

## SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (SEI) “ABELHA SUMIU! E AÍ?”: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR DE CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS

*Investigative Teaching Sequence (SEI) “The bee is gone! What now?”: interdisciplinary proposal of Science for the initial Years*

**Luciano Gustavo Oliveira da Silva** [luciano.gustavo@pesquisador.cnpq.br]

**Eline Deccache-Maia** [eline.maia@ifrj.edu.br]

**Grazielle Rodrigues Pereira** [grazielle.pereira@ifrj.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro*

*Campus Nilópolis do IFRJ, Rua Cel. Délio Menezes Cortes, 1045, Nova Cidade, Nilópolis, RJ.*

**Christine Ruta** [ruta@biologia.ufrj.br]

*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Cidade Universitária, ilha do fundão, Rio de Janeiro, RJ.*

**Lucrecia Martins Oliveira** [lucreciaoliveira.bio@gmail.com]

*Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense*

*Vila Maria, rua João Batista de Athaide, s/n, Barra Mansa, RJ.*

*Recebido em: 08/02/2023*

*Aceito em: 07/12/2023*

### Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) como proposta didática para os anos iniciais do ensino fundamental. A sequência inicia-se com a problematização da morfologia do corpo dos insetos, segue para a etapa de observação e comparação das estruturas morfológicas, passa pela análise do processo de polinização e propõe a realização do experimento de física para discutir o desaparecimento de abelhas pelo uso extensivo de agrotóxicos e, com isso concluir sobre a importância dos insetos para o equilíbrio dos ecossistemas. A SEI, por nós denominada “A abelha sumiu! E aí?” foi vivenciada por 317 alunos. A proposta foi desenvolvida entre os meses de fevereiro de 2022 a julho de 2022 no Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense – MICInense. Como resultado verificamos que a proposta demonstrou ser lúdica, aumentou a curiosidade e estimulou o interesse dos alunos a realizar descobertas, adquirindo, deste modo, novos conhecimentos, entre eles o de física, introduzindo já nos anos iniciais de forma interdisciplinar como preconiza a BNCC. Sendo assim, percebemos a importância em construir e aplicar novas Sequências de Ensino por Investigação, alinhadas com a alfabetização científica, a fim de promover uma educação reflexiva, estimulando a formação de cidadão crítico, capaz de compreender a Ciência e utilizar seus conhecimentos para tomada de decisões.

**Palavras chaves:** Museu de Ciências; Educação Científica; Ensino Fundamental.

### Abstract

The objective of this work is to present an Investigative Teaching Sequence (SEI) as a didactic proposal for the initial years of elementary school. The sequence begins with the questioning of the morphology of the body of insects, proceeds to the stage of observation and comparison of morphological structures, goes through the analysis of the pollination process and proposes the realization of the physics experiment to discuss the disappearance of bees by the extensive use of pesticides and, with this, conclude on the importance of insects for the balance of ecosystems. A (SEI) “The bee is gone! What now?” was applied to 317 students. The proposal was developed between February 2022 and July 2022 at the Interactive Museum of Sciences of the South Fluminense - MICInense. The proposal proved to be playful, increased curiosity and stimulated the interest of

students to make discoveries and thus build new knowledge. In addition to introducing knowledge of physics in the early years in an interdisciplinary way, as recommended by the BNCC. Therefore, it is interesting to apply and build new Teaching Sequences by Investigation, aligned with scientific literacy, in order to promote a reflective education, stimulating the formation of critical citizens, capable of understanding Science and using their knowledge for decision making.

**Keywords:** Science Museum; Science Education; Elementary School.

## Introdução

Diversas pesquisas demonstram a importância de aproximar as crianças o mais cedo possível da Ciência (Lorenzetti & Delizoicov, 2001; Sasseron & Carvalho, 2008; Ghedin *et al.*, 2017). Promover Educação Científica no contexto da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental significa contribuir para a formação integral das crianças para que possam adquirir conhecimentos que as habilitem a se tornarem adultos que consigam exercer sua cidadania, compreendendo as questões que surgem em seu cotidiano, opinando, dialogando sobre pontos de vista, tomando decisões a fim de medir os riscos e benefícios que estão implicados nisso (Voltarelle & Lopes, 2021).

Brito & Fireman (2016) chamam a atenção para o fato dos alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental, quando convidados a fazer investigações, eles se envolvem ativamente na atividade e passam a desenvolver conteúdos conceituais de forma compreensiva. A partir desses estudos, fica claro que é importante desenvolver a pedagogia baseada na investigação em ciências na 1<sup>o</sup> fase do ensino fundamental.

Segundo Harlen (2018) há dois aspectos da lógica para o ensino de ciências baseado na investigação (Inquiry Based Science Education - IBSE). O teórico e o empírico. As razões teóricas partem do argumento que atividades baseadas em investigação facilitam a realização dos objetivos-chave do ensino de ciências: possibilita que todos os alunos desenvolvam a compreensão de ideias poderosas da ciência, bem como, a natureza da atividade científica e a aplicação da ciência e sua relação com outras disciplinas. Assim, pesquisar novas estratégias didáticas que possam promover esses objetivos, melhorando o processo de aprendizagem dos alunos, tem sido o interesse de muitos pesquisadores na área de ensino de Ciências.

