

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAROLINE CHYBIOR GRANZOTI**

**SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS: AS PERGUNTAS DO  
PROFESSOR NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**CURITIBA**

**2023**

**CAROLINE CHYBIOR GRANZOTI**

**SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS: AS PERGUNTAS DO  
PROFESSOR NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**Inquiry-based Teaching Sequence: Teacher's question in Science teaching**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Pauletti.

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

**CURITIBA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



CAROLINE CHYBIOR GRANZOTI

**SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS: AS PERGUNTAS DO PROFESSOR NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 28 de Setembro de 2023

Dra. Fabiana Pauletti, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Leonir Lorenzetti, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Luciana Richter, Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria (Ufsm)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/11/2023.

Dedico este trabalho a todos os professores de  
Ciências que, a cada dia, têm a imensa  
oportunidade de transformar a vida dos estudantes  
que passam por eles.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, mesmo parecendo clichê, mas Ele, na Sua imensa graça, permitiu-me vivenciá-la de forma clara e prática durante o programa de mestrado. Durante esses longos anos, pude ver e sentir a Sua mão e o Seu acalento durante alguns períodos difíceis entre estudo e trabalho. Sou grata a Ele por poder experimentar mais essa vitória em minha vida.

Agradeço à minha família pelo suporte incondicional, por compreender e respeitar meus momentos de leitura, sala de aula e escrita. Sem o suporte dessa família maravilhosa, muito do que realizei neste mestrado não seria possível.

Agradeço à minha amiga/irmã em Cristo, Raphaela, por sempre estar ao meu lado, dando conselhos, doando do seu tempo precioso para fazer a leitura da minha dissertação e sendo sempre atenciosa ao ouvir meus áudios “*podcasts*”.

Agradeço à minha amiga Natália por todo o suporte emocional, pelas discussões sobre alguns dos temas da minha pesquisa, pelos longos almoços e cafés, ótimos para que me perdesse em conversas maravilhosas sem nem perceber o tempo passar.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Fabiana Pauletti, pela sabedoria, conselhos e direcionamento com que me guiou nesta trajetória. Agradeço também o meu coorientador, Prof. Dr. João Malheiro, pelas considerações e direcionamentos na escrita.

À minha colega Simone, por partilhar momentos memoráveis durante os anos em que estivemos juntas no mestrado, obrigada por ser um ombro amigo nas “choradeiras”.

Aproveito para agradecer também à escola onde a pesquisa foi realizada e aos participantes desta pesquisa, pois sem vocês nada disso seria possível. Agradeço à secretaria do curso pela cooperação e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Por fim, agradeço à banca examinadora, a Profa. Dra. Luciana Richter e ao Prof. Dr. Leonir Lorenzetti, pela disponibilidade, leitura e contribuições à pesquisa de mestrado.

Passions are great, but you don't really know something is a passion until you bump into it, grapple with it, and after some time, find it interesting and worthy of your commitment. (MACKENZIE, 2016).

## RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem didática que busca inserir práticas de questionamento, investigação e resolução de problemas na sala de aula. Ao fazer uso dessa abordagem didática, existe a possibilidade de fomentar as características de um ambiente investigativo e o processo do fazer científico. Deste modo, a presente investigação tem por questão de pesquisa: De que modo as perguntas do professor no Ensino de Ciências por Investigação podem contribuir na elaboração de Sequências de Ensino Investigativas nos Anos Iniciais? O objetivo geral desta pesquisa é identificar as possibilidades de Sequências de Ensino Investigativas a partir de uma formação permanente baseada nas perguntas do professor de Ciências nos Anos Iniciais. A pesquisa é de natureza qualitativa e do tipo participante. Participaram desta pesquisa cinco professores de uma escola situada na região oeste de Curitiba-PR, que ministram aulas de Ciências. Os instrumentos de coleta de dados empregados foram a entrevista semiestruturada, os questionários, as Sequências de Ensino Investigativas desenvolvidas pelos participantes ao final do curso de extensão, a gravação dos encontros de formação e as perguntas elaboradas pelos participantes durante o curso de extensão. Os dados construídos foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva. Como análise do *corpus* da pesquisa, foram construídas três categorias *a priori*: a categoria “O Ensino por Investigação com vistas à aprendizagem”, dividida em três subcategorias, a saber: i) O Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas: possibilidades no contexto educativo em Ciências; ii) As concepções docentes e os níveis de investigação no contexto do *Inquiry*; e iii) As Sequências de Ensino Investigativas com vistas à aprendizagem. A segunda categoria é intitulada “Formação permanente mediante um curso de extensão: algumas considerações” e, por fim, a terceira categoria é intitulada “A pergunta dos professores como potencializadora no processo de ensino”. Os resultados apontam a importância de cursos de formação permanente que promovam a conexão entre a teoria e prática. Percebe-se que o Ensino de Ciências por Investigação pode promover a construção do conhecimento científico e a argumentação de ideias científicas. De forma a promover esta abordagem didática, a vivência entre teoria e prática forneceu subsídios para que os participantes pudessem desenvolver Sequências de Ensino Investigativas nos Anos Iniciais. O momento de formação permanente propiciou aos participantes reflexões sobre sua práxis, bem como a compreensão da importância das atividades investigativas em aulas de Ciências. Mediante os pressupostos do Ensino por Investigação, pode-se compreender a importância das perguntas do professor como ativadoras e promotoras da aprendizagem, promovendo interações entre professor e estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências por Investigação; Sequências de Ensino Investigativas; perguntas do professor; Anos Iniciais.

## ABSTRACT

Science Inquiry-based Learning is an approach that aims to incorporate questioning, investigation, and problem-solving in the classroom. By utilizing this approach, it is possible to cultivate an investigative environment and foster the scientific process. The present study focuses on the research question: How can teachers' questions in inquiry-based learning contribute to the inquiry-based teaching sequence in primary education? The overall objective is to identify the possibilities of the development of the inquiry-based teaching sequence and continuous professional development based on teachers' questions in Primary Years. This research follows a qualitative and participant-oriented approach and was conducted in a private school located in the western part of Curitiba, PR. The five participants are teachers who teach Science at the same school. The primary methods of data collection included semi-structured interviews, questionnaires, Inquiry-based Teaching Sequences developed by the participants at the end of the course, recordings of the meetings, and questions developed by the participants throughout the teacher education course. The data was analyzed using Discursive Textual Analysis, in an analysis of the research corpus, it was divided into three a priori categories. The first category is "Inquiry-based learning as a potential for learning". As a result, three subcategories were identified: i) Inquiry-based learning and Inquiry-based Sequence Teaching: Possibilities in a Science education context; ii) Teachers' conceptions and the levels of inquiry in an Inquiry-based learning context; and iii) Inquiry-based Teaching Sequences as a way of learning. The second category is "Permanent teacher education through a course: Some considerations," and the third category is "Teachers' question as a potential in the teaching process." The results emphasize the importance of permanent teacher education courses that promote a connection between theory and practice. It was observed that Inquiry-based Learning can facilitate the development of scientific knowledge and the articulation of scientific ideas. By promoting this approach, experiencing both theory and practices helped the participants in developing Inquiry-based Teaching Sequences for primary years. These moments of permanent teacher education provided opportunities for reflection and understanding of the significance of Inquiry-based activities in Science classes. Through the presumed Inquiry-based learning, it was possible to grasp the importance of teachers' questions as learning activators, promoting interaction between teachers and students and fostering learning.

**Keywords:** Science Inquiry-based Learning; Inquiry-based Teaching Sequences; teacher's questions; Primary Years.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características de uma sala de aula investigativa .....	19
Figura 2 - Níveis de investigação na perspectiva <i>Inquiry</i> .....	22
Figura 3 - Ciclo investigativo conforme Pedaste et al. (2015) .....	24
Figura 4 - Pressupostos do Ensino por Investigação .....	28
Figura 5 - Categorias de Sequências de Ensino Investigativas .....	30
Figura 6 - Papel do professor e dos estudantes na SEI Textos Históricos.....	31
Figura 7 - Papel do professor e dos estudantes na SEI Experiências de Demonstração Investigativas .....	32
Figura 8 - Etapas da SEI Laboratório Aberto .....	34
Figura 9 - Aspectos da SEI Problemas Abertos .....	36
Figura 10 - Habilidades de pensamento conforme Rothstein e Luz (2011).....	42
Figura 11 - <i>Google Classroom</i> criado para o curso de extensão.....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de investigação utilizados no Laboratório Aberto.....	33
Quadro 2 - Categorias de perguntas conforme Yip (2004) e Tort, Márquez e Sanmarti (2013).....	44
Quadro 3 - Formação inicial, permanente e codinome dos participantes.....	58
Quadro 4 - Descrição dos encontros do curso de extensão.....	59
Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados utilizados em cada encontro.....	62
Quadro 6 - Organização das entrevistas semiestruturadas.....	63
Quadro 7 - Níveis de investigação utilizados ao longo do curso de extensão..	69
Quadro 8 - Etapas do ciclo investigativo encontradas nas SEI desenvolvidas pelos participantes.....	73
Quadro 9 - Perguntas elaboradas pelos participantes na SEI Texto Histórico..	77
Quadro 10 - Questões das avaliações formativas/somativas.....	78
Quadro 11 - Perguntas desenvolvidas pelos participantes nas SEI elaboradas.....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
EI	Ensino por Investigação
LAPEF	Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física
NSTA	<i>National Science Teacher Association</i>
NRC	<i>National Science Education Standards</i>
PE	Produto Educacional
PPGFCET	Programa de Pós-Graduação de Formação Científica, Educacional e Tecnológica
SEI	Sequências de Ensino Investigativas
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 INQUIRY E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	<b>16</b>
2.1 <i>Inquiry</i> : Perspectiva investigativa internacional, ideias introdutórias e alguns fundamentos .....	16
2.2 Uma perspectiva ativa no ensino de Ciências a partir do <i>Inquiry</i> .....	19
2.2.1 O ciclo investigativo na descoberta de novos conhecimentos .....	23
2.3 Ensino por Investigação: perspectiva investigativa nacional, ideias introdutórias e alguns fundamentos .....	26
2.4 As perguntas e o seu papel no ensino.....	38
2.4.1 A definição de uma pergunta.....	38
2.4.2 As perguntas e a relação com as diferentes habilidades de pensamentos ....	41
2.4.3 As perguntas e suas diferentes categorias.....	43
<b>3 UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO PERMANENTE DE PROFESSORES</b> .....	<b>46</b>
3.1 A formação permanente de professores nas Ciências.....	46
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b> .....	<b>50</b>
4.1 Abordagem e tipo de pesquisa .....	50
4.2 Questão e objetivos da pesquisa .....	51
4.3 Contexto e participantes da pesquisa.....	52
4.4 Instrumentos de coleta de dados empregados .....	52
4.4.1 Questionário .....	53
4.4.2 Entrevista semiestruturada .....	53
4.4.3 Sequências de Ensino Investigativas .....	54
4.4.4 Gravação dos encontros da formação .....	54
4.4.5 Perguntas desenvolvidas pelos participantes.....	55
4.5 Metodologia de análise: Análise Textual Discursiva .....	55

<b>5 DESCRIÇÃO DA FORMAÇÃO REALIZADA E DOS ENCONTROS DO CURSO DE EXTENSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1 Encontros realizados no curso de extensão .....</b>	<b>58</b>
5.1.1 Descrição dos encontros do curso de extensão .....	60
<b>5.2 Codificação dos instrumentos de coleta de dados .....</b>	<b>62</b>
<b>6 ANÁLISE DO CORPUS DE PESQUISA .....</b>	<b>64</b>
<b>6.1 O Ensino por Investigação com vistas à aprendizagem .....</b>	<b>64</b>
6.1.1 Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas: possibilidades ao contexto educativo em Ciências .....	65
6.1.2 As concepções docentes e os níveis de investigação no contexto do <i>Inquiry</i> .....	67
6.1.3 As Sequências de Ensino Investigativas com vistas à aprendizagem .....	70
<b>6.2 As perguntas dos professores como potencializadores no processo de ensino.....</b>	<b>75</b>
<b>6.3 Formação permanente mediante um curso de extensão: algumas considerações .....</b>	<b>80</b>
<b>7 APONTAMENTOS FINAIS .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA DO TIPO TEXTO HISTÓRICO</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE B - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA RECURSO TECNOLÓGICO</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE C - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA EXPERIÊNCIA DE DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA.....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE D - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA LABORATÓRIO ABERTO</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE E - PERGUNTAS ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO A - TEXTO UTILIZADO NA SEI TEXTOS HISTÓRICOS.....</b>	<b>112</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é introduzir o leitor em torno das principais ideias desta dissertação, que perpassam a origem e o desenvolvimento da investigação pela pesquisadora, apresentando a questão e o objetivo geral da pesquisa e os capítulos ulteriores.

Primeiramente, gostaria de contar como cheguei à construção dessa dissertação. Sou bióloga de formação, com Bacharel em Ciências Biológicas e com essa graduação meu intuito nunca foi em trabalhar com a educação, pelo contrário, optei pelo Bacharel pelo fato de não gostar de falar em público e de nunca pensar em lecionar.

Após formada, decidi realizar um intercâmbio, e ao retornar ao Brasil, pelo fato de não encontrar emprego com facilidade na área da Biologia, foi então que decidi “por livre espontânea pressão” lecionar Inglês em escolas de idiomas em Curitiba. Durante alguns anos nessa função, estudando e lendo a respeito do ensino de Inglês como segunda língua, que decidi iniciar uma graduação de licenciatura em Ciências.

A licenciatura me abriu portas para iniciar minha carreira como professora em escola regular, no início, lecionando aulas de inglês. Na sequência, com o título de licenciada me tornei professora de Ciências, dos Anos Iniciais. O início da minha atividade como docente na escola, a qual leciono até os dias de hoje, não foi fácil, foi bastante desafiador, pois a sistemática docente de uma escola de idiomas é significativamente diferente de uma escola de ensino regular. Essa diferença se concentra sobretudo na rotina escolar, pois numa escola de ensino regular é imprescindível o envolvimento do docente com toda a formação integral do estudante. Assim sendo, essa oportunidade de ser docente de Ciências dos Anos Iniciais, me abriu portas para iniciar meus estudos no Ensino por Investigação, uma vez que a escola onde trabalho possui essa abordagem didática como norteadora de suas práticas pedagógicas.

Em decorrência, iniciei minha jornada para estudar e compreender sobre como o Ensino por Investigação pode ser desenvolvido em sala de aula de forma a promover o ensino e a aprendizagem dos estudantes, e principalmente no campo da Ciências.

Vivenciar o Ensino por Investigação foi fundamental para minha curiosidade, formação e desenvolvimento profissional, pois consegui encontrar uma abordagem com a qual me identifico e que acredito ser uma maneira eficaz de promover o ensino e a aprendizagem, visando o desenvolvimento de estudantes com pensamento crítico, capazes de questionar o mundo e que apreciem a investigação como forma de busca pelo conhecimento/desenvolvimento.

Em decorrência dessa vivência profissional, decidi me inscrever em um programa de mestrado. Inicialmente, busquei conhecer quem eram os autores que desenvolviam pesquisas na área do Ensino por Investigação no Brasil, uma vez que todo o referencial teórico que possuía e o arcabouço teórico empregado pela escola eram internacionais. Durante essa busca, descobri e entrei em contato com a Profa. Dra. Fabiana Pauletti, solicitando referências teóricas de pesquisadores que estudavam o tema no Brasil. Na época, não imaginava que ela acabaria se tornando minha futura orientadora do mestrado.

Durante essa pesquisa sobre os referenciais teóricos brasileiros, percebi que existia muito mais conhecimento do que eu imaginava e me aproximei muito desta abordagem didática investigativa. Essa aproximação culminou na minha inscrição e aprovação no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A pesquisa sobre o tema tem sido relevante para minha trajetória como profissional, pois tem enriquecido minha prática e contribuído para o meu desenvolvimento como profissional.

Nesse contexto, o ensino de Ciências nos Anos Iniciais é desafiador, pois nesta fase de escolarização, os professores precisam subsidiar oportunidades para que os estudantes possam desenvolver habilidades de Ciências, envolvendo-os em processos de aprendizagem que lhes permitam vivenciar momentos de investigação (BRASIL, 2018).

Oportunizar esses momentos se torna essencial para que os estudantes possam, por meio dessas práticas, adquirir conhecimento e compreender o mundo à sua volta. Desta forma, é preciso colocar os estudantes em contato com as práticas das Ciências, aproximando assim a aprendizagem das Ciências a uma investigação e aos problemas relacionados ao dia a dia do educando (GIL-PEREZ; VILCHES-PEÑA, 2001).

Foi a partir dessa reflexão que o interesse por esta pesquisa surgiu, partindo da minha curiosidade em compreender um pouco mais sobre o Ensino por Investigação. Meu primeiro contato com essa abordagem ocorreu na escola onde trabalho, que possui o Ensino por Investigação como parte do currículo, em conjunto com o desenvolvimento do currículo nacional como método de ensino.

Em vista disso, a questão que norteia esta pesquisa consiste em: **De que modo as perguntas do professor no Ensino de Ciências por Investigação podem contribuir na elaboração de Sequências de Ensino Investigativas nos Anos Iniciais?** Já o objetivo geral desta pesquisa é: **Identificar as possibilidades de Sequências de Ensino Investigativas a partir de uma formação permanente baseada nas perguntas do professor de Ciências nos Anos Iniciais.**

Com o intuito de responder à questão de pesquisa e ao objetivo geral, esta dissertação é composta por sete capítulos. O primeiro capítulo consiste nesta introdução. O segundo capítulo trata das principais ideias em torno do *Inquiry* e o Ensino por Investigação como possibilidades para o ensino de Ciências, abordando as duas perspectivas, isto é, uma em contexto internacional e outra em contexto nacional. O terceiro capítulo abrange a construção teórica da pesquisa, onde abordo a formação permanente de professores.

Já no quarto capítulo descrevo o percurso metodológico da pesquisa, no qual caracterizo a natureza da investigação, o tipo, a questão e o objetivo. Também descrevo o contexto dos participantes da pesquisa, bem como os instrumentos de coleta de dados utilizados. O quinto capítulo abrange a descrição da formação e dos instrumentos de coleta de dados, bem como os encontros e a codificação destes e dos participantes da pesquisa.

O sexto capítulo compreende a análise do *corpus* da pesquisa, onde apresento as categorias *a priori* e as subcategorias criadas para a discussão dos resultados obtidos por meio da coleta de dados. Por fim, o sétimo capítulo abrange os apontamentos finais, onde discuto os resultados obtidos com a pesquisa desenvolvida e abordo o produto educacional desenvolvido como resultado desta investigação.

Assim sendo, a seguir, inicio a discussão sobre o objeto de pesquisa, buscando argumentar sobre os aspectos que circundam esta investigação, assim



como a forma como o estudo foi desenvolvido e algumas discussões iniciais sobre o que emergiu da pesquisa pelo viés de uma perspectiva investigativa.

