Análise Categral-Temática (ACT), buscando os temas representativos neles existentes. Sendo que nesta técnica as etapas

do procedimento analítico compreendem três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material; e o 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Bardin, 2016).

Com base nesses aspectos, sublinha-se que ao se analisar os RG dos ALC, adotou-se o modelo teórico-analítico proferido por Rodrigues e Malheiro (2023a) que ao aplicarem a técnica ACT, articularam tais aspectos à luz das abordagens teóricas da escrita e desenho, a SEI e os CC, CP e CA, estabelecendo-os como eixos estruturantes nas observações de elementos compositores descritos nos registros.

Cabe ressaltar que esse estudo foi o resultado dos primeiros movimentos reflexivos sobre o tema e objeto de investigação desta pesquisa. Assim, na sequência, serão descritos o caminho analítico realizados em consonância com a AC em suas três fases desta investigação: a pré-análise; a exploração do material; e as inferências e interpretações.

6.4.1 A pré-análise

Consistiu na seleção e organização dos documentos, bem como nas interpretações preliminares com base nos referenciais teóricos, na tentativa de estabelecer e identificar indicadores interpretativos em vista ao objeto de investigação. Além disso, é a sistematização do *corpus* delimitado para a análise, que, neste caso, consistiu nos 25 RG.

Essas ações proporcionaram condições para que ocorressem as demais etapas analíticas desta e das fases seguintes (Bardin, 2016). Considerando o *corpus* de análise supracitado, o processo de codificação e identificação de cada produção ocorreu pela adoção do código RGALCn (Registro Gráfico do Aluno Clubista n), em que n variou de 1 a 25 (RGALC1, RGALC2, ..., RGALC25) (Apêndice D), equivalente ao quantitativo de ALC participantes.

Feita a seleção dos documentos – conforme sinalizado anteriormente –, primeiramente, realizou-se uma leitura flutuante²⁸ sobre os RG, em que se teve o primeiro contato com os escritos e desenhos dos ALC desde o término da etapa “Escrever e Desenhar” da SEI “O problema das canetinhas hidrocor”.

Após isso, esses documentos foram submetidos a uma leitura mais atenta das informações, tanto dos textos quanto dos elementos imagéticos, nos quais observou-se, semelhante a Rodrigues e Malheiro (2023a), que alguns ALC apenas desenharam, outros somente escreveram e, também, aqueles que associaram escrita e desenho, conforme se observa na sistematização dessas informações no Quadro 8.

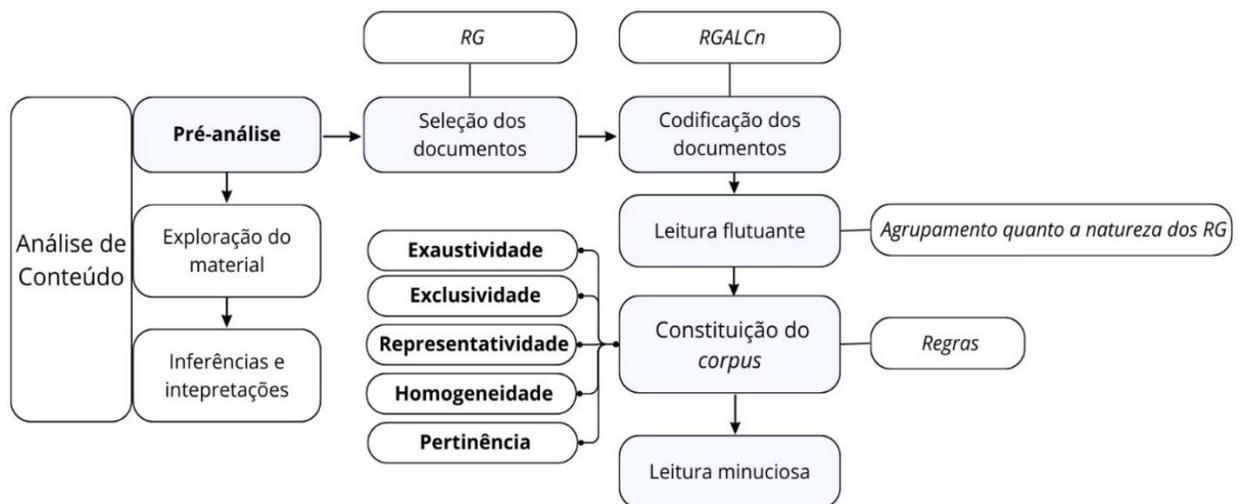
²⁸ Reconhecimento inicial do documento e do quantitativo para a pré-definição e pré-seleção do *corpus*.

Quadro 8 – Agrupamento dos RG quanto sua natureza

Natureza Gráfica		RGACn
Composto		RGALC01; RGALC02; RGALC07; RGALC08; RGALC09; RGALC18; RGALC19; RGALC21; RGALC23; RGALC24; RGALC25
Desenho	Imagético	RGALC03; RGALC06; RGALC11; RGALC16; RGALC17; RGALC20; RGALC22
	Imagético com legendas	RGALC10; RGALC12; RGALC13; RGALC14; RGALC15
Escrito		RGALC05; RGALC04

Fonte: Elaboração própria.

Como hipótese inicial, define-se que essa estrutura categórica não garante uma compreensão profunda para uma análise ACT, uma vez que recorrentemente alguns escritos traduziram exatamente determinada ilustração, e vice-versa. Para isso, recorreu-se aos pressupostos que definem os CC, CP e CA em relação à experiência investigativa estabelecida. Deste modo, cabe ressaltar que, na escolha dos dados, foram consideradas as seguintes regras previstas em uma AC (Bardin, 2016), conforme destaca na Figura 13.

Figura 13 – Regras de análise para a constituição do *corpus*

Fonte: Elaboração própria.

A partir desse esquema, nota-se que na AC, a pré-análise buscou a constituição e organização do material pretendido. Tendo em vista esta pesquisa, a seleção dos RG enquanto documentos, necessitou de uma codificação para cada registro, viabilizando a leitura flutuante dos mesmos. Nessa observação inicial das informações dos RG, após o agrupamento quanto a sua natureza, ocorreu a delimitação do *corpus* que considerou as cinco regras supracitadas.

Na abordagem exaustiva, todos os RG foram considerados, assim como as informações apresentadas. Para tanto, os dados foram transcritos e as características dos elementos expressos em cada documento foram descritas. Em relação à exclusividade, os elementos de significado foram identificados individualmente nos RG e, portanto, não foram classificados

aleatoriamente, mas de maneira adequada e correspondente a cada significado construído pelo pesquisador. Outra regra importante foi a representatividade, considerando o objetivo da pesquisa, em que os 25 RG foram contemplados. O foco recaiu sobre o primeiro encontro da SEI, e, portanto, a maior quantidade possível desse material empírico subsidiaria uma análise mais robusta. No que se refere à homogeneidade, foram considerados os elementos caracteristicamente comuns em termos de sentido literal e implícito. Esses elementos foram agrupados para compor determinada categoria, seguindo critérios decisivos de escolha. A pertinência, por sua vez, buscou a adequação e adaptação ao conteúdo e aos objetivos da pesquisa. Nesse contexto, o foco estava nas aprendizagens dos CC, CP e CA relacionadas ao ENSI no CCD.

No processo de descrição de cada RG, buscou-se detalhar individualmente o conjunto gráfico construído pelos ALC, visando maior fidedignidade nas informações transmitidas, explícita e implicitamente. Para isso, utilizou-se uma ficha sistematizadora visando essa organização, conforme ilustrada no Quadro 9. Quanto aos textos, quando existentes, para garantir uma interpretação coerente e fidedigna, optou-se por preservar os escritos na maneira em que foram redigidos pelos participantes/autores, apenas destacando em *itálico* os equívocos de ortografia, coloquialismos ou equívocos gramaticais.

Quadro 9 – Ficha de sistematização das informações do *corpus* de análise

DETALHAMENTO DAS INFORMAÇÕES DOS RG		
RG01 (Beje)	RG02 (Anil)	RG03 (Ciano)
Ex.: Natureza: composto	Ex.: Natureza: composto	Ex.: Natureza: desenho
		
Imagem do RG	Imagem do RG	Imagem do RG
Transcrição dos escritos (quando existente) na íntegra...	Transcrição dos escritos (quando existente) na íntegra...	Transcrição dos escritos (quando existente) na íntegra...
Transcrição dos escritos com correções	Transcrição dos escritos com correções	Transcrição dos escritos com correções
Descrição e interpretação do RG considerando os elementos em desenhos e/ou escritos	Descrição e interpretação do RG considerando os elementos em desenhos e/ou escritos	Descrição e interpretação do RG considerando os elementos em desenhos e/ou escritos

Fonte: Elaboração própria.

Esse instrumento descreve todas as informações pertinentes sobre cada RG e algumas informações dos participantes, como o código e o nome fictício entre parênteses. Há também a

classificação quanto à natureza dos registros (desenho, composto ou escrito), o que facilitou o processo de categorização preliminar para observar o perfil das produções.

Observa-se ainda que, além da alocação da imagem do RG, há espaços para as transcrições dos escritos na íntegra, conforme supracitado, e correções desses textos. Sublinha-se que a intenção não foi julgar – ou outra coisa dessa natureza – as imperfeições ou incompletudes presentes nos registros, mas viabilizar uma leitura fluente a fim de facilitar a compreensão dos significados no movimento de leitura e interpretação de cada RG. Em relação aos resultados, quando necessário, serão feitas transcrições desses escritos, conforme a necessidade de determinada discussão.

Por fim, criou-se o espaço para a descrição e interpretação do RG pelo pesquisador, considerando os elementos em desenhos e/ou escritos, isto é, detalhando o que cada elemento respondeu tanto nas informações explícitas, quanto em um movimento de identificação das informações implícitas. Neste caso, foi produzido um texto individual para cada RG, correspondendo aos resultados das interpretações. Assim, esse e os demais procedimentos deram condições para seguir com a ACT, que consistiu na análise propriamente dita, ou seja, no processo de categorização e produção do conhecimento.

6.4.2 A exploração do material: os RG como conteúdo

Neste processo, registraram-se as ocorrências de elementos escritos e imagéticos em termos de significado temático, o que culminou na categorização. Os temas observados constituíram basicamente as principais representações dos ALC sobre a atividade, como, por exemplo, a ilustração/representação dos materiais experimentais (copos, tiras de papel, garrafa contendo álcool, canetinhas, entre outros), a Autorrepresentação por desenhos, a maneira que realizaram o experimento no processo de resolução do problema, entre outros. Isso valeu para os registros de natureza escrita e composta, que associaram desenho e escrito conjuntamente.

Na análise, três categorias sistemáticas foram consideradas, sendo uma *a priori*, que neste caso, foram as teorias previamente estabelecidas para que o processo de categorização das unidades de sentido pudesse contemplá-las, baseadas no referencial teórico que fundamenta a discussão. E duas *a posteriori*, as quais emergiram da ACT durante a identificação dos temas.

Para sistematizar os dados, utilizou-se um instrumento categórico (Quadro 10) que considerou o nome da categoria, o código de identificação do RG (RGACn), uma síntese sobre suas características e os aspectos centrais da estrutura e o significado do respectivo registro, além da descrição inferencial e interpretativa dos elementos gráficos constituintes.

Quadro 10 – Instrumento de categorização dos RG

<i>Categoria 1 – Descritividade manipulativa e Fidelidade investigativa na aprendizagem (a priori)</i>		
RGALCn	Síntese interpretativa	Descrições inferenciais
RGALCn		
<i>Categoria 2 – Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa (a posteriori)</i>		
RGALCn		
<i>Categoria 3 – Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem (a posteriori)</i>		
RGALCn		

Fonte: Elaboração própria.

Cabe ressaltar que, por se constituírem documentos de natureza imagética (desenhos), escrita e composta (escrito e desenho relacionados), a identificação dos temas se pautou no procedimento de Rodrigues e Malheiro (2023a), neste caso, na observação dos elementos comuns em informações visuais explícitas e implícitas, tanto nos desenhos quanto nos textos. Sendo assim, nesta ACT, priorizou-se o aspecto qualitativo, ainda que se tenha considerado a ocorrência das unidades conforme previsto pela AC. Sendo assim, no Quadro 11, elencam-se os elementos temáticos identificados nos RG, considerando o processo interpretativo dos conjuntos imagéticos (desenhos), escritos e compostos, na perspectiva dos autores supracitados.

Quadro 11 – Elementos temáticos da ACT identificados nos RG

Elementos temáticos	Definição	Natureza	
		D	E
Ilustração do procedimento	Representação/descrição da ação manipulativa sobre os materiais. Apresentam o procedimento da CGP.	X	X
Materiais experimentais	Representação/descrição da relação total ou parcial dos materiais utilizados no experimento.	X	X
Indicação do resultado	Representação/descrição total ou parcial das cores resultantes após o experimento, como o cromatograma.	X	X
Explicitação de hipóteses	Descrição, conclusão, reflexão e/ou interpretação sobre o resultado encontrado.	-	X
Representação da figura humana	Representação ou descrição (indicação por legenda) que simboliza uma pessoa com características adultas ou infantojuvenil. Em geral são as pessoas envolvidas na experiência, os ALC e PM.	X	X
Autorrepresentação	A representação do próprio aluno, com ou sem a legenda “EU”.	X	X
Explicação do fenômeno	Descrição de como ocorreu o processo de separação dos pigmentos pela CGP ou outra explicação que se relaciona ao que observou.	-	X
Explicitação de conceitos	Representação e/ou descrição dos conceitos químicos envolvidos, como mistura, substância e pigmento. Outros interdisciplinares que se relacionam à discussão.	X	X
Afetividade na experiência	Manifestação de emoções, sentimentos e comportamentos nas representações e descrições, tais como: a expressão de alegria, tristeza, etc., no rosto da figura humana; palavras que demonstram entusiasmo e satisfação na participação, agradecimentos e outros aspectos subjetivos, como dificuldades.	X	X
Legenda	D: desenho / E: escrito		

Fonte: Elaboração própria com base em Almeida, Amorim e Malheiro (2020), Carvalho, Queiroz e Malheiro (2023), Almeida, Coelho e Malheiro (2021), Tabosa, Albuquerque e Malheiro (2023), Rocha e Malheiro (2020), Rodrigues e Malheiro (2023a, 2024) e Studart e Hamilton (2022).

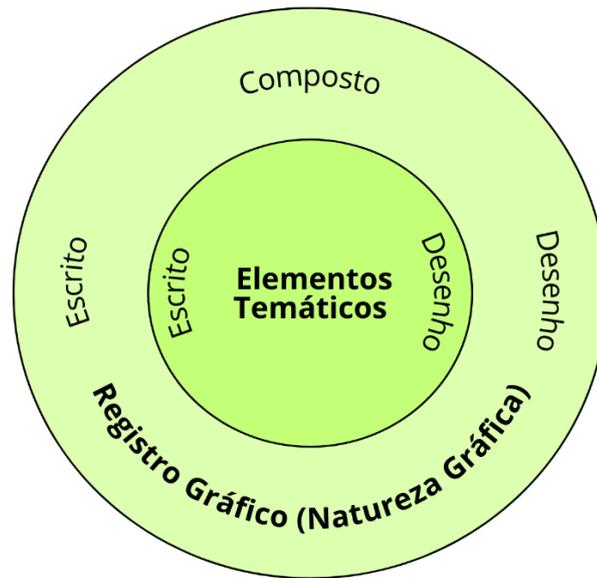
Observa-se no Quadro 11 que oito elementos temáticos (ilustração do procedimento, materiais experimentais, indicação do resultado, representação da figura humana, autorrepresentação, explicitação de conceitos, afetividade na experiência) se apresentaram nos RG pelas três naturezas, neste caso, por meio de desenhos, compostos e somente escritos. Quanto à “explicitação das hipóteses”, manifestou-se apenas de maneira escrita. A “explicação do fenômeno” manifestou-se de maneira escrita e composta em determinados RG.

Os elementos apresentados no Quadro 11 foram interpretados com base na análise de artigos de experiências no CCD e em outros contextos, cuja investigação se voltou aos RG. Neste caso, os principais elementos gráficos manifestados nos registros dessas análises foram comparados aos RG elaborados na etapa “Escrever e Desenhar” da SEI abordada na presente pesquisa. Assim, nos artigos observados, constatou-se a presença desses elementos gráficos analisados em diferentes perspectivas, como o enfoque em indicadores de alfabetização científica (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020; Carvalho; Queiroz; Malheiro, 2023), a manifestação de habilidades cognitivas (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021), as competências científicas (Tabosa; Albuquerque; Malheiro, 2023) e, conseqüentemente, as dimensões do conteúdo em Ciências (Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Diante disso, aponta-se que os elementos temáticos “Ilustração do procedimento”, “Materiais experimentais”, “Indicação do resultado”, “Explicitação de hipóteses”, “Explicação do fenômeno” e “Explicitação de conceitos” se referem à experiência prática no experimento o que está ligado aos resultados e discussões dos autores supracitados. Em relação aos demais elementos, a “Representação da figura humana”, “Autorrepresentação” e “Afetividade na experiência”, referem-se ao viés subjetivo, emocional ou expressão afetiva na experiência (sorrisos, corações, autorrepresentação) conforme a perspectiva teórica de Studart e Hamilton (2022) e Rodrigues e Malheiro (2024). Esses apontamentos auxiliaram na descrição, assim como na definição dos elementos observados nos RG desta pesquisa.

A natureza gráfica de um RG é definida pela predominância de um conjunto de elementos temáticos, os quais também possuem uma natureza específica. No primeiro caso, os RG podem ser classificados em escritos, compostos e desenhos. Já no segundo caso, eles podem se constituir apenas como escritos ou desenhos, pois são as duas formas comunicacionais/discursivas necessárias para produzi-los. Essa distinção pode ser mais bem compreendida na Figura 14. A perspectiva apresentada foi inspirada nas discussões proferidas por Almeida, Amorim e Malheiro (2020), a partir de categorias analisadas nos RG, estabelecidas em categorias “Desenho”, “Escrita” e “Escrita e desenho”.

Figura 14 – Natureza classificatória dos elementos temáticos e RG



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que a natureza gráfica é uma característica geral do documento, representando o plano de fundo ou revestimento do RG propriamente dito. Os elementos temáticos, por sua vez, estão contidos nos registros, sendo assim, são as singularidades, os aspectos e as características específicas internas do RG, conforme visto no Quadro 11. Esses elementos são considerados na presente pesquisa como as unidades de significado previstas na AC, podendo, neste caso, ser escritas ou desenhadas pelos alunos.

Assim, um RG é considerado “apenas escrito” quando possui predominantemente elementos escritos ou com apenas poucos elementos imagéticos (desenho) simples que exerce pouco impacto no texto e/ou na frase. Por sua vez, em um RG classificado como “desenho”, predominam as representações/imagens, mas alguns casos, podem conter legendas ou palavras isoladas mas que não possuem conexões com o(s) desenho(s). Por fim, um RG “composto” equilibra as duas naturezas temáticas, de modo que possuem relações diretas e complementares nas informações expressadas, havendo uma influência mútua entre os elementos escritos e os elementos visuais (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020).

Sublinha-se que esses elementos temáticos muitas vezes se manifestaram na maioria dos RG, sendo que alguns enfatizaram determinada característica que permitiu a caracterização do respectivo registro conforme as categorias estabelecidas. A partir dessa caracterização, os RG foram alocados nas categorias sistemáticas que melhor definiram o conjunto de informações, a intencionalidade do ALC e o significado extraído pelo pesquisador em seu processo reflexivo, inferencial e interpretativo.

6.4.3 Inferências e interpretação dos resultados

Esta etapa da AC consistiu na descrição dos significados a partir da observância das categorias, possibilitando que os RG fossem categorizados conforme suas características correspondentes. Diante disso, o movimento inferencial sobre os elementos escritos e imagéticos representados pelos participantes em seus RG permitiu a abordagem qualitativa da interpretação dos significados evidenciados. Tratou-se, portanto, dos resultados da investigação, os quais, por meio das categorias sistemáticas *a priori* e *a posteriori*, permitiram elucidar as diferentes aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais dos ALC.

Em decorrência disso, atendendo aos objetivos da investigação, apresentam-se, na sequência, os resultados e as discussões, considerando, em um primeiro momento, as aprendizagens do conteúdo de ciências em sua tridimensionalidade. Em um segundo momento, as relações existentes entre esses aspectos, os RG e o ENSI no contexto do CCD.

7 SISTEMATIZAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, a intenção é descrever os resultados sistematizados a partir da análise dos RG produzidos pelos ALC. Em um primeiro momento, serão apresentados os resultados e as discussões da observância dos conceitos, procedimentos e atitudes manifestados nos elementos escritos e imagéticos. Em um segundo momento, será abordado o estabelecimento de relações existentes entre os escritos e os desenhos articulados aos CC, CP e CA e o ENSI no CCD por meio de uma aproximação de seus aspectos pertinentes.

7.1 Conceitos, procedimentos e atitudes manifestados nos Registros Gráficos

A ACT possibilitou a identificação das aprendizagens dos CC, CP e CA a partir das categorias sistemáticas estruturadas pelo movimento analítico, inferencial e interpretativo das observações e leituras das informações constatadas nos RG. No Quadro 12, apresentam-se três categorias que representam a maneira como os ALC participantes da pesquisa expressaram suas aprendizagens por meio de suas produções gráficas (escritos e desenhos) desenvolvidas durante a SEI “O problema das canetinhas hidrocor”.

Quadro 12 – Categorias analíticas constituídas na ACT

Categorias	RGACn
Descritividade manipulativa e Fidelidade investigativa na aprendizagem*	RGALC01; RGALC03; RGALC06; RGALC07; RGALC08; RGALC09; RGALC10; RGALC13; RGALC14; RGALC15; RGALC17; RGALC20; RGALC21; RGALC22 e RGALC23
Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa**	RGALC02; RGALC04; RGALC05; RGALC18; RGALC19 e RGALC25
Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem**	RGALC11; RGALC12; RGALC16 e RGALC24
Categoria <i>a priori</i> *	
Categoria <i>a posteriori</i> **	

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que as categorias assumem particularidades que se aproximam das características de cada dimensão do conteúdo, pois enquanto a primeira voltou-se efetivamente para os CP, a segunda e a terceira se voltaram às dimensões do CC e CA respectivamente. Mas, ainda que tais categorias assumam um viés particular de cada tipo de conteúdo, os RG que as compõem, de modo geral, contemplam articuladamente todos.

Isso acontece de maneira mais efetiva nos registros em que os alunos elaboraram uma síntese do processo de resolução do problema. Ressalta-se que há ainda uma tendência de alguns aspectos presentes nessas observâncias: a descrição da etapa experimental investigativa; o aspecto manipulativo e conceitual; a indicação dos resultados (Almeida; Amorim; Malheiro,

2020; Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023); e, em alguns casos, a expressão de sentimentos e emoções (Rodrigues; Malheiro, 2024; Studart; Hamilton, 2022).

Frente a isso, destaca-se que a primeira categoria assume a perspectiva a priori, isto é, considerou-se a construção teórica e empírica apontada por Rodrigues e Malheiro (2023a). Conforme o trabalho desses autores, a descritividade manipulativa foi uma categoria individual, assim como a fidelidade investigativa. Mas se sublinha que nesta investigação, optou-se por fundi-las, pois se entende que tanto a descrição do aspecto manipulativo da experiência investigativa quanto a priorização da resposta ao problema experimental são ações práticas que se relacionam diretamente e se desenvolvem de maneira concomitante, afinal, todos os ALC participaram da atividade experimental. Assim, esta categoria contemplou 15 RG, constituindo a maior representação do *corpus*.

As demais categorias foram sistematizadas a partir do movimento analítico durante o processo de pré-análise e de exploração do material, sendo, portanto, estruturadas na perspectiva *a posteriori*. Isto é, emergiram do processo interpretativo sobre o *corpus*. O quantitativo de RG alocados para as duas categorias emergentes foi de seis para a segunda e quatro para a terceira.

Posto isso, as categorias analíticas serão exploradas considerando seus aspectos e características a partir dos significados compreendidos na ACT em vista ao objeto desta investigação. Para isso, dos 25 RG, apenas alguns serão apresentados como representativos às categorias, buscando, assim, a articulação com as percepções empíricas do pesquisador e com os interlocutores teóricos para sustentar os argumentos.

Os RG representativos de cada categoria serão apresentados em consonância com a identificação e caracterização dos ALC. No que se refere aos RG escritos e compostos, para melhor acompanhamento e leitura, juntamente à figura, foram transcritos os textos na íntegra – quando existentes – para manter a originalidade e a fidedignidade da maneira como foram redigidos. Além disso, serão ainda considerados e incluídos o texto reescrito considerando as correções ortográficas e imprecisões de linguagem.

7.1.1 Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem

De acordo com Rodrigues e Malheiro (2023a), é em termos de descritividade manipulativa que a maioria dos ALC tende a se voltar para o aspecto manipulativo e procedimental da atividade experimental investigativa, considerando elementos distintos que são contemplados nesse viés de aprendizagem, tais como: a relação dos materiais experimentais, a sistemática do processo de resolução do problema, as competências científicas

(intelectuais), entre outros. Isso contempla ainda a busca fiel pela resposta e o movimento explicativo das operacionalizações realizadas para responder o problema por meio de deduções e ações interpretativas, tendendo a uma aprendizagem com significados.

A partir dessas ponderações, situa-se que esta primeira categoria (*a priori*) intitulada “**Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem**” representou 60%²⁹ do *corpus*, o que corresponde a 15 RG, conforme observada no Quadro 13. Desse quantitativo, cinco RG representarão a categoria. Serão tecidas descrições e discussões sobre o registro.

Cabe frisar que as ocorrências dos elementos temáticos nos RG expressam, no Quadro 13 apresentado, os aspectos que caracterizaram a categoria. Esses elementos foram ordenados de maneira decrescente para ilustrar a influência do tema na categoria, sustentando a ideia supracitada. Ou seja, quanto mais acima, maior influência e vice-versa. Sendo assim, a maneira como se apresentaram em determinado RG foi por desenho (imagem/representação) e escrito. Com isso, salienta-se que não necessariamente um RG escrito, por exemplo, tenha apresentado somente elementos temáticos escritos, mas pode conter um elemento em forma de desenho. Ou ainda, um RG composto pode possuir elementos temáticos distintos, nas duas formas.

Quadro 13 – Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa na aprendizagem

Quantitativo quanto à natureza gráfica dos RGALCn	
Composto	Desenho
RGALC01; RGALC07; RGALC08; RGALC09; RGALC21; RGALC23	RGALC03; RGALC06; RGALC10; RGALC13; RGALC14; RGALC15; RGALC22; RGALC17; RGALC20
Ocorrências dos elementos temáticos nos RG	
	+
Materiais experimentais (D):	15
Ilustração do procedimento (D):	14
Indicação do resultado (D):	9
Indicação do resultado (E):	6
Materiais experimentais (E):	5
Ilustração do procedimento (E):	4
Explicitação das hipóteses (E):	3
Representação da figura humana (D):	2
Autorrepresentação (D):	2
Representação da figura humana (E):	1
Autorrepresentação (E):	1
	–
Formas de representação/descrição do elemento temático: D – desenho / E – escrito	

Fonte: Elaboração própria.