Uma das estratégias que pode ser bem empregada para o ensino de Ciências no ensino fundamental é a Sequência de Ensino por Investigação. Experimentar esses processos e envolver as crianças pequenas com atividades investigativas podem ter bons resultados no processo de ensino e aprendizagem, já que uma boa sequência didática busca propor estratégias diversificadas, sendo um conjunto de atividades planejadas anteriormente pelo docente, em que as etapas estão interligadas, apresentando a possibilidade ao discente de melhor compreensão do conteúdo.

A Sequência de Ensino por Investigação, assim como outras propostas, caracteriza-se por ser uma atividade colocada em prática pelo professor. Contudo, ela apenas se concretiza de forma satisfatória por meio das interações ocorridas entre professor, alunos, materiais e informações. Por certo, seu desenvolvimento, ao promover condições para que os estudantes trabalhem ativamente e conjuntamente na resolução de um problema inicialmente colocado, novas perguntas vão se construindo, deflagrando o estabelecimento da argumentação (Sasseron, 2015). Porém, as perguntas feitas pelo professor em aulas investigativas devem conter em si intenções claras com as etapas de investigação em curso e com os propósitos didáticos insurgentes no planejamento da aula (Machado & Sasseron, 2012).

Banchi & Bell (2008) caracterizam tipos de investigações que podem ser realizadas por alunos, ordenando esses tipos em níveis, apresentando do nível inferior para o mais avançado. No primeiro nível, a investigação de confirmação, os estudantes recebem a pergunta e o procedimento (método), e os resultados são conhecidos antecipadamente. No nível seguinte, a investigação estruturada, a pergunta e o procedimento ainda são fornecidos pelo professor; no entanto, os alunos geram uma explicação apoiada pelas evidências que coletaram. No terceiro nível, investigação guiada, o professor fornece aos alunos apenas a questão de pesquisa e os alunos projetam o procedimento (método) para testar sua questão e as explicações resultantes. No quarto, investigação aberta, os alunos têm as mais puras oportunidades de agir como cientistas, derivando questões, projetando e realizando investigações e comunicando seus resultados.

Sasseron & Carvalho (2008) nos auxiliam no entendimento desse formato ao aplicarem uma Sequência de Ensino Investigativo para alunos da primeira fase do ensino fundamental, perceberam que os alunos se envolveram com as investigações e as discussões propostas. Segundo as autoras, a aplicação da sequência didática, que teve o seu foco central na investigação em torno de temas próximos do interesse do aluno, foi a motivação para que eles se envolvessem com as discussões. As sequências didáticas encaminham os alunos para a alfabetização científica, entretanto o uso de indicadores é importante para evidenciar esse processo. Sasseron & Carvalho (2011) descreveram os eixos estruturantes da alfabetização científica na educação básica. Tais eixos, quando utilizados no ensino de ecologia, são importantes para garantir um ensino mais contextualizado e menos "mecânico", quais sejam: 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e 3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Portanto, temos como terceira ideia a estruturar nosso trabalho de construção de Sequências Didáticas Investigativas (SDI) a importância de alinhá-las com as propostas de uma alfabetização científica que promova a educação libertadora, de modo a auxiliar a formação de cidadão crítico, capaz de compreender a ecologia e utilizar seus conhecimentos na sua vida.

As crianças aprendem se deparando com problemas que se sentem compelidas a resolver; experimentando emoções como perplexidade, curiosidade, surpresa e frustração; e se engajando no trabalho intelectual e emocional visando superar obstáculos para resolver problemas envolventes (Devries & Sales, 2013). Segundo Devries & Kohlberg (1990), o interesse conduz o processo construtivista e motiva as crianças a raciocinarem e adquirir conhecimento e novos entendimentos e a experimentação, retroalimentada pela observação, pode levar as crianças a uma compreensão mais completa sobre os fenômenos. Sendo assim, a sequência de Ensino por Investigação proposta é baseada na resolução de problemas para o início da construção do conhecimento, dando problemas, fazendo questões e/ou propondo novas situações para que os alunos resolvam (ou seja, desequilibrando-os) que eles terão condições de construir novos conhecimentos (Piaget, 1976). As pesquisas piagetianas trouxeram ensinamentos que orientam docentes, tanto no planejamento de suas sequências didáticas como em suas atitudes.

Segundo Munford & Lima (2007), consoante com uma visão comumente aceita, a curiosidade é uma característica natural (e essencial) do ser humano e que, conseqüentemente, todas as atividades humanas deveriam ser guiadas pela curiosidade e pela investigação. Assim, nada seria mais "natural", simples e espontâneo do que pensar em ensino de ciências como ensino de ciências por investigação. Entretanto, as práticas docentes observadas em diferentes redes de ensino ainda têm uma dinâmica centrada na ação dominante do professor, que de forma unidirecional transmite o conhecimento para um discente passivo. No ensino por investigação, o professor é um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos (Trivelato & Tonidandel, 2015). Assim, o Ensino por investigação estimula e se fundamenta na apresentação de situações problemas, que promovem desafios, aumentando a curiosidade, o interesse e o