## **2 INQUIRY E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

O objetivo deste capítulo é abordar a perspectiva investigativa internacional e nacional, em que o *Inquiry* se destaca no cenário internacional e o Ensino por Investigação no cenário brasileiro, em um breve recorte temporal. Como perspectiva investigativa internacional, o *Inquiry* é abordado a partir de teóricos e documentos que o norteiam, assim como são discutidos os níveis de investigação e o ciclo investigativo. Em seguida, é abordado o Ensino por Investigação (EI) como perspectiva investigativa nacional, seus fundamentos e pressupostos, e como desenvolver Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Por fim, destaco a pergunta do professor, elencando suas características e classificações, bem como sua contribuição no processo de ensino.

### **2.1 Inquiry: Perspectiva investigativa internacional, ideias introdutórias e alguns fundamentos**

Ao que tudo indica, o *Inquiry* teve suas primeiras ideias a partir dos estudos de John Dewey, um pesquisador norte-americano que teceu críticas ao ensino de Ciências nas escolas do século XX. Dewey argumentava que o ensino de Ciências não estava pautado no uso do pensamento crítico, o que resultava na falta de desenvolvimento de habilidades das Ciências. Ele foi também o primeiro pesquisador a refletir sobre como as Ciências estavam sendo ensinadas nas escolas. Para Dewey, as Ciências precisavam evoluir de um ensino cumulativo, de conhecimento pronto e estático, para um ensino que pudesse auxiliar o educando a enxergar e compreender o mundo por meio de lentes investigativas, em qualquer área do conhecimento. Dewey acreditava que o método científico seria o apropriado para ser usado no ensino de Ciências e que este não era meramente um método, mas sim uma forma de pensar (DEWEY, 1995).

As ideias em torno do método científico proposto por Dewey (1995) se pulverizaram e inspiraram diversos outros pesquisadores pelo mundo. No Brasil, destaco a contribuição de Sasseron (2013), haja visto que a pesquisadora direciona suas pesquisas em torno do Ensino por Investigação, ressaltando a necessidade de

trazer à tona o fazer científico nos ambientes de aprendizagem, isto é, amearhar as características da rotina de um pesquisador para a realidade do educando.

Posteriormente, as críticas em torno do ensino de Ciências ganham destaque e repercutem na década de 1950 e 1960 (NRC, 2000). Outro pesquisador que contribuiu significativamente nessas discussões em torno das Ciências nessa época foi Joseph Schwab (CRAIG, 2008). O autor acreditava que as Ciências deveriam ser ensinadas como uma investigação, mudando os modelos tradicionais de como as Ciências eram apresentadas nas escolas (NRC, 2000). Schwab (1960) também criticava como o laboratório de Ciências era utilizado, argumentando que era frequentemente empregado de forma limitada para exemplificar as leis das Ciências, quando deveria ser usado para promover momentos de desenvolvimento de investigações sobre os fenômenos estudados.

Além disso, o autor acredita que esses momentos de formação deveriam consistir em problemas propostos pelo professor, nos quais os estudantes pudessem traçar um objetivo e planejar sua investigação como forma de chegar a uma possível solução. Essa visão de ensinar Ciências, com a promoção de aproximação dos estudantes ao fazer científico, vem ao encontro às ideias de Sasseron (2013, p. 42), que discute que “o mais importante da investigação não é o seu fim, mas o caminho trilhado”.

Alguns anos mais tarde, o *National Science Education Standards* (NRC) (1996) publicou um documento norteador para a definição de investigação (*Inquiry*). Conforme este documento, a investigação é mais do que um processo, é uma forma de aprender Ciências. No NRC (1996), há a afirmativa de que é por meio de atividades investigativas que o conhecimento, o entendimento das ideias e os conteúdos científicos podem ser construídos pelos educandos. Fica explícito neste documento que o Ensino por Investigação deve dar ênfase aos educandos, trabalhando na supervisão do professor para construir o entendimento de conceitos científicos por meio de interações com questões e dados científicos (ASAY; ORGILL, 2010). Ou seja, mesmo que o ensino seja centrado nos estudantes, o professor ainda desempenha um papel fundamental nas interações didáticas, dialógicas e na mediação do conhecimento.

Ainda de acordo com o NRC (1996), o Ensino por Investigação requer dos estudantes uma combinação de processos e conhecimento científico, como

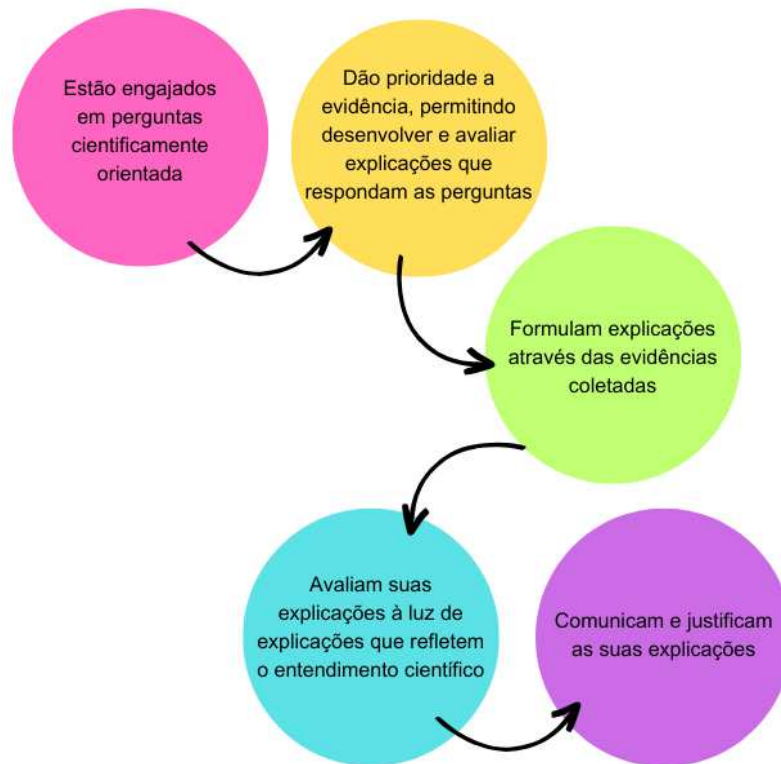
raciocínio científico e pensamento crítico, para desenvolver um entendimento das Ciências. Ao engajar os estudantes em uma investigação, eles estão desenvolvendo um entendimento dos conceitos científicos, de como se sabe o que se sabe em Ciências, isto é, a compreensão das Ciências Naturais, desenvolvendo habilidades necessárias para se tornarem investigadores independentes sobre o mundo ao seu redor.

Nos anos 2000, o NRC publicou outro documento norteador para o uso do *Inquiry* (Ensino por Investigação) em sala de aula. O documento abrange um entendimento mais conciso sobre a investigação e como ela pode resultar na produção de conhecimentos científicos. Esses conhecimentos estão relacionados com a forma como são produzidos, ou seja, relativos ao processo do fazer ciência e estão intimamente conectados às questões científicas.

Assim, de acordo com o NRC (2000), uma investigação deve envolver as seguintes etapas: i) realizar observações e perguntas; ii) examinar diferentes fontes de informação (livros, artigos, dentre outras); iii) planejar investigações; iv) verificar o que se sabe à luz de evidências; v) coletar, analisar e interpretar dados; vi) propor explicações com base em evidências; e vii) comunicar os resultados. Dessa forma, os estudantes devem experienciar a investigação para construir um entendimento consolidado sobre as características da investigação.

Conforme o NRC (2000), existem cinco (5) características comuns em uma sala de aula investigativa em que os estudantes são os principais protagonistas da construção e desenvolvimento de suas aprendizagens, as quais podem ser apreciadas na figura a seguir.

**Figura 1 - Características de uma sala de aula investigativa**



**Fonte: Autoria própria (2000).**

Ademais, diversos pesquisadores contemporâneos corroboram que a construção de conhecimento apenas por memorização é insuficiente diante dos desafios hodiernos, haja visto que se espera que os futuros cidadãos saibam como compartilhar e comunicar suas ideias com seus pares (DEWEY, 1995; SCHWAB, 1960; NRC, 1996, 2000; COHEN, LOTAN, 2017).

## **2.2 Uma perspectiva ativa no ensino de Ciências a partir do *Inquiry***

“É bom ter a habilidade de enxergar as coisas de forma diferente”  
(YAMADA, 2014, p. 29, tradução minha).

O autor mencionado apresenta a ideia caracterizada na forma de um ovo, que cresce quando é nutrido e recebe atenção do seu dono. Yamada (2014) sugere a percepção de olhar para as situações de forma diferente, desenvolvendo uma habilidade importante na criação de novas ideias. É nesse contexto que o *Inquiry*, com sua difusão no âmbito acadêmico, possibilitou essa perspectiva de olhar para a

educação e para o ensino de Ciências de forma diferente. Os professores que possuem essa habilidade podem se tornar sensíveis a enxergar o ensino e a aprendizagem de forma que não sejam meramente cumulativos, o que já era uma crítica de John Dewey no início do século XX.

O NRC (1996, p. 20, tradução minha) destaca que “aprender Ciências é uma coisa que os estudantes fazem, não que alguém possa fazer por eles”, ou seja, para aprender Ciências, é necessário envolver os estudantes nas descobertas decorrentes das atividades investigativas, as quais podem favorecer o desenvolvimento das habilidades nas Ciências. O mesmo documento define o *Inquiry* como as:

diversas formas os quais os cientistas estudam o mundo natural e propõe explicações baseadas em evidências advindas do seu trabalho. *Inquiry* também se refere a atividades em que os estudantes desenvolvem conhecimento e entendimento de ideias científicas, bem como um entendimento de como os cientistas estudam o mundo natural. (NRC, 1996, p. 23, tradução minha).

Compreendo o *Inquiry* como um processo, pois envolve etapas similares às conduzidas pelos cientistas, e que inclui ativamente os estudantes. Em complemento, ao consultar o dicionário online Cambridge (2022)<sup>1</sup>, *Inquiry* é definido como um processo de descoberta, de perguntas e de investigação.

Essas definições corroboram com as ideias de Murdoch (2015), que defende que os estudantes aprendem por meio de processos que os ajudam a pensar além dos fatos e a compreender os conceitos em um nível mais profundo. Murdoch (2015) define que *Inquiry* é uma abordagem de ensino que coloca os estudantes no centro do seu aprendizado, sendo nesta etapa que os estudantes começam a desenvolver o pensamento crítico.

A abordagem mencionada pela autora muitas vezes está relacionada à expressão em inglês *Inquiry-based Learning*, que é um processo interdisciplinar que envolve auto-organização, colaboração, comunicação e pesquisa (MURDOCH, 2015).

---

<sup>1</sup> Mais informações podem ser acessadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: [https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/inquirybridge\\_Dictionary](https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/inquirybridge_Dictionary). Acesso em: 20 dez. 2022.

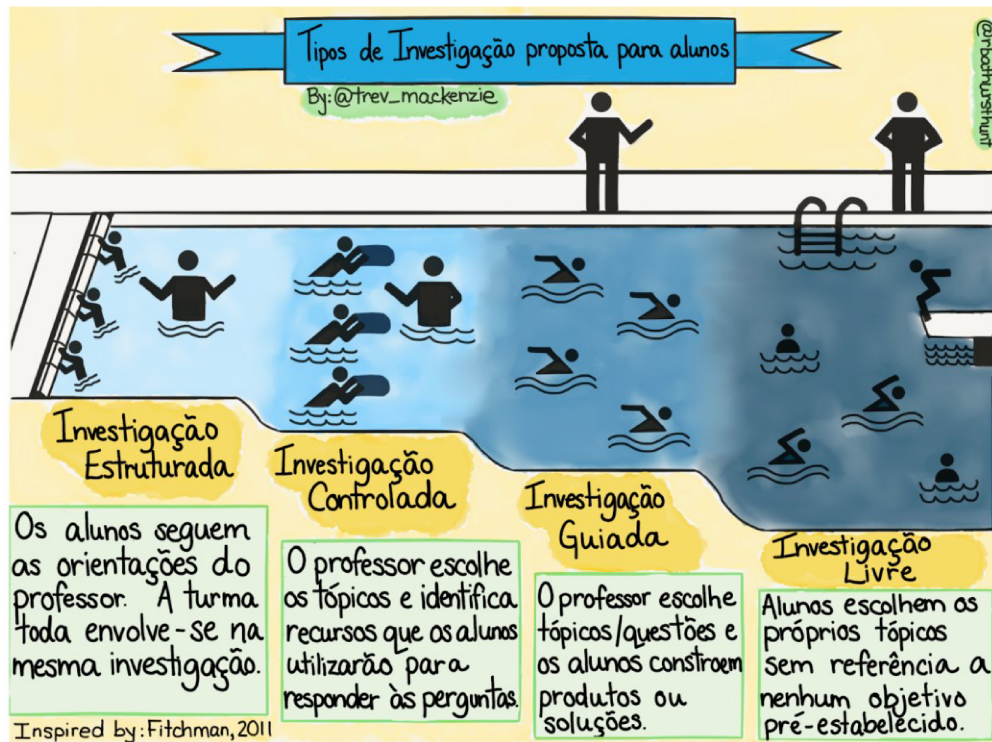
Na mesma esteira temporal do NRC (2000), foi publicado no Canadá um outro documento norteador em torno da definição do *Inquiry*, o Alberta Learning (2004). A definição de *Inquiry* neste documento é de que é um “processo dinâmico de estar aberto a perguntas e perplexidades e conhecer e compreender o mundo” (ALBERTA, 2004, p. 1, tradução minha). O documento ainda apresenta a definição de *Inquiry-based Learning*, sendo este um

[...] processo onde os estudantes são envolvidos no seu aprendizado, criam perguntas, investigam e então constroem novas compreensões, significados e conhecimento. Este conhecimento é novo para os estudantes e podem ser usados para responder suas perguntas, desenvolver soluções ou apoiar uma posição ou ponto de vista. O conhecimento costuma se apresentar de forma pública e pode resultar em alguma ação. (ALBERTA, 2004, p. 1, tradução minha).

Essa definição está dialogando com as características de uma sala de aula onde o Ensino por Investigação se faz presente (NRC, 2000), como o engajamento em perguntas, a busca por evidências que auxiliam a responder à pergunta inicial e a comunicação da pesquisa e dos resultados encontrados durante a investigação. Constantinou, Tsivitanidou e Rybska (2018) acreditam que o *Inquiry* envolve um certo grau de autonomia conectado à responsabilidade pela aprendizagem proporcionada aos estudantes, que progridem desde a formulação de perguntas, situações-problema ou um nível de conhecimento sobre um tópico até a obtenção de uma resposta e solução para a problemática. Essa autonomia e responsabilidade citadas pelos autores estão relacionadas ao grau de liberdade intelectual concedido aos estudantes, de modo que as atividades investigativas devem ser realizadas de forma que os aprendizes possam progredir na investigação (BANCHI; BELL, 2008).

Diversos autores recomendam que o desenvolvimento do *Inquiry* em sala de aula seja considerado em quatro diferentes níveis. Esses níveis se referem à autonomia ou liberdade intelectual que é dada aos estudantes (BELL; SMETENA; BINNS, 2005; BANCHI; BELL, 2008; LLEWELLYN, 2013; MACKENZIE, 2016; RIGA *et al.*, 2017; MACKENZIE; HUNT, 2018). Na figura a seguir, os diferentes níveis de investigação são apresentados.

Figura 2 - Níveis de investigação na perspectiva *Inquiry*



Fonte: Mackenzie (2016, p. 28).

A Figura 2 explicita o grau de liberdade intelectual que é propiciada aos estudantes em cada nível de investigação. Banchi e Bell (2008) acreditam que os estudantes devem progredir de um nível para o outro, visto que nem sempre estão familiarizados com o processo investigativo. Para os autores, a progressão das atividades investigativas deve começar pela **investigação estruturada**, que consiste em uma investigação na qual o professor fornece todas as etapas, a pergunta a ser respondida ou o problema a ser solucionado, os procedimentos a serem utilizados durante a realização do experimento e os resultados obtidos com a experimentação. As conclusões são de responsabilidade dos estudantes, enquanto o professor faz a mediação das discussões. De acordo com Banchi e Bell (2008), esse tipo de investigação pode ser realizado para reforçar uma ideia dada pelo professor, introduzir algumas habilidades do fazer Ciências ou praticar alguma habilidade investigativa.

A **investigação controlada** é onde o professor fornece a pergunta e os procedimentos, então os estudantes coletam, analisam e discutem os dados. Llewellyn (2018) acredita que este tipo de investigação desenvolve nos estudantes



um senso de responsabilidade e a habilidade da coleta de dados, interpretação e análise de dados que pode gerar novas perguntas e investigações no futuro.

A **investigação guiada** implica no professor fornecer somente a pergunta ou o problema a ser resolvido e o papel dos estudantes é discutir quais serão os procedimentos necessários para resolver o problema ou responder à pergunta norteadora, coletar, interpretar e discutir os dados para comunicar seus resultados.

Já a **investigação livre** permite que os estudantes tenham a liberdade/autonomia de investigar uma pergunta de sua escolha. Nesse tipo de investigação, os estudantes propõem seus procedimentos, coletam, interpretam e discutem os dados, além de analisar e comunicar os resultados. O papel do professor nesse tipo de investigação é o de mediador, auxiliando os estudantes na análise e discussão dos dados.

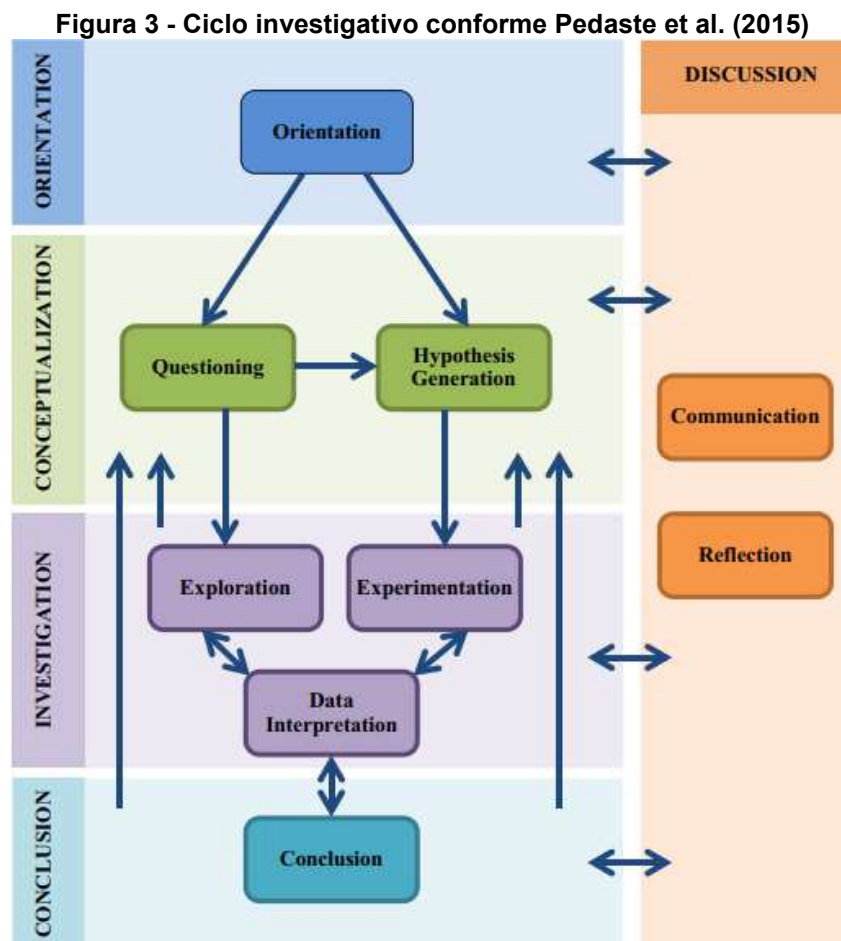
Ao desenvolver essas progressões no processo de ensino e de aprendizagem mediante a investigação, se proporciona aos estudantes um ambiente de aprendizado efetivo e eficiente, desenvolvendo a construção de explicações científicas (CONSTANTINO; TSIVITANIDOU; RYBSKA, 2018). Mackenzie (2016) e Mackenzie e Hunt (2018) extrapolam esses níveis de investigação a diferentes áreas do conhecimento, podendo ser usado também em qualquer situação na qual haja uma pergunta ou problema a ser solucionado. Desta forma, no próximo tópico será abordado o ciclo investigativo que propicia o desenvolvimento de novos conhecimentos aos estudantes em uma sala de aula de Ciências.