²⁹ Ainda que se trate de uma pesquisa com abordagem qualitativa, a expressão percentual e numérica será considerada apenas para relacionar e observar panoramicamente como os RG se distribuíram nas categorias. Portanto, não se trata de uma discussão puramente quantitativa, visto que os resultados são essencialmente qualitativos, pois priorizaram a interpretação, a descrição e as subjetividades no processo. Isso se respalda em Mól (2017, p. 501), pois “há que se considerar também que mesmo em uma metodologia qualitativa podem ser necessários dados estatísticos para qualificar fenômenos”.

Diante disso, nota-se que nesta categoria, a maioria dos registros é de natureza imagética, ou seja, nove RG se constituem somente por desenhos, o que predominou nesse processo de sistematização dos conhecimentos pelos ALC. Enquanto seis RG são de natureza composta; e nenhum registro completamente escrito foi identificado.

Assim, “defendemos que a utilização das imagens aparece na maior parte dos registros, pois os alunos consideram desenhar uma maneira acessível de descrever como e por que realizaram as etapas das atividades experimentais” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021). Além disso, os desenhos podem auxiliar os ALC na organização do pensamento e no desenvolvimento de aprendizagens do conteúdo de Ciências (Rodrigues; Malheiro, 2023), bem como manifestar indicadores de competências científicas (Tabosa; Albuquerque; Malheiro, 2023).

Por isso, entende-se que para alguns alunos, escrever pode exigir um maior esforço cognitivo em relação à linguagem oral e pictórica (desenhos), por diferentes motivos que variam, entre eles, o domínio da escrita, isto é, das limitações motoras e, também, a capacidade de transpor o pensamento para esse tipo de linguagem (Oliveira, 2013).

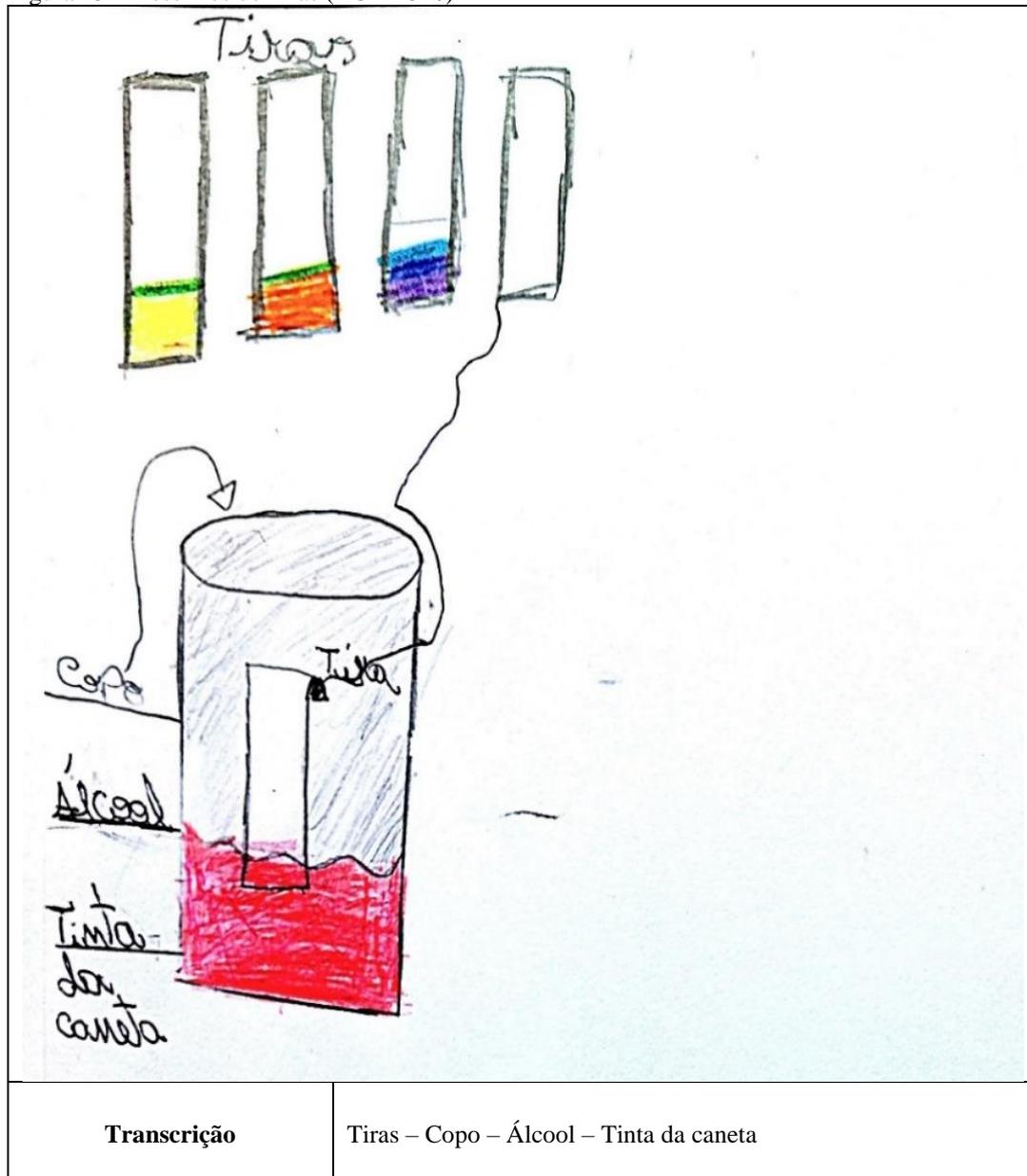
Isso foi comum às demais categorias que serão discutidas nesta seção. Essas observações são importantes, entretanto, independente da maneira ou preferências na forma de registrar no papel suas aprendizagens, ou considerações julgadas pertinentes, os ALC consideraram suas identidades, percepções e criatividade para representar suas experiências e possíveis aprendizagens dos CC, CP e CA.

Em relação às ocorrências de elementos temáticos que definiram a categoria, a relação de “Materiais experimentais” na resolução do problema, durante o experimento da SEI e a “Ilustração do procedimento” por meio de desenhos foram os elementos constituintes dos RG em maior evidência. Também se destaca a “Indicação do resultado”, tanto por desenho quanto por escrito, o que sustenta a ideia central que embasa o significado da categoria em questão. Outro elemento que possui relação direta com o aspecto manipulativo na experiência é a “Explicitação de hipóteses”, que pode se referir a uma nova descrição, conclusão, reflexão e/ou interpretação sobre o resultado encontrado anteriormente à etapa de “Escrever e Desenhar”. Já os demais elementos temáticos observados, estão presentes como parte integrante do RG, mas não possuem uma forte influência na categoria.

À vista desses aspectos, apresentam-se os desenhos de Lilás (RGALC10), cuja natureza construtiva é imagética, na qual o ALC representou principalmente o resultado cromatográfico e a resolução do problema de maneira criativa, conforme observado na Figura 15. O conjunto de elementos temáticos são basicamente a relação de “Materiais experimentais” por desenhos

e escritos, conforme observado nas legendas; a “Ilustração do procedimento” e a “Indicação do resultado” por meio de desenhos, conforme serão abordados na sequência.

Figura 15 – Desenhos de Lilás (RGALC10)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Esse RG predominantemente em desenhos possui algumas legendas para indicar determinado elemento imagético que, ao se observar, buscou representar o resultado cromatográfico, isto é, a obtenção do efeito desejado e o modo satisfatório de resolução do problema experimental, neste caso, o que se esperava que fizessem. Diante disso, na parte superior esquerda do papel, a ALC representou quatro formas retangulares na posição vertical (contendo cores em algumas), significando ser algumas tiras de papel e seu resultado experimental, como os cromatogramas em papel.

A primeira tira de papel contém a cor predominantemente amarela, o que corresponde à respectiva cor da canetinha. Na segunda, a cor em maior evidência é a laranja e contém ainda uma listra verde, correspondendo, neste caso, ao resultado dos pigmentos presentes na tinta da canetinha marrom, pois, ainda que essa cor não tenha sido abordada em todas as equipes, as cores poderiam sofrer variação “aos olhos” dos alunos, no momento interpretativo.

Quanto à terceira tira de papel, constam as cores roxo em maior proporção e azul – uma listra maior que nos exemplos anteriores –, significando um provável resultado das cores dos pigmentos presentes na tinta da canetinha de cor preta. Já a quarta tira de papel está em branco, ou seja, sem cores, estando ligada por uma seta em linha irregular apontando para o outro arranjo imagético a ser percorrido.

É notória as características da expressão de aprendizagens procedimentais, visto que, ao revelar o resultado experimental da CGP, a ALC manifestou no RG seu processo de ressignificação das ações realizadas durante a atividade experimental, na resolução do problema (Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Abaixo das quatro tiras de papel há a representação do recipiente utilizado com a legenda “copo” contendo o solvente e, no seu interior, uma tira de papel com a legenda “álcool”. Essa tira de papel está simbolizando o modo satisfatório de resolução do problema, pois está em posição vertical e apenas uma parte da sua extremidade entra em contato com o líquido de coloração vermelha que possui ainda uma legenda com o termo “tinta de caneta”.

Sublinha-se que a relação do solvente com a tira de papel em branco tende a explicitar o modo insatisfatório de resolução do problema, no qual os ALC mergulharam o papel pintado diretamente no solvente, o que o desbotaria, fazendo com que a tinta se misturasse ao álcool, “pigmentando-o”. Considera-se que foi um raciocínio emitido pela aluna e transmitido para o papel no momento de sistematização dos conhecimentos do 1E.

Em virtude disso, percebe-se que apesar de a ALC não abordar outros elementos sobre a SEI, ter se voltado exclusivamente ao procedimento experimental, “elucida-se que os aspectos do CC e CP estão presentes nesse registro, visto que [...] expressa suas compreensões empíricas e manipulativas” (Rodrigues; Malheiro, 2023a, p. 11).

Observa-se que se trata de um registro bem elaborado, pois Lilás buscou representar minuciosamente seus resultados observados. Isso fica evidente nos detalhes representados nas tiras de papel, conferindo aspectos próximos da realidade vivenciada com a CGP. Diante disso, o CP se apresentou de maneira explícita, enquanto o CC é implicitamente expresso/sugerido pela aluna, pois, no primeiro caso, nota-se a intencionalidade de materializar o arranjo experimental construído, neste caso, o modo satisfatório de realizar o procedimento

cromatográfico.

Em relação aos conceitos, a separação de misturas não foi citada; no entanto, a ilustração das cores presentes na representação das tiras de papel demonstra essa perspectiva. A ALC materializou sua experiência, ou seja, suas observações a partir da vivência prática. Dessa forma, Lilás, utilizando sua memória visual, apresentou os resultados da CGP, permitindo elucidar que as canetas hidrográficas possuem uma mistura de pigmentos ou um único pigmento (substância).

Diante dessas considerações, percebe-se que tanto a escrita e o desenho atuaram como recursos e/ou instrumentos mediadores da aprendizagem, de modo que no CCD, os ALC podem “representar aspectos da interação com a realidade por eles conceituada” (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020). Isso permite que a aprendizagem se constitua no processo e se materialize nas suas operacionalizações e nos RG. Isso, a partir da internalização de suas ações, seja nas interações com os pares, com o PM, nos diferentes modos de comunicação, entre outros aspectos que permeiam o contexto-espço de ensino e de aprendizagem em Ciências (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020; Cappelle; Munford, 2015).

Além disso, “estes procedimentos se fazem presentes no processo de resolução devido à forma como a situação-problema é apresentada aos alunos (problemas abertos)” (Clement; Terrazan, 2011, p. 84). Ou seja, os ALC tiveram oportunidade de realizar o procedimento experimental livremente, testando suas ideias, hipóteses e perspectivas. Isso culmina à noção de que no ENSI, assim como na EI, “quanto maior é a solicitação feita ao aluno, maior é o nível de abertura do experimento e, conseqüentemente, maior grau de liberdade ele terá para tomar decisões no sentido de resolver o problema” (Souza *et al.*, 2013, p. 23)..

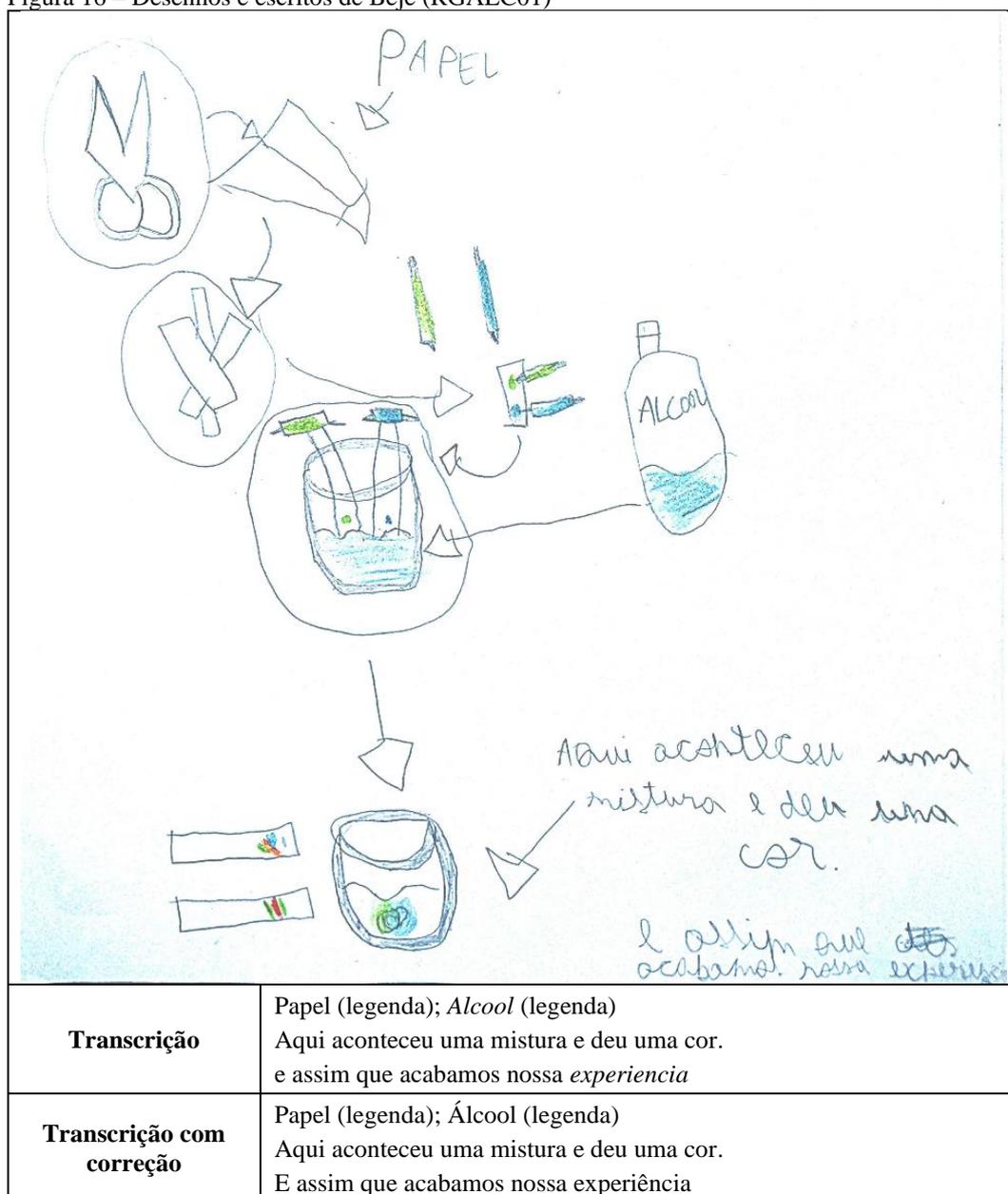
À vista disso, o CP se torna contextualizado no EC, “quando o ensino é orientado de modo a levar os estudantes a construir o conteúdo conceitual participando do processo de construção” (Carvalho, 2012, p. 32), daí a necessidade de se compreender que nos CP é necessário se “diminuir a distância do professor ensinar e o aluno aprender” (Carvalho, 2012, p. 33). Isso posto, situa-se no ENSI a dinâmica de tornar o aluno o dirigente de seu processo de aprender, a partir da liberdade intelectual suficiente oferecida pelo professor, torna-se a relação mediadora de diferentes aprendizagens (Carvalho, 2018).

Nesse contexto, o ENSI na perspectiva do CCD se apresenta como uma metodologia que possibilita aos ALC se envolverem no processo de iniciação científica, desenvolvendo habilidades que se relacionam com as práticas científicas e a reconhecer o papel do conhecimento produzido para as atividades escolares e cotidianas (Malheiro, 2016).

Diante dessa discussão, destaca-se também os desenhos e escritos de Beje (RGALC01).

Em um registro composto, o ALC sistematizou o processo de resolução do problema experimental por meio de elementos imagéticos e apresentou o resultado pela linguagem escrita de maneira articulada, conforme observado na Figura 16. Sendo assim, os elementos temáticos identificados são basicamente a representação e descrição da relação de “Materiais experimentais”, a “Ilustração do procedimento” por desenhos e a “Indicação do resultado” tanto por desenhos quanto por escritos, os quais serão discutidos.

Figura 16 – Desenhos e escritos de Beje (RGALC01)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Predomina no registro os desenhos, mas que apresenta uma breve explicação em duas frases. O conjunto imagético é sistemático, já que o ALC ilustrou alguns materiais utilizados na atividade experimental, como uma tesoura, tiras de papel, duas canetinhas nas cores azul e

verde, álcool etílico e a estrutura cromatográfica com o recipiente (copo plástico) contendo a solução alcoólica. A esquemática do desenho se configura pela representação desses materiais supracitados dentro de formas circulares, elencadas em uma posição inclinada no papel, cuja ordem se organizou por setas que apontam a relação e/ou sequência lógica de sua utilização na resolução do problema.

Diante disso, entende-se que Beje buscou explicar pelo esquema como procedeu com os materiais, conforme descrito a seguir: com a tesoura, cortou o papel em tiras retangulares; na sequência, pintaram com as canetas as tiras individualmente, aplicando uma pequena quantidade de tinta em forma de círculo e deixando-a a centímetros de uma das extremidades das tiras de papel-filtro. De posse do recipiente (copo) com álcool (solvente), posicionaram a parte contendo a aplicação da tira de papel de modo que não entrasse em contato direto com o solvente, apenas a borda (sobra), revelando-se como o método satisfatório de resolução na CGP.

A representação de um resultado observado mostra que no recipiente com solvente ocorre uma mistura das cores azul e verde, sendo que o texto explicativo descreve precisamente isso: “aqui aconteceu uma mistura e deu uma cor” (RGALC01). Entretanto, apesar de se observar indicadores desse tipo de conteúdo nesse RG, observa-se que o participante associou tanto o efeito desejado, quanto o equívoco no processo de resolução, ao representar e escrever que misturou em algum momento as tintas.

Está nitidamente evidenciado que se trata de princípios do CP, visto que “permite a clara identificação dos traços característicos de todo procedimento, quais sejam: a) referir-se a uma atuação; b) não ser uma atuação qualquer, mas ordenada; c) objetivar o alcance de uma meta” (Clement; Terrazzan, 2011, p. 88). A atuação de Beje se revelou justamente no aspecto descritivo do que realizou no experimento de posse dos materiais. Com isso, o uso das setas e a coerência com a realidade da experiência fundamentaram a atuação ordenada, cuja meta foi a ilustração do resultado. Assim, o RG, por seu caráter descritivo, manifestou características de uma habilidade de comunicação e, portanto, se apresentou como um procedimento alinhado às estratégias cognitivas de aprendizagem (Coll, Valls, 2000).

É nesse contexto reflexivo que a etapa de “Escrever e Desenhar” na SEI se apresentou como proposta de sistematização dos conhecimentos, e, especificamente, dos conteúdos aqui abordados. Com isso, ao vivenciarem o processo, escutando, lendo, argumentando, escrevendo e desenhando no CCD (Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Frente a isso, o ENSI “surge como um método ativo de aprendizagem que usa múltiplas linguagens para despertar o interesse e a participação assídua do discente” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021, p. 75). Entretanto, para que a investigação aconteça de maneira significativa,

em seu planejamento, devem ser considerados “os materiais oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e, é claro, o gerenciamento da aula que, inclui, sobretudo, o incentivo à participação dos alunos nas atividades e discussões” (Sasseron, 2013, p. 43).

À vista disso, considera-se que o princípio da “aprendizagem significativa tem o mesmo valor para todos os tipos de conteúdo” (Coll; Valls, 2000, p. 96). Assim, espera-se que, a partir dessa perspectiva de aprendizagem, o sujeito aprenda e compreenda de modo profundo, consistente e permanente, aplicando em suas demandas cotidianas essa capacidade intelectual, atribuindo significado e construindo representações e modelos pessoais de ação.

Nesse contexto, o esperado na aprendizagem de um CP “é a sua inserção em uma rede de significados mais ampla, na estrutura cognitiva dos alunos. Cada procedimento será vinculado a outros procedimentos já conhecidos e a sua aprendizagem significará, ao mesmo tempo, a revisão, a modificação e o enriquecimento dos mesmos” (Coll; Valls, 2000, p. 96).

Ou seja, quanto mais conexões os alunos estabelecem entre os procedimentos internalizados a partir de sua bagagem experiencial e os novos procedimentos compreendidos, mais significativa será sua aprendizagem do CP (Coll; Valls, 2000; Pozo; Crespo, 2009). Entretanto, não se trata somente de uma questão de quantidade de conexões, que podem expressar o método de tentativa e erro, mas do emprego de operações lógicas: os procedimentos adequados para gerar as respostas das perguntas, por exemplo.

Percebeu-se também que Beje expressou a afirmação de que as tintas de cores azul e verde formaram uma mistura, o que reflete seu erro no processo de resolução, representando que as misturou. Porém, ao lado dessa representação, há o desenho das tiras de papel utilizadas contendo outras cores, semelhante ao que acontece em uma CGP. Neste caso, o ALC representou o cromatograma, sendo possível identificar a seletividade dos pigmentos no papel, ou seja, a separação dos pigmentos constituintes de cada tinta das canetinhas por ele utilizadas. Ou seja, foram duas perspectivas de resolução do problema, as quais o participante resolveu manter em seu RG essas informações.

Diante desses aspectos, observou-se que o ALC priorizou a representação gráfica imagética, mesmo que tenha sido um RG composto. Além disso, apresentou em seu relato alguns indicadores de habilidades, entre as quais se destaca a capacidade de síntese e a criatividade na resolução do problema. Isso viabilizou a descrição fiel do que se esperava que realizassem para a obtenção do efeito desejado na CGP, uma vez que foram expressos os resultados por ele identificados.

Esse movimento manipulativo assume características de uma aprendizagem e/ou

desenvolvimento do CP em aspectos que se voltam para os sentidos das competências científicas, permitindo concordar que os ALC, ao tomarem consciência de suas ações sobre o objeto de estudo nas SEI, estão envolvidos em um processo reflexivo e lógico. Isso ocorre visto que, ao refletir e pensar, trazendo “para o plano intelectual o seu agir sobre o objeto de estudo relacionando-o a acontecimentos, acabam por construir uma forma de aprendizagem em que suas próprias atuações e interações estão no centro do processo” (Brito; Fireman, 2018, p. 470).

Essa colocação converge com a perspectiva sobre a tomada de consciência no próprio processo de resolução do problema experimental, que, conforme pressupõe Carvalho *et al.* (2009), após manipularem os materiais na SEI, o professor instiga os alunos a relembrem suas ações, a fim de que possam comentar como resolveram. Isso fornece subsídios para que, em seguida, possam argumentar sobre as causas e efeitos do fenômeno.

Então, mesmo sendo um momento de registro das ações, Beje resgatou esse pensamento – que ocorreu na etapa anterior de escrever e desenhar, o momento de sistematização coletiva –, permitindo inferir que, na produção do RG, o participante transpôs sua ação reflexiva de explicação do fenômeno da CGP para sua sistematização individual por meio de sua construção gráfica, conforme observado na Figura 13.

Outro aspecto importante a ressaltar é a fidelidade na resposta ao problema, que considera a ilustração do resultado na CGP com a inferência de sua própria compreensão da atividade. Além disso, destacam-se os conceitos enfatizados nas discussões, como a noção de substâncias e misturas, e, conseqüentemente, a CGP enquanto procedimento e técnica de separação. Ou seja, os CC se manifestaram, ainda que Beje não tenha explorado com profundidade esse aspecto.

Isso ocorre porque a etapa “Escrever e Desenhar” não exige isso dos ALC, fugindo da rigidez dos relatórios e instrumentos avaliativos com questões fechadas, apresentando-se como um momento de livre expressão da aprendizagem (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009; Rocha; Malheiro, 2020). Ademais, na estrutura do RG do participante, destaca-se a relação da linguagem escrita e imagética para representar sua experiência que “permite ao leitor reproduzir com facilidade a experiência realizada e chegar rapidamente à solução do problema” (Carvalho *et al.*, 2009, p. 141).

Como representatividade nesta categoria, destaca-se ainda o registro imagético produzido por Grená (RGALC13) (Figura 17), que sistematizou a resolução do problema considerando as etapas do procedimento de maneira organizada e coerente com a realidade vivenciada no momento experimental. Assim, os elementos temáticos elucidados no RG foram a relação de “Materiais experimentais” e a “Ilustração do procedimento” (desenhos), a

“Explicitação de hipóteses” e a “Indicação do resultado” (escritos).

Figura 17 – Desenhos de Grená (RGALC13)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

O registro é predominantemente pictórico, apresentando vários elementos imagéticos e apenas algumas legendas para situar determinada informação. Diante disso, observa-se que Grená buscou representar o aspecto procedimental da atividade prática, desenhando principalmente os materiais utilizados e, em alguns momentos, o manuseio dos mesmos, ilustrando assim o processo de resolução do problema. É justamente nessa sequência lógica que “o processo e a produção de uma síntese explicativa das etapas da resolução praticada podem ser considerados ações procedimentais” (Rodrigues; Malheiro, 2023a, p. 11).

No canto superior esquerdo do papel, observa-se a palavra “Materiais”. O ALC representou inicialmente cinco canetinhas na cor azul-claro (ainda que essa cor não tenha sido

utilizada na atividade), verde, azul-escuro, vermelho e amarelo. Uma tesoura sem ponta, com cabo na cor verde, foi desenhada, juntamente com uma tira de papel no formato de um retângulo irregular, contendo a legenda “papel” e uma seta indicativa. O recipiente, embora não se assemelhe ao utilizado na atividade (copos plásticos descartáveis), parece representar o recipiente usado no vídeo didático “O segredo das canetinhas hidrocor”, apresentado no 1E. Por fim, uma régua completa com a lista de materiais desenhados.

O único material significativo da atividade, não desenhado ou descrito pelo aluno, foi o álcool enquanto solvente para o procedimento cromatográfico. Sendo assim, nota-se ainda que o ALC “não menciona outros aspectos da atividade, pois se volta apenas para a etapa de ação sobre os materiais. Porém, elucida-se que os aspectos do CC, CP e CA estão presentes nesse registro, visto que [...] expressa suas compreensões empíricas e manipulativas” (Rodrigues; Malheiro, 2023a, p. 11).