envolvimento dos alunos. Durante o desenvolvimento das atividades, conduz a construção do conhecimento científico, apresentando uma visão mais clara da ciência. As etapas seguidas pelos alunos promovem a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. A proposta apresentada desenvolve nos alunos dos anos iniciais um protagonismo, contrapondo a prática expositiva da escola tradicional. Dessa forma, favorece a participação ativa, fortalecendo a autonomia no desenvolvimento da aprendizagem do aluno. Assim como Clement *et al.*, (2015) concordamos também que o aspecto investigativo, peculiar do ensino por investigação, tem potencial para despertar nos alunos interesse e maior engajamento no processo de construção de seus conhecimentos, culminando em maior qualidade motivacional (motivação autônoma). Desse modo, devido aos alunos dos anos iniciais terem uma ação ativa quando são estimulados para a prática, a proposta defendida e os conceitos discutidos são baseados nos pressupostos do ensino por investigação, que coloca o aluno no centro do processo de ensino de forma atuante e em busca da construção do seu próprio conhecimento, estimulando a curiosidade típica de alunos nesta fase e não os inibindo por meio da aula centrada na transmissão do conteúdo pelo professor. Segundo Solino *et al.*, (2015), este movimento exige um esforço contínuo na prática do professor que, ao contrário de ser o responsável apenas pela apresentação dos conteúdos, torna-se o promotor das interações e o orientador de todo o processo didático-pedagógico.

Os museus são espaços educacionais, onde as experiências vivenciadas se projetam para além do deleite e da diversão (Maradino, 2005). Esses espaços não-escolares vêm sendo reconhecidos pelo seu papel fundamental de promover uma aproximação da ciência com o público. Através de suas ações educativas, possibilitam uma interação com o conhecimento científico transformando-se em uma significativa ferramenta de alfabetização científica. Atualmente, cada vez mais se defende a relevância de promover uma formação cidadã centrada na reflexão e na crítica buscando uma maior participação da sociedade nas questões relacionadas à Ciência e suas aplicações (Bybee & Roberts, 2014; Marandino, 2007; Santos, 2007; Cachapuz *et al.*, 2011). Nesta perspectiva, os museus de ciências têm ampliado seu papel no sentido de que através de suas diversas atividades podem oferecer elementos do cotidiano relacionados às questões científicas, possibilitando o acesso aos conhecimentos científicos. Assim, podemos considerar os museus de ciências como ambientes significativos para a promoção da Alfabetização Científica.

## O Percorso Metodológico

A elaboração da Sequência de Ensino por Investigação (SEI) foi planejada conforme as etapas propostas por Anna Maria Pessoa de Carvalho (Carvalho *et al.*, 2013, 2016) e Lúcia Helena Sasseron (Sasseron & Machado, 2017). Nossa proposta foi construída para ser desenvolvida em um espaço de educação não-formal, visando contribuir para o processo de alfabetização científica e construção do conhecimento sobre assuntos científicos por meio da aprendizagem baseada na resolução de problemas. Para a aplicação da proposta de trabalho, foi escolhido o espaço de divulgação científica Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense - MICInense, localizado no interior do Rio de Janeiro, no município de Barra Mansa. O referido Museu recebe visitantes periodicamente das escolas da Região Sul Fluminense. Entre os meses de fevereiro de 2022 a julho de 2022 foi desenvolvido a sequência de ensino por investigação proposta para os visitantes. Os alunos participantes foram do ensino fundamental dos anos iniciais do 1º ao 5º ano de escolaridade, na faixa etária de 5 a 11 anos de idade. No total foram realizadas nove oficinas que envolveram 317 alunos.

## A Sequência

### 1. Etapas da sequência investigativa “A abelha sumiu! E aí?”

#### 1.1. Primeira etapa

O objetivo nessa 1ª etapa é inserir o estudante em um ambiente investigativo. Inicia-se essa etapa com uma abordagem problematizadora, quando a primeira situação-problema lhes é proposta pelo professor-mediador por intermédio da pergunta: “Os insetos são importantes?”. Neste momento, os alunos elaboram hipóteses com base no conhecimento prévio que cada um possui.

#### 1.2. Segunda etapa

Nessa 2ª etapa, ocorrem novas abordagens problematizadoras. Os alunos nesse momento devem construir modelos de um inseto utilizando os seus conhecimentos prévios, observar, comparar dados e buscar a resolução do problema.

Os estudantes são direcionados ao laboratório do Museu, conduzidos para as bancadas, e recebem as orientações gerais sobre as regras e as normas no laboratório. Nesse ambiente, os visitantes são questionados sobre a morfologia dos insetos. Algumas perguntas são apresentadas para eles: “O corpo dos insetos é dividido em quantas partes?”, “Os insetos têm antenas?”, “Quantos pares de patas apresentam os insetos?”. Após os questionamentos, cada participante recebe uma placa de Petri de plástico, massa de modelar atóxica, folha de acetato colorida e fios de plástico. Com os materiais disponibilizados, os visitantes são estimulados a construir um protótipo de insetos com as características morfológicas apresentadas pelo grupo (Fig. 1).

Após a construção do protótipo, os alunos recebem uma lupa manual para a observação de exemplares de espécies fixadas da coleção didática museal. Nesta fase, uma pergunta sobre dados é feita pelo professor-mediador. “Qual a diferença entre o modelo que você construiu e o espécime observado?”. A partir da análise comparativa, é possível observar e identificar se o protótipo apresenta as características corretas de um inseto (Fig. 2). Nesta fase devem experimentar a passagem da ação manipulativa à ação intelectual na busca da resolução do problema. Ao final, os alunos são questionados sobre a importância deste grupo. Várias perguntas são feitas pelo professor. “Vocês conhecem alguns animais com essas características?”, “Quais animais vocês conhecem que têm essas características?”, “Eles interagem com outros seres vivos? Qual seria o papel destes animais no ambiente?”.

