

# **A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: “O PROBLEMA DAS CANETINHAS HIDROCOR” EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS**

*Breno Dias Rodrigues  
João Manoel da Silva Malheiro*

## **INTRODUÇÃO**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere para a componente de Ciências da Natureza, na unidade temática “Matéria e Energia” ao público de 6º ano do ensino fundamental, alguns objetos do conhecimento que se direcionam para a abordagem de conteúdos de Química, dentre os quais se destacam: misturas homogêneas e heterogêneas; separação de materiais; materiais sintéticos; e transformações químicas. E tendo como habilidades previstas: classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (EFO6CI01); identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas e materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (EFO6CI02); selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (EFO6CI03) (BRASIL, 2017).

Frente ao exposto, os “métodos de separação são um capítulo importante em Química, uma vez que, muitas vezes, é necessário isolar substâncias provenientes de um mesmo meio reacional para sua purificação ou separar interferentes para sua adequada identificação e/ou quantificação” (OKUMURA; SOARES; CAVALHEIRO, 2002, p. 680). Sendo assim, destaca-se a Cromatografia em Papel (CP), um método físico-químico simples de separação de misturas homogêneas para análise de amostras em quantidades pequenas, podendo ser aplicada para separação, por exemplo, na identificação de pigmentos naturais e sintéticos. Neste sentido, seu funcionamento ocorre pela distribuição dos componentes da mistura em duas fases, a estacionária e a móvel, que estão em contato, sendo que a primeira se move através da segunda (OLIVEIRA; SILVA, 2017) e “durante a migração da fase móvel através da fase estacionária, os componentes se distribuem seletivamente entre essas fases, resultando em migrações diferenciais” (COLLINS et al., 2010 *apud* OLIVEIRA; SILVA, 2017, p. 163).

Neste sentido, essa técnica cromatográfica é passível de ser desenvolvida em contextos educacionais, com finalidade pedagógica, como, por exemplo, uma atividade experimental para abordagens básicas de conteúdos de Química, pois além de sua preparação e execução serem acessíveis, demandam pequenas quantidades de material. Assim, essa estratégia pode auxiliar de maneira didática o professor de Ciências e de Química na abordagem fenô-

menos e conceitos químicos para que os alunos compreendam, pela CP, a possibilidade de separar e identificar qualitativamente substâncias químicas em misturas relativamente complexas (LISBÔA, 1998; GONÇALVES et al., 2013; OKUMURA; SOARES; CAVALHEIRO, 2002; OLIVEIRA; SILVA, 2017).

Nesse contexto, a Química enquanto ciência que integra a área de Ciências da Natureza se apresenta como suporte no processo educativo, ou seja, o Ensino de Química (EQ) necessita de um desenvolvimento educacional com significados em vistas à superação de um ensino transmissivo dos “conhecimentos químicos (alguns de discutível valor para a formação científica do cidadão), mas é importante que esses conhecimentos sejam instrumentos para melhor se fazer educação. Essa é a síntese de um fazer educação por meio da Química” (CHASSOT, 2018, p. 59).

À vista disso, entende-se que o Ensino de Ciências – que contempla o EQ – contemporâneo versa que os diversos espaços de ensino assumam uma identidade prática imersa em um processo construtivista<sup>1</sup>, dinâmico e

---

<sup>1</sup> Uma perspectiva/posicionamento/teoria epistemológica de aprendizagem na qual pressupõe que o aluno é o construtor dos seus conhecimentos, que protagoniza seu processo de aprender ativamente, descentralizando o professor como detentor e transmissor do conhe-

problematizador, pois, quando findado nessas ações, assume elementos de uma pesquisa guiada pelos alunos e orientada pelo professor (CACHAPUZ et al., 2005; POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO, 2012, 2013). Além disso, deve proporcionar aos aprendizes, significados na construção do saber em uma formação escolar cidadã, pois, quando ainda pequenos, as possibilidades são mais fecundas devido ao forte interesse em explorar e explicar o mundo em sua volta (TRIVELATO; SILVA, 2016). Dentre as inúmeras estratégias didáticas, a Experimentação Investigativa (EI) se apresenta como recurso importante a esse acontecimento (CARVALHO, 2013).

Posto isso, nesta investigação apresenta-se o recorte de uma pesquisa ao nível de mestrado que se voltou para as ações produzidas em um Clube de Ciências, que segundo Rodrigues e Malheiro (2023), idealiza a educação em ciências não formal por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão com ênfase na EI e fundamentadas nos preceitos das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) defendidas por Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013), para alunos do ensino fundamental.

---

cimento no processo, sendo um dos grandes representantes o psicólogo, epistemólogo e biólogo Levi Semionovitch Vygotsky (1936-1934).

Em virtude desses aspectos, relata-se o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa sobre CP com alunos clubistas do ensino fundamental em um Clube de Ciências, cujo intuito foi avaliar o seu potencial a partir da aplicação para o público supracitado, bem como as potencialidades dos participantes em relação à atividade. Sendo assim, faz-se necessário apontar alguns aspectos e pressupostos teórico-metodológicos sobre a EI para o EQ.

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS: A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA EM FOCO**

Muitos pesquisadores têm se debruçado à pesquisa educacional para compreender o papel da experimentação didática<sup>2</sup> nos processos de ensino e 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 (CARRASCOSA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006; CARVALHO et al., 2009; OLIVEIRA, 2010; CARVALHO, 2013; SOUZA et al., 2013; MALHEIRO, 2016). Nesse cenário, depara-se com um número significativo de profissionais e pesquisa-

---

<sup>2</sup> São as atividades práticas que visam abordar fenômenos para o ensino de conteúdos escolares, seja no laboratório de ciências ou com materiais alternativos na sala de aula, ou outros espaços.

dores defendendo a eficácia e as contribuições dessas atividades práticas para melhorias na educação, entretanto, muitos aspectos dessa prática pedagógica têm apresentado controvérsias (OLIVEIRA, 2010).