Em decorrência disso, pode-se inferir que, apesar dos conteúdos terem se manifestado, o aspecto procedimental sobressaiu nos elementos gráficos do ALC. Isso certamente ocorreu devido ao foco do participante em representar o momento de resolução do problema experimental. Concomitante a isso, destacam-se que

os conteúdos aqui propostos não são exatamente fixos a cada dimensão citada, ao contrário, em uma única dimensão, a depender do foco dado ao ensino, pode ser trabalhado todos os tipos de conteúdos, logo, na dimensão ‘aprender sobre Ciências’ além de conteúdos atitudinais também podem ser desenvolvidos conteúdos conceituais e procedimentais de forma integrada. Contudo, a fim de facilitar a explanação de como o ensino de Ciências por investigação permite a aprendizagem para além de conteúdos conceituais, relacionamos os conteúdos às dimensões que lhe são mais marcantes (Brito; Fireman, 2018, p. 469).

À vista disso, “em função dos objetivos que se perseguem em cada caso, um mesmo conteúdo pode ser abordado numa perspectiva factual, conceitual, procedimental ou inclusive atitudinal” (Coll, 2000, p. 16). Ou seja, de acordo com cada atividade e objetivo pedagógico do professor, dependendo do enfoque determinado, um conteúdo pode ser enfatizado.

Outro elemento observado é a presença dos números arábicos “1, 2, 3 e 4”, simbolizando e enumerando a ordem dos acontecimentos das etapas realizadas pelo participante na atividade experimental. A cada número, há um material ou conjunto deles, significando o procedimento operado sobre os mesmos no momento específico. Essa observação converge com a perspectiva sobre o CP, podendo ser associada a uma atuação ordenada que visa ao alcance de uma meta (Clement; Terrazzan, 2011; Coll; Valls, 2000; Pozo; Crespo, 2009; Zabala, 2014).

Além disso, tais “etapas” estão separadas por uma divisória para organizar cada momento. Na primeira ação procedimental, observa-se a representação do recipiente com a

régua suspensa em sua borda na posição vertical. No segundo procedimento, constam quatro formas retangulares com uma das extremidades menores em forma triangular, simbolizando ser as tiras de papel utilizadas. Essa montagem permaneceu no item 3, porém, constam formas retangulares menores na extremidade inferior, visto que estão na posição vertical, com cores associadas a algumas canetinhas utilizadas, como verde, azul-claro, amarelo e azul-escuro. Por fim, o número 4 possui a frase “no meio de 6h 24h a tinta se separa”.

Entende-se que essa frase na parte final do RG representa uma abstração feita pelo ALC no momento de sistematização individual, em que pôde ter levantado uma hipótese – para além da atividade – associando um provável tempo para a ação cromatográfica. Porém, na atividade experimental, todas as equipes conseguiram realizar o procedimento visualizando momentaneamente, em alguns poucos minutos, a migração dos pigmentos no papel.

Essas observações permitiram inferir que Grená associou elementos tanto da experiência prática na atividade experimental investigativa, pois considerou parte dos materiais disponíveis; assim como os elementos presentes no vídeo didático supramencionado. Isso se configurou como uma articulação de suas observações em seu processo de aprendizado, visto que buscou sistematizar ideias com as informações veiculadas no vídeo supracitado.

Além disso, o RG é organizado e apresenta elementos imagéticos que se aproximaram da realidade. Assim, entende-se que a escrita e o desenho dos ALC são instrumentos representantes de ideias, “assumindo valor de signo, adquirindo a capacidade de mediar e, portanto, atuar sobre o comportamento da criança, já que, em meio as suas figurações e grafias, existem traços repletos de significações de aprendizagens” (Rocha; Malheiro, 2020, p. 422).

Em relação ao breve escrito, o ALC se apropriou dos recursos de escrever e desenhar não somente para relatar o que fez na atividade, mas também buscou registrar novas reflexões sobre o fenômeno da CGP, ainda que não tenha explicitado conceitos e/ou termos associados a ela. Entretanto, ao mencionar “a tinta se separa”, o participante assumiu o enfoque do CC e CP químico, pois enunciou o efeito de separação da tinta, que, neste caso, intuitiva e implicitamente, se referiu-se à separação dos pigmentos que formaram determinada tinta.

Os procedimentos suscitados por Grená e expressados em seu RG revelaram o aspecto da descritividade manipulativa pela sistemática elaborada pelo participante, que enfatizou o modo de manipulação dos materiais experimentais em um caminho de resolução. Essa representação esquemática demonstrou valor instrumental e, com isso, “é interessante observar o valor mediador de auxílio ao pensamento e à comunicação, adquirindo um aspecto funcional da escrita com os desenhos, uma vez que há resposta anotada ao questionamento inicial mostrando tentativa de colocar explicações” (Rocha; Malheiro, 2020, p. 422).

Os desenhos e escritos da participante Vermelho (RGALC23) constituem outra produção representativa nesta categoria, pois, tratando-se de um registro composto, a ALC sistematizou a experiência enfatizando os materiais experimentais utilizados, os procedimentos, os resultados e as suas percepções por meio de elementos imagéticos e escritos articuladamente, conforme observado na Figura 18.

Figura 18 – Desenhos e escritos de Vermelho (RGALC23)

<p>Transcrição</p>	<p>Explicação: Eu e minha equipe colocamos o papel no álcool e colocamos em cima das cores conseguimos fazer de novo e melhorou exemplo: nas cores primárias não acontece. O vermelho não separou. E assim conseguimos resolver a experiência. Eu e meus colegas. Ciências. Cores.</p>
<p>Transcrição com correção</p>	<p>Explicação: Eu e minha equipe colocamos o papel no álcool e colocamos em cima das cores. Conseguimos fazer de novo e melhorou. Exemplo: nas cores primárias não acontece. O vermelho não separou. E assim conseguimos resolver a experiência. Eu e meus colegas. Ciências. Cores.</p>

Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

A ocorrência de elementos temáticos elucidada no RG se apresentou de duas maneiras: uma com enfoque mais procedimental, tais como a relação de “Materiais experimentais” (desenhos), a “Ilustração do procedimento” por desenhos e escritos, a “Explicitação de hipóteses” de maneira escrita, e a “Indicação do resultado” em ambas as maneiras. Outro

aspecto foi a presença da “Representação da figura humana” e a “Autorrepresentação” da ALC. Essa composição gráfica se demonstrou bem elaborada e criativa, visto que possui diferentes elementos que se complementam para ilustrar a percepção da participante sobre a experiência.

Diante disso, esse registro composto manifestou alguns indicativos de aprendizagens e significados compreendidos pela ALC, pois se observou uma sistematização do processo, na qual foram considerados os materiais experimentais utilizados, os procedimentos, resultados e suas percepções. Sendo assim, no canto superior esquerdo da folha de papel, nota-se um texto em que Vermelho descreve o que realizou juntamente com sua equipe, ao representar a tira de papel contendo as aplicações da tinta das canetinhas e o álcool.

Nessa manifestação, observou-se que Vermelho realizou um modo não satisfatório de resolução do problema, visto que assumiu ter adicionado o solvente em cima das tintas no papel, o que resultou na remoção das mesmas. Essa observação é confirmada e correspondida nas próprias declarações da ALC, no texto, ao afirmar "consequimos fazer de novo e melhorou" (RGALC23), sendo que esse termo permitiu compreender que ela seguiu posteriormente outra maneira de resolver o problema, ainda que não tenha justificado esse ponto de vista.

Essas observações remontam à importância do erro em uma atividade investigativa, no que concerne à construção de novos conhecimentos, uma vez que “é muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto” (Carvalho, 2013, p. 3). Para que o aluno seja ativo no processo, o que inclui o relacionamento com seus pares e com o professor, é necessário que se engaje nas discussões e responda aos questionamentos proferidos pelo docente. Assim, é necessária a criação de um ambiente encorajador, de modo que o aluno “não se sinta inibido nem tenha medo de se expor” (Carvalho, 2011, p. 258-259).

Esse ambiente pode ser construído a partir de pequenas ações do professor, desde palavras até gestos que aceitem as manifestações dos alunos. Ou seja, “em vez de considerar esses erros como um fracasso na argumentação ou na resolução de um determinado problema, o professor deve encará-los como possibilidade de o aluno estabelecer uma compreensão muito maior do fenômeno estudado” (Carvalho, 2012, p. 48-49). Pois, “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio” (Carvalho, 2013, p. 3). É com essa visão que “uma palavra de encorajamento e questões abertas para que o aluno explicita seu raciocínio o levará a testar novas hipóteses e a pensar em novas possibilidades” (Carvalho, 2012, p. 49).

As discussões supramencionadas são importantes para refletir sobre os fatores que possam ter influenciado nas ações procedimentais dos ALC durante o experimento

investigativo da CGP, dentre os quais se destaca a necessidade de melhor instruir e preparar os PM participantes. Apenas a disponibilização dos planos didáticos, conforme mencionado na seção da metodologia da pesquisa, pode ter suscitado dúvidas e até mesmo dificuldades pedagógicas, visto que se tratou de um fenômeno da Química e a equipe era interdisciplinar, com apenas o PMD com essa formação inicial específica.

Assim, um provável encontro formativo para demonstrar a manipulação correta dos materiais e a observação de estratégias para a formulação de perguntas teria se tornado um caminho favorável para a atuação dos PM de maneira mais efetiva e com segurança na mediação da aprendizagem dos ALC. Nesse contexto, as perguntas do PM são indispensáveis para efetivar as interações discursivas com os participantes, sendo que existem diferentes intencionalidades e, para cada situação, há um estilo, formato e tipo de pergunta para que o ALC tenha condições de resolver o problema e argumentar sobre suas percepções de maneira fundamentada (Barbosa, 2019; Barbosa; Malheiro, 2020).

As inferências sobre as tentativas da ALC em solucionar o problema após o relato das dificuldades são respaldadas pelos desenhos que acompanham o texto. Nos desenhos, é possível observar a autorrepresentação da ALC, que incluiu a legenda “Eu”, além de um conjunto imagético à direita, simbolizando os materiais experimentais e o modo como foram utilizados. Esses elementos incluem duas formas retangulares irregulares, quase ovais, representando os blocos de tiras de papel (filtro e sulfite). Também são representados outros materiais, como um rolo de fita crepe, representado pela forma circular, e um elemento oval simbolizando a garrafa com o solvente (álcool). Além disso, há cinco elementos de forma oval e estreita, nas cores marrom, verde, vermelho, azul e amarelo, representando as canetinhas.

Entre esses elementos gráficos, Vermelho utilizou sinais de adição e de igualdade para expressar a combinação dos materiais experimentais, ou seja, como operou o procedimento. A culminância disso foi a representação do modo satisfatório de resolução do problema, pois se observou um conjunto imagético que simboliza o recipiente contendo o solvente e, na posição vertical, uma tira de papel com um ponto, indicando a aplicação da tinta. Além disso, nota-se outra representação à direita, simbolizando o processo de resolução do problema, semelhante ao anterior, porém, na tira de papel, constam três pontos marcados, relacionados aos erros da ALC, conforme citados por ela no início do texto.

Sendo assim, conforme Rodrigues e Malheiro (2023a), além de descrever o processo, enfatizando a relação dos materiais experimentais, a ALC transmitiu sua percepção sobre a experiência, indicando como utilizou esses materiais até chegar ao efeito desejado. Nesse processo de sistematização, ao considerar elementos puramente manipulativos, o RG da

participante apresenta indicativos do CP. A aprendizagem de procedimentos pode ser associada, neste caso, à capacidade organizativa, criativa e coerente em ilustrar sua experiência.

Desta maneira, na parte mais ao centro do papel, a aluna escreveu a palavra 'Ciências'. Ao lado, no canto superior direito do papel, em uma forma quadrada, estão algumas formas circulares preenchidas com cores correspondentes às canetinhas utilizadas, bem como as cores dos pigmentos que compõem algumas delas. Por exemplo, na tinta azul, o resultado cromatográfico revelou a cor de um pigmento lilás; na cor amarela, não há variação, pois a cor resultante ilustrada é amarela; na cor verde, há uma composição de pigmentos nas cores azul e amarela; por fim, na cor marrom, a ALC observou um pigmento vermelho como resultado. Essa descrição pode ser associada a um quadro de resultados elucidados pela participante.

Diante disso, embora tenha faltado listar as cores de pigmentos em algumas canetinhas, como na cor marrom, que, conforme o experimento previamente testado pelo PMD no planejamento da SEI, e também conforme os resultados da equipe da ALC observados na Figura 9, revelaram tonalidades em vermelho, rosa e verde como resultado, a participante demonstrou uma boa capacidade interpretativa e criativa ao detalhar essas observações empíricas de forma precisa e coerente com a realidade.

Essas observações reforçam a fidelidade investigativa, pois Vermelho apresentou em seu RG o resultado da CGP, relacionando os materiais e as cores de algumas canetinhas. Dessa forma, foram ações intelectuais em que a ALC buscou explicar e responder ao problema de maneira fidedigna e coerente com sua experiência (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Outro aspecto relevante a destacar é como a ALC utilizou os sinais de igualdade para expressar a ideia de resultado no experimento. Isso também se aplica ao conjunto imagético explorado anteriormente, onde a ALC usou o sinal de adição para associar o uso de determinado material e o de igualdade para indicar o resultado, por exemplo, “álcool + canetinhas = modo correto de resolver o problema ou o modo inadequado de resolvê-lo”.

Concorda-se, portanto, que “o processo de construção do conhecimento é complexo e pode concatenar diferentes falas, diferentes informações advindas da memória, da apreciação de imagens, da vivência do indivíduo em diferentes instâncias e espaços de sua vida” (Sasseron; Carvalho, 2010, p. 7). Nesse contexto, a imaginação desempenha um papel fundamental no processo construtivo dos ALC em relação às suas aprendizagens do conteúdo, pois “quando a criança imagina, ela pode projetar, antever e participar de um processo criativo com o que sabe, com suas dúvidas, suas propostas, suas hipóteses, ou seja, tudo o que pensa” (Moraes; Carvalho, 2017, p. 957).

No terceiro conjunto imagético, localizado na parte esquerda do papel, abaixo das

ilustrações do processo de resolução, encontra-se a autorrepresentação da aluna acompanhada de seus “colegas”, os integrantes da equipe. Todos os cinco ALC são retratados em preto e branco, com expressões faciais sorridentes. Diante disso, pode-se inferir que a aluna valorizou a interação, a parceria e as relações estabelecidas com seu grupo de trabalho, no qual puderam realizar os procedimentos na atividade experimental de modo que a expressão alegre nos rostos remete à obtenção do efeito desejado. Com isso, considerando os aspectos até aqui apresentados, nota-se que se trata de um registro criativo, pois a aluna articulou elementos condizentes com o momento didático desenvolvido por meio de escritos e desenhos.

À vista disso, salienta-se que a utilização desses dois elementos linguísticos oportuniza aos alunos explicar as informações que pretendem transmitir, em que a escrita auxilia e/ou complementa as ideias já apresentadas nos desenhos e vice-versa (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020, p. 4). Ademais, destaca-se que no CCD o trabalho colaborativo entre os ALC é um aspecto forte e fundamental no processo investigativo das atividades, o que tende a influenciar positivamente na aprendizagem desses participantes (Siqueira, 2018).

Pode-se associar essa observação no RG ao estado emocional manifestado pela expressão facial feliz das representações humanas. Além disso, o coletivo (equipe) revela a intencionalidade e o valor no processo, pois está associado ao trabalho colaborativo. Essas inferências culminaram na ideia de que se tratou de uma aprendizagem coletiva, evidenciando a importância das interações sociais e do apoio entre os membros da equipe no desenvolvimento da atividade (Studart; Hamilton, 2022).

Esses aspectos estão relacionados a valores científicos, como a importância do trabalho conjunto em prol de determinadas ações na comunidade científica. No entanto, a ALC Vermelho não manifestou isso explicitamente em seu registro. Destaca-se, portanto, a importância de fomentar tais atitudes no processo de aprendizado dos alunos, de modo que reconheçam o valor do conhecimento científico como uma construção social e desenvolvam o respeito pela aprendizagem em ciência.

Para isso, é indispensável aprenderem de maneira construtiva, profunda e efetiva, permitindo que demonstrem interesse pela ciência e se motivem para aprender. Também são adquiridas “atitudes com respeito aos colegas no aprendizado da ciência, incluindo a cooperação, a competição saudável, a assistência mútua em face às dificuldades e o incentivo à resolução individual de problemas” (Pozo; Crespo, 2009, p. 38-39).

Considera-se que este RG é sistemático devido à escolha criteriosa de elementos imagéticos em três conjuntos, os quais se relacionam tanto com o momento manipulativo da atividade, na resolução do problema, quanto com o momento interpretativo, ao observar os

resultados por meio do processo cromatográfico. A ALC destacou os pigmentos resultantes de algumas canetinhas, associando-os às suas respectivas cores. Além disso, a valorização da representação dos seus pares revela um aspecto motivacional e sentimental por parte da ALC. Ao incluir a presença dos colegas neste instrumento de registro, demonstrou a intenção de utilizar a escrita e o desenho para expressar suas sensações e percepções.

A observação está bem alinhada com a ideia de que os RG dos ALC durante a etapa de “Escrever e Desenhar” na SEI servem como registros flexíveis. Eles oferecem uma oportunidade para a livre expressão e comunicação das experiências vivenciadas nas atividades de Ciências. Esses registros são vistos como artefatos comunicativos que refletem as aprendizagens, os conhecimentos, as impressões, as subjetividades e as emoções dos participantes (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Isso aponta para indicativos de CC, CP e CA no registro de Vermelho. Ao descrever detalhadamente as ações manipulativas no processo de resolução do problema, há uma evidência de aprendizagem procedimental. No aspecto conceitual, a relação das cores e suas respectivas composições de pigmentos sugere implicitamente uma abordagem de misturas e substâncias em relação à CGP. Nesse sentido, as tomadas de consciência das ações desempenham um papel crucial na construção do conhecimento diante do problema investigativo (Carvalho, 2011, 2013). Com isso,

os procedimentos experimentais se constituem como conteúdos de ensino para dimensão ‘aprender a fazer Ciência’ em uma lógica em que procedimentos científicos não estão separados do produto final, isto é, do conhecimento em sua forma conceitual, pois o observar variáveis, a criação e testes de hipóteses, a sistematização de dados e a comunicação de inferências, mesmo de forma indireta, estão contidos no conceito (Brito; Fireman, 2018, p. 471).

Diante disso, é crucial destacar que não se trata apenas de adotar uma estratégia específica para favorecer essa postura. É necessário, atentar para as “necessidades e perspectivas dos alunos, permitindo-lhes a iniciativa da autoexpressão, para que se tornem aprendizes autônomos e expressem sua aprendizagem de maneiras diversas, inclusive por meio da fala ou registros gráficos e escritos” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021, p. 93).

Outro RG representativo à categoria foram os desenhos e escritos de Violeta (RGALC21) que, de natureza composta, apresentou uma síntese da experiência considerando principalmente o procedimento e o resultado experimental, conforme observado na Figura 19. Com isso, os elementos temáticos identificados pautam-se na relação de “Materiais experimentais” por meio de escritos e desenhos, na “Ilustração do procedimento” (desenhos) e na “Indicação do resultado” mediante representações e escritos.

Figura 19 – Desenhos e escritos de Violeta (RGALC21)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Observa-se que a ALC elencou, por meio de desenhos e respectivas legendas, alguns dos principais materiais experimentais, tais como a representação de dois recipientes, um com álcool e outro com água, duas tiras de papel (filtro e sulfite). Além desses elementos imagéticos, consta a representação de um recipiente (copo) com água – visto que possui essa legenda – e em seu interior, na posição vertical, uma tira de papel-filtro que possui uma marcação na extremidade em que o papel está em contato com esse solvente. Essa marcação está a uma certa distância, simbolizando que a ALC compreendeu e realizou o procedimento esperado na CGP, com consequente obtenção do efeito desejado. Outro aspecto que reforça essa análise é que a participante utilizou o azul para representar a água, fazendo apenas um traçado de modo que está apenas “tocando” a borda da tira de papel.

Essas observações permitiram inferir que a participante representou diversos aspectos da experiência, demonstrando diferentes indicativos de aprendizagens do CP, como a capacidade de síntese e as habilidades intelectuais (cognitivas) de representar suas hipóteses. Além disso, valorizou sua memória visual ao considerar minuciosamente os materiais utilizados, assim como as variáveis no resultado, pelo uso dos dois tipos de papel e solvente.

Posto isso, considera-se que no CCD, os PM, ao conferirem aos ALC a oportunidade de falar, argumentar, escrever e desenhar sobre “o que e como aprenderam, e por que seguiram determinados passos para alcançar seus objetivos, estarão contribuindo para que a tomada de decisão, o pensamento crítico e a resolução de problemas caminhem em consonância com o desenvolvimento das Habilidades Cognitivas” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021, p. 92).

Diante disso, ainda nessa perspectiva, concorda-se que os desenhos funcionaram como um facilitador da exposição das construções intelectuais da participante – assim como os demais RG nesta pesquisa – no que se refere às interpretações ao longo da atividade experimental. Essas representações proferidas se relacionaram a uma frase que complementou a ideia, resultado e/ou conjectura no RG de Violeta (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021).

A frase descreve um resultado elucidado pela ALC, ao afirmar que “o marrom tem a mistura das cores rosa, laranja, azul e preto” (RGALC21), reafirmando, assim, que obteve o efeito desejado. Ademais, manifestou em seu registro uma síntese do processo realizado, pois ambos os meios comunicativos (escrito e desenhos) se complementaram, representando desde os materiais utilizados na atividade até o modo de resolver o problema. A culminância foi a representação do resultado pelo desenho do cromatograma em papel, contendo as cores laranja, rosa e marrom, que simbolizaram a composição da tinta da canetinha marrom.

Além disso, na frase supracitada, Violeta elencou o nome das cores observadas que formaram a tinta da canetinha marrom. A ALC pintou em uma forma circular abaixo de cada palavra as cores correspondentes – rosa, laranja, azul e preto, respectivamente –, estruturando uma espécie de legenda. Por fim, na parte superior do RG, observa-se a presença de vários pontos em cor azul, que não se relacionam diretamente com os demais elementos imagéticos e escritos abordados, mas que podem representar um ornamento no registro.

A esquemática do RG de Violeta assume um valor instrumental no processo vivenciado pela participante (Rocha; Malheiro (2020). Desse modo, a fidelidade investigativa se revela explicitamente pela intenção da participante em assumir seus resultados, respondendo ao problema experimental (Rodrigues; Malheiro, 2023a). Violeta claramente afirma suas percepções, relacionando texto e desenho para facilitar a compreensão de como procedeu na atividade, conforme destacado por Oliveira e Carvalho (2005).

O registro é criativo, pois o conjunto de elementos representativos expressados caracteriza as percepções coerentes da participante na atividade investigativa. Além disso, observou-se uma multiplicidade de cores utilizadas nos desenhos e escritos, bem como o capricho nos elementos imagéticos. Todavia, pouco se observou a presença do aspecto conceitual de maneira explícita. E se entende que Violeta concentrou sua sistematização no procedimento e o foco no fenômeno, conforme explorados na categoria seguinte.

7.1.2 Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa

Congrega principalmente as percepções, interpretações e assimilações sobre o(s) CC a partir do fenômeno abordado na atividade experimental e demais momentos da SEI. Nesse contexto, a CGP e os conceitos sobre substâncias e misturas foram indicados nos RG e compreendidos pelos ALC de modo criativo. A tendência dos elementos gráficos (escritos e desenhos) foi articular essas abordagens conceituais e fenomenológicas do efeito desejado ao procedimento e ao resultado, suscitando, então, a explicação causal de suas observações, conforme serão abordados nos RG adiante, nesta discussão.

Em vista disso, a criatividade emerge do fato de que os ALC – em alguns casos –, mesmo que não tenham explicitado algum termo inerente ao CC químico, apresentaram perspectivas análogas. Por exemplo, a utilização do termo “variação” para se referirem a “mistura”, tendo em vista o processo de separação de misturas.

Outro aspecto foi a relação quanto à natureza das cores (primárias e secundárias) sendo, neste caso, uma substância a tinta de uma canetinha de cor primária, como amarelo e o vermelho; misturas, quando a tinta de alguma canetinha apresentou a “variação” de cores no resultado, sendo uma cor secundária, como a marrom, preta, verde e assim por diante.

Ou seja, trata-se de termos e de pontos de vista que concatenaram o que se esperava que compreendessem sobre o CC. Isso foi elucidado ainda nas representações gráficas, como o caso dos cromatogramas de papel contendo o resultado cromatográfico mediante as variações tonais de cores para simbolizar a separação dos pigmentos de determinada cor de canetinha.

A segunda categoria, que emergiu da ACT, intitulada “*Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa*”, representou 24% do *corpus*, consistindo em seis RG sistematizados no Quadro 14. Neste contexto, os elementos temáticos mais destacados que fundamentaram o significado categorial foram a “Explicação do fenômeno” e a “Indicação dos resultados”, por meio de escritos e desenhos.

O viés procedimental também esteve evidente, ao possuir relação direta com o aspecto fenomenológico dos objetos de conhecimento químico em questão, neste caso, os elementos

temáticos “Material experimental”, “Ilustração do procedimento” e “Indicação dos resultados” expressados das duas maneiras. Quanto à “Explicitação de conceitos”, apesar de menos evidente em relação aos primeiros, possui forte influência categorial, visto que se atrela ao seu significado categórico.

Quadro 14 – Aprendizagem conceitual, fenomenológica e criativa

Quantitativo quanto à natureza gráfica dos RGALCn	
Composto	Escrito
RGALC02; RGALC18; RGALC19; RGALC25	RGALC04; RGALC05
Ocorrências dos elementos temáticos nos RG	
	+
Explicação do fenômeno (E):	6
Indicação do resultado (E):	6
Material experimental (D):	4
Material experimental (E):	2
Indicação do resultado (D):	2
Ilustração do procedimento (D):	2
Ilustração do procedimento (E):	2
Explicitação de conceitos (E):	2
Afetividade na experiência (D):	1
	-
Formas de representação/descrição do elemento temático: D – desenho / E – escrito	

Fonte: Elaboração própria.

Observando o Quadro 9, quatro RG são de natureza composta, sendo a maioria, e dois somente escritos. Isso revela o caráter explicativo do aspecto fenomenológico e conceitual. Assim, os registros representativos, que serão apresentados na sequência, retratam alguns indicativos das aprendizagens do CC, CP e CA com as peculiaridades no modo de produzir de cada participante, enfatizando o aspecto conceitual e fenomenológico, conforme previsto.

Diante disso, apresenta-se o registro escrito de Carmim (RGALC05) (Figura 20), no qual o ALC sistematizou a experiência priorizando a explicação do fenômeno de modo criativo e coerente. Isso foi evidenciado a partir da observância das ocorrências de elementos temáticos que embasaram o caráter categorial aqui abordado. Assim, a “Indicação do resultado”, “Explicação do fenômeno” e a “Explicitação de conceitos” em linguagem escrita, bem como a “Ilustração do procedimento” (escrito e desenho) compuseram a estrutura gráfica do registro, conforme serão abordados ao longo da discussão.