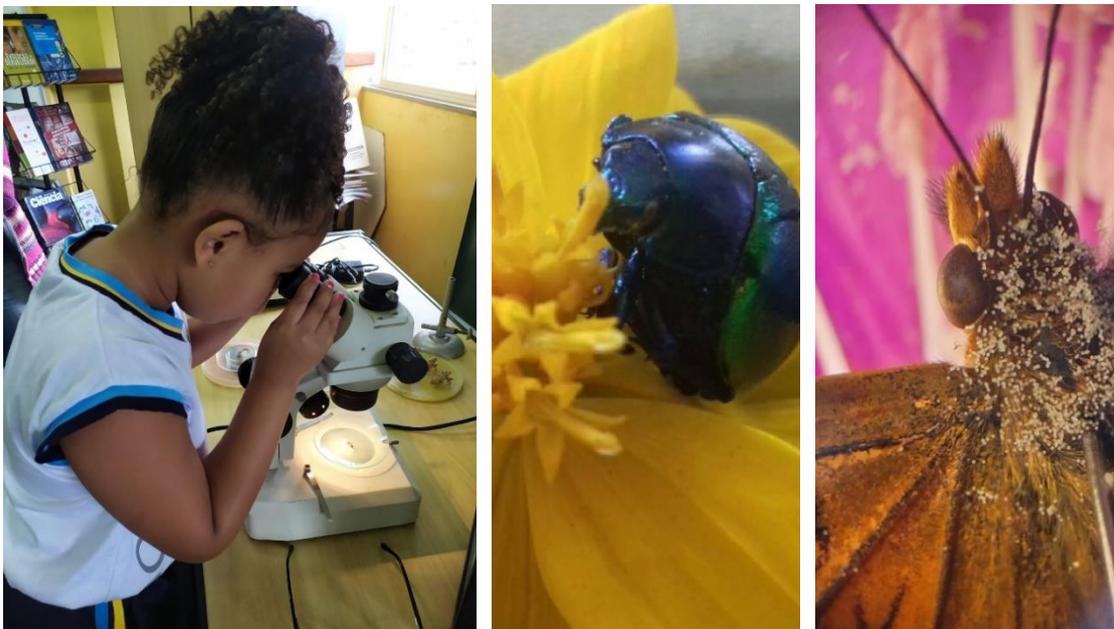


**Figura. 1** Protótipo de um inseto construído.

**Figura. 2** Observação da morfologia dos insetos.

### 1.3. Terceira etapa

Nesta etapa experimental o aluno deve observar e analisar o que ocorre quando um inseto pousa em uma flor. Um espécime fixado de inseto da coleção didática entomológica é colocado sobre uma flor hermafrodita com grande quantidade de androceu, com isso os pólenes aderem ao inseto (Fig. 3). Utilizando um estereomicroscópio os alunos observam os espécimes de animais fixados sobre a flor. A partir da observação, são feitas perguntas para os alunos. “O inseto apresenta alguma estrutura agarrado na superfície do corpo dele?” Essa estrutura também tem no vegetal? Observando o inseto e a interação com o vegetal, eles podem identificar a presença de pólenes. E após esta etapa, alguns questionamentos são feitos depois da observação: “Por que as flores são coloridas?”, “Por que os insetos frequentam a todo momento as flores?”, “E o que esses animais carregam nestas visitas?”, “Você sabe o que acontece quando o inseto transporta o pólen para outra flor?”.



**Figura 3.** Observação de insetos contendo pólenes na superfície do corpo

### 1.4. Quarta etapa

Nesta etapa, também experimental, os alunos recebem uma folha sulfite branca, um lápis de cor vermelha e um lápis de cor azul. Os alunos são solicitados a desenhar na folha uma flor utilizando o lápis de cor azul e, em cima da flor, devem desenhar um inseto na cor vermelha fazendo a polinização. Os alunos recebem óculos ou cartão com um orifício preenchido com um papel gelatina vermelho. Com o instrumento em mãos, observam o desenho feito por eles e por surpresa a imagem do inseto não aparece (Fig. 4). Nessa etapa, alguns questionamentos são feitos: “Por que os insetos sumiram?”, “Na natureza isso pode acontecer?”, “Por que estes insetos podem desaparecer?”, “Se a população de insetos desaparecer, qual o impacto disso?”.



**Figura 4.** Experimento de física executado pelo aluno

Sobrepondo filtros transparentes coloridos sobre outras cores, o filtro absorve e reflete determinadas cores do espectro de luz. A cor refletida é a que nos dá visibilidade da imagem. Esta é a descrição do fenômeno físico que ocorre neste experimento. O filtro vermelho, por exemplo, absorveu a imagem da letra escrita com as cores laranja ou vermelha e escureceu a azul, no exercício realizado (Liu & Liu, 2017).



**Figura 5.** Resultado do experimento de física realizado com as crianças

### 1.5. Quinta etapa

Nesta última etapa é apresentado um vídeo<sup>1</sup> sobre o desaparecimento das abelhas <https://www.youtube.com/watch?v=oMl3GI0v3Es>. O vídeo aborda os fatores que estão relacionados a desordem do colapso das abelhas. A fragmentação ambiental, o uso de agrotóxicos, o manejo inadequado de colmeias e as crescentes infestações de pragas nas colônias são considerados os principais fatores relacionados ao desaparecimento delas (Rosa *et al.*, 2019). Tais fatores são abordados com os alunos e em destaque o uso extensivo de agrotóxicos. Após a visualização do vídeo, inicia-se uma discussão sobre o tema em torno da importância desses animais e a necessidade da preservação desse grupo. Para minimizar a perda de polinizadores nativos e domésticos, recomenda-se a conservação e a manutenção da paisagem natural circundante às áreas agrícolas.

