

## **Desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre ondas sonoras: o problema do telefone em um Clube de Ciências**

*Development of an Investigative Teaching Sequence about sound waves: the telephone problem in a Science Club*

*Desarrollo de una Secuencia Didáctica de Investigación sobre las ondas sonoras: el problema del teléfono en un club de ciencias*

**Breno Dias Rodrigues** ([brenodiasrodrigues91@gmail.com](mailto:brenodiasrodrigues91@gmail.com))

Universidade Federal do Pará – UFPA, Brasil, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-7450-4290>

**Rosa Maria Pereira de Sousa** ([rosamariapedagogia30@gmail.com](mailto:rosamariapedagogia30@gmail.com))

Universidade Federal do Pará – UFPA, Brasil, **Orcid:** <https://orcid.org/0009-0003-7800-3287>

**João Manoel da Silva Malheiro** ([joaomalheiro@ufpa.br](mailto:joaomalheiro@ufpa.br))

Universidade Federal do Pará – UFPA, Brasil, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-2495-7806>.

### **Resumo**

Neste relato de experiência descrevemos o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com cinco alunos do Ensino Fundamental participantes de um Clube de Ciências. Inspirados na proposta de Carvalho et al. (2009), a SEI intitulada “O problema do telefone” foi estruturada em sete etapas que ocorreram em dois sábados, cujo experimento foi a construção de um telefone caseiro feito de copos plásticos e fio barbante de algodão, e teve abordagens conceituais sobre ondas mecânicas-sonoras, em diálogo com outras temáticas no viés interdisciplinar. As reflexões permitiram elucidar que a experimentação investigativa pela SEI potencializou diversas aprendizagens dos alunos clubistas sobre conceitos físicos e interdisciplinares, além de aspectos valorativos, intelectuais e manipulativos.

**Palavras-chave:** Ondas sonoras; Clube de Ciências; Sequência de Ensino Investigativa.

### **Abstract**

In this experience report we describe the development of an Investigative Teaching Sequence (ITS) with five elementary school students participating in a Science Club. Inspired by the proposal of Carvalho et al. (2009), the ITS entitled "The telephone problem" was structured in seven stages that occurred over two Saturdays, whose experiment was the construction of a homemade telephone made of plastic cups and string, under conceptual approaches on sound-mechanical waves, in dialogue with other

themes in the interdisciplinary perspective. The reflections allowed us to elucidate that the investigative experimentation by the ITS potentiated several learnings of the clubbing students about physical and interdisciplinary concepts, as well as evaluative, intellectual and manipulative aspects.

**Keywords:** Sound waves; Science Club; Investigative Teaching Sequence.

### **Resumen**

En este informe de experiencia describimos el desarrollo de una Secuencia Didáctica Investigativa (SDI) con cinco alumnos de primaria que participan en un Club de Ciencias. Inspirado en la propuesta de Carvalho et al. (2009), el SDI titulado "El problema del teléfono" se estructuró en siete pasos que ocurrieron en dos sábados, cuyo experimento fue la construcción de un teléfono casero hecho con vasos de plástico y cuerda, bajo enfoques conceptuales sobre las ondas sonoro-mecánicas, en diálogo con otros temas en la perspectiva interdisciplinaria. Las reflexiones permitieron dilucidar que la experimentación investigativa del SDI potenció varios aprendizajes de los alumnos del club sobre conceptos físicos e interdisciplinarios, además de los aspectos valorativos, intelectuales y manipulativos.

**Palabras-clave:** Ondas sonoras; Club de ciencias; Secuencia didáctica de investigación.

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Os conteúdos de Física são trabalhados no Ensino Fundamental (EF) I e II, de modo que são associados às áreas do componente curricular Ciências, abordados em uma perspectiva interdisciplinar. O “Som”, por exemplo, no período do quarto ano do EF I, pode ser relacionando com a poluição sonora e a saúde auditiva, “o que propicia ainda mais que possa ser trabalhado com a criança, não somente assuntos relacionados à Física, mas também com a biologia, o português, entre outras” (DOPFER, 2019, p. 6).

Diante disso, é importante considerar no planejamento a articulação dos recursos didáticos com metodologias que garantam o protagonismo dos estudantes (MERIZIO; CLEMENT, 2021). À vista disso, o Ensino por Investigação, conforme Sasseron (2015), Almeida e Malheiro (2022), é uma abordagem didática que centraliza o processo na autonomia do aluno, a partir de interações dialógicas que partem de problematizações acerca do fenômeno estudado, enquanto que a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é uma proposta didático-pedagógica estruturadora de tal abordagem (CARVALHO, 2013; CARVALHO et al., 2009).