### 2.2.1 O ciclo investigativo na descoberta de novos conhecimentos

Schwab (1960) e Dewey (1995) corroboram que o ensino de Ciências deve proporcionar aos estudantes uma forma de enxergar o mundo por meio de lentes investigativas e que as Ciências deveriam ser ensinadas de modo investigativo. Em decorrência, Pedaste *et al.* (2015) identificaram quais são as principais fases que permeiam o ciclo investigativo (*Inquiry Cycle*). A nomeação de cada etapa foi baseada em uma revisão bibliográfica realizada pelos autores para apontar os principais termos utilizados nos artigos analisados para o desenvolvimento de atividades investigativas. Assim, Pedaste *et al.* (2015) também apresentam uma definição de *Inquiry* como sendo uma estratégia educacional na qual os estudantes

seguem métodos e práticas similares àquelas dos cientistas para construir o conhecimento. Essa estratégia enfatiza a participação ativa dos estudantes, assumindo a responsabilidade na descoberta de um novo conhecimento.

Para os autores, é possível desenvolver essas práticas similares a dos cientistas por meio de atividades investigativas que compõem o que eles chamam de “ciclo investigativo/fases investigativas”. Pedaste *et al.* (2015) atentam que ao fazer o uso desse ciclo/fase investigativa, não há uma obrigatoriedade de seguir fase a fase à risca, tendo a possibilidade de pular ou retornar a alguma fase. Assim, as etapas do ciclo investigativo são: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, como apresentado na Figura 3.



Fonte: Pedaste *et al.* (2015, p. 56).

A primeira etapa do ciclo investigativo consiste na **orientação**, que é a fase em que o foco está em estimular a curiosidade e o interesse. Este é o momento em que os estudantes são apresentados ao tópico, que pode partir do professor ou pela

curiosidade dos estudantes, ou seja, o problema, desafio ou pergunta pode partir tanto do professor quanto dos próprios estudantes. A segunda etapa do ciclo investigativo consiste na **conceitualização**, na qual acontece a formulação de perguntas investigativas e a geração de hipóteses a serem investigadas. A terceira etapa do ciclo investigativo é a **investigação**, fase em que a curiosidade se torna ação, com a tentativa de responder as perguntas ou hipóteses geradas. É nesse momento que algumas habilidades de Ciências são desenvolvidas, tais como explorar, observar, planejar a experimentação, coletar e interpretar dados. A quarta etapa do ciclo investigativo consiste na **conclusão**, quando os estudantes retornam às perguntas e hipóteses, verificando se obtiveram ou não respostas e se os resultados os auxiliam a responder às perguntas.

Por fim, a quinta etapa do ciclo consiste na **discussão**, que, de acordo com os autores, é a fase que permeia todo o ciclo investigativo. Neste momento, pode haver discussão das suas pesquisas, opiniões e conclusões, oferecendo oportunidade para o surgimento de novas perguntas. Durante a discussão ocorre também a comunicação dos resultados, levando os estudantes ao processo de reflexão tanto individual como em grupo, com a possibilidade de utilizar diferentes ferramentas para o registro dessas reflexões. A reflexão tem um papel importante para o *Inquiry*, pois auxilia os estudantes a refletirem sobre o que deu certo na investigação, o que e como foi realizado e se haveria outra forma de fazê-lo.

O ciclo investigativo definido por Pedaste *et al.* (2015) mostra que cada fase não é estática, ou seja, existe a possibilidade de retorno de uma fase a outra. Isso se deve ao fato de que a investigação é um processo dinâmico. A geração de perguntas ou hipóteses leva a experimentações ou explorações. A interpretação dos dados pode conduzir os estudantes a retornarem às perguntas ou hipóteses para verificá-las e, assim, chegar a uma conclusão. As discussões e conclusões, por sua vez, podem conduzir os estudantes a questionarem-se novamente ou a gerar novas hipóteses. As discussões, reflexões e comunicações devem fazer parte de todo processo investigativo.

Pedaste *et al.* (2015) citam que durante o ciclo investigativo, é possível proporcionar atividades investigativas nas quais o professor pode explorar os diferentes níveis de investigação, aproximando os estudantes das etapas do fazer científico, como a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias.

### **2.3 Ensino por Investigação: perspectiva investigativa nacional, ideias introdutórias e alguns fundamentos**

Na mesma perspectiva, Anna Maria Pessoa de Carvalho e um grupo de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LAPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP) têm contribuído para desenvolver o Ensino por Investigação no Brasil. Para Carvalho (2013), Piaget buscou investigar, por meio de entrevistas com crianças e adultos, como o conhecimento científico é construído pela humanidade. Riga *et al.* (2017) acreditam que os estudantes não chegam em sala de aula sem conhecimento, mas trazem seus conhecimentos prévios e visões de mundo.

Em seus trabalhos, Piaget propôs um mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos que ele categoriza em três processos: equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio (CARVALHO, 2013). O mais importante é compreender que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior, ou seja, não é possível iniciar uma aula ou um novo tópico sem procurar saber o que os estudantes já conhecem. Com base nesse conhecimento cotidiano, ao propor problemas e questões e/ou propiciar novas situações (desequilíbrio), os estudantes terão condições de construir novos conhecimentos (reequilíbrio) (CARVALHO, 2013).

De acordo com Carvalho (2013), a importância de Piaget é que ele apresenta duas condições importantes para o trabalho escolar: a passagem da ação manipulativa para a intelectual. Assim, o planejamento de uma sequência de ensino deve iniciar por atividades manipulativas, como experimentos, jogos, questões e problemas abertos, textos históricos, recursos tecnológicos ou leituras. Já a ação intelectual deve ser realizada com a ajuda do professor, mediando os conceitos investigados por meio de experimentos, jogos ou leituras.

Na abordagem de Carvalho (2013), Vygotsky evidenciou em seus trabalhos que as funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais e que os processos sociais e psicológicos do ser humano se firmam por meio de ferramentas ou artefatos culturais que desenvolvem a interação do homem com o mundo físico, trazendo o conceito de interação social (CARVALHO, 2013).

Discussões sobre esses temas trouxeram um entendimento para o ensino, no sentido de estar atento ao desenvolvimento da linguagem em sala de aula, não só no aspecto de interações entre professor e estudante, estudante e estudante, mas na transformação da mente dos estudantes (CARVALHO, 2013). Carvalho (2013, p. 4) afirma que o “entendimento desse tema trouxe como influência para o ensino a necessidade de prestarmos atenção no desenvolvimento da linguagem em sala de aula como um dos principais artefatos culturais que fazem parte da interação social”.

Desta forma, Almeida e Sasseron (2013) apontam a importância da interação entre professor e estudante, mas principalmente do papel do professor na construção do novo conhecimento durante a resolução de situações problemáticas. Os conhecimentos prévios e o problema proposto é que darão condições aos estudantes de construir suas hipóteses, testá-las, buscar evidências em seus dados e justificativas para suas respostas, sistematizando raciocínios (CARVALHO, 2013).

A partir do arcabouço teórico de Piaget e Vygotsky, mais precisamente das ideias apontadas acima, depreende-se a necessidade de planejar e desenvolver atividades de ensino que representem “os problemas, os assuntos, as informações e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais é trabalhado em sala de aula”, criando condições para que os estudantes, social e individualmente, construam o conhecimento que se deseja ensinar (CARVALHO, 2013, p. 6).

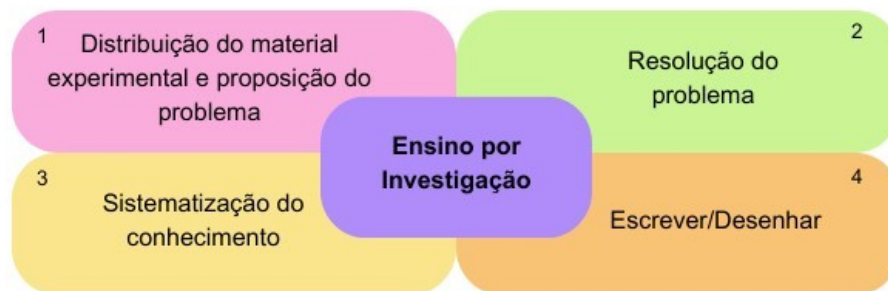
Na perspectiva de Carvalho (2013), Gaston Bachelard discute sobre aspectos do conhecimento científico e os obstáculos a serem vencidos para que o conhecimento seja ressignificado. Bachelard (1996, p. 18) propõe que “todo conhecimento é a resposta a uma pergunta, se não há pergunta não pode haver conhecimento científico”. Assim, nas aulas de Ciências, o que se busca é ressignificar os conhecimentos empíricos dos estudantes, buscando dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecendo uma razão para evoluir em seus conhecimentos. A partir desta perspectiva, as atividades precisam ser organizadas de forma a desenvolver raciocínios imprescindíveis em uma experimentação científica (CARVALHO, 2013).

Essas atividades de ensino podem ser organizadas em um conjunto de atividades investigativas. Carvalho (2014) indica que ao desenvolver atividades

investigativas, é preciso pensar em três ideias centrais, a saber: i) a construção do conhecimento científico pelos estudantes requer a participação deles na (re)construção dos conhecimentos; ii) valorização da construção social do conhecimento que se reflete na argumentação entre os estudantes; e iii) proporcionar condições para que os estudantes passem da linguagem coloquial para uma linguagem científica.

Carvalho (2013) compreende que ao desenvolver as atividades investigativas, precisamos nos atentar aos pressupostos do Ensino por Investigação (EI). Estes pressupostos têm por objetivo criar condições de promover as três ideias centrais citadas acima.

**Figura 4 - Pressupostos do Ensino por Investigação**



Fonte: Autoria própria (2023).

Ao analisar a Figura 4, é possível elencar os quatro pressupostos do Ensino por Investigação, segundo Carvalho (2013). Para a autora, a **distribuição do material experimental e proposição do problema** tem como fundamentação as ideias de Piaget e Bachelard. Assim, a pergunta não deve ser descontextualizada, mas deve fazer parte da realidade dos estudantes para que eles possam se envolver na busca de uma solução. Do mesmo modo, a proposição de um problema é uma maneira de superar o ensino expositivo, já que os estudantes se envolvem na sua resolução. Nesta etapa, o professor tem a função de construir os conceitos científicos com os estudantes e elaborar questões que dirijam o raciocínio deles. Estas questões elaboradas pelo professor é que oportunizarão a participação e a argumentação durante as aulas.

A **resolução do problema** é o pressuposto em que, segundo Carvalho (2013), os estudantes passam da ação manipulativa para a intelectual. Nesta etapa,

os estudantes terão a oportunidade de levantar hipóteses e ideias para a resolução do problema proposto. A discussão com seus pares inicia a construção do conhecimento por meio da reflexão sobre as possíveis formas de solucionar o problema. Ao testar suas hipóteses, os estudantes podem experimentar o que funcionou ou não, eliminando variáveis. É importante destacar que as atividades devem ser desenvolvidas em grupos, desde o primeiro pressuposto, sendo que apenas no último pressuposto a atividade é realizada de modo individual.

Neste momento, muitos estudantes podem se confrontar com o erro, que possui uma importância na construção de novos conhecimentos (CARVALHO, 2013). De acordo com Carvalho (2013, p. 3), “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio estudante, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o estudante segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. Com a presença do erro sendo constante em aulas de Ciências, precisa-se manter um ambiente em que os estudantes tenham consciência de que os erros são aceitos, que podem ser superados e transformados em novos conhecimentos.

A **sistematização do conhecimento** é o pressuposto em que há a mediação entre o pensamento e a escrita. Neste momento, o professor busca a participação dos estudantes, que explicam como resolveram o problema e justificam o fenômeno por meio da argumentação científica. Segundo Sasseron (2015), a argumentação científica é o momento em que os estudantes passam da linguagem cotidiana para a científica, fazendo a construção de significados essenciais com suas próprias palavras, utilizando raciocínio e ferramentas científicas (discussão, argumentação, gráficos, tabelas). Para Carvalho (2013), é neste momento que há a possibilidade de ampliação do vocabulário, dando início ao que a autora explica sobre “aprender a falar Ciências”. Ademais, é neste momento que os ideais de Vygotsky se fazem presentes na construção social do conhecimento, bem como os processos sociais desenvolvidos no grupo promovem as funções mentais a partir do intercâmbio com os artefatos culturais e as interações entre os sujeitos.

O **escrever/desenhar** compreende o pressuposto em que os estudantes terão o momento de sintetizar sua aprendizagem individual e a sua construção pessoal do conhecimento. É neste momento que acontece a socialização de informações, organização e refinamento de ideias discutidas durante o momento de sistematização do conhecimento.

Em síntese, os pressupostos do EI podem ser desenvolvidos mediante o que Carvalho (2014) denomina de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). A SEI é um conjunto organizado de atividades investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma delas é o questionamento e o grau de liberdade intelectual dado ao estudante (CARVALHO, 2014). As atividades devem ser organizadas para que, em grupos, os estudantes discutam e exponham aos colegas suas ideias e entendimentos. As SEI podem ser categorizadas em seis tipos, conforme a Figura 5.

**Figura 5 - Categorias de Sequências de Ensino Investigativas**

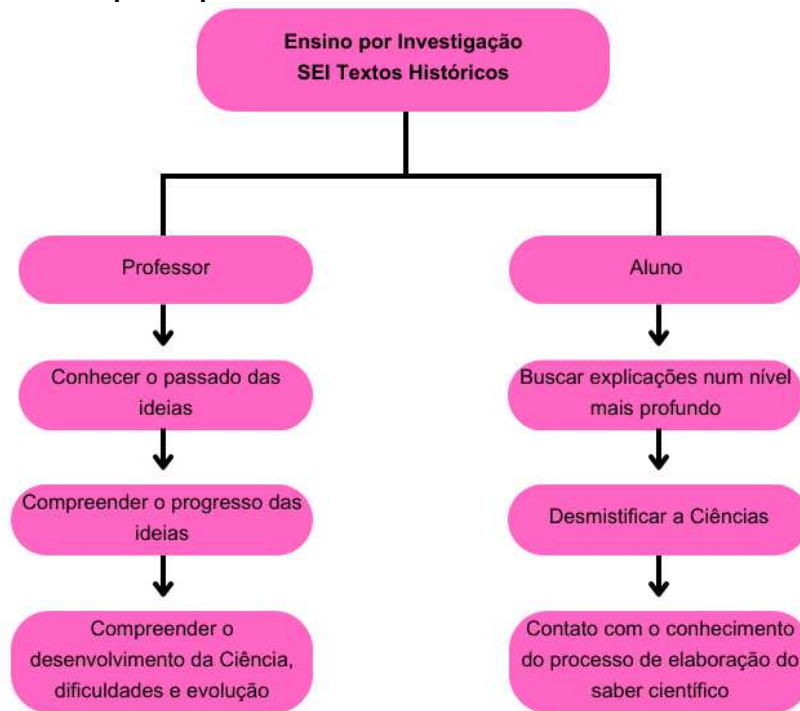


Fonte: Autoria própria (2023).

Carvalho (2014) define a SEI **Textos Históricos** como uma alternativa para o ensino de aspectos conceituais sobre o conhecimento científico e como uma forma de compreender a Ciência, ou seja, compreender de que forma a Ciência evoluiu, trazendo para a discussão elementos da história das Ciências. Quando o professor discute elementos da história das Ciências, proporciona aos estudantes possibilidades de experiências e entendimento contextualizado sobre o que é o trabalho científico, subsidiando a superação de visões inadequadas. Dentro desta categoria de SEI, o professor e os estudantes possuem papéis distintos, como ilustrado na figura a seguir.



**Figura 6 - Papel do professor e dos estudantes na SEI Textos Históricos**



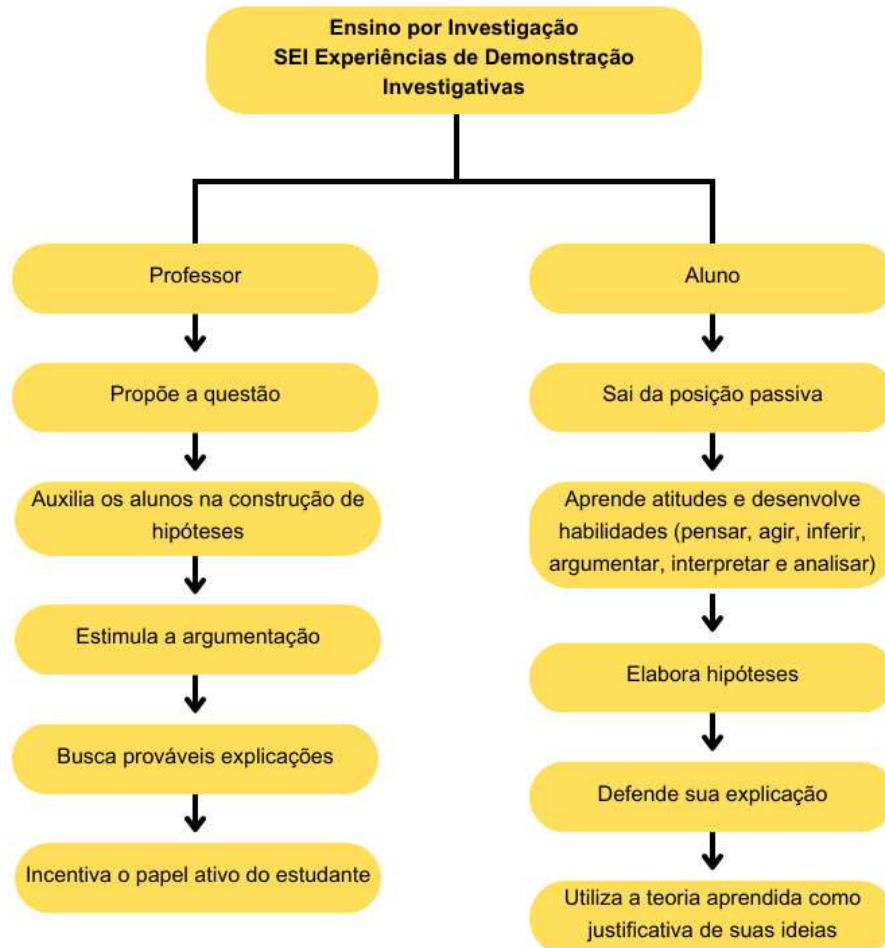
Fonte: Autoria própria (2023).