Nesta etapa, ocorre o processo de sistematização do conhecimento, quando o mediador deve proporcionar um momento de reflexão e interação dos alunos, estimular o diálogo para que mudanças possam ser provocadas e ocorra a construção de conceitos compartilhados favorecendo a Alfabetização Científica. E para finalizar e avaliar o processo, são feitas as perguntas: “O que vocês acham dos insetos?”, “Eles são importantes?”.

Os dados examinados neste estudo foram obtidos durante oficinas realizadas no MICInense. Para isso, foram desenvolvidas duas oficinas, envolvendo duas turmas da primeira fase do ensino fundamental. Uma dessas turmas pertencia ao 3º ano, composta por dezessete alunos, enquanto a outra era do 4º ano, composta por quinze alunos. O total de alunos na amostra analisada foi de 22, com idades entre 8 e 10 anos.

A coleta de dados foi realizada durante o desenvolvimento da oficina, no decorrer da aplicação da SEI. Observamos minuciosamente o processo e registramos, em um diário de campo, eventos que chamavam a atenção e eram pertinentes aos objetivos da pesquisa. Anotamos as observações e respostas oferecidas pelos visitantes às perguntas dos mediadores, abrangendo as questões de problematização, dados, processo e sistematização.

Com base nessas anotações, destacamos trechos e falas que nos permitiram identificar indicadores de engajamento por parte dos visitantes do Museu. Para avaliar os indicadores de engajamento, adotamos três dimensões: comportamental, emocional e cognitiva, conforme descrito por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004). O engajamento comportamental está relacionado à interação, participação e envolvimento dos visitantes, abrangendo também as ações positivas manifestadas por eles durante a execução das atividades. Já o engajamento emocional compreende as expressões afetivas e emocionais dos visitantes ao longo das ações realizadas. O engajamento cognitivo diz respeito ao esforço e ao investimento do visitante no processo de aprendizagem.

## **Resultados e discussão**

Com o intuito de iniciar o processo de alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental, foi organizado uma sequência de Ensino por Investigação, inserindo os temas de CTS durante a aula. Essa proposta interdisciplinar abordou conceitos de diversas áreas de conhecimento e levou os alunos a trabalharem e discutirem os problemas envolvidos e a analisarem implicações na sociedade e ao ambiente. A sequência de Ensino por Investigação nos levou a perceber que o mediador realizou perguntas que envolveram os alunos com as investigações e as discussões propostas.

Baseado nos trabalhos de o conceito de ciclo argumentativo na Alfabetização Científica (AC) (Sasseron & Carvalho, 2011) e as intenções do professor na cadeia enunciativa (Mortimer; Scott, 2002). Machado & Sasseron (2012) propuseram uma construção teórica de categorias para as perguntas feitas pelo professor de Ciências durante as aulas investigativas. Ao utilizarmos essa categoria de classificação, observamos que as perguntas feitas pelo professor se enquadram em um ensino investigativo e promotor de alfabetização científica. (quadro 1)

---

I.VÍDEO: Abelhas. Episódio 7. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=oMI3GI0v3Es>: Acesso em 30 de set., 2022.

**Quadro 1.** Classificação das perguntas, segundo a descrição de Machado e Sasseron, 2012.

| <b>Classificação das perguntas</b>       | <b>Descrição proposta por Machado e Sasseron, 2012</b>  | <b>Perguntas feitas durante a aplicação da sequência de Ensino por Investigação</b>  |
|--|---|--|
| Perguntas de problematização             | Remetem-se ao problema estudado ou subjacente a ele dentro da proposta investigativa. Refazem, reformulam de outra maneira, voltam à proposta do problema. Ajudam os alunos a planejarem e buscar soluções para um problema e exploram os conhecimentos do aluno antes de eles o resolverem. Levantam as demandas do problema para que os alunos iniciem a organização das informações necessárias para resolvê-lo. | Os insetos são importantes?<br>O corpo dos insetos é dividido em quantas partes?<br>Os insetos têm antenas?<br>Quantas pares de patas apresentam os insetos?   |
| Perguntas sobre dados                    | Abordam os dados envolvidos no problema. Seja evidenciando-os, apresentando-os ou selecionando-os de forma a descartar ou não variáveis. Direcionam o olhar do aluno para as variáveis envolvidas relacionando-as, procurando um grau maior de precisão, comparando ideias, propondo inversões e mudanças.  | Qual a diferença entre o modelo que você construiu e o espécime observado?   |
| Perguntas exploratórias sobre o Processo | Buscam que os alunos emitam suas conclusões sobre os fenômenos. Podem demandar hipóteses, justificativas, explicações, conclusões como forma de sistematizar seu pensamento na emissão de uma enunciação própria. Buscam concretizar o aprendizado na situação proposta. Fazem com que o aluno reveja o processo pelo qual ele resolveu o problema e elucide seus passos.   | Vocês conhecem alguns animais com essas características?<br>Eles interagem com outros seres vivos?<br>O inseto apresenta alguma estrutura agarrada na superfície do corpo dele?<br>Essa estrutura está presente no vegetal?<br>E o que esses animais carregam nestas visitas?<br>Por que as flores são coloridas?<br>Por que os insetos sumiram?   |
| Perguntas de sistematização              | Buscam que os alunos apliquem o conceito compreendido em outros contextos, prevejam explicações em situações diferentes da apresentada pelo problema. Levam o aluno a raciocinar sobre o assunto e a construir o modelo para explicar o fenômeno estudado.  | Quais animais vocês conhecem que têm essas características?<br>Qual seria o papel destes animais no ambiente?<br>Por que os insetos frequentam a todo momento as flores?<br>Na natureza isso pode acontecer?<br>Por que estes insetos podem desaparecer?<br>Se a população de insetos desaparecer, qual o impacto disso?<br>Você sabe o que acontece quando o inseto transporta o pólen para outra flor?<br>O que vocês acham dos insetos? |