Ainda é comum muitos professores terem uma visão salvacionista da experimentação para os problemas de aprendizagem e interesse nas aulas de ciências, assim como para a compreensão da natureza da ciência. Entretanto, é uma visão reducionista e simplista, pois, não importa a quantidade de vezes em que elas são empregadas nas práticas pedagógicas, mas como são conduzidas (CARRASCOSA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006; MALHEIRO, 2016). Assim, uma vez que possuem vantagens e desvantagens quanto ao seu desenvolvimento, necessitam de uma boa organização, fundamentação teórica e ser compreendida didaticamente, para garantirem processos de ensino e aprendizagem satisfatórios (OLIVEIRA, 2010; MALHEIRO, 2016).

De acordo com Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser adotadas com finalidades distintas que visem diversas contribuições, considerando, neste caso, os aspectos conceituais procedimentais e atitudinais, dentre os quais se destacam: a) desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; b) desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; c) estimular a criatividade; d) aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; e) aprender a analisar dados e propor hipó-

teses para os fenômenos; f) aprender conceitos científicos; g) detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; h) aprimorar habilidades manipulativas; dentre outras. Mas para se alcançar alguns desses aspectos, é indispensável mediar o processo com uma abordagem didática que favoreça o engajamento dos alunos.

Sendo assim, há modalidades de atividades experimentais disponíveis que podem ser adotadas nas práticas pedagógicas para diferentes objetivos pedagógicos. Entretanto, cabe ao docente um movimento organizativo e intelectual para o discernimento de suas diferenças, potencialidades e coerência aos objetivos educacionais. Essas atividades se apresentam desde simples ilustrações, àquelas investigativas que proporcionam momentos reflexivos aos alunos (OLIVEIRA, 2010). Isso porque, muitas vezes no EQ, há visões simplistas sobre sua finalidade, como a ideia que devemos usá-la porque “a Química é uma ciência experimental”, “servem para cativar os alunos” ou ainda, “ajudam a mostrar a teoria na prática”. De fato, são pontos de vista importantes, no entanto, considerar ingenuamente que essas são suas únicas finalidades, é reduzir sua vasta potencialidade (SOUZA et al., 2013).

Um caminho para compreendê-la e dotá-la coerentemente, é reconhecendo suas características práticas, o que deve ser significativo para o aluno, perpassando então a noção de um mero exercício prático, pois dar oportu-

tunidade de discernir intelectualmente o processo. Para isso, a experimentação com abordagem investigativa deve partir de um problema a ser resolvido e que esteja em consonância com o conteúdo proposto e o(s) objetivo(s) pedagógico(s). Nisto, o professor deve assumir uma postura de mediador, oferecendo aos alunos a liberdade na criação de suas hipóteses e suas decisões (CARVALHO, 2013; MALHEIRO, 2016).

É nesse sentido que diversos autores apontam Graus de Liberdade (GL) intelectual, oferecidos pelo professor aos seus alunos em uma atividade experimental investigativa, assim como a importância do nível de abertura do problema proposto, pois conforme Souza et al. (2013), é necessário permitir a liberdade intelectual aos alunos para refletirem sobre os fenômenos físicos, articularem seus conhecimentos intuitivos à formação e estruturação de novos.

Uma vez que a EI busca a participação ativa do aluno na resolução do problema, ao contrário dos modelos tradicionais baseados na verificação de fenômenos e confirmação de fatos e conceitos, a atuação do professor e dos alunos no processo investigativo, podem ocorrer e variar em diferentes graus de liberdade aos alunos (SOUZA et al., 2013). Nessa perspectiva, considerando que, em geral, as etapas de uma atividade experimental se desdobram na “proposição de um problema”, a “elaboração de hipóteses”, a “elaboração de um procedimento experi-

mental”, a “coleta e análise dos dados” e a “elaboração das conclusões” (PELLA, 1961), podem ser realizadas (operadas) tanto pelo professor, quanto pelo aluno. Isso implicará em um maior ou menor envolvimento intelectual – a depender da postura da mediação – no transcorrer da atividade (SOUZA et al., 2013). Há ainda níveis de liberdade na investigação, mas que coaduna com essa lógica, pois depende da maneira em que o professor atua com os alunos (BORGES, 2002).

Posto isso, Carvalho (2018) sistematizou essas duas perspectivas (Quadro 1) como proposta para o direcionamento de atividades experimentais investigativas, mas que se adequa em outras atividades didáticas utilizadas no Ensino de Ciências.

**Quadro 1:** Graus de Liberdade (GL) de professores (P) e alunos (A) em atividades experimentais

<b>Etapas/ações na atividade</b>	<b>GL1</b>	<b>GL2</b>	<b>GL3</b>	<b>GL4</b>	<b>GL5</b>
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	P/A	A	A
Dados e análise	A	A	A	A	A
Conclusão	P	A/P/ Clas- se	A/P/Cl asse	A/P/ Clas- se	A/P/ Clas- se

Fonte: adaptado de Carvalho (2018).

Diante do exposto, quanto maior a autonomia do aluno promovida pelo professor, “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. 24). Sendo assim, a primeira e segunda coluna (GL1 e GL2 respectivamente), apontam para um processo diretivo, cujas ações do professor na atividade predominam, seja na proposição do problema e na proposição das hipóteses, enquanto os alunos as testam, observam os resultados e, em geral, seguem um roteiro experimental. Ao término, o professor conclui o processo com as confirmações de teorias, fatos e conceitos estudados (CARVALHO, 2018).

Na terceira e quarta coluna, a abordagem investigativa é elucidada, uma vez que no GL3, o professor propõe o problema e os alunos atuam ativamente nas demais ações reflexivas e práticas, assumindo maior envolvimento intelectual. Enquanto isso, o GL4 “representa uma classe mais madura, já acostumada com o ensino por investigação, na qual os alunos estão acostumados a trabalhar em grupo e a tomar decisões para resolver os problemas” (CARVALHO, 2018, p. 769), mas conforme a autora, o professor continua sendo fundamental, pois, tem a função de mediar o processo por perguntas. Já no GL5 (quinta coluna), o processo investigativo é plenamente alcançado pelos alunos, pois o problema é proposto por eles mesmos, mas é muito incomum em propostas didáticas.