Figura 20 – Escritos de Carmim (RGALC05)

<p>Hoje eu aprendi como descobri se a tinta da canetinha é uma mistura ou uma só substância, mais como e que faz? é fácil voce vai precisar de: papel filtro, alco, canetinhas, copos e tesoura</p> <p>Como fazer?</p> <p>Recorte o papel filtro assim:  depois pinte uma bolinha na pontinha do papel e deixe no copo com alco</p> <p>Por que isso acontece</p> <p>- O alco solta pelo papel e arrasta algumas cores da mistura e outros não, assim podemos ver todas as cores da mistura.</p>	
Transcrição	<p>Hoje eu aprendi como descobri se atinta da canetinha é uma mistura ou uma só substância, mais como e que faz? e faci você vai precisar de: papel filtro, alco, canetinhas, copos e tesoura</p> <p>Como fazer?</p> <p>Recorte o papel filtro assim: depois, pinte uma bolinha na pontinha do papel e deixe no copo com alco.</p> <p>Por que isso acontece</p> <p>O alco sobre pelo papel e arrasta algumas cores da mistura e outros não, assi, podemos ver todas as cores da mistura.</p>
Transcrição com correção	<p>Hoje eu aprendi como descobri se a tinta da canetinha é uma mistura ou uma só substância. Mas como e que faz? É fácil, você vai precisar de: papel-filtro, álcool, canetinhas, copos e tesoura.</p> <p>Como fazer?</p> <p>Recorte o papel-filtro assim: depois pinte uma bolinha na pontinha do papel e deixe no copo com álcool.</p> <p>Por que isso acontece</p> <p>O álcool sobre pelo papel e arrasta algumas cores da mistura e outros não, assim podemos ver todas as cores da mistura</p>

Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Esse RG escrito apresenta uma estrutura criativa e sistemática em três aspectos: introdução com resposta ao problema; indicação do procedimento experimental; e explicação causal do fenômeno. Sendo assim, o ALC demonstrou uma organização lógica de suas compreensões e aprendizagens a partir da experiência, conforme serão abordados na sequência.

Inicialmente, percebe-se que Carmim compartilhou suas aprendizagens provenientes da atividade experimental, detalhando os elementos cruciais do problema apresentado e do conteúdo científico explorado. No caso, ele enfatizou a essência do problema proposto pelo PMD aos ALC: identificar se a tinta das canetinhas pode ser classificada como uma substância ou uma mistura. Esse discernimento é baseado na análise da composição da tinta, notadamente

dos pigmentos presentes nesse material escolar.

Além disso, o participante listou os materiais experimentais utilizados no procedimento, estabelecendo uma relação com o aspecto do CP, conforme enfatizado nos RG da categoria anterior. Isso evidencia que a indicação da relação dos materiais se enquadra na descritividade manipulativa conforme discutido por Rodrigues e Malheiro (2023a). Essa prática é comum no CCD, visto que a maioria dos ALC costuma apresentar em seus RG esses objetos, seja de forma integral ou parcial (Almeida, Amorim; Malheiro, 2020; Rocha; Malheiro, 2020).

Assim, compreende-se que o aspecto procedimental é inseparável do conceitual no EC, em qualquer contexto do ENSI no CCD. Isso ocorre porque, ao manipularem os materiais e ao mobilizarem ações intelectuais, os participantes enfrentam um problema relacionado que surge de um objeto do conhecimento de Ciências. Ou seja, o CC se entrelaça com o CP em uma SEI, alinhando-se aos pressupostos de que os conteúdos podem ser ensinados e aprendidos simultaneamente, dependendo dos objetivos pedagógicos da atividade (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Outro ponto notável, é que Carmim, além de descrever os materiais experimentais, indicou como operá-los para obter resultados satisfatórios na CGP. É interessante observar que o participante foi cuidadoso ao demonstrar detalhadamente em seu escrito como proceder na aplicação da tinta da canetinha na tira de papel-filtro. Essa atenção aos detalhes é evidenciada ainda pela representação gráfica da tira de papel com a aplicação da tinta, concluindo a explicação com a utilização dos demais materiais, como o copo e o álcool.

Posto isso, permite inferir que o RG apresenta o aspecto procedimental associado ao conceitual para responder ao problema investigativo. Isso culmina com a perspectiva da fidelidade investigativa, ao perceber a necessidade de oferecer uma resposta (Rodrigues; Malheiro, 2023a). Além disso, considera-se que foi essa estrutura discursiva que subsidiou a explicitação dos elementos temáticos supracitados na categoria e, especificamente, no registro.

É justamente essa articulação dos indicativos de aprendizagem dos conteúdos que reforça a necessidade de se compreender que essa tridimensionalidade do conteúdo precisa ser considerada nas práticas pedagógicas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação de Ciências, visto que os CC, CP e CA se relacionam, complementam-se desenvolvem concomitantemente (Clement; Terrazzan, 2011; Coll, 2000; Pozo; Crespo, 2009; Zabala, 2014).

O terceiro aspecto destaca que, ao assumir o título “Por que isso acontece” (RGALC05), o ALC explicou o fenômeno da CGP, assumindo implicitamente o exemplo de canetinhas com tintas que possuem mais de um pigmento em sua composição. Ao argumentar “o álcool passa pelo papel e arrasta algumas cores da mistura e outras não, assim podemos ver todas as cores

da mistura” (RGALC05), nota-se que é assumido o termo “mistura” – desde a parte inicial do RG – permitindo inferir que Carmim compreendeu o objetivo da atividade investigativa. Assim, o participante foi fiel na sua explicação e a SEI, dado que articulou elementos fundamentais vivenciados no processo.

Esses aspectos corroboram com a classificação de procedimentos proferida por Clement e Terrazan (2011), observados em uma atividade didática de resolução de problemas, que se constitui na compreensão e organização conceitual da informação, tais como: utilização de diferentes informações e conceitos; estabelecimento de relações entre os conceitos; verbalização da resolução praticada; elaboração da síntese da resolução; proposta de novas situações-problema. Percebe-se a relação entre o CC e o CP nessa classificação e o reflexo para o RG de Carmim, pois, exceto o último conteúdo elencado, os demais se enquadram na perspectiva do RG do ALC.

Diante disso, ao descrever a explicação causal da CGP, conforme supracitada, Carmim apresentou em seu vocabulário palavras que indicam o aspecto conceitual químico, tais como “álcool” e “mistura”. Além disso, relacionou esses conceitos na explicação, indicando como ocorreu a separação da mistura de pigmentos que compõem as tintas de algumas canetinhas.

Apesar de ter usado os termos alternativos “sobe” e “arrasta” para descrever a migração seletiva dos pigmentos, evidenciou compreensão do fenômeno. Dessa forma, considera-se que o ALC estabeleceu conexões significativas entre os conceitos mencionados no contexto da CGP e aqueles de misturas e substâncias, indicando uma aprendizagem no campo conceitual. Em outras palavras, ele demonstrou uma correlação entre conteúdos científicos com possíveis significados (Pozo, 2000).

O texto de Carmim, de maneira geral, sustenta a ideia de que “o desenvolvimento da linguagem e a associação desta ao emprego dos termos científicos também devem ser direcionados às crianças pequenas, como forma de introduzi-las no universo das ciências” (Moraes; Carvalho, 2017, p. 945). Essa abordagem não deve se limitar apenas às crianças pequenas, mas ser promovida em todo o Ensino Fundamental I e II nos processos de ensino e aprendizagem da Educação Científica, conforme o que se busca estabelecer no CCD e o que se pretendeu nesta investigação.

Essas inferências permitem concordar que na SEI, a tomada de consciência se refere à reflexão e à percepção sobre as próprias ações no processo de compreensão do fenômeno observado que apreente determinado conhecimento científico. Isso fomenta o desenvolvimento do pensamento científico, acarretando a elaboração do conceito como processo e não unicamente como produto (Brito; Fireman, 2018; Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009). Neste

sentido, Carmim em seu RG relacionou não apenas o aspecto conceitual, mas também gerenciou elementos que remontam à perspectiva procedimental.

Sendo assim, cabe ressaltar que na construção do conhecimento científico, a tomada de consciência nem sempre acontece espontaneamente. Para promovê-la, em uma atividade de Ciências investigativa, é fundamental que o professor assuma uma postura indagativa, intervindo nas interações dialógicas por meio de questões que levem os alunos a refletirem sobre o que fizeram para solucionar o problema proposto (Carvalho, 2011).

O texto elaborado por Carmim apresenta um aspecto pertinente relacionado às perguntas que serviram como elemento norteador e articulador do pensamento, bem como das ideias do participante, tais como: “Mas como se faz?”; “Como fazer?”; “Por que isso acontece?” (RGALC05). É observável que as perguntas elaboradas são respondidas pelo próprio ALC após cada questão. Isso evidencia que tais escritos representaram suas abstrações e construções pessoais do conceito e das aprendizagens. Além disso, permitiu inferir que o participante expressou, em sua criatividade, a compreensão do CC abordado na SEI, pois conseguiu de maneira objetiva explicar o processo de separação dos pigmentos a partir da CGP.

Pelo registro elaborado, o ALC demonstrou uma certa habilidade em expressar suas impressões por meio da linguagem escrita, apresentando uma síntese sistemática da experiência vivenciada, o que indica uma aprendizagem do CP. Isso está alinhado com a ideia de que ao vivenciar o ENSI utilizando diferentes linguagens da ciência, os ALC potencializam o desenvolvimento de algumas habilidades essenciais no fazer científico. Esse processo se relaciona com o EC e a alfabetização científica, pois oportuniza a compreensão de alguns significados que envolvem conhecimentos científicos (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020; Carvalho; Queiroz; Malheiro, 2023; Moraes; Carvalho, 2017).

À vista desses aspectos, é possível considerar que Carmim apresentou indicativos de uma do CC, visto que expôs em seus escritos ideias relacionadas ao conceito científico abordado. Evidenciou a retenção dos resultados obtidos, demonstrou proficiência na manipulação dos materiais experimentais e destacou suas ações para atingir os objetivos propostos, enfatizando o entendimento do CC. Esses aspectos refletem um nível avançado de compreensão e aplicação dos conceitos científicos (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021).

Nota-se que, apesar de ter apenas dez anos, Carmim demonstrou domínio e clareza na escrita. No entanto, o RG desse participante não pode ser generalizado para os registros dos demais ALC. Pois, em geral, não possuem tantos detalhes e robustez para manifestar uma plena compreensão dos diferentes conteúdos. Cada ALC tem seu próprio estilo de registro e sua própria maneira de expressar suas aprendizagens e compreensão dos mesmos.

Todavia, a partir das análises desta pesquisa e dos referenciais teóricos, percebe-se que o instrumento de sistematização do conhecimento, como o RG, oferece uma oportunidade valiosa para identificar elementos diagnósticos de algumas aprendizagens do conteúdo, dos níveis de alfabetização científica e da linguagem materna. No entanto, isso requer uma análise mais profunda e específica para uma interpretação precisa.

Outro destaque nesta categoria é o RG composto de Turquesa (RGALC19), no qual a ALC proferiu elementos imagéticos associados a escritos que enfatizaram o aspecto fenomenológico associado ao resultado do experimento e aos materiais experimentais utilizados, conforme observado na Figura 21. Como elementos temáticos, observou-se a “Indicação do resultado”, a “Explicação do fenômeno” e a “Explicitação de conceitos” (escritos); a “Afetividade na experiência” e o “Material experimental” por meio de desenhos.

Figura 21 – Desenhos e escritos de Turquesa (RGALC19)

Transcrição	<p>Bom assim hoje eu aprendi sobre misturas da canetinha Bom eu descobri <i>i</i> achei muito interessante que as canetinhas não tem só uma cor tipo quem vai fazer as canetinhas não usam só uma cor tipo tem algumas que sim Mas tem muitas que são com <i>varias</i> cor <i>i</i> elas são homogêneas porque tem <i>varias</i> com tipo assim <i>u</i> preto e feito de azul rosa e roxo o verde e feito de azul então eu gostei muito. Gostei muito</p>
Transcrição com correção	<p>Bom, assim, hoje eu aprendi sobre misturas das canetinhas. Bom, eu descobri e achei muito interessante que as canetinhas não têm só uma cor. Tipo, quem vai fazer as canetinhas, não usam só uma cor. Tipo, tem algumas que sim, mas tem muitas que são com várias cores e elas são homogêneas, porque tem várias. Com... tipo assim, o preto é feito de azul, rosa e roxo. O verde e feito de azul. Então eu gostei muito. Gostei muito.</p>

Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Este RG é composto, pois associa textos a desenhos, mas é predominantemente escrito. Em termos estruturais, volta-se para o resultado da resolução do problema experimental em uma manifestação interpretativa-reflexiva da experiência. Além disso, observa-se no relato de Turquesa a presença de alguns termos atribuídos aos objetos de estudo da ciência Química, tais como “misturas” e “homogêneas”. Esses aspectos, centrados no viés conceitual, fundamentam a presente categoria, como discutido anteriormente no RG de Carmim.

Essas considerações corroboram com a perspectiva de que o professor, ao promover momentos em atividades de Ciências com problematização, discussão e registro gráfico para os alunos – o que contempla o CCD e as SEI promovidas nesse espaço – estará em um contexto de investigação científica – devido ao caráter do ENSI – e, certamente, fomentando sua alfabetização científica (Almeida; Amorim; Malheiro, 2020; Oliveira, 2013).

Outra perspectiva no registro diz respeito às suas considerações sobre a importância do problema no processo de aprendizagem, pois associou a contextualização inicial, o objetivo do problema e suas observações do resultado durante o experimento. Isso se justifica ao afirmar que “as canetinhas não usam só uma cor, tipo, tem algumas que sim” (RGALC19), pois ao observar o resultado cromatográfico, aquelas tintas que possuem mais de um pigmento na composição têm o caráter homogêneo, concatenando a ideia de misturas homogêneas.

Observou-se ainda que, apesar de Turquesa não explorar minuciosamente esses conceitos, indicou ter compreendido de forma coerente essa demanda conceitual com a perspectiva científica, alinhada às intenções da atividade experimental. Diante disso, o caráter conceitual e fenomenológico sinalizado pela participante também se associa a uma operação intelectual, pois ao proferir uma interpretação, apresenta indícios de uma aprendizagem procedimental, visto que é uma competência científica (Tabosa; Albuquerque; Malheiro, 2023).

Nesse contexto, o problema experimental, quando bem elaborado, proporciona ao aluno condições para resolvê-lo e despertar interesse em fazê-lo. Mas entende-se que no ENSI tanto o professor quanto o próprio aluno, com suas competências em desenvolvimento, têm atuações específicas para a resolução do problema. Isso permite que se envolvam suficientemente no processo investigativo, conectando seus conhecimentos anteriores aos novos observados na atividade. Além disso, destaca-se a importância da sistematização oferecida pelo professor, seja por meio de um texto ou outro material que apresente os conceitos e o vocabulário. Não somente as palavras, mas os significados, isto é, a linguagem científica, para que o aluno perceba a relação entre seu conhecimento prévio e o conhecimento estruturado cientificamente (Carvalho, 2013). Essa perspectiva se entrelaça com o processo de aprendizagem significativa do conteúdo

científico (Pozo, 2000; Pozo; Crespo, 2009; Zabala, 2014).

Destaca-se ainda a maneira como Turquesa procurou aplicar esse conhecimento em um contexto específico e real ao relatar que “quem fabrica as canetinhas não utiliza apenas uma cor” (RGAC19), referindo-se à produção desse material escolar. É evidente que essas reflexões foram influenciadas por suas observações empíricas, combinadas com as informações apresentadas no vídeo didático “O segredo das canetinhas hidrocor”, exibido durante a sistematização coletiva dos conhecimentos, no qual o apresentador abordou essa informação.

De maneira semelhante ao que foi observado por Rodrigues, Sousa e Malheiro (2023), a ALC expressou suas aprendizagens em Ciências por meio de desenhos e escritos, estabelecendo conexões com seu cotidiano a partir da compreensão do conteúdo abordado na SEI. Essa abordagem destaca a relevância do material de sistematização fornecido pelo professor na SEI, como discutido anteriormente (Carvalho, 2013).

O registro de Turquesa destaca ainda os resultados do efeito desejado por ela alcançado ao exemplificar: “O preto é feito de azul, rosa e roxo. O verde é feito de azul” (RGALC19), referindo-se aos pigmentos presentes nas cores das canetinhas preta e verde. Essa percepção está associada às características do CP, na perspectiva da fidelidade investigativa, uma vez que a ALC elucidou em seu RG a explicação do fenômeno da CGP, indicando o resultado de seu ensaio experimental (Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Outro aspecto a ressaltar refere-se ao material experimental utilizado, visto que a experiência se tornou um momento significativo para a aluna, ao afirmar ter gostado “muito”. Abaixo do texto, ela representa alguns desenhos que simbolizam as canetas hidrográficas utilizadas em suas cores correspondentes (preto, marrom, azul, vermelho, amarelo e verde respectivamente), e ao lado direito, desenha três corações (um grande e dois pequenos).

Essas ponderações reforçam a importância de considerar materiais experimentais atrativos durante a SEI. Isso instiga a participação ativa do aluno e proporciona condições para que eles resolvam o problema, estabelecendo relações com o objeto do conhecimento e o fenômeno explorado (Carvalho, 2013; Carvalho *et al.*, 2009; Malheiro, 2016; Rodrigues; Malheiro, 2023a; Rodrigues; Sousa; Malheiro, 2023).

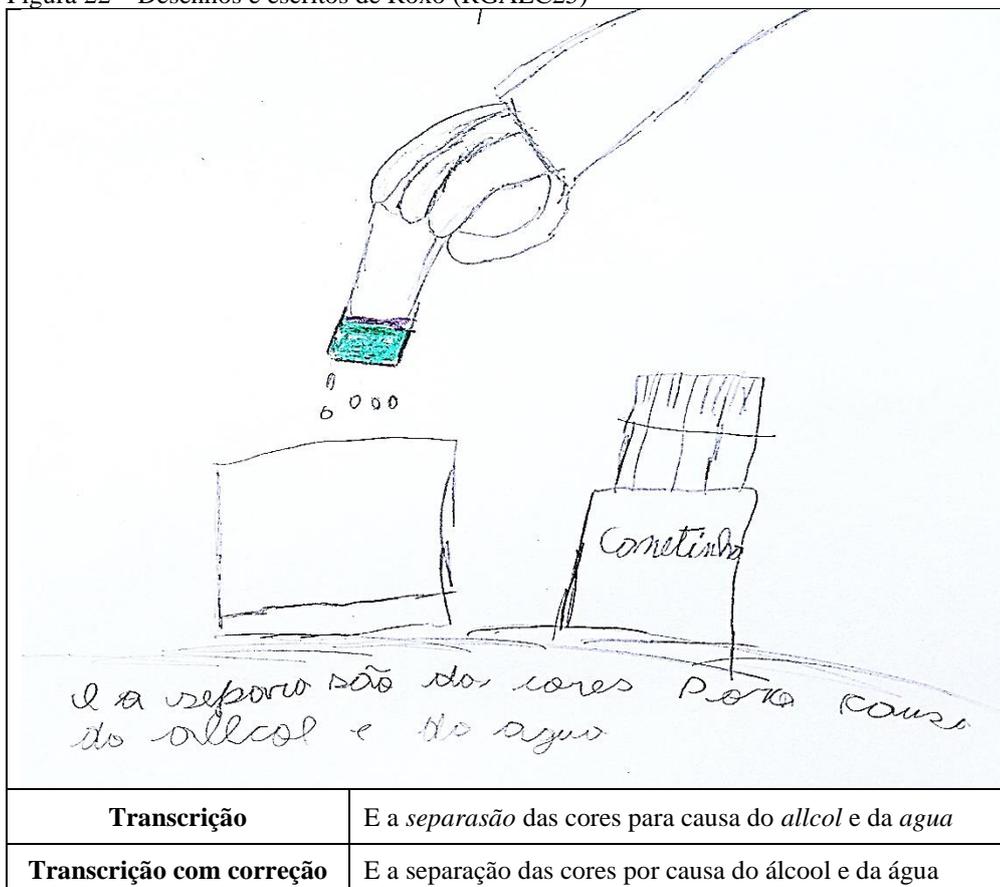
Ressalta-se, ainda, que ao associar elementos imagéticos e escritos, a ALC demonstrou criatividade em seu aprendizado, explicitando resultados de modo coerente com a perspectiva do efeito desejado no experimento. Essas relações entre a escrita e o desenho permitiram inferir que atuaram como um mecanismo organizador do seu pensamento e de suas construções (Rocha; Malheiro, 2020; Rodrigues; Malheiro, 2023a).

Nesse contexto, destaca-se que a escrita e o desenho na SEI permitem ao PM identificar

os limites e as facilidades dos ALC em compreender determinado conceito ou processo, pois os RG “são importantes ferramentas metodológicas, no sentido de permitirem que os alunos manifestem suas aprendizagens, bem como suas possíveis dificuldades a respeito da atividade realizada” (Costa; Rodrigues; Malheiro, 2023, p. 314). Ademais, os próprios ALC têm a oportunidade de se autoavaliar em sua aprendizagem, dado que os RG atuam como instrumentos avaliativos. Essa avaliação possui um viés criativo e não convencional, visto que o modelo é de livre expressão (Rocha; Malheiro; Teixeira, 2019).

O registro de Roxo (RGALC25) se destaca por sua abordagem abrangente e detalhada da atividade experimental realizada. Roxo ilustrou o efeito desejado da experiência e forneceu uma explicação sucinta sobre o resultado cromatográfico. Os elementos temáticos presentes incluem a indicação do resultado por meio de desenhos e escritos, a explicação do fenômeno por escrito, a ilustração do procedimento em desenhos e a descrição do material experimental, tanto por escrito quanto por meio de desenhos. Essa variedade de abordagens evidencia a compreensão e o engajamento de Roxo na atividade investigativa.

Figura 22 – Desenhos e escritos de Roxo (RGALC25)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

O registro é composto por elementos imagéticos e textuais que representam o

procedimento experimental realizado pelo ALC, assim como a busca pela explicação causal do fenômeno cromatográfico. Predominantemente, o RG é constituído por composições imagéticas que ilustram a manipulação dos materiais do experimento. Neste caso específico, observa-se a representação de um antebraço segurando uma tira de papel de modo que está suspenso na posição vertical levemente inclinada. Na tira de papel, há a marcação de uma listra em cor roxa e a maioria em cor verde, preenchendo a extremidade que esteve em contato com o solvente.

Além disso, o ALC representou uma forma quadrada irregular que simboliza o recipiente contendo o solvente (não identificado). Nessa relação entre a tira de papel e o recipiente/solvente, há algumas formas circulares entre tais elementos imagéticos, os quais simbolizam serem gotículas do solvente “pingando” do papel. À direita do recipiente, nota-se a representação das canetinhas na embalagem, na qual no rótulo está escrito “canetinha”.

Considera-se que Roxo demonstrou ter compreendido o procedimento experimental, visto que foi o aspecto em maior evidência em seu RG; portanto, infere-se que o participante manifestou aprendizagens do CP ao sinalizar a ação manipulativa de maneira coerente (Rodrigues; Malheiro, 2023a). Esses aspectos se relacionam ainda com o viés conceitual e fenomenológico da atividade, conforme observado no texto elaborado abaixo dos desenhos.

De modo sucinto, o ALC expressou que “a separação das cores ocorre por causa do álcool e da água” (RGALC25). Percebe-se a busca pela explicação do fenômeno, indicando que a separação dos pigmentos presente na tinta da canetinha ocorre devido à atuação dos solventes. No entanto, não especificou o solvente utilizado, mas se deduz a possibilidade de ter utilizado ambos (água e álcool etílico), tendo em vista que estavam disponíveis.

Esses aspectos permitiram inferir que, mesmo não expressando conceitos inerentes à CGP ou às misturas e substâncias, o ALC concatenou a ideia do processo ao articular os desenhos e escritos para ilustrar seu método de resolução do problema experimental e a busca por uma explicação. Essas observações indicam uma provável compreensão do ALC sobre a função do solvente, e, por esse motivo, ele priorizou esse elemento durante a sistematização. É nesse contexto, conforme Carvalho (2013), que se deve considerar o que o aluno já sabe, proporcionando condições para a construção de novos conhecimentos posteriormente.

Essa reflexão é importante porque no CCD, as SEI e outras atividades propostas não se configuram como uma aula tradicional, uma vez que é um espaço pedagógico não formal. Apesar disso, busca-se criar um ambiente para a construção do conhecimento científico. De acordo com Cabral (2021), o encontro de diferentes realidades, por meio dos ALC, com suas diversas culturas, torna o CCD um ambiente propício para a construção de valores científicos,

sociais e educacionais, especialmente devido à interação entre a escola e a universidade.

Posto isso, considera-se que nesta categoria, os ALC enfatizaram principalmente os aspectos conceituais, como evidenciado nos RG, nos quais eles expressaram palavras relacionadas ao fenômeno da CGP e às substâncias e misturas. Esperava-se, portanto, que eles ampliassem seu vocabulário, considerando os conceitos científicos, e os reproduzissem em seus RG com significado. No entanto, essa perspectiva só poderia ser mais claramente evidenciada se houvesse uma continuidade mais específica na SEI, assim como na análise desses instrumentos discursivos, levando em conta as falas para que relatassem cada item do RG.

Ainda sobre essa discussão, destaca-se que durante o experimento houve uma certa apreensão entre os ALC e os PM, porque os resultados esperados não apareceram dentro do tempo previsto no planejamento. Isso levanta a questão da importância de uma preparação formativa para os PM, permitindo-lhes alcançar um pleno domínio sobre como direcionar e mediar as ações dos ALC no ENSI. Isso seria essencial para evitar ou amenizar problemas, ou imprevistos que possam surgir e prejudicar, em ações futuras, o andamento da atividade e, principalmente, a aprendizagem dos alunos.

Esse aspecto provavelmente teve impacto na forma como os ALC sistematizaram individualmente suas aprendizagens. Apesar de apresentarem informações relevantes, a maioria dos RG carece de detalhes sobre a intenção do participante em expressar determinado conhecimento, situação ou reflexão. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, como limitações do processo educacional, dificuldades de leitura e escrita dos alunos ou simplesmente à falta de vontade de participar do momento de escrever e desenhar. Essa situação demandou um esforço significativo na interpretação e análise precisa desses documentos durante a pesquisa.

Além disso, o tempo destinado à etapa “Escrever e Desenhar”, que no plano didático foi de 45 minutos, foi relativamente adequado em comparação às experiências vivenciadas nas SEI anteriores à pesquisa, as quais destinaram cerca de 15 minutos para essa etapa. No entanto, na SEI desta pesquisa, o tempo esperado foi reduzido devido às etapas anteriores terem ultrapassado o tempo previsto, especialmente a resolução do problema, devido à dificuldade dos ALC, como relatado anteriormente. Isso pode ter se tornado um fator limitante no momento de sistematizarem seus conhecimentos, visto que a etapa é a última na SEI e ocorre próxima ao horário de término do encontro no CCD.

Por fim, apesar desses contratempos, além do enfoque conceitual já mencionado, o enfoque procedimental também se fez presente nos RG que compõem esta categoria. Os elementos temáticos mais recorrentes foram a representação do efeito desejado, considerando os materiais e o modo de manipulá-los com o resultado cromatográfico. No entanto, o aspecto

atitudinal ficou ausente e menos articulado com os demais conteúdos, mas está mais evidente nos RG que compõem a categoria seguinte, conforme será abordado.