Na SEI de Textos Históricos, o professor tem a função de fomentar as discussões, apresentar questões e mediar o trabalho dos estudantes, transformando a leitura em uma atividade de resolução e discussão de problemas. Segundo Vannuchi (1996), a estratégia que pode ser adotada nesta SEI estaria centrada em um problema, que deve envolver as etapas de proposição da tarefa, o trabalho em grupo e o compartilhamento de ideias. Ao desenvolver este tipo de atividade investigativa, os estudantes podem compreender as Ciências da Natureza como um empreendimento humano e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico (BRASIL, 2018).

A SEI **Experiências de Demonstração Investigativas** é definida por Carvalho (2014) como uma sequência de atividades desenvolvidas pelo professor para ilustrar um fenômeno ou uma teoria. A demonstração é realizada pelo professor e os estudantes observam, refletem e buscam explicações no modelo teórico. Este tipo de atividade deve criar oportunidades para uma construção científica de um dado conceito ligado a um fenômeno. As experiências de demonstração investigativas proporcionam a participação ativa dos estudantes, produzindo conhecimento mediante a interação entre pensar, sentir e fazer (CARVALHO, 2014).

Esta SEI exige uma mudança significativa na postura do professor e do estudante, e a Figura 7 sintetiza as atuações desses sujeitos.

**Figura 7 - Papel do professor e dos estudantes na SEI Experiências de Demonstração Investigativas**



Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 7 demonstra que quando os estudantes participam deste tipo de atividade investigativa, é oportunizada a criação do conflito cognitivo, que, segundo Carvalho (1992), é o momento em que as hipóteses dos estudantes são contrariadas pelos resultados experimentais. As Experiências de Demonstração Investigativas são organizadas em diferentes etapas, as quais auxiliam o estudante a passar do saber cotidiano para o saber científico. O **problema** é a etapa que o professor acessa o conhecimento prévio dos estudantes e dá início à discussão sobre o problema. A próxima etapa é a **realização do experimento** feita pelo professor, onde há a discussão sobre o que foi observado e onde acontece a explicação científica. A **sistematização** é a etapa da explicação dada ao fenômeno

em estudo, enfatizando como a Ciência o descreve, e é onde surgem as representações matemáticas (uso de gráficos ou tabelas) para discutir os resultados obtidos. Por fim, o **registro** é o momento em que os estudantes descrevem as observações, suas reflexões, discussões, relatos e ponderações.

A SEI **Laboratório Aberto** é definida por Carvalho (2014) como uma sequência na qual os estudantes se envolvem em uma investigação experimental de forma a resolver um problema, buscando uma solução e utilizando a linguagem das Ciências, como a construção de tabelas e gráficos com dados experimentais. Essa SEI desenvolve habilidades cognitivas de análise, comparação, interpretação e avaliação no pensamento crítico dos estudantes (CARVALHO, 2014). O desenvolvimento desta SEI pode ser realizado por meio de diferentes níveis de investigação descritos por Borges (2002). Esses níveis estão relacionados ao problema apresentado, ao procedimento utilizado para a solução do problema e às conclusões tiradas a partir dos resultados obtidos, conforme ilustrado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Níveis de investigação utilizados no Laboratório Aberto**

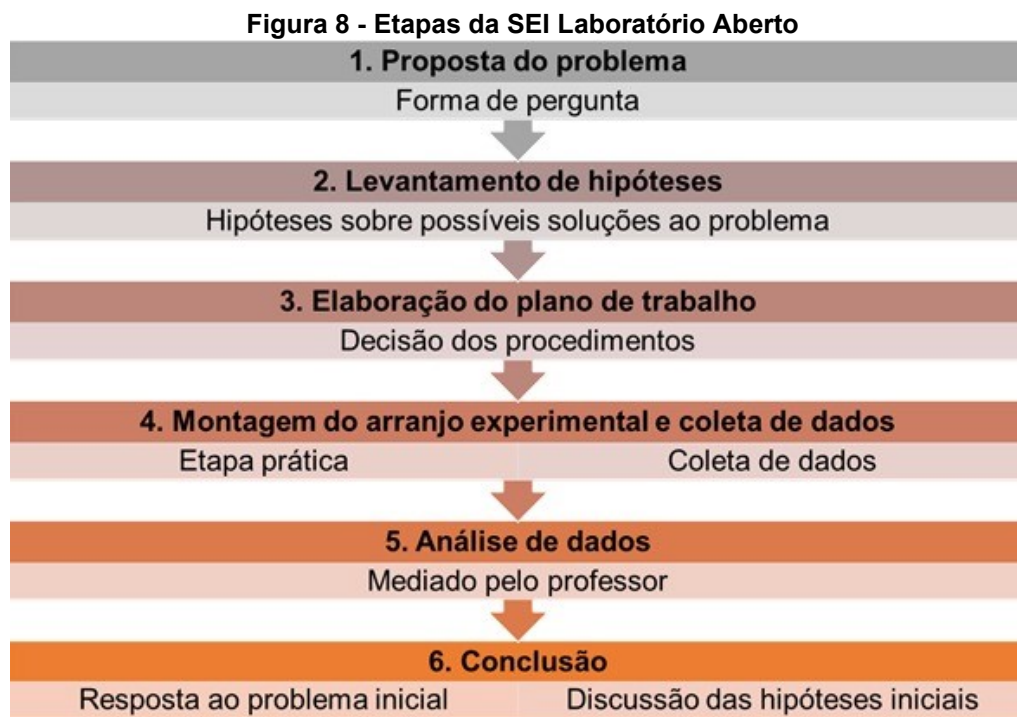
Nível de investigação	Problema	Procedimentos	Conclusões
0	✓	✓	✓
1	✓	✓	X
2	✓	X	X
3	X	X	X

Fonte: Autoria própria (2023).

Os diferentes níveis de investigação estão conectados à liberdade intelectual que o professor proporciona aos estudantes durante a realização do experimento. O nível zero corresponde a um problema fechado, no qual os estudantes recebem todas as informações e têm a responsabilidade de coletar os dados e confirmar ou refutar as conclusões. No nível um, o professor fornece o problema e o procedimento, deixando a coleta de dados e a reflexão sobre as conclusões finais a cargo dos estudantes. No nível dois, somente o problema é fornecido e os estudantes decidem qual procedimento é o mais adequado, coletando os dados para obter suas conclusões. No nível três, que é o mais aberto, os estudantes têm a liberdade de escolher o problema, conduzir seu experimento, coletar os dados e formular suas próprias conclusões.

Esses níveis de investigação são similares aos já discutidos por outros autores como uma forma de desenvolver atividades investigativas dentro da perspectiva *Inquiry* (BELL; SMETENA; BINNS, 2005; BANCHI; BELL, 2008; LLEWELLYN, 2013; MACKENZIE, 2016; RIGA *et al.*, 2017; MACKENZIE; HUNT, 2018). Isso corrobora a importância de os professores de Ciências conhecerem as diferentes SEI e empregá-las de acordo com o nível de cada turma, com diferentes atividades investigativas que vislumbrem esses níveis, a fim de fomentar o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Em decorrência, Carvalho (2014) descreve que o Laboratório Aberto possui seis etapas para execução, as quais estão indicadas na figura a seguir.



Fonte: Autoria própria (2023).

A etapa da **proposta do problema** é sempre realizada em forma de pergunta, estimulando a curiosidade dos estudantes, para então partir para a etapa de **levantamento de hipóteses**, na qual, por meio de uma discussão, são levantadas possíveis soluções para o problema. A seguir, na etapa da **elaboração do plano de trabalho**, os estudantes discutem, com base em suas hipóteses, o plano de trabalho e os procedimentos que serão realizados para a execução do experimento, passando pela montagem do arranjo experimental e a metodologia para coleta e análise de dados. Após essa discussão, os estudantes partem para a

parte mais prática da atividade, a **montagem do arranjo experimental e coleta de dados**, na qual ocorre a manipulação do material e a coleta de dados. Na etapa da **análise dos dados**, os estudantes analisam os dados em busca de informações para responder à pergunta do problema proposto, podendo incluir a elaboração de gráficos, planilhas ou equações. Por fim, a **conclusão** envolve a formalização de uma resposta ao problema proposto. É uma etapa que necessita da mediação do professor durante a discussão da validade ou não das hipóteses iniciais.

O sucesso para o desenvolvimento da SEI Laboratório Aberto é interdependente das etapas necessárias para a elaboração da SEI, bem como do planejamento do professor para executar a atividade investigativa. Geralmente, após uma SEI Laboratório Aberto ou Experiências de Demonstração Investigativas, é necessário que o professor sistematize o conhecimento com os estudantes ou forneça textos que apoiem os aprendizes na compreensão do conteúdo ou fenômeno estudado.

Assim, Carvalho (2014) apresenta a SEI **Aulas de Sistematização** ou uso de **Textos de Apoio**, que compreendem a sequência na qual o professor auxilia os estudantes a analisarem e interpretarem os dados experimentais em termos de fórmulas ou linguagem matemática. É nesta etapa que as interações entre as linguagens oral, gráfica e matemática podem ocorrer, pois se desenvolvem conceitos de significativa importância na construção do conhecimento.

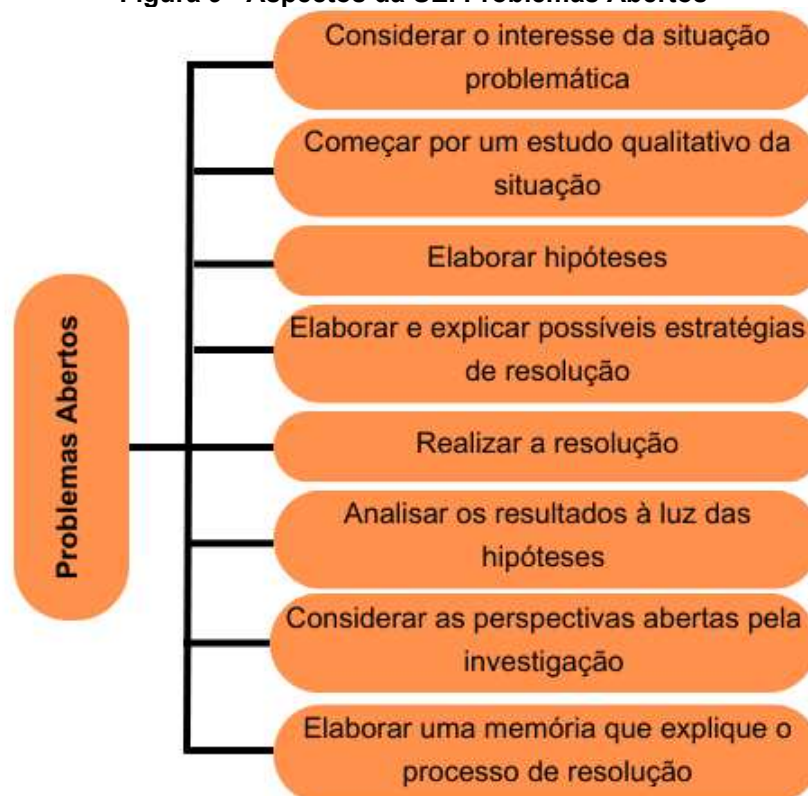
Após as Aulas de Sistematização, o professor pode sugerir Textos de Apoio que auxiliem os estudantes em uma compreensão mais profunda e abrangente sobre os conceitos compreendidos, passando da linguagem informal para a formal. Em outras palavras, como já discutido anteriormente, os problemas ou perguntas apresentados aos estudantes precisam ser contextualizados, ou seja, fazer parte do seu cotidiano. Os problemas ou perguntas também precisam promover a discussão, a participação e gerar curiosidade nos estudantes, para que eles consigam se engajar na busca por uma solução ou resposta.

A SEI **Questões Abertas** é definida por Carvalho (2014) como sequências de atividades que promovem reflexão, organização de pensamento e que incentivam o uso da linguagem científica, além de promover a argumentação dos estudantes. Ela pode ser realizada de três modos diferentes. No primeiro modo, é organizada em um grande grupo, onde o professor propõe a questão, anota as respostas dos

estudantes, fazendo com que eles as justifiquem. Em seguida, individualmente, os estudantes registram suas respostas e as apresentam ao professor. No segundo modo, a SEI é organizada em duplas, trios ou quartetos, e o professor propõe a questão investigativa. Os grupos de estudantes discutem para escrever a resposta à questão, tomando cuidado para que não haja troca de informações entre os grupos. No terceiro modo, é possível utilizar as questões abertas em provas e avaliações, o estudante precisa, individualmente, fazer conexões com os conceitos já discutidos e aprendidos.

A SEI **Problemas Abertos**, como o nome sugere, é definida por Carvalho (2014) como problemas nos quais os estudantes se engajam para buscar uma solução. O problema aberto não só abrange conceitos, mas também envolve a matematização dos resultados. Para desenvolver esta SEI, são necessários alguns aspectos característicos dos problemas abertos, que são explicitados na Figura 9.

**Figura 9 - Aspectos da SEI Problemas Abertos**



Fonte: Autoria própria (2023).

Como é possível observar na Figura 9, a SEI Problemas Abertos exige algumas etapas para que a atividade seja realizada, demandando do professor

planejamento para cumprir os aspectos indicados. Carvalho (2014, p. 105) afirma que:

situação problemática aberta, os alunos vão enfrentar primeiro de uma forma qualitativa, buscando elaborar hipóteses, identificar situações de contorno e limites de suas hipóteses. Como não têm números definidos, os alunos são, de certo modo, obrigados a passar por essa fase, desenvolvendo sua criatividade e ordem de seu pensamento.

Durante todo o processo de desenvolvimento desta SEI, é necessário que os estudantes elaborem um registro por escrito, pois isso possibilita buscar uma real apropriação do conhecimento pelos aprendizes.

A SEI **Recursos Tecnológicos** é definida por Carvalho (2014) como atividades em que são utilizados vídeos, filmes, *softwares*, simuladores, entre outros. O que se busca com esta SEI não é substituir as experiências reais, mas se apropriar dessas tecnologias digitais para enriquecer as aulas de Ciências. As vantagens na utilização desses recursos, segundo Carvalho (2014), são: i) a visualização de elementos do fenômeno que não seriam possíveis de observar se realizado “ao vivo”; ii) simulação de experimentos de alto custo e simulação mais elaborada, onde há a modificação de diversas variáveis.

Assim, as aulas investigativas devem partir de problemas em que os estudantes possam gerar suas hipóteses e curiosidade. Ao utilizar os diferentes recursos tecnológicos, é possível confrontar os resultados observados, debater as ideias e delinear possíveis explicações.

Em resumo, ao desenvolver uma SEI, o professor de Ciências fomenta espaços de aprendizagem em que os estudantes aprendem por meio da investigação, desenvolvendo atividades investigativas que possam “ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico, para que eles possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica, se alfabetizando cientificamente” (CARVALHO, 2013, p. 9).

Ao estimular esses ambientes de ensino e de aprendizagem, o professor de Ciências aproxima os estudantes do fazer científico, subsidiando espaços para que eles se confrontem com problemas reais, que necessitam o trabalho de modo coletivo (em grupo), levantando hipóteses, elaborando plano de trabalho, dialogando

com os colegas, elaborando a escrita e buscando evidências para analisar possíveis resultados. Em decorrência desse ambiente investigativo, os estudantes têm a oportunidade de passar do conhecimento espontâneo ao científico, mediante a passagem da ação manipulativa para a intelectual.

## 2.4 As perguntas e o seu papel no ensino

- “E Pedrinho começou a contar o que sabia dos cometas.  
 – São uns astros muito curiosos – disse ele.  
 – Também giram ao redor do Sol como os planetas, mas têm órbitas diferentes.  
 – Que é órbita? – perguntou Emília” (LOBATO, 2019, p. 72).

Emília é uma personagem de Monteiro Lobato presente nas histórias do “Sítio do Picapau Amarelo”, é conhecida por ser uma boneca curiosa que busca compreender como as coisas funcionam e tenta explicar o que vê. Emília se encaixa no contexto que Bachelard (1996, p. 18) chama nossa atenção: “todo conhecimento é a resposta a uma pergunta, se não há pergunta não pode haver conhecimento científico”, pois ao perguntar sobre o que é a órbita, Emília inicia a descoberta, arquitetando seu conhecimento acerca do assunto em questão.

Assim como afirma Bachelard (1996), as perguntas estão no âmago do Ensino por Investigação. Murdoch (2015) cita que as perguntas são a ponte que leva do conhecido ao novo, ou seja, é a partir delas que as atividades investigativas são desenvolvidas e planejadas de forma a garantir a construção e reconstrução do conhecimento.

### 2.4.1 A definição de uma pergunta

Bachelard (1996) e Murdoch (2015) afirmam que por meio da pergunta é possível construir novos conhecimentos, e, em decorrência, alguns pesquisadores se dedicam a definir o conceito de pergunta. Nesse sentido, Sasha (1984) cita que a pergunta é um tipo de frase especial, caracterizada por palavras ou entonações interrogativas, cujo propósito é obter informações do ouvinte. Graesser e Person (1994) definem a pergunta como um ato discursivo, uma expressão interrogativa



precedida por um ponto de interrogação. Da mesma forma que Sasha (1984), Tort, Márquez e Sanmarti (2013) definem uma pergunta como uma fonte de informação sobre o que se pressupõe em conjunto com a demanda do que se pede, ou seja, é a pergunta que estabelece relação entre o fenômeno do objeto de estudo e o conhecimento científico.

Dessa forma, a pergunta se constitui como uma ferramenta de aquisição de informações que busca verificar ou entender as compreensões do ouvinte. Assim, a pergunta tem como função buscar por informações do ouvinte, mas vai além disso, pois busca estabelecer relações sobre o fenômeno em estudo, constituindo pontes entre o novo conhecimento e o antigo.

Contudo, a pergunta também desempenha um papel importante na conexão entre o ensino e a aprendizagem. De acordo com Carvalho (2013), foi Vygotsky quem defendeu que a construção do conhecimento ocorre nas relações entre o professor e o estudante, entre estudante e estudante, e em outras interações e relações, isto é, nas interações sociais desses entes, bem como com objetos historicamente construídos. Nesse contexto, a pergunta desempenha esse papel social, pois fomenta a oportunidade de comunicação e interação social. Dessa forma, a pergunta pode promover a modificação de ideias, uma vez que, nas respostas, pode haver uma discussão sobre o fenômeno, que ocorre por meio da verbalização, modificando as próprias ideias dos envolvidos (TORT, 2005).