De acordo com a classificação feita, a Sequência de Ensino por Investigação apresentou perguntas de problematização sobre dados, perguntas exploratórias sobre o processo e perguntas de sistematização. Foi identificado que as questões feitas durante as etapas da sequência investigativa tinham a intenção clara de explorar a investigação e levar a resolução de um problema.

A SEI propõe uma série de perguntas em cada etapa, esses tipos de perguntas são importantes porque permitem que os alunos desenvolvam gradualmente suas habilidades para conduzir pesquisas mais abertas. A investigação de confirmação, por exemplo é útil quando o objetivo de um professor é reforçar uma ideia introduzida anteriormente; apresentar aos alunos a experiência de conduzir investigações; ou fazer com que os alunos pratiquem uma habilidade de investigação específica, como coletar e registrar dados. É necessário ter atenção às etapas do processo de aprendizagem, o ensino por investigação, não deve ser desenvolvido em um único momento, nem ser proposto para alunos dos anos iniciais ou do fundamental uma investigação mais avançada sem que esses alunos tenham passado por etapas anteriores. Importante o planejamento e a sequência oferecida ao aluno ao longo do tempo, pois ele progride com ações desenvolvidas pelos docentes. Para que os alunos consigam realizar investigações em um nível mais avançado, onde exige um maior raciocínio científico, esse

aluno deve ter passado várias vezes pela experiência nos três primeiros níveis de investigação. Só é apropriado que os alunos sejam estimulados a desenvolver investigações abertas quando tiverem demonstrado que são capazes de projetar e realizar investigações com sucesso quando lhes for dada a questão. Isso inclui ser capaz de registrar e analisar dados, bem como tirar conclusões das evidências coletadas. (Banchi & Bell, 2008).

Os questionamentos apresentados e discutidos, durante todas as etapas da sequência proposta para os alunos, demonstraram que a SEI proporcionou um ambiente profícuo para o envolvimento e o favorecimento do desenvolvimento dos alunos de forma autônoma. Segundo as considerações apresentadas por Sasseron & Duschl (2016), a constituição deste espaço de interações discursivas contribui para que as interações entre alunos e professor e o conhecimento sobre as ciências sejam debatidos. Isso fica claro não apenas pela intensa participação deles nessas aulas, mas também pelo modo que são estimulados a expor suas ideias, avaliá-las e considerar novos elementos em sua proposição.

Sasseron & Carvalho (2008) organizam as distintas abordagens do que os pesquisadores consideram a alfabetização científica em três eixos estruturantes: O primeiro destacado pelas autoras é a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, quando ficou evidenciado que a sequência proposta estimulou o desenvolvimento da compreensão dos termos básicos utilizados para o ensino de entomologia, os conhecimentos necessários para a compreensão dos conceitos fundamentais sobre polinização e a produção de frutos a partir deste processo. Logo buscou debater na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual.

O Segundo ponto destacado pelo estudo é a compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. A sequência privilegiou a investigação, passando pela problematização e pela discussão do tema em vários momentos de proposição de um novo conhecimento. As etapas da SEI abordaram uma temática em que o aluno foi estimulado a conhecer o processo natural de polinização feito pelos insetos e a identificar a relação com a produção agrícola para abastecer a população, além de correlacionar o fato do desaparecimento de abelhas com a diminuição agrícola. A fragmentação e o uso de agrotóxicos são considerados duas causas importantes na diminuição da população das abelhas (Rosa, 2019), diante disso, o debate em torno do assunto estimula a criança a compreender o envolvimento dos aspectos éticos e políticos desse fato.

E, por fim, Sasseron & Carvalho (2008) destacam como último eixo estruturante o entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A sequência didática desenvolvida estimulou esse entendimento a partir da problematização, em que o aluno percorreu as etapas e ao final percebeu que os insetos, ora desprezados, são importantes polinizadores, responsáveis pela produção agrícola do país e que a liberação e o uso excessivo de agrotóxicos podem diminuir a população de insetos polinizadores e conseqüentemente, afetar o abastecimento de alimentos para a população. Corroborando com as autoras, a sistematização dos conhecimentos ao final da sequência didática estimulou o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.

A proposta de ensino, introduz nos anos iniciais uma abordagem feita de forma interativa que aproxima os alunos da Ciência experimental, de forma que desenvolve habilidades inerentes à área, como a execução de atividades práticas, observação, coleta de dados e comparação. Não se pode ensinar Ciências para as crianças como se ensina para adolescentes no ensino médio. Segundo Carvalho *et al.*, (1998), o ensino deve levar o aluno a construir os primeiros significados do mundo científico, permitindo que novos conhecimentos possam ser adquiridos posteriormente, de uma forma mais sistematizada, mais próxima dos conceitos científicos.