7.1.3 Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem

Prioriza-se o aspecto socio-relacional no processo de aprendizagem dos conteúdos, cujo elemento central nessas atitudes e ações é o relacionamento intrapessoal e interpessoal na atividade investigativa. Neste sentido, a subjetividade de cada participante foi manifestada de modo que a afetividade e as emoções fossem elementos mais enfatizados nas expressões gráficas dos ALC. Isso é evidenciado, por exemplo, na representação da figura humana por meio de uma autorrepresentação ou pela presença dos pares e demais participantes envolvidos no processo, como os PM. O aspecto colaborativo no processo de resolução do problema frente à experiência estabelecida esteve em maior evidência (Studart; Hamilton, 2022).

Esta categoria abrange apenas quatro RG, representando 16% do *corpus* de análise, conforme descrito no Quadro 15. Dentre as ocorrências dos elementos temáticos presentes nos RG, destacam-se a “Afetividade na experiência”, a “Representação da figura humana” e a “Autorrepresentação” por meio de desenhos. Outros elementos, como os “Materiais experimentais”, “Ilustração do procedimento” e a “Indicação do resultado”, também foram importantes, pois se articularam com aqueles que mais influenciaram na categoria.

Quadro 15 – Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem

Quantitativo quanto à natureza gráfica dos RGALCn	
Composto	Desenho
RGAC24	RGAC11; RGAC12; RGAC16
Ocorrências dos principais elementos temáticos constituintes dos RG	
	+
Afetividade na experiência (D):	4
Representação da figura humana (D):	4
Autorrepresentação (D):	4
Material experimental (D):	4
Ilustração do procedimento (D):	2
Indicação do resultado (D):	2
Afetividade na experiência (E):	1
Autorrepresentação (E):	1
Material experimental (E):	1
Ilustração do procedimento (E):	1
Indicação do resultado (E):	1
	–
Formas de representação/descrição do elemento temático: D – desenho / E – escrito	

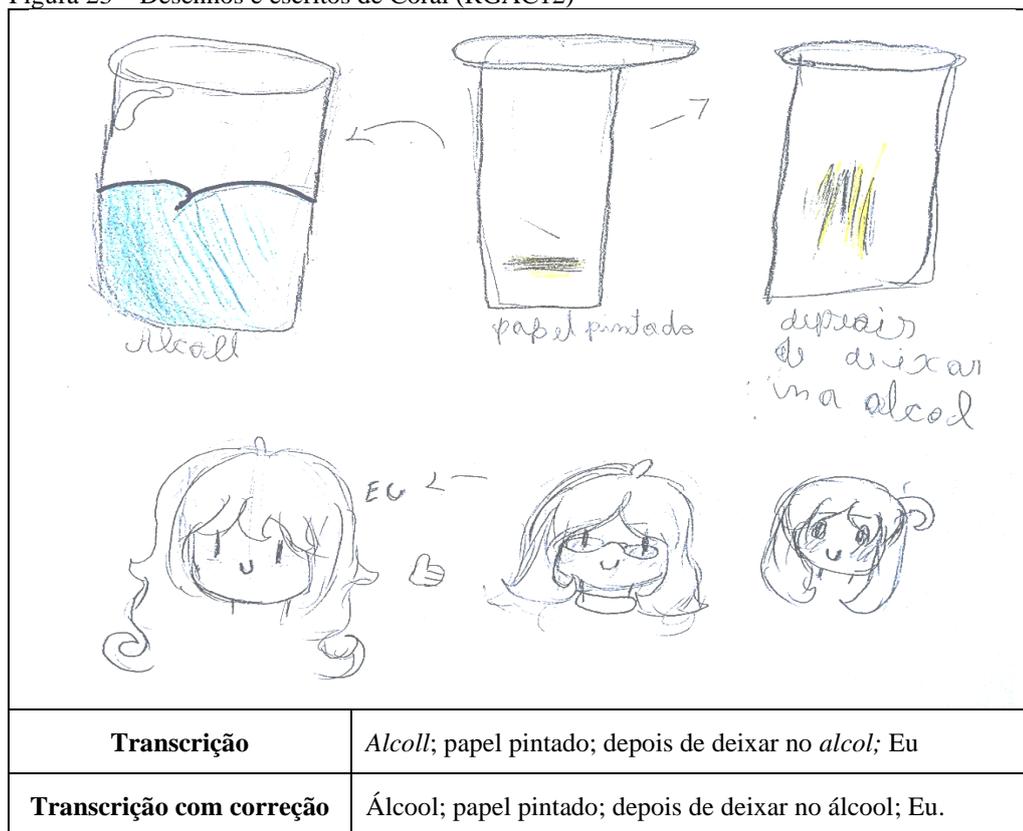
Fonte: Elaboração própria.

Ao se observar o Quadro 15, a maioria dos registros é de natureza imagética; neste caso, três RG se constituem apenas por desenhos, enquanto apenas um é composto. Nenhum registro puramente escrito se enquadrava na categoria. Essas observações se reforçam ao perceber que

os elementos temáticos, em geral, foram predominantemente imagéticos (desenhos), 22 precisamente, e apenas cinco elementos foram escritos.

Em vista desses aspectos, destaca-se o RG de Coral (RGALC12), que representa a categoria. O registro é constituído por elementos imagéticos que expressam o procedimento experimental associado às emoções da ALC, que participou de um trabalho colaborativo com outros participantes da pesquisa, conforme observado nas informações da Figura 23.

Figura 23 – Desenhos e escritos de Coral (RGAC12)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

No primeiro aspecto observado, na parte superior da folha de papel, a ALC buscou sistematizar de maneira objetiva o efeito desejado no experimento. Para isso, representou o material utilizado na CGP, destacando o recipiente (copo) contendo o solvente (álcool). No centro, observa-se a representação de uma tira de papel com uma marcação simbolizando o local de aplicação da tinta da canetinha de cor preta, acompanhada da legenda “papel pintado”. Vale destacar que essa tira de papel foi desenhada verticalmente, com a marcação a alguns centímetros da extremidade inferior, indicando a parte da tira de papel que entrou em contato com o solvente, o que sugere que a ALC resolveu o problema satisfatoriamente.

Na extremidade superior da primeira representação da tira de papel, há a presença de uma forma irregular, quase elíptica. Na perspectiva unidimensional do papel, essa forma pode

ser associada à figura cilíndrica de uma canetinha. Isso permite inferir que a aluna desenhou uma canetinha, posicionando-a de modo a sustentar horizontalmente a borda do papel sobre o recipiente. Esse detalhe se assemelha ao que foi apresentado no vídeo didático exibido durante a etapa de sistematização coletiva do conhecimento.

Na segunda representação da tira de papel, ao lado direito da anterior, a imagem é repetida, mas a aplicação da tinta da caneta possui um efeito diferente, aparecendo de maneira “misturada”. Abaixo do desenho, está a legenda “depois de deixar no álcool” (RGALC12), indicando que se trata da representação do resultado. A participante utilizou setas para indicar as relações entre esses materiais e os significados/sentidos apresentados por eles.

Destarte, nota-se a criatividade de Coral em apresentar elementos que se relacionaram com a experiência de modo coerente com a perspectiva da atividade experimental desenvolvida. Um elemento que chama a atenção no caso das tiras de papel antes e após o contato com o álcool é justamente a maneira como a tinta da canetinha está em cada momento. No primeiro caso, a aplicação da tinta está em uma posição horizontal no papel, enquanto, no segundo, consta em uma posição vertical, significando que foi o posicionamento e/ou caminho da migração dos componentes da tinta, neste caso, os pigmentos correspondentes.

Esse aspecto demonstra a capacidade criativa e a imagem/representação mental da aluna perante a experiência, revelando-se como indicativos de aprendizagens do CC e CP articuladamente. Diante disso, cabe ressaltar que, embora os RG não estejam nitidamente coloridos em toda sua extensão e muitas vezes até dificultem a visualização, é possível perceber as inferências realizadas pelo pesquisador.

Sobre a perspectiva do CP, notou-se que este respalda a construção sistemática da ALC em sua maneira de resolver o problema. Muitos são os procedimentos que os alunos aprendem em uma atividade – seja de Ciências ou outro componente curricular – que, neste caso, se voltou exclusivamente à capacidade de organizar informações e memorizá-las de maneira natural (Coll; Valls, 2000). Ou seja, pela sua experiência, a ALC estabeleceu relações com a nova perspectiva apresentada pelo PMD, após a exibição do vídeo supracitado. Novamente, situa-se o valor pedagógico do texto ou material de sistematização do conhecimento utilizado após as etapas de resolução do problema e sistematização coletiva dos conhecimentos, apresentando o conhecimento científico e também a resposta ao problema (Carvalho, 2013).

Isso se torna fundamental para que os ALC tenham uma compreensão mínima sobre a observação do efeito desejado do experimento e relacionem ao que construíram, potencializando uma aprendizagem com significados coerentes, sem desconsiderar seus conhecimentos anteriores. Afinal, é indispensável para a aprendizagem do CC e do CP que o

aluno estabeleça conexões entre suas ideias prévias e os novos conteúdos apresentados para que essas aprendizagens sejam significativas (Carvalho, 2012; Coll; Valls, 2000; Rodrigues; Malheiro, 2023a; Zabala, 2014).

A manifestação da figura humana foi um aspecto pertinente no registro de Coral. Na parte inferior do papel, abaixo do elemento imagético anterior, representou o rosto de três pessoas, sendo o primeiro – considerando o canto esquerdo do papel – sua autorrepresentação. Inclusive, adicionou a legenda “EU” com uma seta apontando para ela.

Os outros rostos, assim como o de Coral, possuem características de pessoas do sexo biológico feminino. Uma das pessoas está utilizando óculos e a outra não. A inferência de que são outras pessoas surge a partir dos detalhes peculiares de cada representação, como o formato dos olhos, o cabelo e o acessório (óculos). Nota-se ainda o tamanho do desenho, que é diferente, sendo o da ALC maior em relação aos demais e que se destaca por isto .

Além disso, não há identificação de quem seriam essas pessoas, mas se pressupõe-se que sejam ALC integrantes de seu grupo de trabalho. Destaca-se que a expressão facial representada indica sorrisos, o que significa que a ALC e seus pares se sentiram felizes e satisfeitos com o momento da atividade e, principalmente, por realizarem o que se esperava no experimento. A relação entre a presença de figuras humanas e a expressão facial evoca o viés emocional na aprendizagem, isto é, a afetividade, o subjetivo da participante (Studart; Hamilton, 2022).

Nesse contexto, a ação de se autorrepresentar revelou que a participante buscou, por meio da linguagem pictórica, expressar seus sentimentos e emoções perante essa experiência no CCD, indicando que gostou de participar. Ademais, o conjunto imagético permitiu inferir que Coral valorizou a importância das relações sociais no processo colaborativo da atividade investigativa, visto que assumiu em suas representações a presença de seus pares. Isso se demonstra como uma aprendizagem do CA, visto que, para a ALC, a experiência foi colaborativa durante as etapas anteriores à de “Escrever e Desenhar” na SEI (Carvalho, 2013).

Isso se relaciona com a perspectiva de que no RG a ALC manifestou um respeito à aprendizagem da Ciência, o que se assume como um tipo de atitude que pode ser promovida entre os alunos por meio do EC (Pozo; Crespo, 2009). As atitudes enquanto conteúdo importam, pois guiam os processos perceptivos e cognitivos que conduzem à aprendizagem de qualquer tipo de conteúdo educacional, seja o CC, CP ou CA (Sarabia, 2000, p. 136).

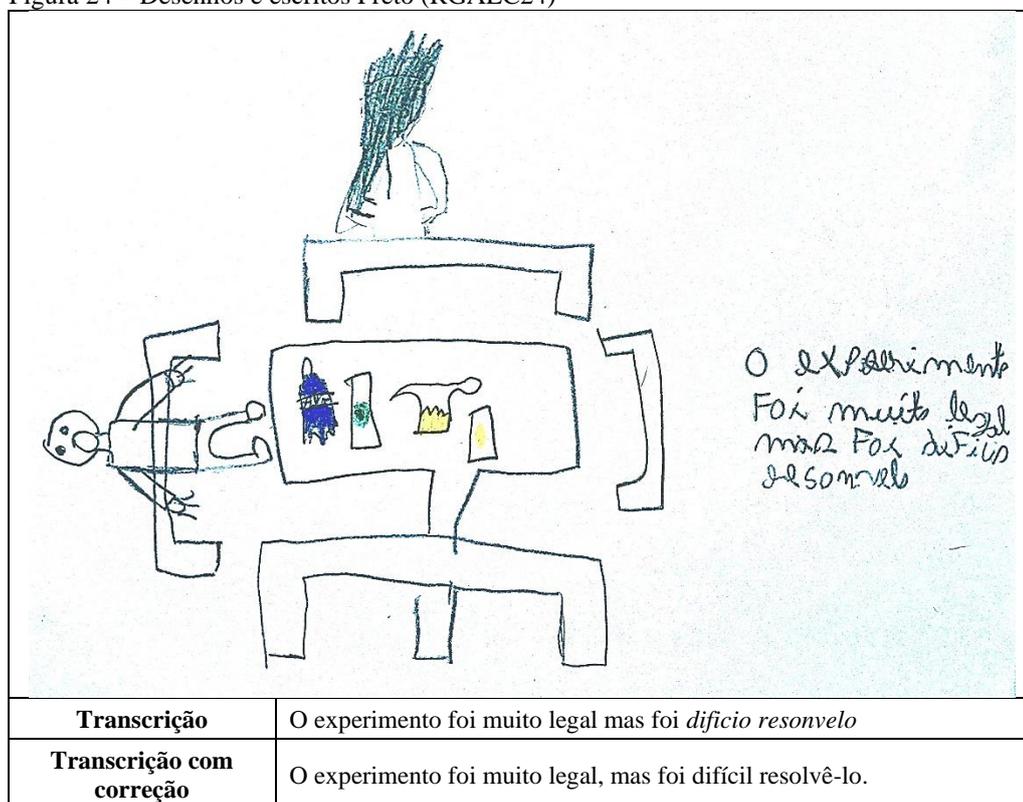
Em vista dessas ponderações, entende-se que Coral expressou elementos que indicam a presença de conteúdos em sua tridimensionalidade. Contudo, a articulação prevista nos referenciais não foi elucidada, pois, apesar de se constituir um RG criativo, com desenhos

legíveis passíveis de entendimento, não demonstrou maiores detalhes sobre o CC, por exemplo. Por isso, na análise, o que ficou explícito foram os aspectos atitudinal e procedimental.

À vista desses aspectos, infere-se que o RG apresentado foi elaborado com base na memória visual da ALC sobre as diferentes situações de aprendizagem, expressando suas experiências e novos conhecimentos. Não apenas a reprodução da memória visual, mas a imaginação assume um papel importante na construção do conhecimento científico, pois “quando a criança imagina, ela pode projetar, antever e participar de um processo criativo com o que sabe, com suas dúvidas, suas propostas, suas hipóteses, ou seja, tudo o que pensa” (Moraes; Carvalho, 2017, p. 957). É nesse contexto que a atividade gráfica mediante a EI se desenvolve, “através de atividades imaginativas, que, em combinação com os elementos reais, criam perspectivas” (Rocha; Malheiro, 2020, p. 422).

Na Figura 24, destaca-se o RG de Preto (RGALC24), que, por sua natureza composta, além de representar elementos da experiência, priorizou o aspecto emocional do participante. Os principais elementos temáticos elucidados foram a “Afetividade na experiência” (escritos e desenhos), a “Representação da figura humana” e, por conseguinte, sua “Autorrepresentação” por meio de desenhos. O viés procedimental também se manifestou, como a “Ilustração do procedimento”, o “Material experimental” e a “Indicação do resultado”.

Figura 24 – Desenhos e escritos Preto (RGALC24)



Fonte: Elaboração própria (acervo do autor).

Este registro composto é predominantemente imagético, mas apresenta uma pequena frase que se relaciona com os desenhos elaborados. Nos desenhos observados, nota-se que Preto representou o ambiente em que realizou a atividade experimental investigativa, pois é possível observar a representação de uma mesa em formato retangular e, em cada lado, as cadeiras, totalizando quatro.

Em cima da mesa, é possível identificar os seguintes materiais experimentais: um elemento em cor azul que simboliza uma garrafa PET, representando o frasco contendo o álcool; uma tira de papel com uma marcação circular em cor verde, simbolizando a aplicação da tinta dessa cor; um recipiente em formato irregular, mas com a base retangular, contendo o amarelo, que se assemelha a um líquido; e outra tira de papel, com uma marcação semelhante à anterior, mas em cor amarela.

Esses elementos gráficos refletem a descritividade manipulativa, já que o ALC representou os materiais experimentais, indicando, por exemplo, como procedeu ao observar as tiras de papel e a aplicação das tintas. Neste caso, a ênfase foi no aspecto procedimental, conforme abordado nos RG representativos da categoria “Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa”. Mesmo que seja uma produção simples, Preto representou o cenário físico de sua experiência, ou seja, o espaço em que ocorreram suas ações manipulativas.

Salienta-se que no RG não se observou o aspecto conceitual. Entretanto, pode-se inferir que cada ALC possui competências para manifestar suas aprendizagens, seja pela linguagem oral ou gráfica. Por ser um público heterogêneo, com idades e séries variadas, suas subjetividades e habilidades são compatíveis com seus limites conceituais, procedimentais e atitudinais na forma de aprender, sendo, portanto, peculiares (Rodrigues; Malheiro, 2023a; Tabosa; Albuquerque; Malheiro, 2023).

Dessa maneira, considera-se a escrita e o desenho como recursos pedagógicos favoráveis à avaliação da aprendizagem dos CC, CP e CA, além de outros aspectos formativos que viabilizem e fomentem, inclusive, a autonomia dos ALC. A abordagem investigativa da SEI busca essa autonomia dos participantes do CCD. Vale ressaltar que essas inferências se apoiaram também nas observações dos discursos manifestados implicita e explicitamente, como sido realizado até o momento. No entanto, é importante considerar também o olhar empírico do pesquisador durante a observação participante nos momentos de interação, conforme prevê uma análise de dados qualitativos (Mól, 2017).

Por conseguinte, considera-se que os ALC, “ao registrarem suas impressões e memórias da experiência com propriedade, coerência e fidelidade, são indicativos de múltiplas aprendizagens para além das previstas nesse processo formativo” (Rodrigues; Malheiro, 2023a,

p. 15). Diante disso, os RG podem, inclusive, “auxiliar na avaliação da aprendizagem dos conteúdos processuais, visto que têm a potencialidade de reconhecer níveis de habilidades cognitivas. Logo, os professores têm a possibilidade de utilizar este método para analisar se a aprendizagem ocorre e como ela se manifesta” (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021, p. 94).

Por este motivo, a escrita e o desenho, na etapa de sistematização individual do conhecimento, são considerados “registros flexíveis que permitem a livre expressão e comunicação daquilo que foi experienciado nas atividades em Ciências. Portanto, são artefatos comunicativos de pessoas que expressam suas aprendizagens, saberes, impressões, subjetividades e emoções” (Rodrigues; Malheiro, 2023a, p. 15).

A representação da figura humana no RG de Preto apresenta duas pessoas sentadas nas cadeiras. Uma delas está localizada na parte superior da folha de papel, mas, por alguma razão, Preto cobriu o rosto dessa pessoa com rabiscos. Na cadeira à esquerda da folha de papel, há outra pessoa sentada. Ambas as imagens não possuem identificação, mas a segunda pessoa transmite a ideia de ser a autorrepresentação do aluno. Um aspecto que chama atenção é a expressão facial dessa figura, que está com a boca e os olhos abertos, lembrando uma expressão de “apreensão”. Esse conjunto imagético está relacionado à frase “o experimento foi muito legal, mas foi difícil resolver” (RGALC24), presente no registro, o que justifica a inferência sobre a expressão “negativa” no rosto da figura humana supramencionada.

Ao expressar sua dificuldade, infere-se que Preto utilizou o momento de escrever e desenhar para também emitir suas sensações, emoções e impressões e limitações frente à complexidade da atividade, mesmo que já tenha participado de outras atividades investigativas. O ALC manifestou que “foi muito legal” (RGALC24), significando que foi uma atividade atrativa, em termos da utilização dos materiais e dos resultados da CGP. Cabe ressaltar que em suas manifestações, expressou que, apesar de ter considerado o processo de resolução difícil, chegou ao resultado, mas isso não é assumido e/ou explicitado de forma mais detalhada no registro.

Nota-se que o CA se sobressaiu neste RG, uma vez que o ALC teve a atitude de sinalizar seus limites na atividade, apontando a dificuldade que encontrou no processo de resolução do problema. Esses aspectos coincidem com a perspectiva dos componentes essenciais das atitudes que influenciam na aprendizagem e nas valorações subjetivas dos participantes. Neste caso, os ALC manifestam um papel ativo no processo de aprendizagem, que se volta ao seu modo de agir na aquisição de conhecimentos, como a curiosidade e a busca por respostas; e a contribuição dos fatores afetivos e emocionais no sucesso ou fracasso da aprendizagem (Sarabia, 2000).

Esses componentes das atitudes se tornam essenciais para observar outros caminhos de aprendizagem na perspectiva do ENSI que são muitas vezes pouco explorados, visto que a ênfase se volta para o ensino e a aprendizagem de conceitos e procedimentos sob os objetos do conhecimento das Ciências da Natureza. No entanto, as atitudes podem ser consideradas no viés investigativo, desde a postura e ação dos ALC até as atitudes mais específicas à aprendizagem de Ciência, do EC e das implicações da ciência na sociedade (Pozo; Crespo, 2009).

Por fim, nota-se o valor da etapa de escrever e desenhar da SEI. Nesta investigação, os ALC produziram diferentes perspectivas de suas individualidades, mas se aproximaram do caminho expressivo de suas ideias, o que permitiu a categorização dos elementos temáticos constituintes dos RG pelas suas ocorrências e sentidos. Isso culminou nas categorias abordadas que alocaram os RG característicos. Na maioria, esses registros articulam alguns aspectos dos CC, CP e CA. Em virtude disso, torna-se necessário estabelecer as relações entre os aspectos que constituem o objeto de pesquisa, o qual se voltou à análise das aprendizagens dos ALC sobre esses conteúdos em seus RG a partir do ENSI no CCD, conforme abordado na sequência.

7.2 Relações entre os registros gráficos e os conteúdos no Clube de Ciências

As discussões até aqui têm se concentrado na identificação das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais dos ALC no CCD. No entanto destaca-se o papel desses conteúdos para a aprendizagem desses participantes, que são estudantes de instituições escolares públicas da Educação Básica. Portanto, há uma interação entre o ensino e a aprendizagem formal e não formal, uma vez que o CCD é um espaço pedagógico não escolar.

Sendo o CCD um espaço do EC não formal, destaca-se que tem mobilizado processos educacionais nas diferentes Ciências da Natureza, na matemática, na educação ambiental e em outras perspectivas de aprendizagem. Com isso, a partir das experiências do pesquisador na convivência do CCD e nos desdobramentos da pesquisa, entende-se que esse clube de ciências é um espaço educacional complexo, devido ao vínculo escola-universidade-comunidade que conserva a essência escolar pela organização e ação educacional.

Simultaneamente a isso, o CCD assume uma roupagem plural e multifacetada nas práticas de ensino e de aprendizagem no contexto da educação e da pesquisa científica. No entanto, essas práticas se diferem do modelo convencional, isto é, conforme é comumente trabalhado nas instituições formais, que seguem um currículo, um projeto político-pedagógico e um sistema educacional. Neste caso, tratam-se na maioria das vezes de SEI e EI flexíveis que podem ser estruturadas com diferentes enfoques e recursos didáticos e pedagógicos distintos.

Os ALC estão imersos em uma Educação Científica criativa, pois têm a oportunidade de aprender sobre CC, CP e CA por meio de diversas atividades, como experimentos, abordagens lúdicas, interativas e outros formatos, incluindo filmes e outras modalidades práticas. Assim, Rocha e Malheiro (2020) já destacaram que a variedade de recursos, estratégias e abordagens nas atividades envolve os ALC, despertando o caráter criativo em sua atuação como clubistas. Em outras palavras, o CCD assume-se como um espaço de aprendizagem criativa ao integrar a diversidade de experiências e culturas dos participantes, promovendo a articulação entre o conhecimento científico e os saberes que esses clubistas trazem em seu repertório pessoal.

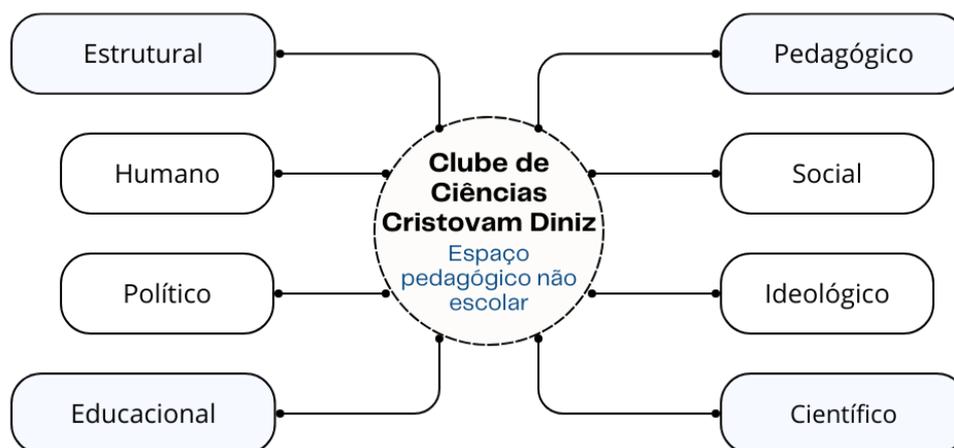
Apesar desses pontos positivos sobre a dinâmica do CCD, existem lacunas e implicações negativas que, muitas vezes, impedem o desenvolvimento de algumas práticas pedagógicas nesse espaço. Um exemplo claro disso é a participação voluntária de PM da licenciatura, que, mesmo com um quantitativo expressivo desses clubistas, às vezes se enfrentam dificuldades quanto ao envolvimento para assumirem determinadas responsabilidades, sobrecarregando em algumas situações os PM coorientadores das ações. Isso acontece no planejamento e/ou na composição das equipes para mediar os grupos de ALC nas atividades.

Entende-se que o ENSI é desafiador para quem está começando a lidar com essa abordagem didática; no entanto, a segurança vem da prática. Este aspecto toca na EFPM, que atualmente acontece apenas de maneira semestral, em um único dia. Seria interessante considerar um processo permanente de formações específicas, levando em conta elementos próprios da metodologia e da realidade aqui relatada no CCD. Dessa forma, seria possível perceber as lacunas vivenciadas e, em resposta a isso, encontrar alternativas para superar essas fragilidades.

Outro problema enfrentado é a limitação de espaços físicos e recursos instrumentais, pois apenas as duas salas disponíveis no CCSE, com cadeiras “de braço” e o chão, não são suficientes para acomodar os ALC e as propostas didáticas. Isso dificulta o desenvolvimento de certas atividades práticas, como as experimentais, e conseqüentemente pode afetar esses participantes e influenciar na participação e na aprendizagem, conforme analisado na subseção anterior. Além disso, a parte administrativa e organizacional carece de um espaço físico para se guardar equipamentos, materiais didáticos e materiais administrativos do CCD. Essa demanda compromete o controle e a conservação desses itens, levando a extravios, perdas e outros danos.