Essa verbalização, por sua vez, coloca os estudantes diante da necessidade de elaborar uma resposta, articulando o conhecimento já existente com os conhecimentos abordados em contexto escolar, constituindo-se em ativadores de aprendizagem (TORT, 2005; GONZÁLEZ; FURMAN, 2014). A pergunta também pode desafiar os estudantes no sentido de revisar e resolver ideias inconsistentes, aumentando seu conhecimento, aplicando conceitos aprendidos, bem como revisando suas ideias preconcebidas (YIP, 2004).

Essas pontes entre os conhecimentos, já citadas por Tort (2005) e Murdoch (2015), podem promover a evolução de modelos explicativos iniciais para um modelo mais complexo, ou seja, os estudantes têm a oportunidade de passar do conhecimento espontâneo para o científico. A promoção da passagem por esses diferentes estágios do conhecimento encoraja os estudantes a explicarem e argumentarem suas respostas com a lógica, tornando, assim, a pergunta um

elemento fundamental na aprendizagem (KIM, 2015). Ao oportunizar a discussão, o professor propicia aos estudantes uma aproximação com a linguagem das Ciências, promovendo um contexto social que os encoraja a utilizar suas ideias em outros contextos (KIM, 2015).

Esse papel social da pergunta possibilita que em sala de aula seja possível verificar e monitorar a compreensão dos conteúdos e das atividades escolares desenvolvidas. A pergunta, como estratégia didática, pode fornecer dados importantes ao professor, auxiliando também os estudantes a desenvolverem estratégias cognitivas que os auxiliem a verificar seus entendimentos (CIARDIRELLO, 1998).

Existem diversas pesquisas em contexto brasileiro que abordaram a pergunta como uma ferramenta/estratégia para ensinar e aprender. Essas pesquisas buscam compreender o papel da pergunta no ensino e na aprendizagem de Ciências. Barbosa e Malheiro (2020), por exemplo, apontam a importância da pergunta na construção dos conhecimentos pelos estudantes de um clube de Ciências, destacando que o ato de perguntar não é um processo simples e que exige do professor um comprometimento na formação crítica dos estudantes. Por não ser um processo simples, Malheiro *et al.* (2021) afirmam que as perguntas precisam ser muito bem planejadas para envolver os estudantes na busca por uma solução e para encontrar ancoragem na estrutura cognitiva dos mesmos.

Nesse mesmo sentido, ao analisar as perguntas do professor no desenvolvimento de atividades experimentais investigativas em um clube de Ciências, Barbosa, Rocha e Malheiro (2019) demonstraram a complexidade das ações experimentais investigativas em comunidades de práticas investigativas. O ato de perguntar é de grande importância, pois melhora as concepções científicas sobre perguntas autênticas no ensino de Ciências.

A importância da pergunta na construção do conhecimento também foi investigada por Galle, Pauletti e Ramos (2016), que abordam o papel das perguntas dos estudantes. Os autores mencionam que as perguntas “oportunizam uma série de métodos ou estratégias em sala de aula a fim de um ensino que contemple a exploração de conceitos científicos necessários ao longo da vida à luz das demandas desses estudantes” (GALLE; PAULETTI; RAMOS, 2016, p. 514). Dessa

forma, é possível desenvolver o potencial dos estudantes, superando os termos científicos e auxiliando-os na resolução das mais variadas problemáticas.

Em outro estudo, Pauletti *et al.* (2021) partiram das perguntas dos estudantes para definir categorias de ensino a partir da temática do lixo, relacionando a tecnologia e a sociedade, as consequências da produção do lixo no meio ambiente e os impactos do lixo para a saúde. Os autores apontam que as perguntas dos estudantes valorizam e conduzem o ensino e a aprendizagem como um processo de construção do conhecimento.

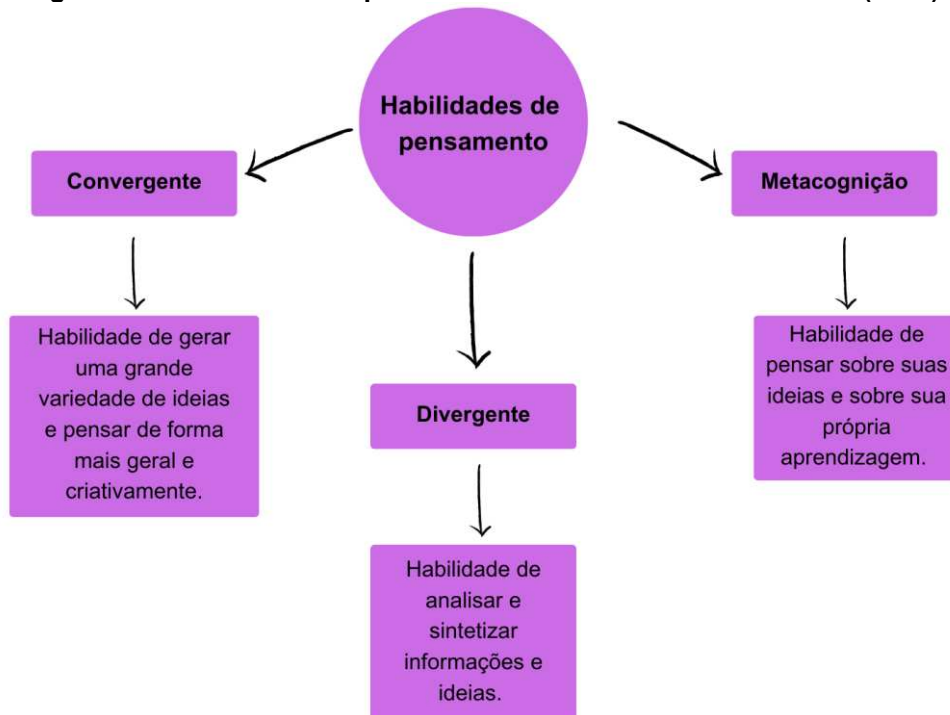
Diante das abordagens supramencionadas em torno da pergunta, alguns questionamentos emergem: Por que perguntar no ensino de Ciências? De que modo a pergunta do professor pode ser relevante no processo de ensino? Como as perguntas podem acessar diferentes tipos de conhecimentos ou habilidades de pensamento? Como as perguntas contribuem para o desenvolvimento do Ensino por Investigação em aulas de Ciências? É tentando buscar respostas a esses questionamentos que avanço nesta discussão no próximo tópico, discutindo a pergunta e as diferentes habilidades de pensamentos no desenvolvimento do Ensino por Investigação..

#### 2.4.2 As perguntas e a relação com as diferentes habilidades de pensamentos

Ao planejar as perguntas durante as atividades investigativas, o professor deve considerar qual é o tipo de informação que irá acessar, ou seja, qual habilidade de pensamento que estas perguntas desencadearão (ROTHSTEIN; LUZ, 2011). Para os autores, ao planejar as perguntas que serão utilizadas em sala, é necessário pensar no objetivo e na finalidade da pergunta e se ela pertence à realidade dos estudantes.

Rothstein e Luz (2011) ensinam que existem categorias de habilidades de pensamento que são acessadas quando perguntas são realizadas. Essas habilidades de pensamento são: i) habilidade de pensamento divergente; ii) convergente; e iii) metacognição.

**Figura 10 - Habilidades de pensamento conforme Rothstein e Luz (2011)**



**Fonte: Autoria própria (2023).**

Para os autores, essas habilidades precisam ser acessadas quando a pergunta é proposta de forma a subsidiar momentos de geração de novas ideias, análises e sínteses. A habilidade de pensamento **divergente** reflete a capacidade de gerar uma grande variedade de ideias, opções, hipóteses e possibilidades. Estudantes que desenvolvem esse tipo de habilidade mostram um aumento em suas capacidades de lidar com desafios e momentos de estresse, além de conseguirem aplicá-la às situações do cotidiano (ROTHSTEIN; LUZ, 2011).

A habilidade de pensamento **convergente** envolve a síntese de uma série de ideias, permitindo aos estudantes que possam explicar, interpretar, resumir, comparar e contrastar. A habilidade de **metacognição** envolve a capacidade dos estudantes refletirem sobre suas próprias ideias e aprendizado. Ao desenvolver esta habilidade, os estudantes se tornam mais atentos e podem monitorar suas próprias estratégias de aprendizagem, além de poder aplicar facilmente o conhecimento aprendido em outros contextos (ROTHSTEIN; LUZ, 2011). De acordo com o NRC (2000, p. 119, tradução minha), ao desenvolver habilidades metacognitivas, os estudantes “articulam suas ideias, as comparando com as de outros e fornecem razões do por que aceitam ou não um ponto de vista”.

As habilidades de pensamento podem ser caracterizadas como de alta e baixa ordem cognitiva. As perguntas de **alta ordem cognitiva** podem desenvolver habilidades de análise, síntese e avaliação (YIP, 2004; ROTHSTEIN; LUZ, 2011). Estas perguntas estão relacionadas com o tipo de pensamento avaliador, ou seja, aquele pensamento em que os estudantes fazem perguntas, resolvem problemas abertos, tomam decisões e pensam criticamente (TORT; MÁRQUEZ; SANMARTI, 2013). Esse tipo de pergunta também promove o aprendizado dos estudantes e desenvolve processos de pensamento, tais como gerar hipóteses, inferir, prever, avaliar e criar ideias, aprendendo novos conceitos (KIM, 2015). Geralmente, essas perguntas estão associadas a perguntas abertas, pois motivam os estudantes a buscar informações, já que não possuem uma resposta única, viabilizando a aquisição de habilidades de pensamento criativo e se tornando um instrumento importante no aprendizado por investigação (BARGALLÓ; TORT, 2006; KIM, 2015).

Já as perguntas de **baixa ordem cognitiva** são utilizadas para avaliar o nível de conhecimento dos estudantes. São perguntas que relembram informações ou que auxiliam os estudantes a aplicar o conhecimento teórico a um novo exemplo (YIP, 2004; TORT; MÁRQUEZ; SANMARTI, 2013). Esse tipo de pergunta está associado a perguntas fechadas, pois demandam uma resposta única que pode ser copiada de um livro ou da explicação do professor, exigem memorização e reprodução de conhecimento (BARGALLÓ; TORT, 2006; TORT; MÁRQUEZ; SANMARTI, 2013).

#### 2.4.3 As perguntas e suas diferentes categorias

As perguntas possuem a característica de verificar informações que os estudantes possuem e fornecer subsídios ao professor para o desenvolvimento de sua aula. Dentro das habilidades de pensamento, é possível categorizar as perguntas como sendo de: i) relembrar; ii) explicação; iii) análise; iv) avaliação; v) síntese; vi) descrição; vii) comprovação; viii) previsão; e ix) gestão. Ao planejar essas perguntas, recomenda-se que os professores incluam perguntas que possam ser tanto de alta ordem como de baixa ordem cognitiva.

**Quadro 2 - Categorias de perguntas conforme Yip (2004) e Tort, Márquez e Sanmarti (2013)**

<b>Categoria da pergunta</b>	<b>Descrição da pergunta</b>	<b>Exemplo</b>
<b>Relembrar</b>	Relembrar informações.	Quais são os cinco sentidos do nosso corpo?
<b>Explicação</b>	O porquê ou a explicação de um fenômeno ou fato.	Como os estímulos externos são percebidos pelo nosso corpo?
<b>Análise</b>	Divide o objeto de estudo em diferentes componentes, envolvendo comparação e suas relações entre os componentes.	Quais são as diferenças estruturais entre veias e artérias?
<b>Avaliação</b>	Julga o valor e as implicações do valor do objeto de estudo ou quando se pede a opinião pessoal.	Qual é a função dos espaços preenchidos com ar dentro da folha?
<b>Síntese</b>	Relaciona conceitos existentes para construir uma ideia nova ou formular um novo padrão.	Como você construiria uma dieta balanceada para uma mulher grávida?
<b>Descrição</b>	Informação sobre uma pessoa, fenômeno ou processo, pedem dados e permitem a descrição do acontecimento.	De onde surge a água que se encontra na nascente?
<b>Comprovação</b>	Perguntas que fazem referência em como se sabe ou como se chegou a uma determinada afirmação.	Como se sabe que a água é formada por O <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> ?
<b>Previsão</b>	Pergunta sobre o futuro, a continuidade ou a possibilidade de um processo.	A água pode acabar?
<b>Gestão</b>	Perguntas que fazem referência ao que se pode fazer para propiciar uma troca, resolver um problema ou para evitar uma situação.	Como filtrar a água contaminada?

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Ao se apropriar dessas diferentes categorias de perguntas em sala de aula, o professor está guiando os estudantes a desenvolverem conceitos científicos e fornecendo condições cognitivas para uma possível mudança conceitual (YIP, 2004). As categorias de perguntas estão associadas às diferentes habilidades de pensamento já discutidas anteriormente, sendo importantes para avaliar o conhecimento dos estudantes.

Perguntas de baixa ordem cognitiva, como explicação, relembrar, descrição e comprovação, são utilizadas para relembrar um fato ou fenômeno. Já as perguntas de alta ordem cognitiva, como análise, síntese, avaliação, previsão e gestão, são importantes para acessar o entendimento dos estudantes e estimular o raciocínio (YIP, 2004). Assim, as perguntas do professor devem conduzir os estudantes a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas e fazê-los sistematizar raciocínios (CARVALHO, 2013).

O papel das perguntas no Ensino por Investigação é fomentar verdadeiros diálogos, extrair ideias dos estudantes, ajudá-los a articular ideias, elaborar, refletir sozinhos, desafiá-los a construir relações e proporcionar um ambiente para uma investigação ativa (KAWALKAR; VIJAPURKAR, 2013).

É nessa esteira que, ao olhar para a formação permanente de professores, surgem alguns questionamentos: De que modo o EI é abordado em formações continuadas/permanentes de professores? Como as SEI são abordadas pelas práticas dos professores em Anos Iniciais? Qual é o papel da pergunta do professor no ensino de Ciências nos Anos Iniciais? Como as diferentes categorias de perguntas são conhecidas pelos professores?

Buscando responder a esses questionamentos, esta pesquisa se direciona para a formação permanente de professores. Nesse contexto, foi desenvolvido um curso de formação permanente para professores de Ciências dos Anos Iniciais com o objetivo de promover o ensino de Ciências investigativo a partir da pergunta do professor.

### 3 UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO PERMANENTE DE PROFESSORES

O objetivo deste capítulo é discutir a formação permanente de professores. Para isso, busco contextualizar a temática a partir dos autores que a discutem, destacando a relevância da formação permanente para a docência.

#### 3.1 A formação permanente de professores nas Ciências

O ensino de Ciências no século XXI deve acompanhar os processos de desenvolvimento da sociedade. Para isso, os professores precisam se atentar a esses processos e aperfeiçoar-se em sua área de conhecimento. A formação permanente de professores deve ser uma constante reflexão crítica sobre sua prática, e não somente um acúmulo de conhecimento (NÓVOA, 1992).

A sociedade exige dos profissionais um permanente processo de formação e aprendizagens múltiplas, requerendo dos docentes aperfeiçoamento em níveis sempre mais avançados de saberes. Este processo de formação permanente permite que os professores se aprofundem em questões educacionais, bem como no desenvolvimento cognitivo dos estudantes, no ensino e no currículo (GATTI, 2013).

Nessa perspectiva, Nóvoa (1992, p. 25) afirma que

a formação deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projetos próprios, com vista à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional.

Não é possível dissociar o professor da pessoa em si. Essa identidade que Nóvoa (1992) menciona faz parte do ser professor. Desta forma, o docente interage com suas duas dimensões, identidade pessoal e profissional, concomitantemente. Essa interação faz com que os professores se apropriem dos seus processos de formação, dando um sentido no quadro de suas histórias de vida, influenciando no modo de pensar, sentir e atuar.

Sabe-se que alguns fatores influenciam o modo de pensar, sentir e atuar dos professores ao longo do processo de ensino: o que são como pessoa, seus



diferentes contextos biológicos e experiências, isto é, suas histórias de vida e os contextos sociais em que crescem, aprendem e ensinam. Portanto, não é apenas uma parte do ser que se torna professor (NÓVOA, 1992).

Ser professor significa, antes de tudo, ser um sujeito capaz de utilizar seu conhecimento e experiência para desenvolver-se em contextos pedagógicos práticos preexistentes. Isso leva à visão do professor como um intelectual, o que implica em maior abertura para discutir as ações educativas. Além disso, envolve a discussão e elaboração de novos processos de formação, inclusive de se estabelecerem novas habilidades e saberes para esse profissional.

Desta forma, Martínez e Penin (2009) afirmam que a tarefa do professor é um trabalho “artesanal e técnico”. Ou seja, o professor deve saber apreciar sua atividade como uma tarefa atrativa, complexa e que saiba oferecer recursos para soluções, sem oferecer respostas prontas. Assim, o professor deve ter uma formação inicial ou permanente que o torne um intelectual crítico-reflexivo de sua prática pedagógica (UNESCO, 2004).

A formação docente deve propiciar situações que viabilizem a reflexão e a tomada de consciência das limitações sociais, culturais e ideológicas da profissão docente, considerando como horizonte um projeto pessoal e coletivo (JESUS; SANTOS, 2014). Um dos saberes necessários para a formação docente é criar possibilidades e ambientes de ensino para a construção ou reconstrução de conhecimentos.

De acordo com Huberman (1992), o desenvolvimento docente está dividido em três fases: exploração, descoberta e diversificação. A primeira é a de **exploração**, fase de opção provisória e de investigação dos contornos da profissão. A segunda fase é a de **descoberta**, na qual se percebe o entusiasmo inicial, a descoberta dentro da profissão e a responsabilidade que se tem em mãos. E, por fim, a terceira fase é a de **diversificação**, na qual o docente já se sente seguro em seu plano pedagógico, e aqui, neste momento, ele percebe a possibilidade de diversificar o material didático e até analisar os processos de avaliação.

O autor cita que essas fases fazem parte do desenvolvimento de uma carreira docente. Sendo assim, um processo pode parecer linear, mas encontra patamares, regressões ou descontinuidades. Estas três fases demonstram o

processo humano de desenvolvimento e interatividade, pois estão ligadas ao ser professor, sua história, personalidade, recursos e limites (TARDIF, 2002).

A formação permanente de professores se encontra dentro da fase da diversificação proposta por Huberman (1992), pois é nesse estágio que o professor pode, por meio de sua prática, identificar pontos de fragilidade em seu desempenho e buscar cursos que possam auxiliá-lo a se desenvolver como profissional. É neste momento de formação que o professor se atualiza, aperfeiçoa e amplia seus conhecimentos construídos na formação inicial (MORETO, 2020).

Nessa perspectiva discutida acima, os professores de Ciências também precisam buscar cursos de formação permanente para sua constante fase de diversificação. Os cursos de formação permanente para o ensino de Ciências devem, de certa forma, suprir carências da formação inicial (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Carvalho e Gil-Pérez (2011) sublinham a necessidade da formação permanente para os professores de Ciências devido ao fato de que alguns dos problemas encontrados pelos docentes só adquirirão sentido quando vivenciados na prática. As exigências da formação inicial demandam tempo e não abordam aspectos específicos, como as particularidades das Ciências. Em síntese, a formação permanente de professores de Ciências pressupõe a participação em equipes de trabalho e pesquisa/ação.