Neste processo construtivo, há a necessidade de pôr os estudantes diante de situações problemáticas, para mobilizarem e desenvolverem competências e habilidades, visto que quanto maior a abertura oferecida aos estudantes na experimentação, “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).

Perante essas considerações teóricas, apresenta-se o encaminhamento metodológico da pesquisa, descrevendo a abordagem, o tipo, os participantes, o contexto e os desdobramentos da intervenção realizada com o desenvolvimento da SEI experimental sobre CP.

## **ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO**

A investigação teve abordagem qualitativa, dado que se priorizou a descrição e a compreensão dos significados, e não se deteve em representações numéricas, cujos dados foram abordados de modo processual, e não apenas (exclusivamente) os resultados ou produtos (LÜDKE; ANDRÉ, 2018). Sendo assim, é uma pesquisa descritiva, o que reforça o viés qualitativo ao considerar que a descrição é um aspecto que ancora o posicionamento do pesquisador perante suas reflexões no processo, e nature-

za interventiva, cuja intervenção pedagógica ocorreu em um Clube de Ciências.

Quanto ao procedimento técnico, adotou-se a observação-participante, visto que o pesquisador interagiu diretamente com os partícipes envolvidos e o próprio fenômeno observado (SEVERINO, 2014). Com isso, para a constituição dos dados, utilizaram-se *smartphones* para a produção de registros fotográficos, videograções (vídeo e áudio), anotações em diário de campo do pesquisador durante os momentos dialógicos e conversacionais com os participantes. Ademais, consideraram-se as produções gráficas (escritos e desenhos) dos alunos clubistas que participaram.

Salienta-se que a pesquisa *stricto sensu*, investigou as aprendizagens do conteúdo de ciências nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais a partir da análise dos registros gráficos dos alunos clubistas, semelhante ao que Rodrigues e Malheiro (2023) realizaram, mas que no presente relato, serão abordados e refletidos apenas uma das ações desenvolvidas na intervenção pedagógica, neste caso, a SEI e, em específico, a atividade experimental.

O campo da pesquisa foi o “Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz”, originário do Campus de Castanhal da Universidade Federal do Pará (UFPA), que atualmente, está em atividade nas dependências do

Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), em Belém (RODRIGUES; SOUSA; MALHEIRO, 2023). Um espaço pedagógico alternativo da educação em ciências, que segundo Rodrigues e Malheiro (2023), visa proporcionar a formação e a iniciação científica infantojuvenil pelo desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão com ênfase na EI para alunos do ensino fundamental de escolas públicas. Além disso, é um espaço destinado à formação de professores, uma vez que os agentes que planejam e desenvolvem as atividades, são licenciandos e pós-graduandos de diversas licenciaturas que atuam voluntariamente como professores-monitores<sup>3</sup>.

Participaram da proposta pedagógica 25 alunos clubistas de 5º, 6º e 7º ano do Ensino Fundamental, 13 professores-monitores e o pesquisador (autor) que também é voluntário desse clube, e será denominado de professor-monitor dirigente. Neste sentido, seguindo as diretrizes e normativas éticas da pesquisa envolvendo seres humanos, os participantes aceitaram a participar voluntariamente após o convite prévio, no qual concederam o uso de imagens e informações necessárias à pesquisa por meio do Termo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE/TALE) autorizados pelo Comitê

---

<sup>3</sup> Nomenclatura utilizada para designar os professores em formação (inicial e continuada) que atuam nas ações do clube.

de Ética em Pesquisa (CEP) da UFPA após tramitação na Plataforma Brasil. A aprovação está registrada no parecer consubstanciado nº 5.872.2864.

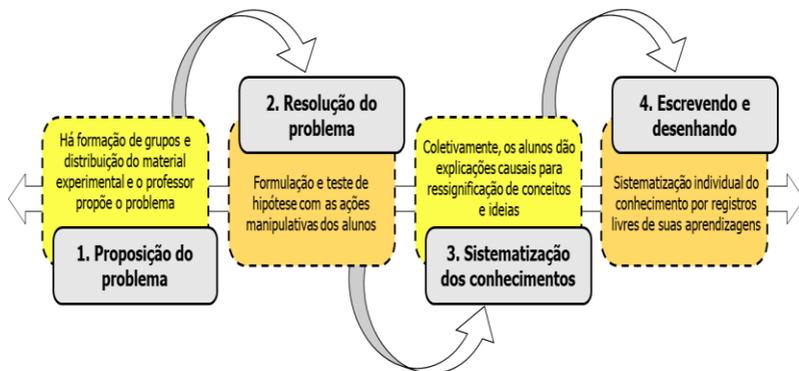
A atividade experimental teve como objetivo possibilitar aos alunos identificarem qualitativamente os pigmentos presentes nas tintas das canetas hidrográficas, mediante a técnica de separação de misturas CP. Para isso, o processo foi estruturado em uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), com quatro etapas de ação e reflexão acerca do fenômeno explorado (CARVALHO, 2013).

A SEI é uma proposta didática estruturada em um sequenciamento de aulas/atividades que partem de um tópico conceitual e um problema (experimental ou não) deve ser resolvido e, durante o processo, o professor deve oferecer liberdade intelectual ao aluno que atua como protagonista. Assim, os alunos são oportunizados a interagirem com seus pares e manipularem materiais e informações autonomamente, com mediação do professor e por interações dialógicas (CARVALHO, 2013). A Figura 1 sistematiza as etapas de ação presentes em uma SEI.

---

<sup>4</sup> Parecer consubstanciado aprovado pelo CEP do Instituto de Ciências da Saúde da UFPA.