Por conta dessas ponderações, percebe-se que são nos aspectos subjetivos, materiais e humanos que se podem compreender os diversos elementos que caracterizam o CCD como um espaço pedagógico não escolar, conforme destacado na Figura 25.

Figura 25 – Aspectos que caracterizam o CCD



Fonte: Elaboração própria.

Assumindo uma ponta do fluxograma, o aspecto estrutural compreende o contexto físico do CCD, incluindo a localização e os espaços pedagógicos (salas e ambientes abertos) do CCSE. Além disso, há o caráter itinerante, uma vez que, ao ser assumido como um projeto, pode “deslocar-se” para diversos contextos, locais e espaços/instituições. Outra base são os aspectos pedagógicos, que se voltam para a pluralidade didático-metodológica das propostas, promovendo atividades e SEI além da EI como principal estratégia. Isso possibilita abordagens interdisciplinares e contextualizadas, bem como considerações sobre os planejamentos e recursos didáticos.

A partir desses aspectos, derivam outros que permeiam essa discussão, como os aspectos humanos, que se referem aos atores envolvidos, neste caso, os ALC, os PM e os professores, coordenadores/gestores. Também contempla as relações interpessoais estabelecidas entre esses participantes, culminando na comunicação verbal e por outros meios comunicativos, seja nos relacionamentos ou nas próprias situações de ensino e aprendizagem, como o caso das interações discursivas e das expressões gráficas, tal qual abordadas nesta pesquisa. Ademais, situa-se o aspecto político que se atrela aos princípios de convivência, ao respeito às opiniões entre os ALC durante as interações dialógicas nas atividades, assim como o respeito de modo geral, considerando as opiniões, os posicionamentos e a responsabilidade pessoal e coletiva.

Sobre o aspecto social, destaca-se a perspectiva inclusiva existente, dado que prioriza e facilita a participação social de estudantes de escolas públicas, com ou sem necessidade de atenção especial, alunos de baixa visão, com Transtorno do Espectro Autista, bem como a preservação da diversidade. Isso é validado por ações extensionistas voltadas a esse público participante, às suas famílias e à comunidade em geral.

O aspecto ideológico situado está relacionado às teorias de aprendizagem e/ou metodologias que fundamentam as ações socioeducativas do CCD, como a perspectiva construtivista, dado que a EI de Carvalho *et al.* (2009) e as SEI (Carvalho, 2013) interagem nesse viés. Além disso, as práticas decoloniais identificadas pelo estudo de Cabral (2021) e Cabral *et al.* (2021), demonstram que o clube é um espaço de congregação de saberes e de superação de visões e práticas simplistas de ensino e de aprendizagem. Certamente, é essencial que essas reflexões e concepções de ensino e aprendizagem avancem para um plano mais exploratório e aprofundado, principalmente por meio de pesquisas que possam auxiliar nessa compreensão mais íntima.

Fechando as bases do fluxograma da Figura 22, destaca-se o aspecto educacional que se volta aos objetivos formativos estabelecidos, como a iniciação científica infanto-juvenil (Malheiro, 2016), a cultura do processo de alfabetização científica (Barbosa, 2019; Oliveira, 2019) e a formação cidadã crítica, ao considerar diferentes habilidades como a argumentação (Almeida, 2017), a autonomia moral (Siqueira, 2018) e a investigação científica (Santos, 2019; Moreira, 2021). Também considera o fortalecimento de ações voltadas ao desenvolvimento de atitudes em uma perspectiva colaborativa. Além disso, contempla a formação docente (inicial e continuada) e suas diferentes facetas, desde as competências, saberes e práticas docentes para seu desenvolvimento profissional (Rocha, 2019) até os processos de mediação nas SEI (Almeida, 2022).

Por fim, o aspecto científico é fundamental nesse processo, considerando que o CCD é um “laboratório de pesquisas” educacionais (Rocha; Malheiro, 2018; Rodrigues; Malheiro, 2023b), pela articulação do Grupo FormAÇÃO e demais monitores que desenvolvem e divulgam seus trabalhos em eventos, periódicos e livros. Mais que isso, é um laboratório pedagógico que fomenta a busca e a construção do conhecimento científico pelos ALC, protagonistas das ações mobilizadas nesse espaço.

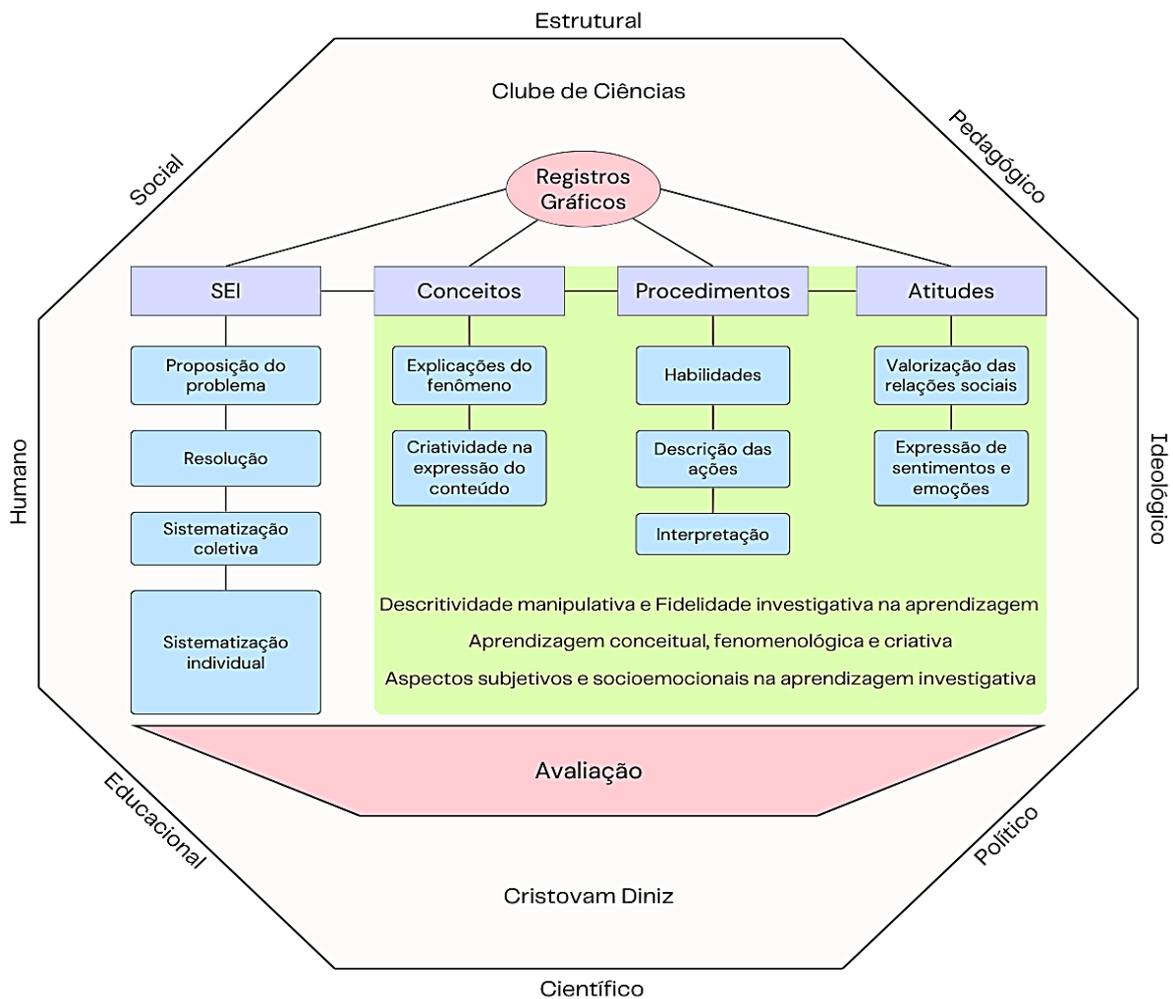
Diante desse cenário, destaca-se a relação do ENSI a partir das SEI para o ensino e a aprendizagem dos CC, CP e CA, dado que, conforme observado na análise dos RG, os ALC mobilizam esses conteúdos em suas ações. Diante disso, esses aspectos do currículo escolar se fazem presentes na rotina do CCD, conforme sinalizado no estudo anterior, em que Rodrigues e Malheiro (2023a, p. 15) afirmaram que essa abordagem

está imbricada no processo de ensino e aprendizagem do Clube de Ciências, pois a metodologia adotada nesse espaço permite a realização de inferências desse viés, visto que os aspectos procedimental e atitudinal são elementos basilares para o efetivo processo experimental investigativo que partem de um problema temático-conceitual contextualizado do público.

Diante disso, ao se constituírem recursos linguísticos que auxiliam os ALC na aprendizagem no contexto da Educação Científica, a escrita e o desenho na SEI, além de sistematizarem os conhecimentos desses participantes, possibilitam aos PM do clube avaliá-los, visto que permitem (re)conhecer e identificar as aprendizagens, seja antes, durante ou após determinada atividade. Sendo assim, a perspectiva de avaliação entendida para o contexto do CCD é a de Rocha, Malheiro e Teixeira (2019, p. 140), reconhecendo-a como um “ato interativo e dinâmico, ou seja, um processo construtivo”, concebendo-os como instrumentos de avaliação na abordagem do ENSI e na EI.

Por meio dessas considerações, estabeleceram-se as relações existentes entre os RG dos ALC produzidos durante a etapa de “Escrever e Desenhar” da SEI, que ao se constituir o momento de sistematização dos conhecimentos e dos CC, CP e CA, congrega alguns elementos que permeiam a existência do CCD conforme destacados na Figura 26.

Figura 26 – Relações dos RG com os CC, CP e CA no CCD



Fonte: Elaboração própria com base em Malheiro (2016), Rocha e Malheiro (2019), Rocha, Malheiro e Teixeira (2018), Rodrigues e Malheiro (2023a) e Rodrigues, Sousa e Malheiro (2023).

O CCD, ao contemplar os aspectos estruturantes de seu caráter como um espaço pedagógico não escolar, circunda todas as ações e práticas desenvolvidas no âmbito do EC dos ALC, que protagonizam as atividades investigativas. Diante disso, o papel dos RG nos processos de ensino e de aprendizagem se entrelaça com os pressupostos metodológicos da SEI e os conteúdos de Ciências em sua tridimensionalidade. Ou seja, os CC, CP e CA, à medida que se articulam no processo de aprendizagem dos ALC, estão em interação direta com as etapas de ação e reflexão da SEI.

Nesse contexto, os ALC tendem, na etapa de “Escrever e Desenhar”, a sistematizar seu conhecimento e manifestar suas aprendizagens nos escritos e/ou desenhos produzidos como forma de organização e comunicação da experiência, dos conteúdos e demais construções ou mesmo dificuldades. Sendo assim, observou-se que os três conteúdos se manifestaram em alguns aspectos que estruturaram categorias de aprendizagens desses participantes.

Essa reflexão culmina na ideia de que os RG se assumem como instrumentos avaliativos complementares à formação dos ALC e à atuação dos PM, que passam a identificar elementos que sinalizam como as práticas pedagógicas do CCD têm contribuído para a aprendizagem dos participantes que protagonizam e tornam o clube um espaço pedagógico não formal. Por fim, a pesquisa permitiu refletir sobre diversos aspectos, os quais serão apontados nas considerações seguintes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou os RG dos ALC para responder em que termos esses participantes apresentam indicadores de suas aprendizagens do conteúdo nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais produzidos no decorrer da SEI experimental, que abordou conceitos químicos e o fenômeno da CGP. O resultado foi a manifestação de aspectos inerentes a esses conteúdos, os quais se constituíram como aprendizagens registradas por elementos temáticos gráficos em linguagem imagética (desenhos) e escrita.

Diante disso, a análise das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais considerou o modelo analítico proposto por Rodrigues e Malheiro (2023a). A partir da articulação entre os pressupostos teórico-metodológicos do ENSI, da EI, da SEI e os CC, CP e CA, identificaram-se nos RG ocorrências de elementos temáticos que caracterizaram a presença dos conteúdos. Por meio da observação das informações explícitas e implícitas, bem como da interpretação dos significados em associação à experiência observacional – imersão do pesquisador no contexto da investigação – no processo educativo, categorizaram-se as manifestações da aprendizagem processual dos ALC.

Desse modo, a primeira categoria, intitulada “Descritividade manipulativa e fidelidade investigativa”, estabelecida previamente, organizou os RG que se voltaram para descrever principalmente ações procedimentais no processo de resolução do problema. Ou seja, o enfoque foi principalmente na descrição da manipulação dos materiais experimentais e a explicitação do resultado experimental da CGP. Ao constituir-se como a primeira categoria, observou-se que a maioria dos participantes seguiu por essa perspectiva de expressividade do conhecimento sistematizado e das aprendizagens a partir da experiência. A natureza composta dos registros foi predominante na composição do *corpus*.

A segunda categoria foi intitulada “Aprendizagem conceitual e fenomenológica criativa”, emergindo do processo de tratamento do corpus empírico/documental e durante a análise preliminar. Essa categoria contemplou principalmente as produções gráficas que enfatizaram a dimensão conceitual e a explicitação de argumentos sobre a explicação do fenômeno cromatográfico abordado.

Além disso, o caráter criativo em proferir as explicações ocorreu pelos seguintes aspectos: a relação entre a linguagem escrita e a imagética; o uso de ideias análogas ao conteúdo conceitual elucidado; a utilização de exemplos e palavras que concatenaram a informação desejada, neste caso, os conceitos e aplicações das substâncias, misturas e o mecanismo de funcionamento da CGP. Essa categoria foi a segunda maior representação do corpus, sendo que

a composição dos registros assumiu predominantemente a linguagem escrita.

A categoria “Aspectos subjetivos e socioemocionais na aprendizagem” congregou os RG que elevaram o aspecto intrínseco do ser humano, o lado emocional, o sentimental e o valorativo no processo de aprendizagem. Esses aspectos estiveram relacionados aos conteúdos abordados nesta investigação, e à medida que se manifestaram nos CC e CP, as atitudes e valores assumiram-se como elementos fundamentais da informação e significado expressados pelos ALC. Assim, a participação colaborativa, a valorização da figura humana em sentido de autoexpressão e a consideração dos pares e dos PM – geralmente – fortaleceram a ideia que sustenta e caracteriza essa categoria.

Em relação à compreensão das relações existentes entre os RG, a tridimensionalidade do conteúdo e o ENSI no contexto do CCD, destaca-se o ambiente propício que a etapa de “Escrever e Desenhar” da SEI confere à aprendizagem dos ALC, pois os escritos e os desenhos se assumem como um instrumento (auto)avaliativo das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais.

Essas dimensões do conteúdo permeiam as etapas da SEI, pois, ao investigarem um problema experimental, os ALC tendem a mobilizar competências e habilidades de investigação, de resolução de problemas em sentido motor e intelectual, o que tende a relacionar determinados conceitos e procedimentos articuladamente. Entretanto, o aspecto atitudinal ainda se demonstra um pouco tímido em detrimento dos demais.

A avaliação entendida nesse processo não é aquela convencional do espaço escolar, com caráter somativo (quantitativo) – até porque o clube de ciências é um espaço pedagógico não escolar – mas um processo avaliativo criativo, formativo e versátil. Isso ocorre porque oportuniza aos ALC transmitir por linguagem escrita, pictórica e, até mesmo, oral, suas impressões e conhecimentos estruturados antes e durante o processo educacional. Além disso, proporciona aos professores-monitores e toda a comunidade clubista analisar e compreender determinadas características de cada participante e sobre as atividades investigativas promovidas.

Diante desses aspectos, destacando os principais pontos observados, compreende-se que a escrita e o desenho possibilitaram aos ALC não somente sistematizarem o conhecimento construído e conduzido em seu processo de aprender cientificamente, mas se estabeleceu como um canal de comunicação, um espaço de auto e livre expressão das construções, novas abstrações e interatividade desses participantes com o contexto em sua volta. Isso foi elucidado pela criatividade de muitos RG que além de valorizar os conteúdos processuais, prezaram a autonomia, a valoração do ambiente físico e relacional, isto é, as relações interpessoais e,

automaticamente, a intrapessoal.

Ainda que tenham apresentadas potencialidades dos RG para identificar os conteúdos, esses documentos possuem limitações quanto às informações expressadas pelos ALC. Em muitas situações de análise, encontraram-se dificuldades para interpretar determinado elemento e/ou aspecto elaborado, devido aos problemas de grafia e incompletudes nas ideias pretendidas pelos mesmos. Sendo assim, isso se torna um desafio na pesquisa com esse tipo de material de análise, demandando do pesquisador um olhar cauteloso e coerente com o que se observa explícita e implicitamente.

Observou-se também que, nesta atividade, os ALC preferiram associar seus desenhos a textos para complementar determinada ideia, raciocínio e/ou explicação de maneira sistemática e criativa, permitindo compreender o relato da experiência e também a compreensão de sua aprendizagem, seus alcances e limites sobre o conteúdo, fenômeno e/ou objeto abordado na SEI. A tendência gráfica dos alunos é o desenho, visto que dos 25 registros, 12 foram exclusivamente registros imagéticos, portanto, apenas desenhos; sendo 11 compostos, o que atrela o desenho também ao texto.

Essa visão permitiu inferir que os desenhos atuaram como um subsídio comunicacional na materialização da realidade vivenciada pelos participantes, que buscaram não apenas registrar a experiência, o que fez sentido ou o que mais atraiu, mas convencer o leitor e convidá-lo a imaginar e criar interpretações a partir da informação construída pelo autor do registro. Todavia, para que isso aconteça, é preferível que o analista do RG tenha vivenciado o processo educacional estabelecido, pois terá condições de compreender o contexto em que determinada representação ou relato escrito foi proferido.

Neste sentido, a proposta pedagógica conduzida nesta investigação apresentou elementos pertinentes para a promoção de uma Educação Científica e um EC com significados para os participantes na perspectiva do CCD, pois ao organizar em dois momentos que se complementaram, na SEI “O problema das canetinhas hidrocor”, os ALC tiveram a oportunidade de aprender de maneira colaborativa e individual em momentos apropriados. Entretanto, é preciso compreender que todo processo didático, necessita de constante reflexão docente sobre os imprevistos e desafios que o ENSI apresenta enquanto abordagem didática construtivista e dinâmica, como, por exemplo, o caso da necessidade de se elaborar boas perguntas e problemas investigáveis, entre outros.

Nesse contexto, a EI, os momentos de diálogo e de produções gráficas, tanto na etapa de “Escrever e Desenhar” e na construção dos painéis no segundo encontro, viabilizaram a participação plena e ativa desses participantes. Além disso, o planejamento considerou os

recursos que subsidiaram as abordagens investigativas e os momentos de sistematização do conhecimento, ao articular o problema de investigação às perguntas para os PM se embasarem e utilizarem nas interações discursivas, os objetivos pedagógicos da SEI e os conteúdos almejados na atividade.

Em relação à abordagem investigativa, caracteriza-se a atividade experimental, assim como a SEI de modo geral, em um Grau de Liberdade Intelectual nível 3 de investigação, pois, ao receberem o problema do PMD, os ALC tiveram oportunidade para elaboração e teste de suas hipóteses, para organizar o pensamento, executar seus caminhos de resolução, assim como a análise dos resultados e a proposição de conclusões mediadas pelos PM. Além disso, manipularam livremente os materiais disponíveis, não se detendo exclusivamente ao aspecto conceitual, mas à mobilização de procedimentos, e, conseqüentemente, atitudes, visto que se tratou de um trabalho coletivo e colaborativo entre os pares e os PM.

Em um processo dialógico, os PM buscaram conduzir o pensamento dos ALC por meio de perguntas estimuladoras, fornecidas pelo plano didático da SEI disponibilizado antecipadamente. Contudo, percebeu-se algumas dificuldades pelos mesmos, que se sentiram apreensivos durante a etapa experimental, visto que os ALC apresentaram dificuldades para identificar o modo satisfatório de resolução do problema e realizar o esperado na atividade. Sendo assim, considera-se que a ocorrência de um processo formativo para esses colaboradores deveria ter sido preparada para que atuassem mais seguramente, em conjunto com o PMD, no experimento.

Sobre o enfoque do objeto de conhecimento, valoriza-se a necessidade de atividades experimentais sobre fenômenos químicos nas práticas desse Clube de Ciências, pois, apesar de desafiadora, a CGP foi viável para aguçar a curiosidade e as ações manipulativas e intelectuais dos ALC, bem como despertar o interesse em investigar situações desafiadoras e provocativas. Com isso, sugerem-se investigações ulteriores que voltem o olhar para o EQ, bem como para o grau de liberdade intelectual de investigação nas atividades didáticas no contexto do CCD.

Sobre a importância desta pesquisa para a área de Ensino, e de concentração “Educação em Ciências”, destaca-se que a busca pelos significados das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais pode articular diversas falas, sentidos, perspectivas e transformações nos ALC, visto que a EI favorece o engajamento dos participantes, viabilizando o desenvolvimento e aprimoramento de saberes e práticas.

Com isso, considerar as produções gráficas como atividade complementar e (auto)avaliativa torna o desenho e a escrita instrumentos potencialmente significativos para aulas e atividades socioeducativas em Ciências, para a educação não formal e também para a

formal. Isso ocorre porque o público infantojuvenil pode se sentir confortável em se expressar por tais meios comunicativos, que se apresentam acessíveis e versáteis, uma vez que não seguem um padrão rígido e fechado, como relatórios e outras modalidades de instrumentos diagnósticos.

Em virtude desses aspectos, ao considerar a manifestação dos CC, CP e CA, observa-se que as questões curriculares permeiam as práticas pedagógicas do CCD. Ao estabelecer eixos norteadores para o planejamento das SEI e os objetivos de cada atividade, considerando o ENSI como abordagem didática, fica claro que esse aspecto desempenha um papel crucial na transformação do clube em um espaço pedagógico de Educação Científica não formal. E isso ocorre por meio da interação do caráter formal - que os alunos incorporaram a partir dos conhecimentos estruturados na escola e na cultura durante o percurso da Educação Básica - com vivências e experiências como alunos clubistas do CCD.

A análise dos RG no contexto do CCD, abordada nesta pesquisa, versa que essas produções dos ALC se constituem uma linha de pesquisa que valoriza os diferentes modos de comunicação, proporcionando uma compreensão abrangente de como os participantes aprendem ciências de maneira criativa, dinâmica e prazerosa. Além disso, o modelo de análise desenvolvido se revela aplicável a outras perspectivas teórico-metodológicas, uma vez que os RG permitem que os pesquisadores desafiem-se a (re)interpretar o que foi construído em determinada atividade investigativa.

Apesar de terem sido elucidados resultados importantes e satisfatórios em relação aos objetivos propostos, é necessário reconhecer algumas limitações nesta investigação. A compreensão das aprendizagens do conteúdo poderia ser aprimorada considerando outros aspectos e abordagens para observar, avaliar e identificar essas aprendizagens. Para obter uma compreensão mais abrangente sobre se os alunos aprenderam de maneira significativa nessas dimensões, seria interessante aprofundar as análises à luz das principais teorias de aprendizagem que dialogam com o objeto desta pesquisa.

Outro aspecto que requer atenção especial é a observação da interação do pesquisador com os participantes, uma vez que as interações discursivas proporcionam uma compreensão imediata com os próprios ALC. Em outras palavras, os discursos orais e gestuais podem contribuir para uma compreensão mais aprofundada de como esses participantes expressam suas aprendizagens.

Por fim, ao considerar o CCD como um laboratório de pesquisas educacionais, sugere-se, com base nesta investigação, a realização de novos estudos que se relacionem ao objeto de pesquisa abordado. Nesse sentido, um caminho promissor para futuras discussões seria a

construção de indicadores para avaliar tanto os RG quanto as falas dos interlocutores do clube. Em relação aos desenhos e aos escritos, em particular, seria relevante abordar a aprendizagem criativa como um enfoque cognitivo do desenvolvimento humano, interrelacionando essas formas de linguagem. No CCD, o ENSI busca também processos interativos e criativos no ensino e na aprendizagem. Além disso, identificar fatores que dificultam a aprendizagem, sejam operacionais, subjetivos ou epistemológicos, são abordagens pertinentes para futuras investigações sobre esse viés.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa. **Processos de mediação docente e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes em um clube de ciências**: pontos de conexão entre a Abordagem Teórica de Reuven Feuerstein e o Ensino de Ciências por Investigação Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/15599/1/Tese_ProcessosMediacaoDocente.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa. **A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática**: o problema das formas em um clube de ciências. 2017. 109f. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/10520/1/Dissertacao_ArgumentacaoExperimentacaoInvestigativa.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; AMORIM, Josiane Lima de.; MALHEIRO, João Manoel da Silva. O desenho e a escrita como elementos para o desenvolvimento da alfabetização científica: análise das produções dos estudantes de um clube de ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 1-23, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/11766>. Acesso em: 02 ago. 2022.

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; COELHO, Antônia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. O desenvolvimento de habilidades cognitivas em registros gráficos e escritos de um clube de ciências. **Revista Imagens da Educação**, v. 11, n. 4, p. 73-97, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/52645>. Acesso em: 02 ago. 2022.

ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Pressupostos teóricos e diferentes abordagens do ensino de ciências por investigação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 2., p. 71-83, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v12i2.803>

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?lang=pt#>. Acesso em: 01 jan. 2024.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, v. 1938, 1996.

BARBOSA, Daisy Flávia Souza. **Perguntas do professor monitor e a alfabetização científica de alunos em interações experimentais investigativas de um clube de ciências**. 2019. 156f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em:

https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/13297/1/Dissertacao_PerguntasProfessorAlfabetizacao.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

BARBOSA, Daisy Flávia Souza; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Interações dialógicas num clube de ciências: das perguntas dos professores às manifestações de indicadores de alfabetização científica dos alunos. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 8, p. 470-484, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2607>. Acesso em: 01 jan. 2024.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1 ed., 3 reimp. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Câmara dos Deputados**: Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 2 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 13 out. 2023.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n. 5, p. 462-479, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/116>. Acesso em: 02 ago. 2022.

CABRAL, Raimunda Ediane da Silva. **Caminhos de um clube de ciências na amazônia em perspectiva decolonial**: de suas origens à seus desdobramentos. 2021. 116f. Dissertação (Mestrado em Estudos Antrópicos da Amazônia) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia, Campus Universitário de Castanhal (PA), Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/14380/1/Dissertacao_CaminhosClubeCiencias.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

CABRAL, Raimunda Ediane da Silva. *et. al.* A decolonialidade no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Diniz: percepção dos professores monitores. *In*: DREHMER-MARQUES, Kleiciane Canabarro; MARQUES, José Francisco Zavaglia; RODRIGUES-MOURA, Sebastião (Org.). **Iniciação Científica em Ciências da Natureza na Educação Básica**: abordagens, teorias e práticas, v. 1. Cruz Alta: Editora Ilustração, 2021, p. 419-438. *E-book*.