Dessa forma, a formação permanente de professores de Ciências deve ser concebida como um trabalho de pesquisa destinado ao aprofundamento dos aspectos da relação entre o trabalho da sala de aula e seus problemas (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Considerando que, em sala de aula, nem sempre vivenciamos problemas existentes em nossa formação inicial, a formação permanente emerge como uma possibilidade quando vivenciada de forma prática, com o envolvimento em trabalhos em equipes e pesquisa. Assim, os cursos de formação permanente em Ciências podem proporcionar ao professor

compreender as diversas demandas contemporâneas, perceber seu papel como agente de transformação e, conseqüentemente, estimular os educandos, considerando as suas especificidades, a perceberem, a discutirem e a buscarem soluções para a realidade social na qual estão inseridos. (SILVA; BASTOS, 2012, p. 152).

A constante formação do professor privilegia o processo de construção de seus conhecimentos, desenvolvendo habilidades e valores a partir de experiências próprias. O desenvolvimento profissional torna esses profissionais mais aptos a conduzir o ensino, adaptando-se às necessidades e interesses de cada estudante, com capacidade de solucionar problemas práticos profissionais e contribuir para melhorar as instituições de ensino.

Toda formação, seja inicial ou permanente, merece periodicamente ser repensada em função da evolução do trabalho, das demandas, das tecnologias e da busca ininterrupta de aprimoramento pessoal e profissional ao longo de toda a vida, tendo em vista que esse crescimento é de inteira responsabilidade de cada professor.

Em vista do exposto, no próximo capítulo descrevo o percurso metodológico da pesquisa.

## **4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

O objetivo deste capítulo é delinear a pesquisa realizada. Inicialmente, esclareço a abordagem e o tipo da pesquisa. Em seguida, resgato a questão e os objetivos da pesquisa. Na sequência, demonstro o contexto e os participantes da investigação. Após, apresento os instrumentos de coleta de dados empregados na pesquisa. Em seguida, descrevo os encontros realizados no curso de extensão com vistas à formação permanente de professores de Ciências dos Anos Iniciais. Por fim, apresento o artefato epistemológico de análise de dados.

### **4.1 Abordagem e tipo de pesquisa**

O início da pesquisa ocorreu com o envio da dissertação, mas em seu início intitulada de projeto de pesquisa, para o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UTFPR, em janeiro de 2022, sob o número 5.699.660.

Esta investigação é de caráter qualitativo, conforme definido por Bogdan e Biklen (1994). A pesquisa qualitativa é descritiva e tem o ambiente natural em que o pesquisador está inserido como a fonte direta dos dados, ou seja, o local onde a pesquisa acontece é a fonte de dados para o pesquisador. Assim, o pesquisador se preocupa com o contexto em que a pesquisa é desenvolvida, e as ações podem ser melhor compreendidas quando observadas em seu ambiente natural de ocorrência (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Além disso, para esses autores, a pesquisa qualitativa busca compreender o processo e não apenas os resultados, tendo como escopo essencial o significado a partir das perspectivas dos participantes. Esse tipo de pesquisa faz uso de instrumentos de coleta de dados, como observações, entrevistas, questionários e análise de documentos, entre outros (GRAY, 2012).

Em geral, a pesquisa qualitativa não quantifica valores, mas busca por entendimentos da realidade e compreensão das relações sociais de um grupo ou organização. Deste modo, almeja compreender os significados, motivos, valores, aspirações e busca a objetivação do fenômeno, respeitando o caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, descrevendo, compreendendo e explicando as ações ocorridas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Gerhardt e Silveira

(2009, p. 33) definem que “a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno”.

Nesse sentido, esta pesquisa se enquadra como participante, pois tem o envolvimento do pesquisador e dos participantes da investigação no processo de pesquisa (GIL, 2008). Ao identificar a pesquisa como participante, o pesquisador desempenha um papel ativo na coleta, análise e interpretação dos dados. Para Gil (2008, p. 31), o relacionamento entre o “pesquisador e pesquisado não se dá como mera observação do primeiro pelo segundo, mas ambos acabam se identificando, sobretudo quando os objetos são sujeitos sociais também”. Assim, a pesquisa participante está ligada ao processo investigativo, baseada em um sistema de discussão e análise entre a investigação e os investigados.

## **4.2 Questão e objetivos da pesquisa**

A questão de pesquisa é: De que modo as perguntas do professor no Ensino de Ciências por Investigação podem contribuir na elaboração de Sequências de Ensino Investigativas nos Anos Iniciais?

Nesse sentido, os objetivos desta pesquisa são:

Objetivo geral: Identificar as possibilidades de Sequências de Ensino Investigativas a partir de uma formação permanente baseada nas perguntas do professor de Ciências nos Anos Iniciais.

Objetivos específicos:

- Compreender o Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas como uma abordagem didática para as Ciências, considerando a formação permanente de professores;
- Ministrando um curso de extensão intitulado “Ensino de Ciências Investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino” para professores de uma escola particular de Curitiba, no Paraná;
- Analisar as SEI e as perguntas elaboradas pelos professores, decorrentes do curso de extensão, pautadas nos pressupostos do Ensino por Investigação;
- Elaborar um produto educacional em formato *e-book*, decorrente do curso de extensão ministrado para professores em formação permanente, contendo

Sequências de Ensino Investigativas direcionadas ao ensino de Ciências nos Anos Iniciais.

### **4.3 Contexto e participantes da pesquisa**

A pesquisa ocorreu em uma escola particular do município de Curitiba, no estado do Paraná, que atende estudantes da Educação Infantil até o Ensino Médio. Essa instituição está situada na zona oeste de Curitiba e funciona em período integral.

Para a participação no curso de extensão, os professores foram convidados por meio de um e-mail enviado a todos os docentes dos Anos Iniciais da referida escola. O e-mail explicava a temática da formação permanente e fornecia informações sobre a duração e o formato do curso. Os docentes se inscreveram no curso respondendo a um formulário do *Google Forms*, no qual preenchiam seus dados pessoais, sua formação acadêmica e informações sobre o que sabiam ou conheciam em relação ao Ensino por Investigação/*Inquiry*.

O curso de formação permanente ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2022 e contou com a participação de cinco docentes da escola que atuam no ensino de Ciências nos Anos Iniciais. O curso foi ministrado de forma híbrida, com alguns encontros ocorrendo de forma remota e outros presenciais. Os encontros remotos ocorreram via plataforma *Google Meet*, próximo à data de início do curso, os participantes receberam o *link* de acesso por e-mail. Já os encontros presenciais ocorreram na UTFPR, *campus* Curitiba, na sede Ecoville. Para facilitar meu contato, enquanto pesquisadora, com os professores participantes da formação, foi criado um grupo em um aplicativo de mensagens instantâneas, o *WhatsApp*.

### **4.4 Instrumentos de coleta de dados empregados**

Diversos instrumentos de coleta de dados foram utilizados nesta pesquisa, a saber: i) questionário; ii) entrevista semiestruturada; iii) Sequências de Ensino Investigativas; iv) gravação dos encontros da formação; e v) perguntas desenvolvidas pelos participantes.

#### 4.4.1 Questionário

O questionário, como instrumento de coleta de dados, permite que os participantes da pesquisa respondam ao mesmo conjunto de perguntas. O objetivo ao utilizar este instrumento foi compreender as opiniões ou perspectivas dos participantes sobre o objeto de estudo. Gil (2008, p. 121) descreve o questionário como:

a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.

Em um questionário, é possível utilizar perguntas abertas ou fechadas, permitindo que os participantes respondam de forma mais descritiva ou não. Gray (2012, p. 275) pontua algumas vantagens do uso do questionário em pesquisas qualitativas, tais como: “a) baixo custo; b) influxo de dados rápidos; e c) análise de dados de perguntas fechadas é relativamente simples, podendo ser codificadas rapidamente”. O questionário possui a característica de fornecer ao pesquisador informações rápidas, o que pode auxiliá-lo em sua tomada de decisão ao longo da pesquisa.

O autor também discute que o questionário precisa estar vinculado às questões e objetivos da pesquisa, para que as respostas possam compor e auxiliar o pesquisador na discussão dos resultados (GRAY, 2012).

#### 4.4.2 Entrevista semiestruturada

A entrevista semiestruturada é um instrumento importante para a coleta de dados, pois permite uma interação entre o pesquisador e o pesquisado. Dessa forma, a entrevista pode ser usada como forma de coletar informações para aprofundamento, explorando histórias e perspectivas, e também para testar uma hipótese ou identificar variáveis e suas relações (GRAY, 2012).

A entrevista também é empregada quando se busca informações sobre o que as pessoas “sabem, creem, esperam, sentem ou desejam, pretendem fazer, fazem ou fizeram, bem como acerca das suas explicações ou razões a respeito das

coisas precedente” (GIL, 2008, p. 109). Gil (2008) indica algumas vantagens do uso de entrevistas, que vão desde a obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos da vida social até a obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano. Além disso, os dados obtidos são suscetíveis de classificação e de quantificação.

Gray (2012) destaca que o tipo de entrevista está relacionado com o objetivo de pesquisa. Assim, a entrevista semiestruturada permite o aprofundamento das visões. Para que a entrevista ocorra, é elaborada uma lista de perguntas que podem ou não ser usadas em sua totalidade e não necessariamente precisam seguir uma ordem, tudo varia de acordo com a dinâmica da entrevista. Inclusive, perguntas adicionais podem ser realizadas, a depender se surgirão novas questões ou não.

#### 4.4.3 Sequências de Ensino Investigativas

Como citado anteriormente, as SEI subsidiam uma das formas de desenvolver atividades investigativas, sendo um conjunto organizado de atividades investigativas, integradas para trabalhar/ensinar um tema. Carvalho (2014) classifica as SEI em seis diferentes tipos, a saber: textos históricos, experiências de demonstração investigativa, laboratório aberto, aulas de sistematização ou textos de apoio, questões e problemas abertos e recursos tecnológicos.

Destaco que os participantes da pesquisa elaboraram diferentes SEI durante a formação permanente, que são instrumentos de análise desta investigação.

#### 4.4.4 Gravação dos encontros da formação

Durante os encontros da formação permanente decorrentes do curso de extensão intitulado “Ensino de Ciências investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino”, houve a gravação dos mesmos, tanto dos que ocorreram de modo remoto síncrono quanto dos que ocorreram de modo presencial. Esse instrumento de coleta de informações se apresenta como uma forma de reunir dados importantes para a construção do *corpus* de pesquisa e dos metatextos decorrentes da análise. A gravação dos encontros aconteceu por meio



do *Google Meet* e os registros foram salvos no *Google Drive* para posterior transcrição realizada pela pesquisadora.

#### 4.4.5 Perguntas desenvolvidas pelos participantes

De forma a compreender a pergunta do professor em aulas de Ciências durante os encontros da formação permanente, os participantes foram incentivados a elaborar perguntas durante os encontros, fomentando os diálogos e discussões (KAWALKAR; VIJAPURKAR, 2013). Essas perguntas também se apresentam como uma forma de coletar dados importantes para a construção do *corpus* de pesquisa e dos metatextos decorrentes da análise.

### 4.5 Metodologia de análise: Análise Textual Discursiva

Para a análise dos dados da pesquisa, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) segundo Moraes e Galiazzi (2011). Para esses autores, a ATD é uma ferramenta que vem sendo empregada amplamente nas pesquisas qualitativas, pois permite ao pesquisador compreender e reconstruir conhecimentos existentes sobre temas investigados.

Conforme Moraes e Galiazzi (2011), a ATD consiste em três momentos, que são: a desmontagem do texto ou **unitarização**, estabelecimento de relações ou **categorização** e captando novo emergente, momento em que se possibilita uma nova compreensão, produzindo um **metatexto**. Para Moraes e Galiazzi (2011, p. 13), “nesse processo, a escrita desempenha duas funções complementares: de participação na produção das novas compreensões e de sua comunicação cada vez mais válida e consistente”.

A unitarização é o momento inicial da análise, que consiste na imersão por parte do pesquisador sobre o fenômeno investigado. Mediante a fragmentação dos materiais (instrumentos de coleta) da análise de dados, também chamado de *corpus*, há o desenvolvimento de unidades de sentido. Essas unidades, por sua vez, devem estar alinhadas com o tema estudado de forma a garantir sua compreensão.

Ao desenvolver as unidades de sentido, é necessário realizar a codificação do *corpus* para posterior análise de dados e desenvolvimento do metatexto. Moraes

e Galiuzzi (2011, p. 52) citam que “a construção da validade dos resultados de uma pesquisa se encaminha a partir de um processo de unitarização que produz recortes válidos em termos dos fenômenos que estão sendo investigados”.

O momento da categorização ocorre quando as unidades de sentido são agrupadas de forma a iniciar o processo de teorização do fenômeno analisado. Essa organização pode produzir também o que Moraes e Galiuzzi (2011) chamam de subcategorias. Os autores citam que a categorização pode produzir categorias *a priori* e emergentes. As categorias *a priori* são aquelas que se originam por meio da teoria que fundamenta a pesquisa, ou seja, estão predeterminadas. Já as categorias emergentes não são predeterminadas, emergindo a partir de dados e informações obtidas e analisadas na pesquisa. Para os autores, “o processo de construção desse tipo de categoria implica a organização de estruturas de vários níveis, indo o movimento das categorias mais específicas e de menor amplitude para as mais gerais e amplas” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 88).

Dessa forma, Moraes e Galiuzzi (2011, p. 28) definem que “[...] quando as teorias são definidas e assumidas ‘a priori’, classificando-se os materiais textuais com base em teorias escolhidas com antecedência, as categorias construídas são denominadas ‘a priori’”.

Por fim, se inicia a produção do metatexto. O metatexto é constituído da descrição e interpretação das unidades de sentido e das categorias desenvolvidas para a análise de dados. Dessa forma, as unidades de sentido e categorias se transformam em texto com interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Assim, a ATD implica na descrição e na interpretação de alguns sentidos que a escrita e a leitura de um texto podem suscitar e evidencia a capacidade do pesquisador de abandonar os detalhes do empírico para expressar o discurso investigado em seus aspectos mais importantes (MORAES; GALIAZZI, 2011).

O uso da ATD na análise do presente estudo ocorreu com a utilização dos instrumentos de coleta de dados (questionários, entrevistas semiestruturadas, SEI, gravação dos encontros da formação e as perguntas desenvolvidas pelos participantes), descritos à luz do contexto e do referencial teórico construído. Por meio da desmontagem dos textos (unitarização) dos instrumentos de coleta de dados, passando pelo momento de estabelecer relações (categorizar), combinando

e classificando os semelhantes, chegou-se aos metatextos produzidos. Diante disso, classifico que as categorias desta pesquisa são *a priori*, visto que assumo o corpo teórico como teoria de análise.

## 5 DESCRIÇÃO DA FORMAÇÃO REALIZADA E DOS ENCONTROS DO CURSO DE EXTENSÃO

O objetivo deste capítulo é relatar os encontros do curso de extensão realizado com professores de uma escola particular na cidade de Curitiba-PR, ocorrido entre outubro e novembro de 2022. Para isso, descrevo os participantes com codinomes e os instrumentos de coleta de dados utilizados com suas codificações.

Considerando os cinco professores de Ciências dos Anos Iniciais participantes desta pesquisa, o Quadro 3 sintetiza a formação inicial e continuada de cada um. Para garantir o anonimato dos participantes, foram utilizados codinomes baseados em nome de estrelas de diferentes constelações, a saber: Antares, Sírius, Gemini, Polaris e Altair.

**Quadro 3 - Formação inicial, permanente e codinome dos participantes**

Formação inicial	Formação permanente	Codinome
Licenciatura em Pedagogia	Psicopedagogia e Neuroeducação	Antares
Licenciatura em Pedagogia	Recursos Humanos, Educação Infantil e Psicopedagogia	Gemini
Licenciatura em Letras Português e Inglês e Licenciatura em Pedagogia	Não possui	Altair
Licenciatura em Pedagogia	Psicopedagogia e docência na Matemática	Sírius
Licenciatura em Pedagogia	Não possui	Polaris

Fonte: Autoria própria (2023).

O curso de extensão totalizou oito encontros, sendo seis remotos e dois presenciais. Os encontros remotos ocorreram via *Google Meet*, iniciando em outubro de 2022, e os encontros presenciais aconteceram na sede do *campus* Ecoville da UTFPR. Ambos os encontros foram gravados na plataforma *Google Meet*.

### 5.1 Encontros realizados no curso de extensão

O curso de extensão intitulado “Ensino de Ciências Investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino” aconteceu de forma

híbrida, sendo seis encontros remotos e dois encontros presenciais. A organização da descrição dos encontros ocorre por meio de códigos, sendo: encontro (E); número do encontro (1, 2,...), remoto (R) e presencial (P).

**Quadro 4 - Descrição dos encontros do curso de extensão**

Data	Encontro	Descrição das atividades desenvolvidas
19/10/2022	E1R	Apresentação do curso de extensão, bem como o formato do curso e o trabalho final que os participantes deverão entregar ao término do curso. Neste encontro também foi discutido sobre o contexto histórico do Ensino por Investigação e <i>Inquiry</i> .
24/10/2022	E2R	Apresentação da categorização da pergunta, bem como seu papel no ensino e na aprendizagem, e realização de uma atividade de elaboração de perguntas.
26/10/2022	E3R	Apresentação das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e da SEI Texto Histórico. Os participantes realizaram uma atividade para a compreensão da SEI em questão.
31/10/2022	E4R	Apresentação da SEI Recurso Tecnológico. Neste encontro, os participantes utilizaram o simulador <i>Phet Colorado</i> relacionado ao efeito estufa.
07/11/2022	E5R	Apresentação da SEI Questões Abertas. Os participantes fizeram uma autoanálise de uma avaliação formativa utilizando a categorização das perguntas.
09/11/2022	E6P	Apresentação da SEI Experiências de Demonstração Investigativa. Este encontro foi presencial, com a realização de uma experiência de demonstração investigativa para evidenciar a produção de oxigênio pelas plantas durante o processo de fotossíntese.
21/11/2022	E7P	Apresentação da SEI Laboratório Aberto. Este encontro foi presencial, foi planejado e realizado um experimento para propor uma possível forma de ensinar o conceito de solubilidade para estudantes dos Anos Iniciais de forma experimental.
23/11/2022	E8R	Os participantes apresentaram suas propostas de uma SEI.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Antes da realização do primeiro encontro, foi criado um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) no *Google Classroom*, intitulado “Ensino de Ciências por Investigação com foco na pergunta”, de forma a disponibilizar o material de apoio, as leituras necessárias e os artigos e materiais didáticos utilizados durante o curso de extensão, conforme ilustrado na figura a seguir.

**Figura 11 - Google Classroom criado para o curso de extensão**



**Fonte: Extraído do Google Classroom (2022).**

### 5.1.1 Descrição dos encontros do curso de extensão

No E1R, o objetivo foi explicar o curso “Ensino de Ciências Investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino”, assim como seu formato, a SEI que deveria ser desenvolvida e entregue ao final do curso e a entrevista semiestruturada que seria realizada. Neste encontro, também foi levantado os conhecimentos prévios dos participantes sobre o ensino investigativo, abordando os aspectos históricos do *Inquiry* e do Ensino por Investigação em contexto internacional e nacional.