Além desses aspectos, concordamos com a ideia de que “as questões que envolvem o ensino não estão somente relacionadas às metodologias ou práticas pedagógicas. É preciso, também, pensar os espaços em que elas ocorrem, as interações entre os sujeitos e sua lógica de funcionamento” (BARBOSA; MONTEIRO; MALHEIRO; ARAÚJO, 2021, p. 30). Nesse sentido, entendemos que o Ensino de Física, bem como o de Ciências em geral, pode ocorrer em outros ambientes além da sala de aula, como os espaços não formais de educação.

De acordo com Barbosa, Monteiro, Malheiro e Araújo (2021, p. 32), “nesses lugares os alunos são oportunizados com práticas diferentes do ambiente escolar, com dados e materiais que eles podem manipular, o que os tornam mais ativos na construção da aprendizagem”. Perante essa discussão, destacamos o Clube de Ciências Cristovam Wanderley Picanço Diniz, que se assume como um espaço não formal de educação (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017; BARBOSA; MONTEIRO; MALHEIRO; ARAÚJO, 2021).

Sendo assim, este relato apresenta uma experiência de dois professores-monitores (primeiro e segundo autor) desse Clube de Ciências, cujo objetivo é descrever algumas ações realizadas em uma Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida com alunos clubistas de 5º e 6º anos do ensino fundamental, a partir de um experimento com abordagem sobre ondas mecânicas-sonoras em uma perspectiva interdisciplinar. Para isso, é essencial conhecer algumas informações e considerações sobre as ações desenvolvidas no referido espaço.

## **O CLUBE DE CIÊNCIAS E A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA**

O Clube de Ciências Cristovam Wanderley Picanço Diniz - abreviadamente neste estudo, “Clube de Ciências Cristovam Diniz”, onde a atividade foi realizada - é um espaço pedagógico alternativo para o desenvolvimento de práticas de ensino e de aprendizagem em Ciências e Matemática com vistas à iniciação científica infantojuvenil, em uma perspectiva da educação não formal. Também se constitui como um espaço para a

formação inicial e continuada de professores de diversas licenciaturas (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017).

Salientamos que o Clube de Ciências foi fundado em 19 de setembro de 2015, e iniciou suas atividades na Universidade Federal do Pará (UFPA), campus de Castanhal (MALHEIRO, 2016), onde atuou por 6 anos. Atualmente está em atividade nas dependências da Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus I, em Belém, desde agosto de 2022, onde conta com inúmeros espaços e recursos disponíveis na instituição.

O público participante são alunos clubistas de 5º e 6º anos do EF que estudam em escolas da rede pública de ensino, e os professores-monitores (PMs) que são licenciandos e pós-graduandos que juntamente com o coordenador, articulam, organizam e desenvolvem as ações de ensino, pesquisa e extensão voluntariamente, a partir da discussão de conceitos físicos, químicos, biológicos e matemáticos em uma perspectiva interdisciplinar e construtivista. Para isso, a principal estratégia utilizada nesse espaço é a Experimentação Investigativa amparada pelos pressupostos teórico-metodológicos da SEI defendidos por Carvalho et al. (2009) e Carvalho (2013).

Diante disso, as SEIs são entendidas como um conjunto de atividades sequencialmente organizadas que partem de um tópico conceitual escolar subsidiadas por estratégias e recursos didático-pedagógicos que dependem das (inter)ações estabelecidas pelo professor, para que os alunos atuem autonomamente em suas decisões, reflexões e (re)construções. O professor deve considerar as ideias espontâneas manifestadas pelos alunos, mediando o processo epistêmico de apropriação e entendimento do conhecimento científico estabelecido pela Ciência (CARVALHO, 2013; MALHEIRO, 2016; ALMEIDA; MALHEIRO, 2022).

Essas etapas geralmente ocorrem por situações específicas que permitem ao professor estruturar o processo dialógico, garantindo uma aprendizagem significativa ao aluno. Sendo assim, conforme Carvalho et al. (2009) na perspectiva experimental investigativa, são estabelecidas sete etapas, cujo enfoque é possibilitar ao aluno raciocinar, manipular e sistematizar suas aprendizagens, tais como: 1) o professor propõe o problema; 2) agindo sobre os objetos para ver como eles reagem; 3) agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado; 4) tomando consciência de como foi produzido o

efeito desejado; 5) dando explicações causais; 6) escrevendo e desenhando; e 7) relacionando atividade e cotidiano.