Disponível em: <https://www.editorailustracao.com.br/livro/iniciacao-cientifica-em-ciencias-da-natureza-na-educacao-basica>

CACHAPUZ, António *et al.* **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CAPPELLE, Vanessa MUNFORD, Danusa. Desenhando e escrevendo para aprender ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Universidade Federal de Minas Gerais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 123-142, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n2p123>. Acesso em: 02 ago. 2022.

CARRASCOSA, Jaime Alis *et al.* Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. **Os estágios nos cursos de licenciatura**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI). *In*: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011, p. 253-266.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2009.

CARVALHO, Isabela dos Santos; QUEIROZ, Suzely Trindade; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Indicadores de alfabetização científica em um clube de ciências: uma análise a partir de uma atividade investigativa sobre o conceito de densidade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 4, p. 923-937, 2023. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1373/1100>. Acesso em 10 jan. 2024.

CARVALHO, Isabela dos Santos. *et al.* A interdisciplinaridade em um clube de ciências: um relato de experiência sobre a problematização do “ser cientista”. *In*: IV CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4, 2023b, Diamantina-MG (Online). **Anais...** Diamantina: Even3 Editora, 2023. p. 1-7. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet2023/638753-a-interdisciplinaridade-em-um-clube->

de-ciencias--um-relato-de-experiencia-sobre-a-problematizacao-do-ser-cientis/. Acesso em: 10 jan. 2024.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de conteúdos procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662011000100008. Acesso em: 02 ago. 2022.

CHANG, Ni. Children's drawings: science inquiry and beyond. **Contemporary Issues in Early Childhood**, v. 6, n. 1, p. 104-106, 2005. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2304/ciec.2005.6.1.3>. Acesso em: 02 ago. 2022.

CHANG, Ni. The Role of Drawing in Young Children's Construction of Science Concepts. **Early Childhood Educ J**, v. 40 p. 187-193, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0511-3>.

COLL, César. Introdução. In: COLL, César *et al.* (Org.). **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 9-16.

COLL, César; VALLS, Enric. A aprendizagem e o ensino dos procedimentos. In: COLL, César. *et al.* (Org.). **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 73-118.

COSTA, Deyse Danielle Souza da; RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. O ensino por investigação e a perspectiva crítica da educação ambiental: análises a partir de uma experiência investigativa em um clube de ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 6, p. 297-318, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/13123>. Acesso em: 30 dez. 2023.

COSTA, David Gadelha da; SALVADOR, Maria Aparecida Tenório; AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do. **O professor de biologia em formação e o ensino investigativo: perspectivas em foco**. 1. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022.

COX, Maureen. **Desenho da criança**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DOURADO, Simone; RIBEIRO, Ednaldo. Metodologia qualitativa e quantitativa. In: MAGLHÃES JUNIOR, Carlos Alberto Oliveira; BATISTA, Michel Corci. (Org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 2. ed. Ponta Grossa: Atena, 2023, p. 12-30. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.790232604>

FAGUNDES, Elizabeth Macedo; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Considerações acerca do ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Práxis**, v. 6, n. 12, 2014. DOI: <https://doi.org/10.25119/praxis-6-12-586>

FERREIRA, Aline Guterres *et al.* Tipos de pesquisa quanto aos procedimentos ou escolha do objeto de estudo. In: ROBAINA, José Vicente Lima. *et al.* (Org.). **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências**. 1. ed. Curitiba: Bagai, 2021, p. 53-73.

FONTANA, Felipe; PEREIRA, Ana Carolina Torrente. Pesquisa documental. *In*: MAGLHÃES JUNIOR, Carlos Alberto Oliveira; BATISTA, Michel Corci. (Org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 2. ed. Ponta Grossa: Atena, 2023, p. 42-58. *E-book*. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.790232604>

FREITAS, Thais Campos de Oliveira; SANTOS, Carlos Alberto Moreira dos. **Clube de ciências na escola**: um guia para professores, gestores e pesquisadores. 1. ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2020.

GOMBRADE, Rafael; LONDERO, Leandro. Análise discursiva de representações pictóricas da radioatividade elaboradas por alunos do ensino médio. *In*: BOZELLI, Fernanda Cátia; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baielr (Org.). **Contextos argumentativo e discursivos no ensino de Ciências**. 1. ed. São Paulo: Espelho D'alma, 2019, p. 167-182.

GONÇALVES, Fábio Peres *et al.* A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: a deficiência visual em debate. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.

GUIMARÃES, Yara Araújo Ferreira; GIORDAN, Marcelo. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. *In*: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 8, 2011, Campinas-SP. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0875-2.pdf. Acesso em: 07 mar. 2023.

HERRON, Marshall. The nature of scientific inquiry. **School Review**, v. 79, p. 171-212, 1971.

HOEHNE, Lucélia; RIBEIRO, Rosecler. Uso da cromatografia em papel para revelar as misturas de cores das canetinhas tipo hidrocor em diferentes fases estacionárias. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 3, p. 77-83, 2013.

LEÃO, Ana Flávia Corrêa; GOI, Mara Elisângela Jappe. Revisão de literatura sobre a experimentação investigativa no ensino de ciências. **Comunicações Piracicaba**, v. 28, n. 1, p. 315-345, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v28n1p315-345>

LEAL, Rodrigo Rozado; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina; PEDROSO, Giovanni Bressiani. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n.6, p. 142-162, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i6.2009>

LEITE, Priscila de Souza Chisté. Produtos educacionais em mestrados profissionais na área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. **Investigação Qualitativa em Educação**, v. 1, p. 330-339, 2018.

LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez Editora, 2017.

LIKERT, Resis. A technique for the measurement of attitude. **Archives of Psychology**, v. 140, p. 5-55, 1932.

LINZMEIER, Helen. **Cores primárias - Aula de artes - Pigmentos e tintas**. [S; I.: s. n.], 2021 (6,05 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rvlpWUruE4Y>. Acesso em: 23 jan. 2024.

LISBÔA, Julio Cezar Foschini. Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 38-39, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/exper3.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2024.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACHADO, Maria Amélia Cândida; SILVA, Wender Faleiro da. Clube de ciências como proposta para emancipação social. **Ciências em Foco**, v. 12, n. 2, p. 22-34, 2019. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9949>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lucia Helena. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC**, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 107-126, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>. Acesso em: 02 ago. 2022.

MANCUSO, Ronaldo; MORAES, Roque. Museus interativos, feiras e clubes de ciências. In: BORGES, Regina Maria Ribeiro. (Org.). **Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS: coletânea de textos publicados**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015, p. 151-149.

MATAS, Antonio. Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 20, n. 1, p. 38-47, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

MÈREDIEU, Florence de. **O desenho infantil**. 11. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

MÓL, Gerson. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>. Acesso em: 31 jan. 2024.

MORAES, Tatiana Schneider Vieira de.; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040009>

MOREIRA, Amanda Silmara da Rocha. **O raciocínio hipotético-dedutivo e a experimentação investigativa no clube de ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz**. 94f. 2021. Dissertação (Mestrado em Estudos Antrópicos da Amazônia) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos da Amazônia, Campus Universitário de Castanhal (PA), Universidade Federal do Pará, Belém, 2021. Disponível em:

https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/14244/1/Dissertacao_RaciocinioHipoteticoDedutivo.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio; MASSONI, Neusa Terezinha. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. *In*: MOREIRA, Marco Antônio; MASSONI, Neusa Terezinha. (Org.). **Noções básicas de epistemologias e teorias de aprendizagem como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em ciências/física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016, p. 53-132.

NERY, Gladson Lima. **Interações Discursivas e a Experimentação Investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz**. 98f. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/13863/1/InteracoesDiscursivasExperimentacao_Disertacao.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

OKUMURA, Fabiano; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. Identificação de pigmentos naturais de espécies vegetais utilizando-se cromatografia em papel. **Química Nova**, v. 25, p. 680-683, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400025>

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010. Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/31>. Acesso em: 22 jan. 2024.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n3/01.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2022.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de. O que se fala e se escreve nas aulas de ciências? *In*: CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (Org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 63-76.

OLIVEIRA, Gislei Aparecido de; SILVA, Fernando César. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160072>

OLIVEIRA, Luana Cristina Silva. **Alfabetização Científica através da Experimentação Investigativa em um Clube de Ciências**. 102f. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/13295/1/Dissertacao_AlfabetizacaoCientificaExperimentacao%20.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

PARANHOS, Aline de Sousa; VECHIA, Daniel, BELTRAME, Milton. Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. *In*: XII ENCONTRO LATINO

AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2008. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653_01_O.pdf. Acesso em: 17 jan. 2024.

PELLA, Milton Orville. The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, v. 28, p.20-31, 1961.

PERES, Terezinha Bonanho. Noções básicas de cromatografia. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 227-229, jul./dez., 2002. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v64_2/peres.pdf. Acesso em: 22 jan. 2024.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; LOPES-JUNIOR, Jair. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão Bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p208>

POZO, Juan Ignacio. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, César *et al.* (Org.). **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 17-72.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRÁ, Grazieli de; TOMIO, Daniela. Clube de ciências: condições de produção da pesquisa em educação científica no Brasil. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 179-207, 2014. Disponível em: <https://extensao.ifg.edu.br/clubedeciencias/wp-content/uploads/sites/12/2018/09/2014-Pratomio-Clube-de-Ciencias-e-producao-em-educacao-cientifica.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2024.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. São Paulo: Editora Feevale, 2013.

RIZZATTI, Ivanise Maria *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v5n2.12657>

ROCHA, Carlos José Trindade da. **Desenvolvimento profissional docente de mestrados em perspectivas do ensino por investigação em um clube de ciências da UFPA**. 185f. 2019. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/13285/3/Tese_DesenvolvimentoProfissionalDocente.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

ROCHA, Carlos José Trindade da; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um clube de ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14,

n. 29, p. 193-207, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5476>. Acesso em: 22 jan. 2024.

ROCHA, Carlos José Trindade da; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Experimentação investigativa e interdisciplinaridade como promotora da escrita e desenho no ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 409-426, 2020.

Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1950>. Acesso em: 02 ago. 2022.

ROCHA, Carlos José Trindade da; MALHEIRO, João Manoel da Silva; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Desenho e escrita como instrumentos de avaliação na experimentação investigativa em um clube de ciências. In: BATISTA, Natália Lampert.; FELTRIN, Tascieli; RIZZATTI, Maurício. (Org.). **Formação, Prática e Pesquisa em Educação 2**, v. 2, Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. pp. 138-151. *E-book*. Disponível em:

<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/09/E-book-Formacao-Pratica-e-Pesquisa-em-Educacao-2.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2022.

RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. A escrita e o desenho na promoção de aprendizagens em um clube de ciências. **Ciência & Educação**, v. 29, n. e23019, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230019>

RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Reflexões sobre a realização do “congresso científico”: uma experiência em um clube de ciências. In: IV SIMPÓSIO CATARINENSE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4; X ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 10, 2023, Rio do Sul-SC. **Anais...** Rio do Sul: Even3 Editora, 2023b. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/secec_erebiosul2023/714190-reflexoes-sobre-a-realizacao-do-congresso-cientifico--uma-experiencia-em-um-clube-de-ciencias/. Acesso em: 16 jan. 2024.

RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Ensino, Pesquisa e Extensão em espaço não formal: um olhar para o “P” da tríade no Clube de Ciências Cristovam Diniz.

In: CASTRO, Marlon. D’Oliveira.; SANTOS, Francisco Ewerton Almeida dos. (Org.).

Cadernos de Ensino, Pesquisa e Extensão (Pesquisa). v. 12. Recife: Even3 Publicações, 2023c, p. 163-179. *E-book*. DOI: <https://doi.org/10.29327/5337333.1-11>. Acesso em: 08 jan. 2024.

RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Aprendizagens em um clube de ciências: uma análise dos registros gráficos produzidos por alunos clubistas em uma sequência de ensino investigativa. In: II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2, 2023, Cerro Largo-RS. **Anais...** Cerro Largo: UFFS, 2024.

Disponível em:

<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SSAPEC/article/view/19235/13561>. Acesso em: 31 jan. 2024.

RODRIGUES, Breno Dias; SOUSA, Rosa Maria Pereira de; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa sobre ondas sonoras: o problema do telefone em um clube de ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 5, p. 248-263, 2023. Disponível em:

<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/14069>. Acesso em: 01 jan. 2024.

RODRIGUES, Denise Sousa Simões; FRANÇA, Maria do Perpétuo Socorro Gomes Souza Avelino. A pesquisa documental sócio-histórica. *In*: MARCONDES, Maria Inês; TEIXEIRA, Elizabeth; APOLUCENO DE OLIVEIRA, Ivanilde. (Org.). **Metodologias e técnicas de pesquisa em educação**. 1. ed. Belém: EDUEPA, 2010, p. 55-74.

SALVATIERRA, Lidiane. Aplicação do método de desenho associado à escrita para determinação do conhecimento prévio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 159-176, 2019. Disponível em: <http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/444>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SANS, Paulo de Tarso Cheida. **Pedagogia do desenho infantil**. 4. ed. Campinas: Editora Alínea, 2014.

SANTOS, Lucelia Rodrigues dos; MENEZES, Jorge Almeida de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>. Acesso em: 01 jan. 2024.

SANTOS, Natalino Carvalho dos. **Atividade experimental e o desenvolvimento de habilidades de investigação científica em um clube de ciências**. 101f. 2019. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/15545/1/Dissertacao_AtividadeExperimentalDesenvolvimento.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

SARABIA, Barnabé. A aprendizagem e o ensino das atitudes. *In*: COLL, César. *et al.* (Org.). **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 119-178.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em: 23 jan. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 41-61.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

SASSERON, Lúcia Helena.; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Escrita e desenho: análise das interações presentes nos registros elaborados por alunos do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBPEC**, v. 10, n. 2, 2010. Disponível

em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3977/2541>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SCHMITZ, Vanderlei; TOMIO, Daniela. O clube de ciências como prática educativa na escola: uma revisão sistemática acerca de sua identidade educadora. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 305-324, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p305>

SCHWARZ, Maria Luiza. *et al.* “Chuva, como te queremos!”: representações sociais da água através dos desenhos de crianças pertencentes a uma região rural semiárida do México. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 651-669, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030007>

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 17. n. 1, p. 1-14, 2015. Disponível em: <https://www.fepiam.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/2113-7552-1-PB.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2024.

SILVA, Roberto Ribeiro da; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar sem medo errar. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos (*in memoriam*); MALDANER, Otávio Aloisio; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. (Org.). **Ensino de Química em foco**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, p. 195-2016.

SILVA, Gabriela Mendes. *et al.* O desenho e suas potencialidades na significação dos conceitos no ensino de ciências: uma atividade com ímãs. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 11, 2017, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0444-1.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SIQUEIRA, Hadriane Cristina Carvalho. **Ensino de Ciências por investigação: interações sociais e autonomia moral na construção do conhecimento científico em um Clube de Ciências**. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/12234/1/Dissertacao_EnsinoCienciasInvestigacao.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu.; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas. *In*: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 21, 2015, Uberlândia-MG. **Atas...** Uberlândia: SBF, 2015. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0254-1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SOUSA, Nilciane Pinto Ribeiro de. *et al.* Clube de ciências: um olhar a partir das teses e dissertações brasileiras. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, e21079, p. 1-22, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i3.12435>

SOUZA, Fábio Luiz de. *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de Química**. São Paulo: EDUSP, 2013.

SOUZA, Regiane de; SILVA, Vera Lúcia de Souza e; SIMÃO, Vera Lúcia. O clube de ciências como espaço de (eco)formação e criatividade. **Revista Dynamis**, v. 22, n. 1, p. 74-85, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2016v22n1p74-85>

SMILE AND LEARN. **Substâncias puras e misturas**. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (4,23 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mcCXY-N8CXs>. Acesso em: 23 jan. 2024.

STUDART, Denise; HAMILTON, Wanda. Experiência Teatral num Museu de Ciências pelos Desenhos das Crianças. **Educação Pública – Divulgação Científica e Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/divulgacao-cientifica/index.php/educacaopublica/article/view/14>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v14n1/v14n1a05.pdf> Acesso em: 23 jan. 24.

TABOSA, Clara Elena Souza.; ALBUQUERQUE, Márcia Cristina Palheta; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Ensino por investigação e o desenvolvimento de competências científicas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 6, p. 357-378, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/13164>. Acesso em 10 jan. 2024.

TAHA, Marli Spat. *et al.* Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/552>. Acesso em: 23 jan. 2024.

TAMIR, Pinchas. Practical work at school: An analysis of current practice. *In*: WOOLNOUGH, Brian. (Ed.). **Practical Science. Milton Keynes**: Open University Press, 1991.

TENÓRIO, Iberê. O segredo das cores das canetinhas. [S. l.], Manual do Mundo, 2012. 1 vídeo (5,13 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7vrL-BNcTpw>. Acesso em: 12 dez. 2022.

TOMIO, Daniela; HERMANN, Andiará Paula. Mapeamento dos clubes de ciências da América Latina e construção do site da rede internacional de clubes de ciências. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, n. e10483, p. 1-23, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210111>

TRIVELATO, Sílvia Luzia Fratechi; SILVA, Rosana Louro Ferreira. **Ensino de Ciências**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

VILLAVERDE, Adão. *et al.* Tipos de pesquisa quanto a sua natureza. *In*: ROBAINA, José Vicente Lima. *et al.* (Org.). **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências**. 1. ed. Curitiba: Bagai, 2021, p. 40-45.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ZABALA, Antoni.; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZAN, Renato André *et al.* **Despertando a química**: experimentos em tempos de pandemia. Rio Branco: Stricto Sensu, 2021.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, p. 67-80, 2011. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>

APÊNDICE A – Assertivas elaboradas para o instrumento de validação da SEI “O problema das canetinhas hidrocor”

(continua)

Eixo estruturante	Aspecto	Assertiva
<p align="center">Elementos da SEI (Carvalho et al., 2009; Carvalho, 2011, 2013, 2018)</p>	<p align="center"><i>O problema</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atende a perspectiva pedagógica do clube de ciências e das propostas investigativas experimentais em geral? 2. Tem potencial para estimular a criação de hipóteses assim como viabiliza seus testes? 3. Está condizente com processo experimental e o fenômeno envolvido? 4. Está contido na cultura social dos alunos, isto é, envolvente o suficiente para interessá-los a resolvê-lo? 5. Tem potencial para estimular a exposição de conhecimentos prévios (espontâneos ou já estruturados) pelos alunos?
	<p align="center"><i>O material experimental</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. O material didático – aparato experimental – sobre o qual o problema será proposto está organizado e atende tal problema? 7. É intrigante o suficiente para despertar a curiosidade? 8. É acessível para manipulação (manejo), para acesso e aquisição? 9. Permite os alunos trabalharem sem se perderem e se cansarem no processo investigativo? 10. Permite o controle de variáveis sobre o fenômeno, isto é, além de permitir que chegue a uma resolução, permite que possa diversificar suas ações e alterar “caminhos” (está associado também às hipóteses)?
	<p align="center"><i>Sobre o gerenciamento da turma e planejamento das interações entre os envolvidos (as etapas propriamente ditas)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 11. As etapas da SEI estão adequadas e condizentes com a literatura? 12. A organização lógica de cada etapa (o encadeamento), no sentido estrutural de cada momento, está coerente? 13. A dinâmica inicial para contextualização, com as perguntas introdutórias, apresenta potencial para introduzir os alunos ao processo investigativo? 14. A “etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor” apresenta clareza e coerência? 15. A “etapa de resolução do problema pelos alunos” apresenta clareza e coerência? 16. A “etapa de sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos” apresenta clareza e coerência? 17. As perguntas norteadoras/problematizadoras estão adequadas para conduzir o processo dialógico? 18. As perguntas norteadoras/problematizadoras relacionadas ao fenômeno no momento de sistematização coletiva, estão adequadas? 19. As perguntas feitas são possíveis de serem respondidas? 20. As perguntas suscitam reflexões? 21. A “etapa do Escrever e Desenhar” apresenta clareza e coerência nos momentos propostos? 22. O tempo previsto está consonante com cada etapa e ações da SEI e na perspectiva do Clube de Ciências? 23. Os recursos didático-pedagógicos utilizados estão adequados para subsidiar as abordagens? 24. Os vídeos selecionados apresentam potencial para abordagem dos conteúdos conceituais pertinentes?

(conclusão)

	<i>A atividade de contextualização e ampliação do conteúdo</i>	<p>25. As temáticas complementares (pigmentos, cores, aplicações, etc.) estão adequadas para a contextualização à temática principal (substâncias e misturas/interações intermoleculares)?</p> <p>26. As temáticas complementares (pigmentos, cores, aplicações, etc.) são suficientes para ampliação da temática perante o fenômeno abordado?</p> <p>27. As dinâmicas propostas estão adequadas para as abordagens temáticas contextualizadas propostas?</p> <p>28. As dinâmicas propostas seguem um desenvolvimento lógico e coerente?</p> <p>29. A atividade está condizente com os elementos estruturantes da SEI (problemas, etapas, ações, etc.)?</p> <p>30. Os materiais e recursos didático-pedagógicos são adequados e suficientes?</p>
Objetivos pedagógicos (Leite, 2018)	Propostas didáticas apresentadas no material educativo (Leite, 2018)	<p>31. As atividades propostas contribuirão com a Educação Científica dos alunos?</p> <p>32. As atividades colaboram com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade?</p> <p>33. Atividades são atrativas e estimulam a curiosidade e a aprendizagem?</p> <p>34. O aluno precisa ter algum conhecimento prévio para compreender o assunto abordado?</p> <p>35. É passível de adaptação para ser utilizada em contextos do ensino fundamental, médio e educação de jovens e adultos?</p>
	Criticidade apresentada no material educativo (Leite, 2018)	<p>36. Contempla atividades em que as atitudes e o posicionamento político e social são trabalhados?</p> <p>37. Colabora com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade?</p> <p>38. O material textual aborda aspectos históricos, políticos, culturais, sociais e ambientais?</p>
O conteúdo envolvido (Guimarães; Giordan, 2011)	Conteúdos e conceitos	<p>39. Os objetivos são claramente informados e se vinculam com a problemática e conceitos apresentados?</p> <p>40. Os objetivos estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos?</p> <p>41. As atividades e conteúdos propostos são necessários e suficientes para a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal?</p>
	Conhecimento Coloquial e Científico	42. A contextualização prevista tem capacidade para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva ao aluno como elemento explicativo para tomada de decisão ou solução de uma problemática social?
	Tema, Fenômeno, Conceitos	<p>43. Os conceitos desenvolvidos pela SEI fornecem elementos para discussão do fenômeno proposto segundo tema de ensino?</p> <p>44. Faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída?</p>

APÊNDICE B – Plano de ação da SEI (Parte I)

O problema das canetinhas hidrocor

Participantes: alunos clubistas (5º, 6º, 7º e 8º anos)

Professor responsável: Breno Rodrigues.

Organização: professores monitores.

Data: 29/04/2023.

Horário: 08h às 10h:30.

Estratégia: trata-se de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que parte de uma atividade experimental que estão embasadas na perspectiva de Carvalho (2013).

O Experimento: *Cromatografia em papel.*

Vídeo base "O segredo das cores das canetinhas" disponível no canal *Manual do Mundo* na plataforma YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=7vrL-BNcTpw&t=159s>.

Objetivo do experimento: identificar qualitativamente os pigmentos presentes nas tintas das canetas hidrográficas, mediante a técnica de separação de misturas Cromatografia em Papel (CP)*.

Material experimental:

Material	Quantidade por equipe	Total
Canetas hidrográficas coloridas	1 pacote (6 cores)	8
Filtro de café (tiras retangulares)	12 tiras	96
Papel sulfite (tiras retangulares)	12 tiras	96
Álcool etílico comercial (96°GL/INPM)	1 frasco	8
Água da torneira	1 garrafa (300 mL)	8
Copo descartável ou recipiente transparente	6	48
Tesoura sem ponta	1	8
Fita crepe		

Obs.: as quantidades estão para 8 equipes, mas é necessário ter material sobrando, por garantia.

*BNCC/CN - Unidade temática: Matéria e Energia. 6º ano. Objetos do conhecimento: Misturas homogêneas e heterogêneas; separação de materiais; Materiais sintéticos; Transformações químicas. Competências BNCC: (EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois, ou mais materiais; (EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas e materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados..

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA - SEI (PARTE I)

A SEI ocorrerá em dois sábados, sendo no primeiro as etapas 1, 2, 3 e 4 (PARTE I), enquanto no segundo, a contextualização e ampliação do conteúdo (PARTE II).

08h:20 - Acolhida e dinâmica inicial

Ocorrerá uma contextualização inicial à atividade experimental. A turma será organizada em semicírculo. Serão feitas perguntas para introduzir o fenômeno e os materiais, tais como:

O que é uma substância? O que é uma mistura? Quem pode me dizer o que é esse material (mostrando as canetinhas)? Quais cores vocês estão observando? Cada canetinha possui apenas uma cor (pigmento), isto é, apenas a qual estão observando? A tinta presente na canetinha é uma substância ou uma mistura?

08h:25 - SEI "O problema das canetinhas hidrocor"

(continua)

Etapa	Ações
Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor (08h:25 às 08h:30) [5min]	Os alunos serão organizados em pequenos grupos com critério segundo professor responsável a ser comunicado. Serão distribuídos kits com os seguintes materiais: Canetas hidrográficas coloridas; filtro de café (tiras); papel sulfite (tiras); álcool etílico comercial*; água da torneira; copo descartável ou recipiente transparente; régua; tesoura; fita crepe *Comunicar aos alunos a importância do cuidado com esse material, por ser inflamável. O professor propõe o seguinte problema experimental: Como identificar se cada canetinha possui uma ou mais cores em sua tinta?