**Figura 1:** Sequência de Ensino Investigativa



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

À vista disso, estruturou-se uma SEI na perspectiva de Carvalho (2013), intitulada “O problema das canetinhas hidrocor”, que ocorreu em um sábado e teve duração de duas (2) horas/atividade. Mas sublinha-se que houve um segundo momento (sábado posterior) de extensão da atividade, que não será abordado neste relato, cabendo outra discussão específica. Vale ressaltar que a atividade experimental investigativa da SEI foi estruturada em um Grau de Liberdade intelectual nível 3 (GL3) de investigação, pois o problema experimental foi oferecido pelo professor-monitor dirigente aos alunos, mas as hipóteses e a proposição da forma em que manipulariam os materiais foi definida por eles, em grupo, tendo a colaboração dos demais professores-monitores em virtude da mediação. As etapas e descrições das ações estão sistematizadas no Quadro 2.

**Quadro 2:** Etapas da Sequência de Ensino Investigativa “O problema das canetinhas hidrocor”

<b>Etapa da SEI</b>	<b>Descrição das ações</b>	<b>Atuação/GL</b>
<i>1. O professor propõe o problema</i>	Momento introdutório, em que o professor monitor dirigente organizou a turma em pequenos grupos e destinou duplas de professores-monitores para mediar as discussões. Após isso, distribuiu os materiais e propôs o problema experimental de investigação.	P (problema)
<i>2. Resolução do problema pelos alunos</i>	Ao receberem os materiais, os grupos iniciaram o processo de resolução, levantando suas hipóteses e as testando. Os professores-monitores instigaram os alunos por perguntas em um processo dialógico.	A/P (hipóteses e plano de trabalho)
<i>3. Sistematização dos conhecimentos</i>	Após terem resolvido o problema e identificado a maneira correta de realizar a CP com as tintas nas canetinhas hidrográficas, os alunos socializaram suas ideias, experiências, conhecimentos trabalhados e suas percepções. O professor-monitor dirigente mediu a discussão e, ao final, abordou os conceitos químicos envolvidos.	A/P/Classe (Dados, análise e conclusão)
<i>4. Escrever e Desenhar</i>	Momento de sistematização individual dos conhecimentos, em que os alunos clubistas, por meio da escrita e do desenho, manifestaram suas aprendizagens, sentimentos e subjetividades.	A (Sistematização individual)

**Fonte:** elaboração própria.

Esse processo educacional é apresentado na sessão seguinte, a partir dos momentos estruturantes da SEI, os interlocutores teóricos e as inferências do pesquisador articuladamente, em vistas à avaliação do seu potencial a partir da aplicação para os alunos clubistas, bem como as potencialidades desses participantes em relação à atividade. Para isso, os aspectos encontrados na experiência, serão explorados a partir das etapas da SEI (CARVALHO, 2013) considerando alguns elementos que articulam o desenvolvimento da experimentação investigativa nessa proposta didática.

## **DESENVOLVIMENTO DA SEI EXPERIMENTAL “O PROBLEMA DAS CANETINHAS HIDROCOR”**

A SEI foi intitulada “O problema das canetinhas hidrocor” devido ao experimento da CP e ocorreu em dois encontros. Na primeira parte, foco de discussão deste relato, ocorreu inicialmente uma contextualização da atividade experimental. Os participantes foram organizados em semicírculo e, em seguida, foram propostos alguns questionamentos a eles, para introduzir o fenômeno e apresentar os materiais, tais como: o que é uma substância? O que é uma mistura? Quais cores vocês estão observando (canetas)? Cada uma (canetinha) possui apenas uma cor (pigmento), isto é, apenas a qual estão observando? A tinta presente na canetinha é uma substância ou uma mistura?

Em relação ao conceito de substância, os alunos clubistas praticamente associaram a ideia de ser algo “material”, em que um aluno exemplificou citando a “água”. Quanto à mistura, relataram ser “algo em que se junta vários materiais”, citando a preparação de um café, ao se misturar água, pó de café e açúcar. Sobre as canetinhas, em geral, as manifestações orais se pautaram na ideia de que seriam possuíam apenas a tinta de sua cor correspondente. Mas alguns alunos mencionaram que as canetinhas de cores amarela, vermelho e azul, por serem cores primárias, não teriam “variação” em sua composição, isto é, a tinta seria a própria cor prevista. Já as demais cores disponíveis, não opinaram. Quanto à última pergunta, alguns participantes responderam que seria uma substância, outros uma mistura e outros ainda, não responderam.

Entende-se que neste momento inicial os alunos puderam levantar algumas hipóteses acerca do conceito de substâncias e misturas. Que apesar de não apresentarem uma definição, ainda que prévia, concatenaram ideias que correspondem a perspectiva teórica sobre esses conceitos químicos. Isso posto, conforme sinaliza Carvalho (2013), os alunos apresentam suas ideias intuitivas, o que não deve ser desprezada, ao contrário, o professor deve considerar seus conhecimentos prévios e articular com os novos por ele trazidos para a discussão, para que o aluno confronte ideias e construa novos conhecimentos.

A ideia foi justamente provocar os alunos para que interagissem com o tópico conceitual explorado nessa atividade com ênfase em química. Com isso, salienta-se que não foi objetivo deste momento, verificar os erros ou acertos desses participantes, mas introduzir ideias inerentes às substâncias, às misturas e a CP enquanto método de separação.

#### *A proposição do problema experimental*

Após algumas manifestações na parte introdutória, os 25 alunos clubistas foram organizados em cinco grupos do mesmo quantitativo de integrantes, pois essa maneira possibilitou maior interação e oportunidade de manipular os materiais (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013). Cada grupo foi acompanhado por uma dupla de professores-monitores que mediarão o processo.

O experimento didático da CP foi inspirado em propostas de trabalhos presentes na literatura sobre o EQ (LISBÔA, 1998; GONÇALVES et al., 2013) e no vídeo intitulado “O segredo das cores das canetinhas” disponível no canal Manual do Mundo do Youtube<sup>5</sup>. No vídeo, é apresentado o procedimento cromatográfico realizado

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7vrL-BNcTpw&t=159s>. Acesso em: 12 dez. 2022.

pelo apresentador que após o ensaio experimental, explica dos resultados e os conceitos principais envolvidos.