Salienta-se que essas ações podem ocorrer simultaneamente, mas a ideia é que o professor compreenda o seu papel e de seus alunos em cada momento (CARVALHO et al.; 2009; CARVALHO, 2013; BARBOSA; MONTEIRO; MALHEIRO; ARAÚJO, 2021; ALMEIDA; MALHEIRO, 2022). Nessa perspectiva, Carvalho (2013), assume as SEI em quatro etapas, que partem dos princípios e ações supracitadas, sendo elas: 1) distribuição do material experimental; 2) resolução do problema pelos alunos; 3) sistematização dos conhecimentos elaborados pelos alunos; e 4) etapa do escrever e desenhar.

Perante os aspectos abordados, serão apresentadas a seguir, as ações vivenciadas pelos pesquisadores no Clube de Ciências, de modo a explorar as elucidações em articulação com a perspectiva das SEIs (CARVALHO, et al., 2009; CARVALHO, 2013).

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

O presente relato de experiência assume uma abordagem qualitativa, pois buscamos analisar/descrever o processo e não os resultados finalizados, bem como compreender os aspectos subjetivos que não podem ser mensurados numericamente. Além disso, o meio natural é a fonte de identificação das evidências (LÜDKE; ANDRÉ, 2018). Neste sentido, é um estudo característico da pesquisa participante, pois interagimos diretamente com os alunos em contato com a SEI, garantindo os registros e a mediação entre o processo educativo e a pesquisa efetivada (PRODANOV; FREITAS, 2013; LÜDKE; ANDRÉ, 2018).

Participaram 28 alunos clubistas de 5º e 6º anos do EF e 10 PMs que atuaram em duplas nos cinco grupos formados (alunos) para a atividade experimental investigativa. Mas, destacamos que no presente relato será abordada apenas a equipe que acompanhamos, a qual foi formada por três meninas e dois meninos, que serão tratados por nomes fictícios (Clara, Márcia, Edilene, Fred e Lucas). Para alunos de outras equipes, quando necessário, utilizamos o termo “Aluno A; Aluno B, etc.”. Quanto a nós, PMs

(pesquisadores), adotamos os termos “Prof. Deyse” e “Prof. Caio” para garantir o anonimato de todos os participantes.

A SEI efetivada nessa pesquisa seguiu as etapas anunciadas por Carvalho et al. (2009), sendo intitulada “O problema do telefone”, mas salientamos que esse título não foi comentado com os alunos, para não responder ao problema experimental, afinal eles que buscaram meios para respondê-lo (MALHEIRO, 2016). Trata-se de um experimento relativamente simples, pois, almejava a construção de um “telefone”, utilizando para isso, copos descartáveis e um pedaço comprido de fio de algodão. Esse experimento foi inspirado no trabalho de Dopfer (2019) e no vídeo “Telefone de copo plástico: como fazer e como funciona?”<sup>1</sup> do *YouTube*.

Sendo assim, a proposta foi desenvolvida em dois sábados consecutivos – demandaram em média 2h:30 min – estruturadas em dois grandes momentos a partir das sete etapas mencionadas: 1) Ação investigativa – compreende da 1ª a 6ª etapa (1º sábado); e 2) Ação integradora – compreende a 7ª etapa (2º sábado).

Para registrar todas as ações realizadas e compor o material empírico, gravamos com *Smartphones*, áudios e vídeos das interações entre os PMs e os alunos, que posteriormente tiveram suas falas transcritas na íntegra. Além desses registros, também adotamos as produções gráficas dos alunos para constituírem materiais de análise<sup>2</sup>.

## **A SEI DESENVOLVIDA: O PROBLEMA DO TELEFONE**

Detalharemos as ações realizadas conforme os pressupostos teórico-metodológicos da Experimentação Investigativa e da SEI (CARVALHO et al., 2009; MALHEIRO, 2016), destacando as ações dos professores-monitores e dos alunos, com ênfase em nossa equipe.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VCS3iy3CG4M> Acesso em: 5 set. 2022.

<sup>2</sup> As pesquisas educacionais desenvolvidas no Clube de Ciências que envolvem os alunos, são permitidas pela autorização dos responsáveis e assentimento dos alunos, mediante a concordância e de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que assegura a integridade (física e psicológica) dos participantes. Há permissão para registros (áudio-vídeos) e utilização de produções dos alunos. O documento é embasado nas orientações e normativas sobre a Ética na Pesquisa que envolvem Seres Humanos.