No E2R, o objetivo foi entender a concepção dos participantes do curso de extensão sobre a pergunta, apresentando-a como instrumento no processo de ensino e de aprendizagem, e abordar as diferentes classificações definidas pela literatura em torno das perguntas.

No E3R, o objetivo foi apresentar as SEI, como se organizam e fundamentam, e abordar a SEI Textos Históricos. Para desenvolver esta atividade investigativa, foi escolhido utilizar um texto sobre como se deu o processo de evolução da descoberta da fotossíntese (HAVEN, 2008), que se encontra no Anexo A. Por meio deste texto, os participantes da formação tiveram condições de compreender como ocorreu a descoberta da fotossíntese e como se deu a construção do conhecimento acerca deste tema.

Para a realização desta SEI, optei por conduzi-la em forma de debate, uma das formas de desenvolvimento recomendadas por Carvalho (2014). Assim, os participantes fizeram a leitura do texto e, em seguida, cada um deles formulou três perguntas (com base na categorização de perguntas), para dar início ao debate. Ao final, voltou-se para a pergunta inicial, a saber: **Como se deu o processo de evolução da descoberta da fotossíntese?**, conduzindo assim a discussão final. A SEI desenvolvida com os participantes do curso de extensão está disponível no Apêndice A.

No E4R, o objetivo do encontro foi caracterizar a SEI Recursos Tecnológicos e, a partir do uso do simulador *Phet Colorado*<sup>2</sup>, conduzir um experimento sobre o efeito estufa. Desta forma, cada participante foi convidado a acessar o simulador.

---

<sup>2</sup> Mais informações sobre o Simulador PheT Colorado e sobre o efeito estufa podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_pt_BR.html). Acesso em: 31 out. 2022.

Em um primeiro momento, os participantes puderam manipular o simulador para identificar e se familiarizar com a plataforma. Em seguida, perante a pergunta: **Quais fatores aumentam a temperatura da Terra?**, iniciou-se a discussão em torno do problema, e os participantes começaram a modificar as variáveis disponíveis para simulação (aumento de nuvens, incidência de luz solar, infravermelho, diferentes períodos, como era do gelo, anos 1750, 1950 e 2020). Ao modificar as variáveis, os participantes puderam discutir sobre a influência dessas variáveis na concentração dos gases do efeito estufa, analisando quais fatores influenciam o aumento da temperatura e suas possíveis consequências. Durante este momento de discussão, foi solicitado que os participantes anotassem os dados observados durante a simulação, pois no final eles produziram um gráfico demonstrando a relação entre o aumento da temperatura ao longo dos anos. A SEI desenvolvida com os participantes do curso de extensão pode ser encontrada no Apêndice B.

No E5R, o objetivo do encontro foi caracterizar a SEI Questões Abertas e explicar o uso desse tipo de SEI em sala de aula, já que essa sequência possibilita ser utilizada em formato de avaliação, entre outros. Desta forma, foi solicitado aos participantes que escolhessem uma avaliação somativa/formativa elaborada por eles mesmos. Em seguida, individualmente, os participantes analisaram sua avaliação e, com base na categorização de perguntas, identificaram os tipos de perguntas presentes em sua avaliação. Assim, se achassem necessário, poderiam fazer alterações.

No E6P, o objetivo do encontro foi abordar a SEI Experiências de Demonstração Investigativas e evidenciar a produção de oxigênio na fotossíntese por meio dessa SEI. Para alcançar esse objetivo, foi realizado um experimento que auxiliasse a observação da fotossíntese feita pela planta. Para isso, foi utilizada a planta aquática *Elodea* sp. Com esse experimento, evidenciou-se a produção de oxigênio durante a fotossíntese. A SEI desenvolvida com os participantes do curso de extensão pode ser encontrada no Apêndice C.

No E7P, o objetivo do encontro foi abordar a SEI Laboratório Aberto para explorar o conceito de solubilidade. Desta forma, foi realizado o experimento denominado “Leite Mágico”, em que é possível explorar o conceito de solubilidade entre o leite e o sabão. Assim, os participantes puderam realizar a SEI Laboratório Aberto de forma prática e utilizar o experimento como uma abordagem para ensinar

o conceito de solubilidade para estudantes dos Anos Iniciais. A SEI desenvolvida com os participantes do curso de extensão está disponível no Apêndice D.

No E8R, o objetivo foi apresentar a SEI desenvolvida pelos participantes. Neste encontro, cada participante teve a oportunidade de apresentar sua própria SEI aos colegas e compartilhar suas ideias.

## 5.2 Codificação dos instrumentos de coleta de dados

Em cada encontro do curso de extensão, foi utilizado um instrumento de coleta de dados que, posteriormente, foi analisado para fornecer dados para a análise dos resultados. No quadro a seguir encontram-se os instrumentos utilizados em cada encontro e as respectivas codificações.

**Quadro 5 - Instrumentos de coleta de dados utilizados em cada encontro**

Encontro	Instrumento de coleta de dados	Código do encontro
Encontro 1	Questionário <i>Google Forms</i> /Gravação do encontro	GFE1+codnome do participante/GE1+codnome do participante
Encontro 2	Questionário <i>Google Forms</i> /Gravação do encontro	GFE2+codnome do participante/GE2+codnome do participante
Encontro 3	Perguntas desenvolvidas pelos participantes/Gravação do encontro	PE3+codnome do participante/GE3+codnome do participante
Encontro 4	Gravação do encontro	GE4+codnome do participante
Encontro 5	Análise das perguntas de uma avaliação/Gravação do encontro	AFE5+codnome do participante/GE5+codnome do participante
Encontro 6	Gravação do encontro	GE6+codnome do participante
Encontro 7	Questionário impresso/Gravação do encontro	QIE7+codnome do participante/GE7+codnome do participante
Encontro 8	Questionário <i>Google Forms</i> e Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida pelos participantes	GFE8+codnome do participante SEIE8+codnome do participante

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Por fim, o outro instrumento de coleta de dados empregado foi a entrevista semiestruturada (conforme quadro a seguir), que foi codificada da seguinte forma: Entrevista Semiestruturada (ES), número da Entrevista Semiestruturada (1, 2,...) e codinome do participante (Sírius, Gemini e Polaris)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Vale ressaltar que apenas três entrevistas foram realizadas, uma vez que Altair deixou a escola onde a pesquisa estava sendo conduzida, e o contato com ele foi perdido. No caso de Antares, foram feitas várias tentativas para agendar a entrevista, porém, sem sucesso. Até o momento da análise de dados, não foi possível marcar entrevistas com os respectivos participantes.



**Quadro 6 - Organização das entrevistas semiestruturadas**

<b>Entrevista</b>	<b>Código</b>	<b>Duração</b>
1	ES1Polaris	19:12min
2	ES2Gemini	27:30min
3	ES3Sirius	26:41min

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Em vista do exposto, o próximo capítulo compreende a análise do curso de formação com os professores participantes da pesquisa, elencando todos os instrumentos de coleta de dados descritos, bem como sua interconexão com os interlocutores teóricos empregados nesta pesquisa.

## 6 ANÁLISE DO *CORPUS* DE PESQUISA

O objetivo deste capítulo é analisar o *corpus* de pesquisa com base na ATD. É relevante destacar que, por meio da análise do *corpus* da pesquisa, foram identificadas 244 unidades de sentido. Em decorrência dessa análise, três categorias foram construídas, a saber: a primeira categoria, intitulada “O Ensino por Investigação com vistas à aprendizagem”, relaciona o Ensino por Investigação como abordagem didática nas aulas de Ciências. Ela contém três subcategorias: i) O Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas: possibilidades ao contexto educativo em Ciências; ii) As concepções docentes e os níveis de investigação no contexto do Ensino por Investigação; e iii) As Sequências de Ensino Investigativas com vistas à aprendizagem. Na segunda categoria, intitulada de “As perguntas do professor como potencializadora do processo de ensino”, destaca-se a perguntas do professor nas aulas de Ciências. Por fim, na terceira categoria, intitulada de “Formação permanente mediante um curso de extensão: algumas considerações”, são abordadas a formação permanente dos professores e a contribuição do curso de extensão nessa formação.

### 6.1 O Ensino por Investigação com vistas à aprendizagem

Nesta categoria, abordo os principais elementos decorrentes do curso de formação permanente com os professores dos Anos Iniciais em torno do EI e das SEI como uma possibilidade de abordagem didática em contexto educativo. Ainda, busco construir respostas para o objetivo específico: Compreender o Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas como uma abordagem didática para as Ciências, considerando a formação permanente de professores.

Para isso, explicito três subcategorias. Na primeira subcategoria, intitulada “O Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas: possibilidades ao contexto educativo em Ciências”, abordo o desenvolvimento do EI e das SEI na formação permanente. Na segunda subcategoria, intitulada “As concepções docentes e os níveis de investigação no contexto do Ensino por Investigação”, discuto as concepções que os participantes do curso de extensão tinham sobre essa abordagem e os níveis de investigação desenvolvidos ao longo da formação

permanente. Por fim, na terceira subcategoria, intitulada “As Sequências de Ensino Investigativas com vistas à aprendizagem”, abordo como as SEI podem contribuir para a aprendizagem, discutindo a percepção dos participantes com relação às sequências desenvolvidas ao longo do curso de extensão, bem como as etapas do ciclo investigativo.

#### 6.1.1 Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas: possibilidades ao contexto educativo em Ciências

Como abordagem didática (SASSERON, 2015; SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015; CAMPOS; SENA, 2020), o EI busca desenvolver atividades investigativas que conduzam os estudantes ao raciocínio lógico e ao pensamento científico. É preciso mediar atividades investigativas que auxiliem os estudantes a trilharem o caminho da investigação. Gemini cita que no EI, o estudante “[...] *não vai se tornar especialista, mas vai aprender o caminho para buscar informação*” (GE1Gemini).

Essa afirmação corrobora com as ideias de Sasseron (2013, p. 42), que indica que “o mais importante da investigação não é o seu fim, mas o caminho trilhado”. Portanto, é importante conduzir e mediar atividades que desenvolvam nos estudantes o fazer científico.

Ao conduzir essas atividades, proporciona-se momentos em que os estudantes podem participar ativamente em cada etapa do processo, tirando-os de uma posição passiva para uma posição ativa. Essa mesma perspectiva é relatada por alguns participantes do curso de extensão. Por exemplo, Polares afirma: “[...] *you are more active, you are not only in a passive position*” (ES1Polaris); e Gemini comenta: “[...] *they are participating in fact*” (GE1Gemini). Esses relatos dos participantes demonstram as reflexões que eles fizeram sobre sua formação permanente a partir dessa abordagem didática investigativa. Estar mais ativo em seu aprendizado, “parar e pensar”, participar de fato e descobrir o que vai acontecer refletem a perspectiva do *Inquiry*, que busca envolver os estudantes no aprendizado, construindo novas compreensões, significados e conhecimentos (ALBERTA, 2004).

Proporcionar o protagonismo dos estudantes em aulas de Ciências contribui para o desenvolvimento de algumas características comuns das aulas investigativas

abordadas pelo NRC (2000), como engajar os estudantes em perguntas orientadas cientificamente, permitindo que eles formulem explicações com base nas evidências coletadas e que comuniquem e justifiquem suas explicações.

Esse entendimento sobre como o EI pode proporcionar momentos de aprendizagem e protagonismo também é percebido pelos participantes. Antares e Gemini citam que o EI pode tornar o ensino mais significativo e interessante: *“acredito que essencial para uma aprendizagem significativa”* (GF1Antares) e *“é o que torna a aprendizagem mais interessante e significativa”* (GF1Gemini).

O NRC (1996, p. 20, tradução minha) destaca que *“aprender Ciências é uma coisa que os estudantes fazem, não que alguém possa fazer por eles”*, ou seja, para aprender Ciências é necessário envolver os estudantes nas descobertas decorrentes das atividades investigativas, o que pode favorecer o desenvolvimento das habilidades nas Ciências. Altair também salienta que é *“necessário para que o professor ensine de forma contextualizada e inovadora e que o aluno compreenda a importância do seu papel na aprendizagem”* (GF1Altair). A fala de Altair corrobora com Carvalho (2013), que destaca que o desenvolvimento de uma atividade investigativa não deve estar descontextualizado da realidade dos estudantes, para que eles possam se envolver na investigação e na busca pela solução ao problema proposto.

No curso de extensão, também foram proporcionadas oportunidades para que os participantes se tornassem ativos e protagonistas de seu próprio aprendizado, subsidiando atividades em que os tirassem da posição passiva. Quando os participantes saem da posição passiva para uma posição ativa, Murdoch (2015) acredita que é possível colocar os estudantes (neste caso, os participantes do curso) no centro do seu aprendizado, desenvolvendo o pensamento crítico.

No contexto do desenvolvimento das SEI, pode-se proporcionar esses momentos de protagonismo aos professores participantes da formação. As sequências são atividades capazes de promover e desenvolver raciocínios imprescindíveis em uma experimentação científica (CARVALHO, 2013). Sabe-se que o Ensino por Investigação sempre se inicia por meio de uma pergunta ou problema proposto pelo professor. Assim, Gemini acredita que a pergunta deve instigar o estudante e ajudá-lo a sair do senso comum: *“[...] se o professor não*

*instiga o estudante, ele buscará sempre por perguntas e respostas rasas. Sai do senso comum”* (GE6Gemini).

Por isso, há a necessidade de compreender os pressupostos do EI que regem as SEI. Esses pressupostos desempenham o papel de conduzir os estudantes e orientar os professores no desenvolvimento das atividades investigativas. A importância de compreender esses pressupostos do EI foi percebida por Antares, que afirma: “[...] *tenho muitas ideias, faço as coisas, mas pulo etapas importantes do processo*” (GE1Antares). Esse relato demonstra a importância de o professor ter conhecimento sobre a abordagem didática em estudo e entender quais pressupostos regem o EI, a fim de desenvolver as três ideias centrais indicadas por Carvalho (2014).

#### 6.1.2 As concepções docentes e os níveis de investigação no contexto do *Inquiry*

Assim como Riga *et al.* (2017) acreditam, é preciso ter em mente quais conceitos espontâneos os estudantes (neste caso, os professores participantes) possuem sobre o assunto. Quando questionados sobre qual concepção tinham sobre o *Inquiry*, os participantes responderam: “[...] *Ainda uma concepção vaga*” (GFE1Antares); “[...] *Em poucas palavras, seria a busca por informações*” (GFE1Gemini); “[...] *Compromisso com a resolução de alguma dúvida, fundamentada em incertezas e/ou algo desconhecido*” (GFE1Polaris); “[...] *Instigar e formular perguntas certas*” (GFE1Sírius); “[...] *Estimula professor e aluno a buscarem diferentes conhecimentos e formas de aprendizagem*” (GFE1Altair).

Nota-se que os participantes não conseguiram construir claramente sua concepção do termo *Inquiry*. Muitas vezes, o termo em inglês pode dificultar o entendimento do seu significado e, portanto, a expressão de seus pensamentos.

Desta maneira, os participantes do curso de extensão também foram questionados sobre qual era a concepção que possuíam sobre o Ensino por Investigação. A concepção de Antares indicou que o EI seria: “*uma aprendizagem baseada em questões norteadoras que têm por objetivo fazer o aluno buscar o conhecimento*” (GFE1Antares). Já para Gemini seria uma forma de: “*promover a aprendizagem por meio de questionamentos e pesquisa*” (GFE1Gemini). Polaris indicou que o EI seria uma forma de: “*transformar o processo de ensino e*

*aprendizagem em uma busca por conhecimentos e saberes, por intermédio da curiosidade e metodologias adequadas a esta finalidade*” (GFE1Polaris). Enquanto Sírius definiu como: “[...] *uma abordagem didática que vem sendo implantada cada vez mais na educação, por meio da investigação, alunos e professor tentam levantar hipóteses e soluções*” (GFE1Sírius). Por fim, Altair expressou que é: “*importante para o desenvolvimento de novas habilidades tanto de professores quanto alunos*” (GFE1Altair).

Resgato, assim, algumas concepções ligadas ao EI, tais como: aprendizagem baseada em questões norteadoras, promoção da aprendizagem por meio de questionamentos e pesquisa, e a ideia de que alunos e professores “tentam” levantar hipóteses e soluções. Essas preconcepções que os participantes manifestaram sobre o *Inquiry* dialoga com Alberta (2004, p. 1, tradução minha), que define o Ensino por Investigação como

[...] o processo onde os estudantes são envolvidos no seu aprendizado, criam perguntas, investigam e então constroem novas compreensões, significados e conhecimento. [...] pode ser usado para responder suas perguntas, desenvolver soluções ou apoiar uma posição ou ponto de vista.

Perceber essas diferentes concepções me auxiliou a construir um curso de formação permanente de forma mais assertiva e significativa para os participantes. É sabido que o Ensino por Investigação busca contribuir para a aprendizagem de Ciências. Essas reflexões são perceptíveis nas narrativas dos participantes:

[...] acredito que a própria palavra ciência, a gente já sabe que é uma pesquisa, uma investigação, né? E hoje em dia as coisas mudam tão rápido que se não houver essa investigação, essa pesquisa, não conseguimos acompanhar o mundo. (ES3Sírius).

[...] toda essa prática, acho que é extremamente estimulante, acabam não esquecendo, né? Porque eles de fato visualizaram, eles vivenciaram. (ES2Gemini).

[...] estabelece parâmetros de uma metodologia que pode construir aquela ponte entre o desconhecido e aquilo que podemos conhecer. (ES1Polaris).

A proposta ao utilizar o EI em aulas de Ciências é criar um ambiente investigativo, conduzindo os participantes no trabalho científico (SASSERON; CARVALHO, 2008). Por meio do curso de extensão, foi possível desenvolver os níveis de investigação em diferentes momentos. Banchi e Bell (2008) acreditam que,

ao desenvolver esses diferentes níveis de investigação em aulas de Ciências, os participantes se familiarizam com o processo investigativo.

Desta maneira, no quadro a seguir são relacionados os níveis de investigação desenvolvidos nos respectivos encontros.

**Quadro 7 - Níveis de investigação utilizados ao longo do curso de extensão**

<b>Encontro</b>	<b>Nível de investigação utilizado</b>
E3R	Investigação controlada
E4R	Investigação estruturada
E5R	Investigação estruturada
E6P	Investigação estruturada
E7P	Investigação guiada
E8R	Investigação livre

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Ao analisar o quadro, é possível perceber que o nível de investigação estruturada foi utilizado com maior frequência, sendo empregado nos encontros E4R, E5R e E6P. Esse tipo de investigação é mais utilizado quando o professor e os participantes se engajam em um mesmo problema. As três conclusões foram elaboradas pelos próprios participantes do curso de extensão, enquanto mediava as discussões como pesquisadora-formadora. Para Banchi e Bell (2008), esse tipo de investigação pode ser realizado para reforçar uma ideia, introduzir algumas habilidades do fazer Ciências ou praticar alguma habilidade investigativa.