Para resolver o problema, os grupos receberam um kit com os seguintes materiais: seis canetas hidrográficas 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, tesouras sem ponta e fita crepe.

Observa-se que são materiais rotineiros, de custo relativo, de fácil manipulação e isentos de riscos aos participantes. Assim sendo, entende-se que esse cuidado e valorização de materiais alternativos são fundamentais, pois, facilitam a interação com o meio real vivenciado pelos alunos, visto que estão presentes em seu cotidiano (RODRIGUES; MALHEIRO, 2023). Ademais, os materiais devem ser intrigantes para aguçar a curiosidade e garantir que os aprendizes realizem o ensaio experimental de maneira produtiva sem se cansarem ou que dificultem o raciocínio e o processo investigativo e manipulativo (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013).

Partindo disso, o professor-monitor dirigente propôs o problema “*Como identificar se cada canetinha possui uma ou mais cores em sua tinta?*”. Para esse problema experimental, considerou-se a premissa de que

precisa ser interessante ao aluno e dê condições para levantem e testem suas hipóteses, dado que é o início do processo de construção do conhecimento e, portanto, é um encaminhamento para a organização do mesmo (CARVALHO, 2013).

Tendo em vista que tanto na EI quanto na SEI há a necessidade um problema a ser resolvido pelos alunos, a pergunta apresentada possui um viés epistemológico, visto que “reflete uma forma intrínseca na busca pelo conhecimento” (SASSERON; MACHADO, 2012, p. 31). Ademais, integra-se na comunicação estabelecida no espaço educacional e configura-se como um recurso importante na construção dos significados e na leitura de mundo do próprio aluno (BARBOSA; MALHEIRO, 2020). À vista disso, situa-se que por se constituir uma pergunta experimental, possui caráter procedimental, ao instigar os alunos clubistas a uma ação manipulativa no sentido do “como fazer”. Assim sendo, no Clube de Ciências a pergunta-problema têm o foco no experimento, visto que é a principal estratégia nas propostas didáticas (MALHEIRO, 2016), e com isso, entende-se que o problema experimental é o que favorece o maior envolvimento dos alunos no processo, mas é necessário que possam ser contempladas a formulação de hipóteses, a interação com os materiais experimentais e o fenômeno explorado (CARVALHO, 2013).

Sublinha-se ainda que o problema proposto em atividades experimentais seja elementos fundamentais para a introdução de conceitos ou para a sistematização de dados em articulação com outros conceitos já aprendidos no processo de aprendizagem dos alunos. Com isso, um bom problema experimental condiciona que os alunos passem das ações manipulativas para as intelectuais, tal como a elaboração de hipóteses, a mobilização de raciocínios e o desenvolvimento da linguagem científica, além da construção de argumentos mediante explicações causais acerca do fenômeno explorado (CARVALHO, 2018).

Quanto a solução do problema, isto é, o caminho viável para a realização do procedimento cromatográfico satisfatoriamente, não foi comunicado pelos professores-monitores, pois os próprios alunos que protagonizaram o processo. Isso permitiu refletir, conforme Carvalho et al. (2009), que, os alunos não precisam da solução/resposta pronta e imediata, pois, eles a obtêm. Ademais, não deve haver uma exigência quanto ao fato de que precisam expressar uma explicação química aceita, embora deva estar condizente e aceitável na perspectiva do conhecimento científico.

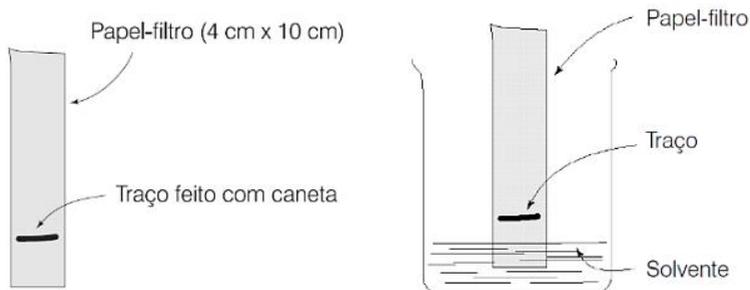
### *O processo de resolução do problema pelos alunos*

De posse dos materiais, os alunos nos grupos, realizaram seus procedimentos em busca do efeito deseja-

do. Para isso, mobilizaram e testaram suas hipóteses, enquanto os professores-monitores verificaram se todos compreenderam o problema experimental proposto sem fornecer o caminho viável, mas levantando perguntas e questões reflexivas (CARVALHO et al., 2013; MALHEIRO, 2016). Além disso, tendo em vista que o experimento foi a CP, buscou-se ainda proporcionar aos alunos clubistas que tomassem consciência de analisar se a tinta das canetinhas hidrográficas era uma substância ou uma mistura, bem como compreender que a cromatografia é um método de separação de misturas (GONÇALVES et al., 2013). Entretanto, cabe ressaltar que nesta atividade não se teve como objetivo que os alunos “aprendessem” tudo sobre esses conceitos, mas que compreendessem suas relações básicas, além de garantir que pudessem desenvolver e mobilizar habilidades e ações intelectuais, bem como a tomada de decisão e atitudes.

Frente a isso, para o caminho viável e o efeito desejado no experimento, os alunos tiveram que tomar consciência de que seria necessário pintar o papel (filtro ou sulfite) com a canetinha em um traço ou ponto acima do nível do solvente utilizado (álcool e acetona) no recipiente, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2:** Esquema representativo para o efeito desejado no experimento



**Fonte:** Lisbôa (1998, p. 39).

Esse processo foi trabalhoso, pois, os alunos não estavam chegando ao raciocínio esperado. Diante disso, destacam-se algumas hipóteses elaboradas e testadas pelos próprios alunos: 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. Percebendo isso, não estavam chegando ao efeito desejado.