### **O professor propõe o problema**

Em um semicírculo, todos os PMs transmitiram algumas instruções iniciais para que os alunos pudessem trabalhar de modo colaborativo. Com isso, um PM organizou os grupos aleatoriamente e pediu que cada equipe elegeisse um redator para anotar as considerações importantes, questionamentos, suas respostas, pensamentos e conclusões. Houve revezamento entre os que seriam redatores, fato decidido pela equipe acompanhada.

Após isso, cada equipe recebeu um kit com os seguintes materiais: copos descartáveis de 180 mL e 50 mL, um pote plástico de 300 mL, 1 rolo de fio barbante de algodão, caixa de fósforos, grampos de grampeador, espeto de churrasco, tesoura sem ponta e fita crepe. No Clube de Ciências são utilizados materiais descartáveis e/ou de baixo custo, de fácil aquisição e manejo (MALHEIRO, 2016; ALMEIDA, 2017), de modo que seja atrativo e permita aos alunos trabalharem sem se cansarem ou se “perderem” (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013). Feito isso, outro PM propôs o seguinte problema experimental: *como é possível que a pessoa no ponto A, se comunique sem gritar com a pessoa que está no ponto B?*

### **Agindo sobre os objetos para ver como eles reagem**

Neste momento os alunos exploraram os materiais do aparato experimental disponível, dialogaram levantando suas ideias prévias e emitiram suas hipóteses. Enquanto isso, perguntamos: Vocês entenderam o problema? Conhecem algum desses materiais? Buscamos encorajá-los e orientamos a se ajudarem e testarem suas ideias, independente de errar ou acertar, o que importava era que testassem suas intuições (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013).

### **Agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado**

Os alunos se organizaram em grupos menores e iniciaram os testes. As meninas formaram um trio e os meninos a dupla. Inicialmente Fred e Lucas cortaram um pedaço de barbante de aproximadamente 1,5 m e, em seguida, nos pediram ajuda para perfurar o fundo dos copos descartáveis maiores – para não ocorrer acidentes em decorrência do uso de estilete. As meninas seguiram a mesma ideia, porém, com os copos menores. Notamos

que o grupo identificou o caminho rapidamente e, diante disso, fizemos algumas perguntas:

**Prof. Caio:** *O que levou vocês a chegarem a essa ideia?*

**Lucas:** *Eu vi isso na Turma da Mônica.*

**Prof. Caio:** *Que legal! Então vocês deram sorte, porque o Lucas já conhece o experimento. Mas então eu quero saber se vai funcionar... Lembrem-se, devem se comunicar sem gritar.*

Nesse momento levamos os alunos a refletirem e argumentarem sobre o fenômeno por meio de perguntas. Apesar de terem encontrado o caminho para resolução do problema rapidamente, o “telefone” não estava funcionando corretamente, pois, os nós que fizeram após a passagem do barbante pelos furos nos copos descartáveis, não estavam bem fixos e, além disso, o fio era curto, e logo, não estava atendendo ao problema. Diante disso, fizemos mais perguntas para que refletissem:

**Prof. Deyse:** *Lembram do nosso problema?*

**Márcia:** *Sim. Devemos nos comunicar sem gritar em uma certa distância.*

**Clara:** *Verdade. Ah, já sei... o fio está curto.*

**Lucas:** *E se usarmos um fio maior?*

**Prof. Deyse:** *Por que vocês não testam?*

Após as discussões realizadas, os alunos refizeram o experimento com um pedaço de barbante mais longo, ajustaram e testaram novamente, mas o fio não estava bem “esticado”. Assim, instigamos a refletirem para identificarem o problema. Apesar da rapidez no processo de resolução, os alunos Fred e Edilene, estavam mais introspectivos, pouco socializavam com os colegas. A partir disso, buscamos fazer com que todos pudessem socializar e percebessem as variáveis do experimento, pois, ainda não haviam explicado o que estava acontecendo, conforme este trecho de um diálogo:

**Prof. Caio:** *Muito bem pessoal, agora me respondam, vocês associam esse experimento com alguma coisa do dia a dia?*

**Clara:** *Parece um telefone...*

**Lucas:** *Isso! É um telefone com fio.*

**Prof. Caio:** *Ok. Mas agora fiquei curioso com uma coisa que vocês ainda não mencionaram e nem testaram... Já que se trata de um telefone, seria possível mais de duas pessoas se comunicarem ao mesmo tempo, já que estão em um grupo de cinco?*