Alunos do ensino fundamental, precisam ser aproximados da investigação, isso se faz primeiramente pelo processo de problematização do seu entorno, interrogando o seu contexto. Assim como diz Bachelard (1981) “Sem a interrogação não pode haver conhecimento científico; nada é evidente, nada nos é dado, tudo é construído. Entretanto, não se espera que um aluno inicialmente do ensino fundamental tenha capacidade de projetar e realizar suas próprias investigações do início ao fim, para isso acontecer ele precisa desenvolver habilidade e compreensão, através de extensa prática, passar por muitos níveis de investigação, até progredir à medida que avançam em direção a um pensamento científico mais profundo (Banchi & Bell, 2008). A sequência investigativa apresentada, proposta para alunos do ensino fundamental, pretende aproximar os estudantes de situações problematizadoras, iniciando o contato dos alunos com os primeiros níveis de investigação, para que possam desenvolver habilidades necessárias para progredir até investigações mais avançadas, como a aberta.

O trabalho está em acordo com a proposição de visão de ensino destacado por Rosa & Samudio (2007) ao considerar que as atividades experimentais em ciências têm um papel fundamental na prática pedagógica. Muito mais do que proporcionar a manipulação de equipamentos e instrumental próprio, ou mesmo a interação dos estudantes com o objeto do conhecimento, essas atividades apresentam uma potencialidade enquanto instância problematizadora, então devem se apresentar como espaços favorecedores a observações, discussões e interações entre professor-aluno.

O ensino de Ciências, por intermédio da aplicação de sequências investigativas, pode promover o estímulo à curiosidade da criança e a afinidade pela área científica. Essa estratégia deve ser realizada em crianças que estão nos anos iniciais, pois desde cedo pode promover o desenvolvimento de habilidades e auxiliar na construção de valores. A sequência de ensino por investigação aplicada no Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense demonstrou ser interativa e dialógica, promoveu o envolvimento dos alunos nos problemas apresentados, estimulou a manipulação dos materiais para a realização das atividades, a observação, a comparação, o questionamento, o confronto de ideias, reflexões e, com o uso da linguagem, o posicionamento crítico diante do contexto vivenciado pelos alunos.

Essa proposta distancia-se do modelo comportamentista de ensino, deixando de lado um ensino centrado no controle exercido pelo professor e aproxima dos estudos piagetianos. A proposta demonstrou ser interessante para os alunos, e sem interesse não existe o “combustível” do processo pelo qual a criança descobre algo (conhecimento) e, ao mesmo tempo, se torna mais apta a realizar descobertas (inteligência). Crianças interessadas estão dispostas ao esforço para construir novos conhecimentos (Devries & Sales, 2013).

Os visitantes demonstraram envolvimento ao longo das atividades, destacando-se especialmente nas ações manipulativas, que registraram um maior engajamento comportamental. A construção do protótipo, a observação do inseto com o auxílio do estereomicroscópio e a utilização dos óculos com diferentes filtros para a observação do desenho foram as etapas em que os alunos se envolveram de forma mais intensa. Durante a execução da atividade, eles apresentaram esforço e concentração na resolução do problema, e algumas contribuições individuais foram identificadas.

O engajamento emocional dos visitantes foi destacado por meio de suas expressões e falas durante a execução da tarefa. Ficou evidente o engajamento emocional ao observar o entusiasmo e a alegria manifestados durante as atividades. Além disso, foram observadas características de ansiedade e agitação durante a construção do protótipo. Dois alunos expressaram receio em relação ao modelo do animal em plástico.

Ao longo das fases de desenvolvimento da SEI, os visitantes participaram de todas as etapas. Em diversos momentos, ergueram a mão para expressar suas dúvidas e questionamentos sobre o tema em discussão, evidenciando um engajamento cognitivo. Este comportamento reflete o envolvimento dos visitantes em aprofundar e aperfeiçoar seus conhecimentos durante o processo.

Poucos alunos deram respostas correlacionando os insetos como seres importantes. No entanto, alguns apresentaram perspectivas negativas em relação a esse grupo. Como evidenciado na fala transcrita do visitante.

“Eles transmitem doenças” (Visitante 18 / 10 anos)

Após a aplicação da SEI, durante as perguntas exploratórias como “Qual seria o papel destes animais no ambiente?” os alunos demonstraram através das suas falas, concepções diferentes em relação ao papel desses insetos. Como pode ser observado através nas falas transcritas de dois visitantes.

“Fazer a polinização” (Visitante 11 / 10 anos)

“Dar alimentos” (Visitante 05 / 10 anos)

Realizamos uma análise das respostas iniciais da SEI dada pelos visitantes e comparamos com as respostas finais dadas por eles na etapa de sistematização, buscando verificar se ocorreu uma mudança de concepção, isto é, se houve uma transição de ação manipulativa na resolução de problemas para uma ação intelectual.

Ao concluir a SEI, os alunos não apenas conseguiram responder à pergunta inicial, mas também evidenciaram uma transformação em suas concepções sobre o tema, conforme demonstrado nas falas transcritas de dois visitantes.

“Os insetos são bons” (Visitante 13 / 9 anos)

“Os seres humanos estão trazendo muito prejuízo para o planeta e não está deixando o ambiente adequado” (Visitante 03 / 8 anos)

A sequência de Ensino por Investigação proposta, contribui para a abordagem CTS no ensino de Ciências, levando os alunos do ensino fundamental a vivenciarem situações problematizadoras. Estimulando as habilidades, e assim a compreensão dos múltiplos e complexos problemas que se colocam, ao cidadão. Desde o início de formação do aluno, deve se discutir situações dilemáticas e de incerteza, para uma consciência dos problemas que afetam a humanidade, para uma ética de responsabilidade (Cachapuz *et al.*, 2011).