Essa situação permitiu refletir que um fator provável foi a complexidade ou o direcionamento experimental do problema, visto que possui uma característica de desafio. Neste sentido, ainda que seja um dos tipos de problema mais instigantes à participação (CARVALHO et al., 2009) considerou-se a ideia de que problema precisa ser instigante ao aluno a ponto que sintam interesse em resolvê-lo, de modo que tenha relação a realidade viven-

cial, ao contexto escolar e no próprio conteúdo de ensino abordado. Outrossim, o nível de dificuldade deve ser adequado e coerente para evitar a desmotivação ou desistência da participação deles no processo, visto que “problemas muito simples ou muito complexos para certo grupo de alunos podem causar desmotivação” (SOUZA et al., 2013, p. 24).

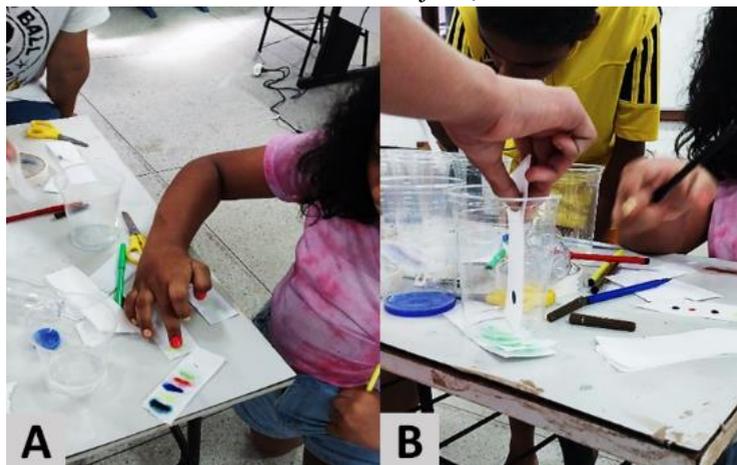
A forma de abordagem e o direcionamento do problema no processo foi adaptado para a perspectiva do Clube de Ciências e, principalmente, por se tratar de um público heterogêneo de nível escolar do ensino fundamental, I e II. Diante disso, percebeu-se que o problema não causou desmotivação nos participantes, pois ainda que tenham apresentado dificuldades inicialmente, não desistiram de tentar resolvê-lo. Cabe frisar que devido à complexidade dos conceitos e a necessidade de bases conceituais e experienciais de química, as abordagens conceituais se pautaram em aspectos introdutórios sobre as substâncias, misturas e o método da CP considerando sua finalidade.

Ainda que em um primeiro momento a situação tenha se tornado desafiadora, as mediações e reflexões dos professores-monitores e a proposição de perguntas direcionadas ao processo cromatográfico, contribuíram para que os alunos chegassem à identificação da maneira viável de realizar a CP. Todavia, salienta-se a necessidade do discernimento pedagógico mais profundo em termos

de qualidade e adequação da proposta ao público participante em questão, considerando alguns aspectos pertinentes, como o nível de abordagem do conteúdo químico, os conceitos necessários, tempo suficientes para o processo e a instrumentalização do corpo docente.

No processo de elaboração do plano de trabalho e o teste das hipóteses – o que no clube acontece durante a etapa de “resolução do problema pelos alunos” – considera-se a ideia de 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 e apresentação de ideias teóricas – dentro do possível – para poderem organizar o pensamento (SILVA; MACHADO; TUNES, 2019). Assim, na Figura 3 é demonstrado o processo de resolução de uma equipe.

**Figura 3:** Equipe de alunos clubistas na etapa de resolução do problema (A - modo não satisfatório de resolução; B - modo satisfatório ao efeito desejado).



**Fonte:** acervo dos autores.

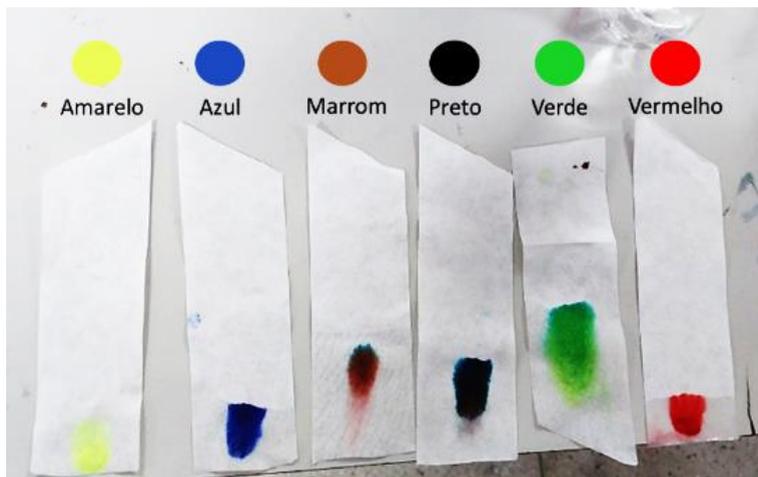
Na situação A, uma aluna pintou todas as seis cores na mesma tira de papel-filtro, e com os dedos “molhados” de álcool etílico, pingou nas marcações, enquanto na mesma equipe, outro aluno realizou o efeito desejado, conforme visto na situação B.

Considerando essas observações e as ações não satisfatórias na resolução do problema, destaca-se que as hipóteses enquanto possibilidades (caminhos) à solução devem ser entendidas pelo professor e desenvolvidas com os alunos, 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). Isso corrobora com a noção de que é pelas hipóteses criadas pelos alunos quando testadas e derem certo eles têm a oportunidade de construir o conhecimento. Isso não significa que as quais não deram certo, não sejam importantes. O professor deve considerá-las nessa construção, visto que “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. 12).

Posto isso, os participantes guiados pelas mediações dos professores finalmente identificaram e operaram o modo satisfatório a obtenção do efeito desejado ao problema. Após a identificação a resolução do problema, os alunos observaram qualitativamente os pigmentos de cada canetinha. Na Figura 4 é apresentado o resultado cromatográfico da mesma equipe supramencionada.