**Márcia:** *Realmente... Já sei, que tal a gente amarrar vários fios juntos em vários copos?*

**Fred:** *É sim, dá pra fazer.*

Assim, os alunos procederam para atender as provocações apresentadas, utilizaram agora quatro copos e, conseqüentemente, dois pedaços de fios mais longos fazendo inicialmente apenas um cruzamento sem amarrar, mas ao testarem, constataram que não funcionou. Após tentarem várias vezes, amarraram os fios de barbante de diversas formas, até que funcionou corretamente. Partindo disso, pedimos que explicassem o processo:

**Prof. Caio:** *Muito bem pessoal, agora, Edilene, pode explicar por que a ideia de vocês não funcionou antes, mas agora sim?*

**Edilene:** *Porque a gente não tinha dado o nó no meio... só encostado os fios.*

**Prof. Caio:** *E por que que deu certo? Por que conseguem ouvir uns aos outros nesse experimento?*

**Clara:** *A gente fala e a nossa voz meio que passa pelo fio.*

**Márcia:** *Exatamente, a gente fala e a nossa... e a nossa voz é como se tivesse escorrendo pelo fio... o fio vai vibrando... (fazendo movimentos com as mãos atritando o fio).*

**Prof. Deyse:** *E como isso é possível?*

**Lucas:** *Na verdade, a nossa voz que é um som, bate no copo, no fundo do copo, que prende o som... o som fica aqui dentro do copo e aí o som vibra o barbante....*

**Fred:** *É isso, é isso... o copo fica como uma caixa de som.*

**Prof. Deyse:** *Interessante! Edilene, e para você?*

**Edilene:** *Faz sentido o que falaram...*

**Prof. Caio:** *Então, para encerrar essa parte, quero que vocês pensem o seguinte: se a voz de vocês é um som, e esse som acontece pelas vibrações das cordas vocais que certamente passou pelo barbante que é um meio material, certo? Então, como o som (nossa voz) chega aos nossos ouvidos sem esse telefone?*

Os alunos refletiram, mas não responderam prontamente as nossas questões. Posteriormente, solicitamos que retornassem à sala de aula para encontrar os demais grupos, prosseguindo com a atividade que culminou na etapa seguinte.

Notamos que Clara, Márcia, Fred e Lucas citaram alguns conceitos e termos físicos sobre as ondas sonoras e associaram ao experimento após as indagações. Isso é muito importante, pois, os alunos quando estimulados a falar, lembraram e utilizaram suas ideias que acreditamos ser de experiências provavelmente formais (CARVALHO, 2013), inclusive estão condizentes com a lógica científica, pois segundo Dopfer (2019, p. 10), “o som é produzido por uma perturbação, ou vibração, de um objeto que se propaga num meio material”. Assim, o questionamento final (Prof. Caio) foi provocativo, para que refletissem e associassem o fenômeno a outras aplicações, dado que não se difere muito da fala, pois, “[...] as cordas vocais vibram o que faz com que o ar que está próximo a

boca também vibre e propague-se até chegar aos nossos ouvidos onde codificamos esse som” (DOPFER, 2019, p. 11).

Perante essas observações, salientamos que o propósito do Ensino por Investigação e da Experimentação Investigativa nas SEIs não é somente ensinar conceitos, mas o desenvolvimento de destrezas manipulativas e intelectuais (CARVALHO, 2013), bem como, “contemplar a ação e a reflexão sobre a ação, de forma a favorecer a compreensão do objeto investigado” (BARBOSA; MONTEIRO; MALHEIRO; ARAÚJO, 2021, p. 28) e outros aspectos.

### **Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado**

Esse momento ocorreu após resolverem o problema, em que os 28 alunos clubistas socializaram as formas que utilizaram para resolver o problema proposto. Os alunos compartilharam suas experiências e também comentaram sobre suas facilidades e dificuldades na atividade. Sendo assim, inicialmente uma PM perguntou: Como fizeram para resolver o problema? Assim, um aluno respondeu: Hoje fizemos um telefone com fio (Aluno A). A ideia foi dar autonomia aos alunos para refletirem suas ações e relatarem o processo vivenciado conforme suas perspectivas durante a resolução do problema (CARVALHO et al., 2009).