Portanto, torna-se um interesse construir novas Sequências de Ensino por Investigação (SEI), ajustadas para a busca da alfabetização científica, a fim de promover uma educação reflexiva e libertadora, auxiliando a formação de cidadão crítico, capaz de compreender a Ciência e utilizar seus conhecimentos para tomada de decisões na sua vida.

### **Considerações finais**

Observamos, por intermédio da análise realizada, que a sequência didática desenvolvida e aplicada para os alunos dos anos iniciais no Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense, demonstrou ser uma atividade problematizadora. Em cada etapa, perguntas de problematização, sobre dados, perguntas exploratórias e sobre o processo foram feitas para os alunos. Sendo assim, ficou evidente na pesquisa, que a proposta é claramente investigativa e leva o aluno à resolução de problemas. Os alunos passaram por diferentes níveis de investigação e atividade foi promotora de alfabetização Científica. Iniciar a construção do conhecimento a partir de uma pergunta, coloca o aluno como agente do pensamento e o professor deixa de ser o expositor de informações. Para construir o conceito, a sequência didática propôs várias atividades experimentais, a ação manipulativa passa para a ação intelectual do conteúdo com a orientação do professor, através de uma série de questionamentos.

Outro ponto de destaque foi o interesse que os alunos demonstraram para a realização das atividades, sendo este um fator importante para o processo de aprendizagem, entendemos que a construção do conhecimento pelo sujeito, necessita da predisposição e a intenção em aprender. Cada etapa, disponibilizou novos conhecimentos para que os alunos pudessem relacionar com os conhecimentos já presentes na sua estrutura cognitiva e a partir daí, modificar os conhecimentos prévios. Nesse sentido, a Sequência de Ensino Investigativa atendeu aos objetivos propostos para os alunos dos anos iniciais. Em suma, sabendo que intervenções como essa facilitam a aprendizagem dos alunos, devemos afastar das estratégias pedagógicas estritamente expositivas, baseadas apenas na memorização e aproximar de ações que busquem o protagonismo do aluno, substituir as atividades tradicionais por práticas onde os alunos ativamente constroem o seu conhecimento de maneira investigativa.

### Referências Bibliográficas

- Bachelard, G. (1981). *La Philosophie du Non*. Ed., Paris: Presse Universidade de France.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and children*, 46(2), 26.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 559-572). Routledge.
- Brito, L. O. D., & Fireman, E. C. (2016). Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1), 123-146.
- Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A. M. P.; Praia J.; & Vilches, A. (2011). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. Cortez.
- Carvalho, A. P. de (Org). (1998) *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione.
- Carvalho, A. M. P. D. et al. (2013) *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementações em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Clement, L.; Custódio, J. F.; & Alves Filho, J. P. (2015) Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8 (1),101-129.
- Devries, R.; & Sales, C. (2013) *O ensino de física para crianças de 3 a 8 anos: uma abordagem construtivista*. Porto Alegre: Penso.
- Devries, R.; & Kohlberg, L. (1990) *Constructivist early education: overview and comparison with Other programs*. Washington, DC: NAEYC.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59-109.
- Ghedin, L., Marques, F., Terán, A., & Ghedin, I. (2017). A educação científica na educação infantil. *Revista Areté/ Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 6(10).
- Harlen, W. (2018). Does content matter in primary science? In *The Teaching of Primary Science* (pp. 59-70). Routledge.

- Liu, E. & Liu, F. Y. G. (2017) Processo experimental de efeitos gráficos visuais. *Journal of Technology in Design, Fim arts and Visual Communication*.
- Lorenzetti, L. & Delizoicov, D. (2001) Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. 3 (1), 45-61.
- Machado, V. F., & Sasseron, L. H. (2012). As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 29-44.
- Marandino, M. (2005). A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12, 161-181.
- Mortimer, E. F.; & Scott, P. (2002) Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (3) 283-306.
- Munford, D., & Lima, M. E. C. D. C. (2007). Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 9, 89-111.
- Piaget, J. (1976) *The grasp of consciousness: action and concept in the young child*. Cambridge, MA: Havard University Press.
- Rosa, C. W.; & Samudio, C. A. (2007) Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 357-368.
- Rosa, J. M.; Arioli, C. J.; Nunes-Silva, P.; & Garcia, F. R. M. (2019) Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação? *Revista de Ciências Agroveterinárias* 18 (1), 154-162.
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de ciências*, 13(3), 333-352.
- Sasseron, L. H.; & Machado, V. F. (2017) *Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física*. Ed. Livraria da física.
- Sasseron, L. H. (2015) Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. 17, 49-67.
- Sasseron, L. H.; & Carvalho, A. M. P. (2011) Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1) 59-77.
- Sasseron, L. H. ; & Duschl, R. A. (2016) Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 52-67.
- Solino, A. P.; Ferraz, A. T.; & Sasseron, L. H. (2015) *Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares*. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. p. 1-6.
- Trivelato, S. L. F. & Tonidantel, S. M. R. (2015). Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência*, (17), 97-114.
- Voltarelli, M. A., & Lopes, E. A. D. M. (2021). Infância e Educação Científica: perspectivas para aprendizagem docente. *Educar em Revista*, 37.