(continuação)

<p>Resolução do problema pelos alunos (08h:30 às 09h:10) [40 min]</p>	<p>Ação sobre os objetos para familiarização e obtenção do efeito desejado</p> <p>Nos grupos, os alunos irão manusear e familiarizar-se com os objetos e materiais disponíveis para levantarem suas ideias, ou seja, mobilizarão hipóteses e as testarão, enquanto o(s) professor(es) verificará(ão) se todos compreenderam o problema experimental proposto.</p> <p>Cabe ressaltar que os alunos devem realizar seus procedimentos sem que o professor lhes dê a resposta ou apresse o raciocínio. Para isso, O DOCENTE PRECISA CONDUZIR AS IDEIAS DOS DISCENTES POR PERGUNTAS E SITUAÇÕES QUE POSSIBILITE A REFLEXÃO.</p> <p>Professores responsáveis: professores-monitores das equipes</p> <p style="text-align: center;">Tomada de consciência do efeito desejado</p> <p>Ao terminarem de resolver o problema experimental, os professores recolhem o material, desfazem os grupos e organizam os alunos em semicírculo para um debate. Esta é a etapa de sistematização coletiva dos conhecimentos.</p> <p>Um dos professores abrirá as discussões convidando os alunos (equipes) para comentar o percurso realizado para resolver o problema experimental. Os alunos permanecerão em círculo. Devem ser estimulados a falarem: Como conseguiram resolver o problema? Isso deve levar os alunos a tomada de consciência de suas ações.</p> <p>Professor responsável: Breno Rodrigues</p> <p style="text-align: center;">Explicações causais dos alunos</p> <p>Ao se constatar que todos ou a maioria dos alunos (nas equipes) expuseram suas ideias, o professor indagará os mesmos a partir de perguntas acerca do experimento, tais como: por que vocês acham que deu certo? Ou "Como vocês explicam por que deu certo?"</p> <p>Aqui os alunos terão de associar sua explicação ao fato de não terem mergulhado a parte pintada diretamente no solvente, mas de modo que esses pudessem ser absorvidos pelo papel (capilaridade).</p> <p>Os alunos buscarão explicações causais do fenômeno. Isso envolve, neste caso, os fenômenos da solubilidade, da polaridade/afinidade entre os componentes ante as noções de substâncias e misturas, já que se tratam de pigmentos. Com isso, acrescenta-se perguntas do tipo:</p> <p>O que aconteceu quando colocaram o papel-filtro em contato com o álcool ou água? O que aconteceu quando colocaram o papel comum em contato com o álcool ou água? O tipo de papel utilizado influi nos resultados? Por que (em alguns casos) diferentes cores são observadas em posições diferentes do papel? Por que algumas canetinhas possuem mais de uma cor e em outras apenas uma? Quanto ao solvente (álcool e água), houve diferença no resultado? Por que a tinta hidrográfica das canetas tem comportamento diferente conforme o solvente utilizado??</p> <p style="text-align: center;">Aplicação do material de Sistematização pelo professor [10 min]</p> <p>Serão demonstrados os caminhos procedimentais da resolução do problema, articulando conceitos envolvidos. É a sistematização com a apresentação de uma linguagem formal aos alunos que antes tinham um vocabulário mais informal. Para isso, serão utilizados vídeos didáticos como forma de subsidiar a abordagem. Sendo assim, serão apresentados na seguinte ordem:</p> <p>1 - Vídeo-base/Manual do mundo (procedimento experimental): https://www.youtube.com/watch?v=7vrL-BNcTpw&t=159s</p>
--	---

(conclusão)

	<p>2 - Vídeo "Substâncias puras e misturas" (Ciências para crianças): https://www.youtube.com/watch?v=mcCXY-N8CXs Atenção: Para uso exclusivo dos professores!</p> <p>Far-se-á uma breve articulação dos conceitos químicos envolvidos (substâncias e misturas) no processo cromatográfico, e se concluirá com as perguntas feitas na contextualização inicial: Como são formadas as cores dessas canetinhas? Cada canetinha possui apenas uma cor (pigmento), isto é, apenas a qual estão observando? A tinta presente na canetinha é uma substância ou uma mistura?</p> <p>Professor responsável: Breno Rodrigues Professor: Breno Rodrigues</p>
Intervalo para o Lanche - 09:30 às 09:45 [15 min]	
<p>Escrever e desenhar (09:45 às 10h:30) [45 min]</p>	<p>Esta é a etapa de sistematização individual do conhecimento. Para isso, o professor pede aos alunos que escrevam e desenhem sobre o que aprenderam na aula/atividade.</p> <p>Materiais: folhas de papel sulfite; lápis; caneta estereográfica; canetas hidrográficas; lápis de cor; giz de cera, borracha; régua.</p> <p>Será estabelecido um clima permanente de dialogicidade, para que os alunos possam expor suas ideias verbalmente enquanto registram no papel. Algumas perguntas a fazer: O que levou você a fazer dessa maneira, a ordem, os elementos...? Qual a relação desse registro com a experiência? Qual a relação desse registro com os temas envolvidos? O que você compreendeu do assunto no experimento? O que mais chamou sua atenção na atividade? O que este desenho/essa ideia (escrita) representa para você? Por que você escolheu escrever? Por que escolheu desenhar?</p> <p>Professor responsável: professores monitores</p>

10h:30 - Encerramento/Saída

Obs.: **deixar os alunos permanecerem na(s) sala(s) produzindo seu registro e aguardando a chegada do responsável.**

A solução

Para obterem o efeito desejável, os alunos deverão tomar consciência de que o traço ou ponto a ser pintado com a canetinha no de papel-filtro e sulfite deve ficar acima do nível do solvente (álcool e água) utilizado, no recipiente, conforme ilustrado na figura abaixo. Caso mergulhem o a marcação pontada no papel diretamente no solvente, não funcionará, pois dissolverá a tinta.

Explicação do fenômeno:

A cromatografia em papel é um método físico-químico de separação de misturas (homogênea), efetuada através da distribuição dos componentes dessa mistura em duas fases, que estão em contato. Dessas fases, uma se move (fase móvel) através da outra (fase estacionária). Durante a migração da fase móvel através da fase estacionária, os componentes se distribuem seletivamente entre essas fases, resultando em migrações diferenciais (o que mostra as variadas cores). Portanto, em algumas canetinhas há presença de mistura de pigmentos enquanto outras apenas um tipo. O papel mais eficiente é o de filtro, pois é mais poroso que o sulfite, permitindo que o fenômeno da capilaridade ocorra de maneira mais efetiva. Em relação ao solvente, o álcool é mais eficiente, pois a tendência é que consiga "arrastar" a maioria dos pigmentos, enquanto que a água tem mais afinidade com o papel.

Sobre substâncias e misturas: <https://www.youtube.com/watch?v=I-RlxEvDQg>

APÊNDICE C – Plano de ação da SEI (Parte II)

O problema das canetinhas hidrocor

Participantes: alunos clubistas (5º, 6º, 7º e 8º anos)	
Professor responsável: Breno Rodrigues	Organização: professores monitores
Data: 06/05/2023	Horário: 08h às 10h:30.
Estratégia: continuação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) "O problema das canetinhas hidrocor", com uma ação de "Contextualização social e ampliação dos conteúdos", conforme a perspectiva de Carvalho (2013).	

Objetivo da atividade: articular os conceitos científicos abordados no experimento e demais etapas anteriores, com temas e aplicações cotidianas. Ademais, busca-se uma abordagem contextualizada e inter-transdisciplinar por meio de atividades individuais e coletivas com recursos didático-pedagógicos.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI (PARTE II)

A cromatografia em papel permite a discussão do conceito de polaridade, interações intermoleculares, misturas e substâncias, processos de separação de misturas e capilaridade (GONÇALVES et al., 2013; HOEHNE; RIBEIRO, 2013; OLIVEIRA; SILVA, 2017; ZAN et al., 2021), que podem ser posteriormente contextualizados para ampliação dos conhecimentos, como a origem dos pigmentos nas próprias canetinhas, processo de fabricação (industrial e manual), cores primárias e secundárias, o espectro eletromagnético, os pigmentos naturais e artificiais (a melanina, pele, olhos, etc.), dentre outros.

08h:30 – Resgate e levantamento de ideias prévias [08h:30 às 08h:45 (15 min.)]

Inicialmente os alunos serão organizados em semicírculo. O professor faz o resgate das principais ideias abordadas no encontro anterior. Vamos lembrar o que fazemos no encontro passado:

- *O que é substância? O que é mistura? O que mistura homogênea e heterogênea? Para que serviu a cromatografia que fizeram (experimento)?*

Após isso, o professor faz as seguintes perguntas para iniciar a discussão:

- *No seu dia a dia você já viu algo semelhante acontecer? Dê exemplo. O que vocês viram nesta semana que poderia ter a mesma explicação? Que outros exemplos podemos associar a esse assunto?*

08h:45 – Atividade em grupo "Conhecendo os pigmentos, as tintas e as cores" [08h:45 às 09h:15 (30 min.)]

Será apresentado aos alunos uma narrativa contendo uma situação problema para poderem propor soluções. Serão formados quatro (4) grupos, sendo que esses receberão um texto/tema exclusivo para o grupo (anexos A e B). No final da história será proposto que os alunos leiam e discutam o conteúdo e façam um painel explicativo, se inserindo na história, conforme a figura abaixo:

Conhecendo os pigmentos, as tintas e as cores

Na cidade de Belém, mora um adolescente de 12 anos chamado João que estuda na escola "Aprendizes nota 10". João que é um aluno muito estudioso, começou a se preparar para a prova que acontecerá na próxima semana. O aluno já estudou sobre misturas e substâncias e a cromatografia em papel, porém está com dificuldade em alguns assuntos de ciências, como "Os pigmentos" e "As tintas".

O adolescente mandou mensagem no *WhatsApp* para uma amiga chamada Deyse que estuda em outra escola e que participa de um Clube de Ciências. Deyse é muito inteligente e disse que ajudaria João, e faria melhor, pediria ajuda para todos os colegas desse clube. A jovem orientou que os colegas se organizassem em grupo e que elaborassem um painel para ajudar João nos estudos.

Vocês são os amigos de Deyse e agora terão que ajudar João a entender esses assuntos para a prova. Sejam criativos e usem todas as ideias possíveis.

Com os temas "Os pigmentos" e "As tintas", os alunos deverão construir um painel para expor suas ideias, entendimentos e exemplos acerca do tema. O objetivo é promover a interação entre os pares e o reconhecimento da realidade empírica dos alunos.

09h:15 - Intervalo para o lanche [09h:15 às 09h:30 (15 min.)]

09h:30 - Socialização das construções pelas equipes [09h:30 às 09h:50 (20 min.)]

Após o intervalo, as equipes socializarão seus resultados. Será disponibilizado 3 a 5 minutos, em que o professor mediará a apresentação por meio de perguntas espontâneas. Permitir que todos os alunos falem neste momento.

09h:50 - Sistematização coletiva dos conhecimentos [09h:50 às 10h:00 (10 min.)]

O professor apresentará dois vídeos que contemplam as ideias trabalhadas na atividade anterior e finalizará esse momento.

- **Vídeo didático 1 - Cores primárias. Pigmentos e tintas:**
<https://www.youtube.com/watch?v=rvlpWUruE4Y> (5min:36)

10h:00 - Escrever e Desenhar [10h:00 às 10h:30 (30 min.)]

Essa é a etapa de sistematização individual do conhecimento. Para isso o professor pede que escrevam e desenhem sobre o que aprenderam na aula. Será estabelecido um clima permanente de dialogicidade, para que os alunos possam expor suas ideias verbalmente enquanto registram no papel. Algumas perguntas a fazer:

- O que levou você a fazer dessa maneira, a ordem, os elementos...? Você conseguiu aprender algo? Do que você mais gostou? Qual a relação desse registro com a experiência? Qual a relação desse registro com os temas envolvidos? O que este desenho/essa ideia (escrita) representa para você? Por que você escolheu escrever? Por que escolheu desenhar? Você gosta de estar no clube de ciências? O que isso significa para você?

10h:30 - Encerramento/Saída

Deixar os alunos permanecerem na(s) sala(s) produzindo seu registro e aguardando a chegada do responsável.

Anexo A Os pigmentos

- Pigmentos são a mesma coisa que corantes?

Os pigmentos são basicamente substâncias químicas que não podem se misturar (insolúvel) em uma solução, enquanto os corantes sim (solúveis) e que conferem cor a determinado material.

Os pigmentos podem ser classificados de acordo com sua origem **natural** e pela composição química, denominados "orgânicos" ou "inorgânicos" e em pigmentos **sintéticos**, também denominados artificiais.

Pigmentos orgânicos podem ser produzidos por plantas, animais e micro-organismos na forma de pigmentos, em sua grande maioria, os quais podem ser extraídos destes organismos. Como exemplo temos os pigmentos de origem vegetal, como: as clorofilas (verde), os carotenoides (amarelo, laranja e vermelho) e os flavonoides (vermelho, roxo e azul). Esses pigmentos são de fácil extração e vêm sendo utilizados de forma crescente em alguns produtos industrializados. Uma das grandes desvantagens desses pigmentos vegetais é sua baixa estabilidade frente à temperatura, oxigênio e luz, que afetam negativamente a qualidade e aparência dos produtos.

Na nossa região, quais plantas, frutas ou legumes podem ser encontrados esses pigmentos?

Os pigmentos **orgânicos** são encontrados também em insetos, demais seres vivos, como alguns tipos de algas.

Já os pigmentos inorgânicos, são obtidos de recursos minerais e rochas, e podem ser extraídos para diversas finalidades. Esses pigmentos apresentam maior estabilidade química e térmica.

Já os pigmentos **sintéticos**, são compostos orgânicos obtidos por processo de síntese dos derivados de petróleo produzidos em laboratórios a partir de materiais disponíveis na natureza e em geral são aplicados em produtos de uso cotidiano, desde beleza à alimentação.

Eles servem para dar ou realçar as cores dos alimentos, dos cosméticos e dos produtos farmacêuticos.

ANEXO B

As tintas

- Como as tintas são obtidas?
- É possível fazer tintas em casa?

A tinta é uma mistura de vários insumos (materiais) que juntos passam por um processo de cura (reações químicas), formando assim um filme semelhante a uma pasta. Existem vários tipos de tinta.

Na sua composição os seguintes materiais:

- Geralmente apresenta a **resina** que é uma parte sólida que forma a película aderente, que segura no material a ser pintado, além disso, é ela que garante as propriedades da tinta como secagem, brilho, resistência.
- Outro componente é o **solvente**, o líquido que na maioria das vezes é volátil, como os **solventes orgânicos**. Em alguns casos também pode ser a **água**.
- Um terceiro componente importante são os **pigmentos**, sendo nesse caso, compostos químicos que conferem a coloração para as tintas.
- Além desses, em algumas fórmulas são adicionados os **aditivos** (produtos extras, como conservantes, aromatizantes e outros), que auxiliam desde o processo de armazenamento até a formação do filme "pasta" (veja a figura 1).

As tintas apresentam uma composição química variada, podendo existir diferentes tipos, que é de acordo com a finalidade e a superfície a ser pintada.

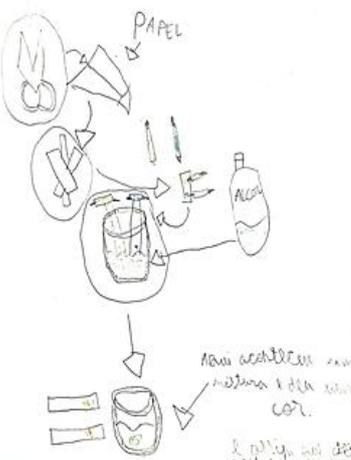
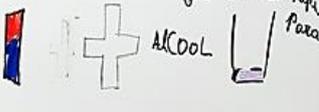
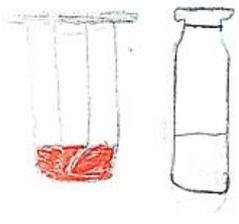
- Quais os tipos de tinta vocês conhecem?
- No seu dia-a-dia, quais materiais, produtos e bens são aplicadas as tintas?

Aspectos e impactos ambientais causados pelas tintas

Tanto o uso quanto a produção das tintas são indispensáveis hoje em dia. Seja para embelezar um determinado local, proteção de materiais ou para fins econômicos pessoais ou sociais. No entanto, muitos dos componentes empregados na produção das tintas são altamente tóxicos e podem levar a danos ambientais, caso não se tome os devidos cuidados com os descartes, armazenamentos ou produção.

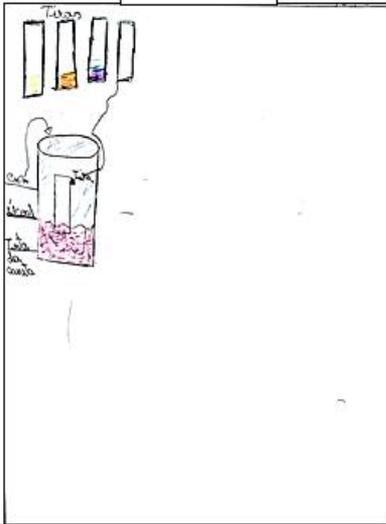
APÊNDICE D – Registros Gráficos dos alunos clubistas (corpus analisado)

(continua)

RGAC01	RGAC02	RGAC03
 <p>PAPEL</p> <p>ALCOOL</p> <p>Após acalorar a mistura e dar uma cor.</p>	<p>... mistura vermelha ... com mistura e qual com verde forma verde mais a água e mais rápido para</p>  <p>ALCOOL</p>	
RGAC04	RGAC05	RGAC06
<p>... após que os dois foram colocados em algunhas das outras coisas de um ao que ... não tem nada aqui... ... os outros foram colocados em outros e com ... das mesmas coisas... ... quando foram colocados em outros... ... após de experimento de teste de cada um...</p>	<p>... Hoje eu aprendi sobre a cor da mistura de ... de duas misturas em cores diferentes, mais como a que ... fácil de fazer com a mistura de papel e álcool, mais ... teste... e depois a mistura</p> <p>Como fazer?</p> <p>Recorta o papel e coloca a mistura... depois põe um ... líquido em pontos de papel e depois coloca ... Por que isso acontece</p> <p>- O álcool só se põe no papel e acontece algumas cores da mistura e outras não, pois há algumas reações ... cores da mistura.</p>	
RGAC07	RGAC08	RGAC09
 <p>... Especial para que ... de teste... ... de teste... ... de teste...</p>	 <p>... Na hora de fazer teste ... gente... e do ... de teste... ... de teste... ... de teste...</p>	 <p>Resultado:</p> <p>... de teste... ... de teste... ... de teste...</p>

(continuação)

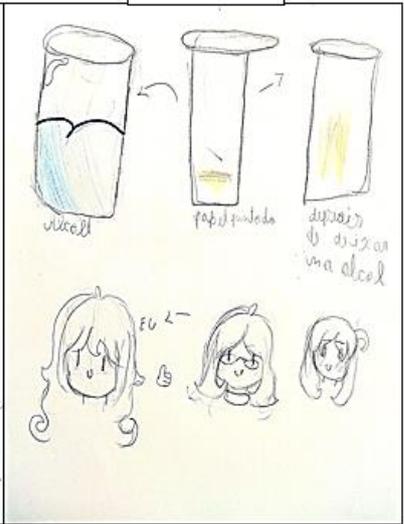
RGAC10



RGAC11



RGAC12



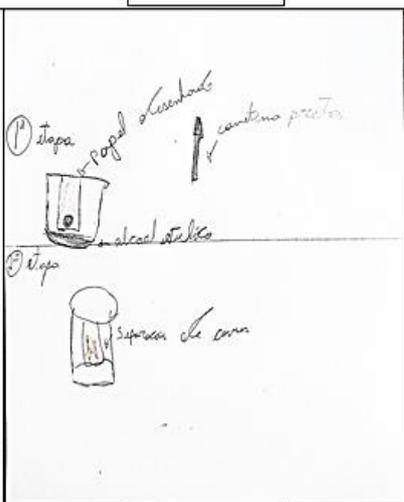
RGAC13



RGAC14



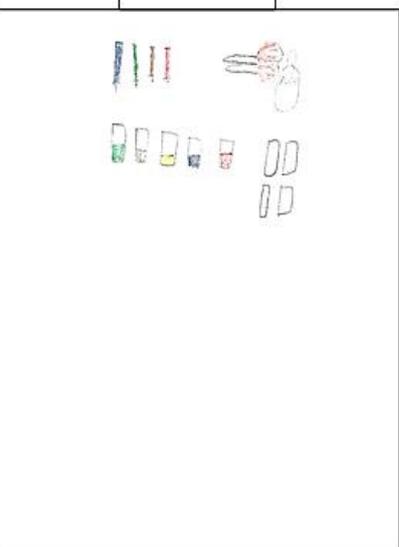
RGAC15



RGAC16



RGAC17



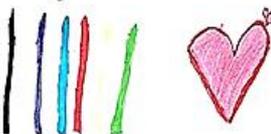
RGAC18



(conclusão)

RGAC19

Por assim que se observam sobre mistura em funil
sem se deslizar e não muda importante que se tenha
de ter se sabe se tem algum tipo de
substância não chama no caso de ter se tem
uma coisa mas tem pontos de se com
com e não se homogêneo porque tem
sem ter assim a parte e parte de qual
sua e não e base de que não se
gostu muito



RGAC20



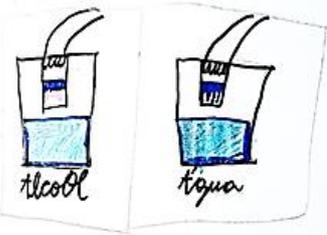
RGAC21

Nome do experimento: **C O M O D I F I C A R E M A P E L** data: 29/04/21



O material tem a
mistura das cores
para a separação
para

RGAC22

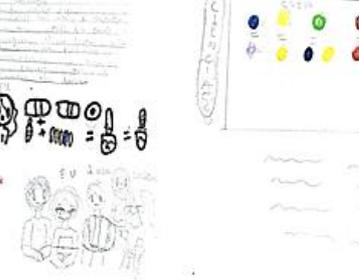


Alcool

Água

RGAC23

Nome do experimento: **C O M P A R A T I V A D E P E L** data: 29/04/2021



RGAC24



O experimento
foi muito legal
mas foi muito
desafiador

RGAC25



Os vapores não são cores. Porém como
do álcool e do água

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESCRIVENDO E DESENHANDO CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E ATITUDES NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS

Pesquisador: BRENO DIAS RODRIGUES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 66396722.4.0000.0018

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.872.286

Apresentação do Projeto:

Frente às demandas contemporâneas da Educação em Ciências e à necessidade da implementação de práticas educacionais construtivistas que viabilizem um processo significativo de ensino-aprendizagem-avaliação, destacamos o Ensino por Investigação e, mais estritamente, a experimentação investigativa enquanto tendência, como possibilidade para tal questão. Situamos o Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, um espaço alternativo ao Ensino de Ciências, que desenvolve ações educacionais nessa tendência para o ensino fundamental e têm demonstrado resultados satisfatórios, mas é necessário propor práticas que identifiquem, fomentem e valorizem aspectos para além do conceitual, como o procedimental e atitudinal articuladamente. Com isso, este projeto busca compreender de que maneira os alunos clubistas desenvolvem suas aprendizagens do conteúdo nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais pela experimentação investigativa e em que termos manifestam tais aprendizagens em suas produções gráficas (escritos e desenhos). Para isso, propomos uma Sequência de Ensino Investigativa com um experimento sobre cromatografia em papel com materiais alternativos, que partiu de um problema experimental, momento de resolução do problema, a sistematização coletiva dos conhecimentos e o momento de escrever e desenhar individualmente. Pretende-se manter um clima dialógico com e entre os participantes que se constituirão alunos clubistas de 5º e 6º anos do ensino fundamental e professores-monitores, também clubistas voluntários. Quanto

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.	
Bairro: Guamá	CEP: 66.075-110
UF: PA	Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735	Fax: (91)3201-8028
	E-mail: cepccs@ufpa.br

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 5.872.266

a validação da proposta pedagógica, pretendemos realizar um teste piloto com os professores-monitores para garantir sua eficiência. A constituição do material empírico se dará principalmente por videografações dos momentos, as produções gráficas dos alunos juntamente aos seus relatos e observações participantes do pesquisador. Para análise e interpretação dos dados aplicaremos a Análise Textual Discursiva na relação entre desenhos e escritos com os relatos orais dos alunos. O projeto buscou assegurar os cuidados éticos com os envolvidos

e com os encaminhamentos científicos. Esperamos como resultados encontrar a fenomenologia da linha de investigação deste estudo e acreditamos que a busca pelos significados das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais podem concatenar diversas falas, sentidos, perspectivas e transformações nos discentes, visto que a experimentação investigativa favorece o engajamento dos partícipes, viabilizando o desenvolvimento e aprimoramentos de saberes e práticas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais de alunos clubistas de 5º e 6º anos do ensino fundamental manifestadas em registros gráficos produzidos durante a etapa de "escrever e desenhar" de uma atividade experimental investigativa no Clube de Ciências Cristovam Diniz

Objetivo Secundário:

a) Identificar conceitos, procedimentos e atitudes revelados nos escritos e desenhos produzidos pelos alunos em associação aos processos dialógicos estabelecidos entre os atores envolvidos (participantes, professores-monitores e pesquisador). b) Descrever os principais elementos gráficos e comunicacionais mobilizados pelos alunos clubistas em seus escritos e desenhos em vistas a uma categorização e demais procedências analíticas; c) Compreender as relações existentes entre os registros gráficos, as dimensões do conteúdo e a experimentação investigativa e suas contribuições para a aprendizagem dos alunos e do processo educacional estabelecido no clube.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos existentes são considerados mínimos, pois se trata de uma pesquisa educacional que envolverá um processo educacional, diálogos e produções de registros gráficos, podendo ocorrer possíveis desconfortos emocionais por divergências de opiniões sobre ideias levantadas entre os participantes ou brincadeiras entre os pares que causem constrangimento. Mas buscaremos

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepeccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 5.872.266

contornar e resolver quaisquer situações e garantir que tudo fique bem, suspendendo dadas ações da pesquisa caso necessário.

Benefícios:

A realização da pesquisa durante o desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa "O problema das cores nas canetinhas hidrocor", dar-se-á a partir da construção de um processo de investigação-ação em que todos os participantes poderão participar ativamente das discussões e práticas. Destaca-se ainda como benefício a relevância deste trabalho para o estado do Pará, como meio para subsidiar projetos, programas e práticas educacionais escolares e não escolares voltadas para um melhor entendimento das questões que cercam a Educação em Ciências no nível básico, aproximando o estudante e profissional docente da perspectiva do Ensino Investigativo, principalmente a experimentação investigativa, na Educação em Ciências e Matemática, bem como os seus benefícios. Além disso, a reflexão crítica dos processos de ensino e aprendizagem que valorizam o protagonismo dos alunos para o desenvolvimento de aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, fomentando e engajando-os em variadas formas de linguagem, como o uso da escrita, do desenho e da argumentação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encaminhado dispõe de metodologia e critérios definidos conforme a resolução 466/12 do CNS/MS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados, nesta versão, contemplam os sugeridos pelo sistema CEP/CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do protocolo. Este é nosso parecer, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2070811.pdf	27/12/2022 18:15:39		Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinado.pdf	27/12/2022 18:13:34	BRENO DIAS RODRIGUES	Aceito
Declaração de	declaracao_de_isencao_assinado.pdf	27/12/2022	BRENO	Aceito

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepocs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 5.872.286

Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_isencao_assinado.pdf	12:57:14	BRENO RODRIGUES	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	carta_de_encaminhamento_ao_CEP_assinado.pdf	27/12/2022 12:49:15	BRENO RODRIGUES	Aceito
Declaração de concordância	termo_de_compromisso_do_pesquisador_assinado.pdf	27/12/2022 12:47:32	BRENO RODRIGUES	Aceito
Declaração do Patrocinador	termo_de_compromisso_ppgecm_assinado.pdf	27/12/2022 12:46:47	BRENO RODRIGUES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	aceite_de_orientacao_assinado.pdf	27/12/2022 12:45:35	BRENO RODRIGUES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_de_pesquisa.pdf	27/12/2022 12:44:44	BRENO RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_participantes_professores_monitores_assinado.pdf	27/12/2022 12:39:30	BRENO RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_responsaveis_legais_assinado.pdf	27/12/2022 12:39:10	BRENO RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_participantes_assinado.pdf	27/12/2022 12:38:39	BRENO RODRIGUES	Aceito
Cronograma	cronograma_assinado.pdf	27/12/2022 12:38:12	BRENO RODRIGUES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 01 de Fevereiro de 2023

Assinado por:
Wallace Raimundo Araujo dos Santos
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepeccs@ufpa.br