Além disso, os PMs perguntaram: Vocês conseguiram resolver o problema? Um aluno da turma afirmou “a gente usou o palito que era *pra* furar os copos, copos descartáveis e o barbante” (Aluno B). Outras perguntas foram feitas e os alunos lembraram suas ações, e confrontaram com as dos colegas. Perguntamos ainda se já tinham visto algum brinquedo ou se construíram algo parecido, *ete.*, enfim, foi um momento inicial de sistematização coletiva dos conhecimentos (CARVALHO, 2013).

### **Dando explicações causais**

Dando continuidade e ampliando a discussão anterior, instigamos a turma a argumentar sobre o fenômeno elucidado para que explicassem utilizando conceitos científicos, conforme o trecho do diálogo a seguir:

**Prof. Caio:** *Por que funcionou?*

**Aluno A:** *Por acusa das ondas sonoras... elas ficaram presas dentro do copo... aí elas foram direto “pro” barbante, pelo barbante ela começou a... ela começou andar como se fosse um cabo...*

**Prof. Caio:** *Tu dizes que elas, as ondas, ficaram presas dentro do copo... Mas elas surgiram de onde, essas ondas sonoras, no caso?*

**Aluno A:** *Elas surgiram da voz, das cordas vocais.*

**Prof. Caio:** *Todos concordam com o colega?*

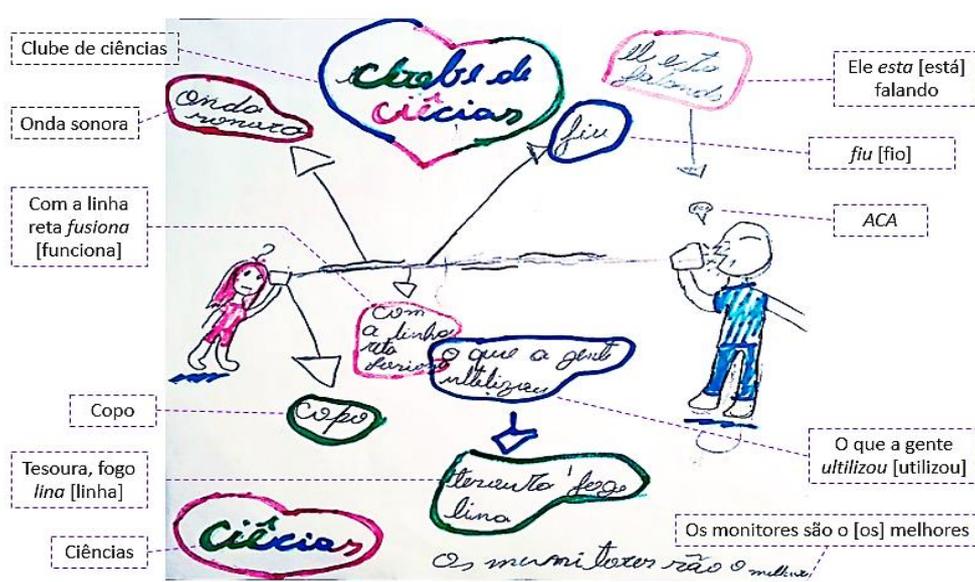
**Turma:** *Sim!*

O propósito foi modificar as perguntas para que os alunos comentassem sobre fenômenos e ampliassem seus conhecimentos (CARVALHO et al., 2009). O diálogo seguiu e vários outros alunos se manifestaram, pois, a ideia foi possibilitar que a turma finalizasse a sistematização coletiva de suas percepções e conhecimentos científicos observados no fenômeno experimental, inclusive da equipe em que estávamos acompanhando. Conforme foi possível observar, em nenhum momento partiu de nós os conceitos físicos envolvidos, no entanto, mediamos a discussão por meio de questionamentos e situações que permitiram eles argumentarem e defenderem seus pontos de vistas a partir da temática.

Salientamos que mais do que fazer os alunos aprenderem ou explicarem utilizando conceitos científicos, a proposta foi estimular a curiosidade e levá-los à reflexão de suas ações procedimentais e intelectuais (CARVALHO, 2013; ALMEIDA; MALHEIRO, 2022).