**Figura 4:** Resultado cromatográfico realizado por uma equipe de alunos clubistas.



**Fonte:** acervo dos autores.

Conforme suas impressões destacaram que as canetas de cores amarela, azul e vermelha possuem apenas um pigmento, correspondente a respectiva cor. Já as demais (marrom, preta e verde), são uma mistura de pigmentos, visto que apresentaram “variações” de cores que, neste caso, se separaram pela CP.

Os alunos clubistas tiveram acesso a dois tipos de solvente: álcool etílico e água. Essa possibilidade permitiu a problematização da análise de duas variáveis, pois um foi mais e outro menos eficiente, respectivamente, com as tintas hidrográficas e, até mesmo, o tempo de ação. Ademais, a ideia valeu para os tipos de papel utilizado, que também permitiram aos alunos conscientizar-

se que as tiras de papel-filtro foram mais recomendáveis que o papel sulfite, dado que o fenômeno da capilaridade é mais efetivo na primeira opção. De posse desses resultados, os alunos (nos grupos) puderam confrontar suas soluções e os conhecimentos apresentados pelos professores-monitores de modo dialógico em vistas a uma sistematização do conhecimento.

### *A sistematização coletiva do conhecimento*

Sendo a terceira etapa, a sistematização ocorreu após todas as equipes terem resolvido o problema. O material experimental foi recolhido e os alunos foram organizados em semicírculo para um debate sobre a experiência. O diálogo foi conduzido pelo professor-monitor dirigente por perguntas sobre as ações dos discentes em diversos aspectos, favorecendo a tomada de consciência do que realizaram, pois segundo Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013), é justamente esse exercício que promove no aluno a passagem da ação manipulativa à intelectual.

Assim sendo, ao responderem aos questionamentos propostos, os participantes também se ouviram reciprocamente e compartilharam percepções distintas, o que potencializou a ampliação de ideias. Para isso, as equipes foram convidadas a comentar o percurso realizado na resolução do problema experimental, com perguntas do tipo: como conseguiram resolver o problema? Isso ofere-

ceu a oportunidade de levá-los a tomada de consciência de suas ações.

Além disso, para ampliar as discussões, fez-se perguntas do tipo “por que vocês acham que deu certo?” ou “como vocês explicam por que deu certo?”, dado que 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 et al., 2009; CARVALHO, 2013). Nessa discussão os alunos 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 nesta etapa, visando oportunizar uma sistematização do conhecimento científico, além de considerar as suas falas, buscou-se a inserção de novos conceitos em seu vocabulário, gradualmente (CARVALHO, 2012). Para isso, fez-se perguntas voltadas ao fenômeno conforme aquelas propostas por Lisbôa (1998): por que as tintas hidrográficas têm comportamentos diferentes conforme o solvente utilizado? Por que diferentes cores são observadas em posições diferentes do papel? O tipo de papel (sulfite ou filtro) utilizado influi nos resultados? Ao término desse momento, foram apresentados dois vídeos didáticos, que abordaram o processo experimental realizado (“O segredo das canetinhas”, já mencionado) e sobre

o conteúdo químico, intitulado “Substâncias puras e misturas”<sup>6</sup>, respectivamente, ambos disponíveis no Youtube, 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 professor-monitor dirigente.

Situa-se que a CP como recurso didático-pedagógico, quando abordada em contextos escolares para o ensino médio e o ensino superior, possibilita ainda a abordagem conceitual sobre polaridade, interações intermoleculares, solubilidade e capilaridade (GONÇALVES et al., 2013; OLIVEIRA; SILVA, 2017), 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 outros. Entretanto, devido à complexidade desses conceitos e fenômenos para o público participante, não foram considerados esses tópicos, afinal, conforme supramencionado, as abordagens se voltaram aos conceitos introdutórios de CP com a ideia de separação de misturas, substâncias e misturas.

---

<sup>6</sup> Vídeo “Substâncias puras e misturas” (Ciências para crianças). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mcCXY-N8CXs>. Acesso em: 23 nov. 2022.

Para a sistematização, o professor-monitor dirigente articulou as informações apresentadas pelos alunos e o conteúdo conceitual abordado nos vídeos, cuja finalidade foi garantir que pudessem associar suas ideias prévias, aos construtos do processo experimental-colaborativo e a nova informação (científica). Deste modo, assim como Carvalho (2013) propõe que o professor considere um “texto de sistematização”, para que os alunos não recebam apenas o que falaram nos debates, mas que acrescentem em seu arcabouço, novos conhecimentos, considerou-se que os vídeos didáticos atuaram como o referido texto sistematizador, pois os alunos ouviram e visualizaram os conceitos de substâncias e misturas, bem como o funcionamento da CP. Assim, o material de sistematização,

[...] então, se torna extremamente necessário, não somente para repassar todo 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).

Após isso, os alunos clubistas puderam refletir essas informações e as sistematizarem individualmente, com possibilidade novas abstrações sobre os temas abordados e sobre a experiência, assim como a construção de seus conhecimentos conceituais, procedimentais, atitudinais e as considerações diversas e particulares consideradas naquele momento. Isso culminou na etapa seguinte, qual mobilizaram a escrita e/ou o desenho para registrar suas aprendizagens.

### *Escrevendo e desenhando*

Esta foi a etapa 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 professores-monitores coletivamente em um clima construtivo foi necessário um momento para sua aprendizagem individual (CARVALHO, 2013).

Diante disso, por meio de suas criações gráficas, os alunos clubistas desenharam e/ou escreveram suas observações, impressões e conclusões do processo investigativo. Logo, foi dada a oportunidade para expressar suas múltiplas aprendizagens no que concerne os conceitos, procedimentos e atitudes (RODRIGUES; MALHEIRO, 2023). Assim sendo, para ilustrar esse momento, apresenta-se o relato de uma aluna do sexo biológico feminino – que será identificada por Participante A – que



À vista disso, observa-se no relato da aluna clubista a presença de alguns termos atribuídos aos objetos de estudo da Química, tais como “misturas” e “homogêneas”. Sendo que suas considerações revelam a significância do problema em seu processo de aprender, pois associou a contextualização inicial, o objetivo do problema e suas observações do resultado durante o experimento. Isso se justifica ao ter assumido que “as canetinhas não usam só uma cor, tipo, tem algumas que sim” (Participante A), 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. Observa-se ainda, que apesar de a aluna clubista não explorar minuciosamente esses conceitos, demonstra ter abstraído compreensões coerentes com a perspectiva científica e condizentes com as intenções da atividade experimental.