### **Escrevendo e desenhando**

Todo esse processo culminou na sexta etapa da SEI, que foi o momento em que os alunos individualmente, escreveram e/ou desenharam sobre a atividade realizada. Diante disso, orientamos a todos que fizessem seus registros livremente, porém, sugerimos que considerassem o que fizeram durante a resolução do problema e que pudessem explicar com detalhes esse processo (CARVALHO et al., 2009). Frente a isso, destacamos o registro gráfico de Clara (Figura 1) como representativo à sua equipe. Justificamos que reescrevemos as palavras dos alunos que constam no papel para facilitar a leitura, empregando caixas e linhas pontilhadas para destacá-las. Quando necessário, destacamos em itálico os coloquialismos e erros de gramática, utilizando colchetes com os termos corrigidos.



Fonte: acervo dos autores e dados da pesquisa (registro de aluna clubista).

Figura 1 – Desenhos e escritos de Clara na etapa 6

Clara representou o momento em que resolveu o problema experimental junto a sua equipe, desenhando um menino e uma menina se comunicando pelo “telefone caseiro”. Observamos ainda, a representação das ondas sonora se propagando pelo fio. Isso revela que a aluna conseguiu compreender o fenômeno observado. Clara utilizou legendas em balões para descrever cada elemento ou ação de seu registro. Além disso, notamos que explicitou seu exercício intelectual de ter compreendido as variáveis presentes no experimento, bem como sua hipótese, ao destacar que “com a linha reta funciona”, além de alguns materiais utilizados. Sendo assim, a aluna registrou o que mais chamou sua atenção, estabelecendo significados sistematizados (CARVALHO et al., 2009; CARVALHO, 2013; MAHEIRO, 2016).

### Relacionando atividade e cotidiano

No segundo sábado, os PMs promoveram um breve diálogo com todos alunos, resgatando o problema experimental, os conhecimentos trabalhados durante as etapas anteriores e comentaram sua importância e aplicação para atividades cotidianas, além de novas abordagens como a estrutura auditiva humana e aspectos relacionados.

Após isso, foi desenvolvida uma dinâmica no formato da brincadeira “cabra-cega”, em que inicialmente foram repassadas as instruções e uma demonstração para os alunos.

Posteriormente foram organizados em um círculo e, em seguida, sorteados para alguns serem a “cabra-cega” em que ficaram dentro do círculo com os olhos vendados por uma faixa. Os demais alunos portavam alguns objetos (apito, caixa de música, garrafas com grãos no seu interior para produzir som, latinha, entre outros) e instrumentos musicais (pandeiro, mini tambor, flauta, etc.). Os alunos vendados tiveram que identificar o objeto/instrumento a partir do som produzido utilizando sua percepção/memória auditiva e, posteriormente, andaram em sua direção sendo guiados apenas pelo som que o outro aluno emitia. Salientamos que os instrumentos eram diversificados para que todos os alunos pudessem participar da dinâmica.

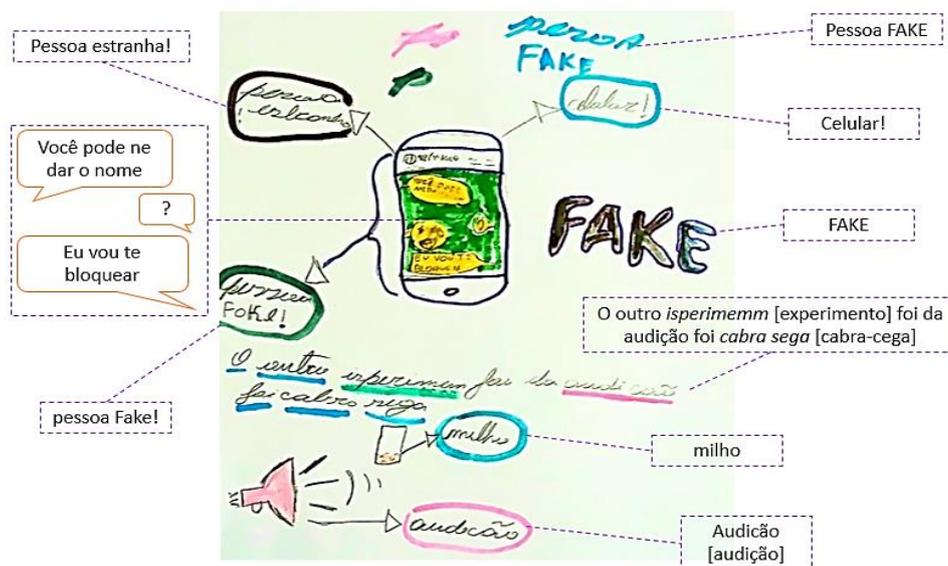
Após isso, ocorreu um breve diálogo sobre a dinâmica em que os alunos relataram suas perspectivas e contribuições sobre as experiências, enquanto os PMs mediavam o momento por um processo dialógico em vistas as relações dos conceitos científicos e as ações vivenciadas.

Para ampliar as discussões e os conhecimentos dos alunos, apresentamos alguns vídeos como “A história do telefone”<sup>3</sup> e “O uso responsável da tecnologia - Primeiro Celular, Ciberbullying, Fake News e Privacidade Online”<sup>4</sup>, disponíveis no *YouTube*. O intuito desse momento foi problematizar assuntos da realidade do público em geral, destacando aspectos positivos e negativos do uso do celular e da *internet*.

Após isso, ocorreu novamente um momento de escrever e desenhar para que os alunos pudessem sistematizar seus conhecimentos com diferentes aspectos além do conhecimento físico, neste caso, em uma perspectiva interdisciplinar (ROCHA; MALHEIRO, 2020). Frente a esses aspectos, percebemos que ao escreverem e desenharem, os alunos mobilizaram conhecimentos relacionando o conteúdo de ciências ao seu cotidiano, especificamente quando desenvolveram noções sobre as ondas sonoras, sensibilidades, emoções e atitudes (CARVALHO et al., 2009). Isso fica evidente no segundo registro de Clara (Figura 2).

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=31u3KGnTHj0> Acesso em: 5 set. 2022.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SoIpR-kbRcA> Acesso em: 5 set. 2022.



Fonte: acervo dos autores e dados da pesquisa (registro de aluna clubista).

Figura 2 – Registro gráfico de Clara na etapa 7.

Clara desenhou na parte central do papel um celular com a representação de uma conversa em um aplicativo de mensagens com uma suposta situação de um perfil falso “Fake”, termo enfatizado pela aluna. Observamos que Clara associou esses elementos ao conteúdo de um dos vídeos utilizados no momento anterior. É observada ainda a descrição da dinâmica “cabra-cega” com a representação de um recipiente com milho utilizado no momento em questão, bem como a representação de um autofalante emitindo ondas sonoras e a palavra audição. Assim, conforme Rocha e Malheiro (2020), o desenho expressa as experiências significativas vivenciadas pela aluna, assim como sua criatividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Clube de Ciências Cristovam Diniz é um espaço não formal de educação potencializador da educação científica de estudantes da educação básica, de modo que através da Experimentação Investigativa possibilitou diversas aprendizagens aos alunos clubistas, assim como o comportamento perante as interações dialógicas estabelecidas pelos professores-monitores.

Os alunos conseguiram mobilizar conhecimentos físicos sobre ondas sonoras e interdisciplinares para resolverem o problema proposto. Com isso, a SEI se revela como estratégia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem em ciências. Todavia, é importante que os professores tenham em mente que, diante de uma abordagem experimental investigativa, muito do que planejamos pode não sair a contento.

Nessa perspectiva, é importante que os professores possam compreender que a Ciência, assim como nossa vida em comunidade, nem sempre o que planejamos dá certo. Assim, os erros cometidos que por ventura aconteçam durante o processo experimental investigativo, devem ser trabalhados com os alunos como um fenômeno natural que também contribuem para uma reflexão em busca do conhecimento científico.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Clube de Ciências Cristovam Diniz pela oportunidade do desenvolvimento de atividades e pesquisas educacionais. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa Produtividade em Pesquisa Nível 2 ao terceiro autor.

### **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, W. N. C. **A argumentação e a experimentação investigativa no ensino de matemática: o problema das formas em um clube de ciências.** 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Pressupostos teóricos e diferentes abordagens do ensino de ciências por investigação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 12, n. 2, p. 71-83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31512/encitec.v12i2.803>

BARBOSA, D. F. S.; MONTEIRO, J. M. C.; MALHEIRO, J. M. S.; ARAÚJO, M. S. Ensino por investigação em ciências: concepção e prática na educação não formal. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 1, p. 25-42, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.11529>

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

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.

DOPFER, E. E. **Som – do lúdico ao aprendizado concreto com educandos do 4º ano do ensino fundamental**. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) – Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

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**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>. Acesso em: 11 set. 2022.

MERIZIO, A. D.; CLEMENT, L. Determinação da velocidade do som em aulas de física sob uma perspectiva investigativa e com uso de tablets. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n1.12477>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

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. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1950>. Acesso em: 11 set. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio**, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>