Outrossim, a experiência tornou-se um momento significativo para a aluna, ao afirmar “Gostei muito” (Participante A), representando abaixo do texto, alguns desenhos que simbolizam ser as canetas hidrográficas utilizadas em suas cores correspondentes (preto, marrom, azul, vermelho, amarelo e verde, respectivamente) e ao lado direito, três corações (um grande e dois pequenos).

Frente a isso, considera-se que ao associar elementos pictóricos ao relato por escrito de sua experiência, a participante demonstrou uma criatividade em seu modo de aprender. Neste sentido, ambas as maneiras semióticas (escrita e desenho) de comunicar suas abstrações, retratam a maneira em que a aluna interpretou as

informações ministradas durante as intervenções didáticas, e com isso, são recursos práticos que oportunizam os alunos manifestarem suas aprendizagens, permitindo-lhes a reelaboração das ideias discutidas durante a experimentação investigativa (ROCHA; MALHEIRO, 2020; RODRIGUES; MALHEIRO, 2023).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No relato deste recorte de uma pesquisa de nível de mestrado acadêmico, descreveu-se de maneira crítico-reflexiva o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa estruturada em uma SEI que abordou a técnica de separação de misturas CP, com alunos do ensino fundamental I e II em um Clube de Ciências com foco na abordagem dos conceitos introdutórios de substâncias e misturas. À vista disso, percebeu-se que a proposta identificou alguns limites e possibilidades do desenvolvimento da proposta didática para esse público participante, assim como, as potencialidades deles para a atividade investigativa, que se revelaram desafiadoras, mas não impossíveis.

Considera-se que a atividade experimental investigativa desenvolvida potencializou e instigou voltar-se o olhar para os seguintes aspectos: a importância do erro e das dificuldades de aprendizagem e/ou operações investigativas realizadas pelos alunos; a adequação pedagógica

de abordagens de conteúdos de Química e estratégias didáticas para o público-alvo; e a preparação docente para lidar com as demandas da experiência investigativa como imprevistos, os próprios erros e o tempo disponível.

Em relação à abordagem investigativa, caracterizou-se a atividade experimental, assim como a SEI, em um Grau de Liberdade intelectual nível 3 (GL3) de investigação, dado que ao receberem o problema do professor-monitor dirigente, os alunos clubistas elaboraram e testaram suas hipóteses, organizaram o pensamento, executaram os caminhos de resolução próprios, assim como a análise dos resultados e a proposição de conclusões mediadas pelos professores-monitores. Ademais, 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. Em um processo dialógico, os professores-monitores viabilizaram esse processo ao mediar as ações dos alunos clubistas por perguntas estimuladoras.

Por fim, percebeu-se um fator implicante no processo, ou seja, um limite existente, o fato de os alunos clubistas não estarem habituados a atividades voltadas ao ensino e a aprendizagem da Química, visto que nas demandas experimentais do clube, os experimentos com abordagem do conteúdo conceitual físico são mais comuns. Em contrapartida, valoriza-se a necessidade de

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

## **AGRADECIMENTOS**

À Capes pela concessão de bolsa ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de Bolsa Produtividade em Pesquisa Nível 2 ao segundo autor.

## **REFERÊNCIAS**

BARBOSA, D. F.; MALHEIRO, J. M. S. Interações dialógicas num clube de ciências: das perguntas dos professores às manifestações de indicadores de alfabetização científica dos alunos. *Revista Humanidades e Inovação*, v. 7, n. 8, p. 470-484, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2607>. Acesso em: 05 out. 2023.

BORGES, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 19, n.3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base nacional comum curricular*. Brasília: MEC, 2017.

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

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6274/12764/42914>. Acesso em: 05 out. 2023.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2009.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.). *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. *Os estágios nos cursos de licenciatura*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

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

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino*. 4. Ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

GONÇALVES, F. P. et al. A educação inclusiva na formação de professores e no Ensino de Química: a deficiência visual em debate. *Quím. nov. esc.*, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013. Disponível em: [https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_4/08-RSA-100-11.pdf](https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/08-RSA-100-11.pdf). Acesso em: 05 out. 2023.

LISBÔA, J. C. F. Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. *Quím. nov. esc.*, n. 7, p. 38-39, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/exper3.pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 1, n. 1, p. 107-126, 2016. Acesso em: 05 out. 2023. <https://doi.org/10.3895/actio.v1n1.4796>

OKUMURA, F.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Identificação de pigmentos naturais de espécies vegetais utilizando-se cromatografia em papel. *Quim. Nova*, v. 25, n. 4, p. 680-683, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400025>

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade. *Quím. nov. esc.*, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160072>.

OLIVEIRA, J. R. S. 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/31/28>. Acesso em 05 out. 2023.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. *The Science Teacher*, v. 28, p.20-31, 1961.

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

RODRIGUES, B. D.; MALHEIRO, J. M. S. A escrita e o desenho na promoção de aprendizagens em um Clube de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 29, p. e23019, 2023. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230019>.

RODRIGUES, B. D.; SOUSA, R. M. P.; MALHEIRO, J. M. S. 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. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n5.14069>

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229>. Acesso em 05 out. 2023.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. 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.

RODRIGUES, B. D.; MALHEIRO, J. M. S. A escrita e o desenho na promoção de aprendizagens em um Clube de Ciência. *Ciência & Educação*, v. 29, n. e23019, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230019>

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo errar. In SANTOS, W. L. P. (*in memoriam*); MALDANER, O. L.; MACHADO, P. F. L. (Org.). *Ensino de Química em foco*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí. p. 195-2016.

SOUZA, F. L. et al. *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo: EDUSP, 2013.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. *Ensino de Ciências*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.