No encontro E3R, foi empregada a investigação controlada. Esse tipo de investigação proporcionou que os participantes do curso de extensão desenvolvessem um senso de responsabilidade e adquirissem habilidades em torno da coleta de dados (LLEWELLYN, 2018). Esse nível de investigação proporcionou o envolvimento dos participantes do curso de extensão na coleta de dados e informações, proporcionando a argumentação sobre o fenômeno observado.

No E7P, foi utilizada a investigação guiada. Esse nível de investigação proporcionou mais liberdade intelectual aos participantes do curso de extensão, pois eles precisaram tomar decisões em várias etapas da experimentação, como levantar hipóteses e decidir os procedimentos (elaboração do plano de trabalho, montagem do arranjo experimental, coleta e análise de dados).

No E8R, foi utilizada a investigação livre. Esse nível de investigação proporcionou aos participantes do curso de extensão investigarem um assunto de seu interesse pessoal. Cada participante teve que desenvolver uma SEI de sua

escolha e elaborar um plano que abrangesse todas as etapas necessárias para sua SEI, bem como elaborar uma pergunta que desencadeasse a atividade investigativa. Neste tipo de investigação, o participante propôs seus procedimentos, coleta, interpretação e discussão dos dados. Ao desenvolver essas progressões na investigação, é proporcionado um ambiente de aprendizado efetivo e eficiente aos participantes (CONSTANTINOU; TSIVITANIDOU; RYBSKA, 2018).

### 6.1.3 As Sequências de Ensino Investigativas com vistas à aprendizagem

Uma das formas de promover o Ensino por Investigação em aulas de Ciências é por meio das SEI. As SEI são um conjunto de atividades investigativas utilizadas para abordar um tema, onde o questionamento e o grau de liberdade concedido ao estudante são as diretrizes principais (CARVALHO, 2014).

Mais da metade dos participantes do curso de extensão alegou nunca ter tido contato com uma SEI antes dessa formação. No entanto, a receptividade a essa abordagem foi positiva, como evidenciado pelo engajamento e participação durante a realização das SEI.

Na entrevista semiestruturada, os participantes foram indagados sobre qual a SEI desenvolvida durante a formação que mais despertou interesse. A SEI que obteve maior receptividade foi o Laboratório Aberto (Sírius, Polaris e Gemini). No entanto, Gemini também mencionou o Texto Histórico e a Experiência de Demonstração Investigativa. Na atividade final do curso de extensão, foi proposto que os participantes desenvolvessem uma SEI. Contudo, apenas três SEI foram entregues no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), sendo duas delas Laboratório Aberto e a terceira sobre Questões Abertas.

A SEI Laboratório Aberto permite desenvolver habilidades cognitivas de análise, comparação, interpretação e avaliação no pensamento crítico (CARVALHO, 2014). Esse tipo de SEI também é capaz de desenvolver habilidades de pensamento convergente e de alta ordem cognitiva. Dessa forma, os participantes do curso de extensão relataram o papel desse tipo de SEI em aulas de Ciências:

[...] A gente tem que estudar e ver realmente o que vai acontecer; [...] eu acho que assim, é muito mais trabalhoso, mas é muito mais interessante. (ES3Sírius).



[...] Você trabalha com o concreto, com materiais manipuláveis, com a prática; [...] é muito mais significativo, né? Você está mais ativo, você não está só numa posição passiva, mas também de aprendizagem. (ES1Polaris).

[...] Acho que é bem interessante; [...] acho que para o aluno é super importante mesmo, ele tem que sentir, né? (ES2Gemini).

Ao promover práticas de Laboratório Aberto, busca-se envolver os participantes no processo e no pensamento científico, buscando aproximá-los das práticas dos cientistas. Mesmo que os participantes não estivessem familiarizados com a prática do Laboratório Aberto, todos relataram que é possível utilizá-lo no ensino de Ciências dos Anos Iniciais:

Com certeza, dessa maneira os alunos terão mais propriedade do conhecimento, pois coloca em prática tudo o que aprendem. (QIE7Sírius).

Sem dúvida, uma vez que potencializa a perspectiva do educando em relação aos objetos de estudo e conhecimentos a serem abordados, além de incentivar o aprofundamento docente sobre o conteúdo a ser ministrado. (QIE7Polaris).

Sim, sem dúvida. Observamos que quando o estudante realiza de maneira prática, absorve e compreende melhor os conceitos. (QIE7Gemini).

Sim, claro!! Essas sequências são fundamentais para que a aprendizagem aconteça de forma mais eficaz, contextualizada. (QIE7Antares).

A aplicação do laboratório aberto dá ao aluno maior conhecimento prático da experiência. A aprendizagem na visualização e evidência será mais eficaz. (QIE7Altair).

A SEI Laboratório Aberto desenvolvida permitiu aos participantes sentir, pensar e fazer. Essa interação pode conduzir os estudantes a construir seu conhecimento, discutir fenômenos relacionados às Ciências, gerar hipóteses, escolher os procedimentos, coletar e discutir os dados obtidos. Esses procedimentos estão relacionados às práticas dos cientistas.

Sobre outras SEI abordadas durante o curso, Gemini relata que a SEI Texto histórico “[...] foi bem bacana” e “[...] eu gostei muito do Texto Histórico” (ES2Gemini). Durante o curso de extensão, um texto sobre a descoberta da fotossíntese (Anexo A) foi utilizado para desenvolver essa SEI. Gemini justifica seu interesse na abordagem da seguinte forma:

[...] eu acho superinteressante e acho que pra criança também é muito interessante. Saber de onde veio, que é possível contextualizar os assuntos e para não achar que tirei da cartola esse assunto e pronto. Eu acho que a coisa fica muito mais interessante, que você traz a construção, né? (ES2Gemini).

Esse relato corrobora com Carvalho (2014, p. 18), que argumenta que o Texto Histórico é “uma forma de apresentarmos aos estudantes uma ciência em construção e uma ciência viva, discutindo-se a construção de um determinado conhecimento desde sua gênese até sua concepção atual”.

Ao citar a SEI Experiência de Demonstração Investigativa, Gemini afirma que: “[...] acho que a demonstração é você acompanhar a demonstração, porque eu acho que tem coisas que realmente não dá pra criança colocar a mão na massa”. Gemini ainda relata que a Experiência de Demonstração Investigativa “[...] é bem interessante”. “[...] Acho que a prática é inesquecível, né?” (ES2Gemini).

Ao proporcionar a prática e a experimentação, os participantes puderam interagir entre o pensar, o sentir e o fazer (CARVALHO, 2014). Deste modo, por meio dessa SEI e das interações entre os participantes, eles puderam expressar suas ideias e formular suas hipóteses sobre o problema proposto, repensando suas concepções prévias, participando da prática e construindo seu conhecimento científico.

Ao desenvolver as SEI em um curso de formação permanente, busquei desenvolver as três ideias centrais propostas por Carvalho (2014), a saber: 1) a construção do conhecimento científico pelos estudantes requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos; 2) valorização da construção social do conhecimento, que se reflete na argumentação entre os estudantes; e 3) proporcionar condições para que os estudantes passem da linguagem coloquial para uma linguagem científica.

Essas ideias permitem a participação ativa dos professores participantes para construir e reconstruir seu conhecimento, levando à argumentação entre os pares, proporcionando, assim, a passagem da linguagem coloquial para a científica.

Ao analisar as SEI desenvolvidas pelos participantes, foi possível identificar as etapas do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015). Essas etapas propostas pelos autores são as seguintes: orientação, conceitualização,

investigação, conclusão e discussão. No quadro a seguir, apresento excertos das SEI com as respectivas etapas do ciclo investigativo.

**Quadro 8 - Etapas do ciclo investigativo encontradas nas SEI desenvolvidas pelos participantes**

(continua)

Etapas	Participantes da pesquisa		
	Polaris	Antares	Gemini
Orientação	Apresentar o tema da água por meio de aula expositiva dialogada, utilizando de início o livro didático enquanto estratégia de ensino para buscar compreender o que os estudantes já possuem de capital cultural sobre o assunto. A problematização envolverá o levantamento de questões a respeito dos tipos de poluição provenientes da sociedade humana e as decorrentes implicações a este recurso natural.	Introduzir o tema para os alunos, realizar algumas perguntas: O que entendem sobre mistura? O que vocês misturam em seu dia a dia? As misturas ficam todas iguais?	Colocar cada amostra de solo em um prato pequeno ou pires transparente e solicitar aos estudantes que observem as amostras com uma lupa de mão. Observar diferentes amostras de solo coletados pelos estudantes e registrar: presença de partículas de rochas, matéria orgânica, coloração e umidade das amostras de solo.
Conceitualização	Qual é a origem da água potável?	Como os alunos do 4º ano do EF1 poderão entender o que é uma mistura homogênea e uma mistura heterogênea a partir das substâncias encontradas no nosso dia a dia?	Como é possível ensinar o conceito de permeabilidade e porosidade do solo para estudantes do Ensino Fundamental I de modo experimental?

**Quadro 8 - Etapas do ciclo investigativo encontradas nas SEI desenvolvidas pelos participantes**

(conclusão)

Etapas	Participantes da pesquisa		
	Polaris	Antares	Gemini
Investigação	Propor pesquisa online, em grupo ou pares, acerca de informações técnicas e dos órgãos competentes quanto ao uso da água; encontrar as estações de tratamento de água no Paraná; estimular a percepção de influências estatais e privadas quanto ao uso da água; investigar formas de controle e ferramentas para os impactos negativos provocados pela ação humana sobre a água. Será realizada uma visita a uma unidade de tratamento da Sanepar, de modo a reforçar a compreensão do envolvimento social nos ciclos da água.	Pedir para os alunos irem em torno da mesa onde estarão expostas e identificadas com nome todas as substâncias trazidas por eles de casa. Eles deverão observar cada substância (cor, aspecto, cheiro, característica física, etc.). Eles poderão fazer várias misturas dentro do tempo estabelecido.	Realizar um experimento utilizando garrafas PET, dispostas de maneira invertida na parte inferior das garrafas. Coloque uma quantidade de algodão nas aberturas das garrafas até tapá-las por completo e adicione as amostras de areia, argila e terra preta, uma em cada garrafa. Peça aos alunos que despejem a mesma quantidade de água em cada sistema e que observem em qual deles a água passa primeiro e em maior quantidade pelo algodão.
Conclusão	Apresentar o resultado das pesquisas para a turma, por meio de recursos de exposição (audiovisuais, cartazes, outros meios de registros das informações coletadas, etc.), de modo a propor diálogo e debate com o grande grupo.	Depois de todos os grupos exporem suas misturas e suas observações, chegaram à conclusão de que as misturas acontecem quando são misturados duas ou mais substâncias diferentes, que algumas misturas se transformam “em uma única coisa” e outras substâncias não se misturam.	Após a realização da atividade, pergunte aos alunos: Em qual sistema a água passou em maior quantidade?
Discussão	Criar um folder das informações de destaque como forma de conscientização a respeito da importância da água na vida em comunidade.	Cada participante registra em seu caderno o que aprenderam.	Discutir com os alunos sobre o que foi observado e relacionar os resultados com as características.

Fonte: Autoria própria (2023).

Ao promover atividades investigativas, os professores aproximam os estudantes das práticas relacionadas ao trabalho científico, subsidiando espaços

para que os estudantes se confrontem com problemas reais, que necessitam do trabalho coletivo (em grupo), levantando hipóteses, desenvolvendo plano de trabalho, dialogando com os colegas, elaborando a escrita e buscando evidências para analisar possíveis resultados.

O desenvolvimento de um curso de formação permanente para professores de Ciências dos Anos Iniciais proporcionou o conhecimento e aprofundamento do conhecimento em torno do EI e das SEI. Dessa forma, foi possível superar ideias e concepções errôneas em torno do EI, mostrando a possibilidade de se trabalhar com essa abordagem didática por meio das SEI. Essas sequências, por sua vez, auxiliam no desenvolvimento de atividades investigativas, proporcionando aos estudantes a oportunidade de compreender como ocorre a construção do conhecimento em torno do fenômeno investigado.

## **6.2 As perguntas dos professores como potencializadores no processo de ensino**

Esta categoria aborda a pergunta do professor em aulas de Ciências, no sentido de abordar como a pergunta do professor pode ser uma ferramenta importante para promover a discussão, acessar diferentes conhecimentos e possibilitar, assim, a construção do conhecimento, conduzindo os estudantes/participantes no ensino e na aprendizagem, bem como aprimorar as concepções científicas. Dessa forma, busco construir respostas para o objetivo específico: Analisar as SEI e as perguntas elaboradas pelos professores, decorrentes do curso de extensão, pautadas nos pressupostos do Ensino por Investigação, bem como o curso de extensão intitulado “Ensino de Ciências investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino”.

No EI, toda atividade investigativa deve iniciar com uma pergunta/problema. Essa pergunta sempre deve ser contextualizada, ou seja, deve fazer parte do cotidiano dos estudantes. Assim como Bachelard (1996) propõe que todo conhecimento é a resposta a uma pergunta, alguns participantes do curso de extensão também acreditam que a pergunta possui esse papel de conduzir ao conhecimento. Antares, por exemplo, indica que a pergunta é o “[...] ponto de partida

*para muitos conhecimentos*” (GE2Antares). Para Sírius, a pergunta tem o papel que “[...] *instiga e auxilia o estudante a investigar*” (GE2Sírius) e permite ao professor “[...] *buscar conhecimento prévio*” (ES3Sírius) dos estudantes. Já para Polaris, “[...] *a pergunta em si é aquilo que as pessoas geralmente não sabem*” (ES1Polaris).

É possível perceber nas falas dos participantes supracitados que a pergunta possui importância ímpar na construção dos conhecimentos e no processo formativo, corroborando com as pesquisas de alguns autores (BACHELARD, 1996; CIARDIRELLO, 1998; YIP, 2004; MURDOCH, 2015). Carvalho (2013) também salienta a importância da relação entre o professor e o estudante, pois a pergunta oportuniza a comunicação e a interação social. Polaris compreende a pergunta como uma ferramenta para estimular o diálogo, como sua fala indica: *“abre espaço para diálogo, para questionamento, [...] é o início de um possível diálogo de possíveis respostas e descobertas”* (ES1Polaris).

Esse diálogo e interação são importantes para potencializar a construção de novos conhecimentos (CARVALHO, 2013). Como todo conhecimento se inicia por meio de perguntas, os participantes do curso de extensão foram encorajados a definir o termo “pergunta”, ou seja, o que esse termo significava para eles. Algumas definições surgiram, como: uma indagação de algo que se espera como resposta ou resolução; uma maneira de sinalizar uma dúvida ou encaminhar alguém para uma reflexão. Essas definições dialogam com Tort, Márquez e Sanmarti (2013), que definem a pergunta como uma fonte de informações que estabelece relações entre o fenômeno e o objeto de estudo.

Gemini indicou que a pergunta poderia ser sinal de *“quando você quer conduzir ou instigar uma curiosidade”* (GE2Gemini). Já Sírius definiu que é a pergunta *“que instiga e auxilia o estudante a investigar”* (GE2Sírius). Logo, para ambos, a pergunta expressa a curiosidade ou a desperta. A pergunta, como ato discursivo, possui a capacidade de despertar o interesse sobre um determinado assunto ou fenômeno, constituindo-se em ativadores de aprendizagem (TORT, 2005; GONZÁLEZ; FURMAN, 2014).

Ao longo do curso de extensão, os participantes foram encorajados a formular várias perguntas. Para o desenvolvimento dessas perguntas, eles foram instruídos a usar uma classificação de perguntas, que já foi descrita anteriormente, durante o encontro três. A partir da SEI Texto Histórico, os participantes elaboraram

perguntas para discutir o texto encontrado no Anexo A. As perguntas foram sintetizadas no quadro a seguir.

**Quadro 9 - Perguntas elaboradas pelos participantes na SEI Texto Histórico**

Participante	Pergunta	Classificação da pergunta
PE3Polaris	Todas as plantas realizam fotossíntese?	Relembrar
	Existem outros gases (além do dióxido de carbono, monóxido de carbono e oxigênio) presentes no processo de fotossíntese?	Relembrar
	Quais são as partes da planta envolvidas no processo da fotossíntese?	Relembrar
PE3Gemini	Quais os gases presentes na fotossíntese?	Relembrar
	Como acontece a fotossíntese?	Explicação
	Se não houver luz solar, a fotossíntese não acontece, ocorre outro fenômeno. Compare as duas situações e registre quais são as principais diferenças.	Análise
PE3Gemini	Após conhecer como é o processo de fotossíntese, qual a sua importância para os seres vivos?	Avaliação
	Represente a fotossíntese por meio de um esquema ou desenho.	Síntese

Fonte: Autoria própria (2023).

Ao analisar as perguntas elaboradas pelos participantes, percebe-se a presença de perguntas de baixa e alta ordem cognitiva. Polaris, por exemplo, elaborou apenas perguntas de baixa ordem cognitiva, que correspondem ao “relembrar”. Esse tipo de pergunta é utilizado para avaliar o nível de conhecimento dos estudantes (YIP, 2004; TORT; MÁRQUEZ; SANMARTI, 2013). Por outro lado, Gemini desenvolveu tanto perguntas de baixa quanto de alta ordem cognitiva, desenvolvendo habilidades de pensamento convergente. Ao formular perguntas de alta ordem, busca-se estimular um pensamento avaliador, ou seja, aquele em que os estudantes fazem questionamentos, resolvem problemas abertos, tomam decisões e pensam criticamente (TORT; MÁRQUEZ; SANMARTI, 2013).

Ao elaborar perguntas, é importante considerar qual nível cognitivo se pretende atingir durante uma atividade investigativa. Vale ressaltar que cabe ao docente de Ciências priorizar o uso de ambos os tipos de perguntas, isto é, de todas as ordens cognitivas. No entanto, não é uma tarefa fácil desenvolver perguntas que possam acessar diferentes informações. Sírius relata que: “[...] a gente tem que saber perguntar sim; [...] não é tão fácil você formular uma pergunta da maneira correta e assertiva; [...] tem que formular de uma maneira correta, por isso que existe

essas etapas das categorias das perguntas” (ES3Sírius). Gemini, por sua vez, acredita que: “[...] a gente vai é aprendendo a fazer perguntas, conduzir a tua pergunta conforme aquele objetivo” (ES2Gemini).

Esses relatos direcionam a uma reflexão sobre a importância de compreender o papel das perguntas no ensino e na aprendizagem de Ciências, e como essas perguntas podem se tornar verdadeiros ativadores de conhecimento. Nesse sentido, Kim (2015) afirma que usar tipos específicos de perguntas durante o EI pode ser favorável para o entendimento do estudante sobre um conceito.

No encontro cinco, foi proposta a análise de uma avaliação formativa/somativa que os participantes haviam desenvolvido, de forma que ela fosse analisada à luz da classificação dos tipos de perguntas.

**Quadro 10 - Questões das avaliações formativas/somativas**

Participante	Perguntas	Classificação de pergunta
AFE5Sírius	Escreva qual é a adaptação do pinguim para sobreviver em ambiente tão frio.	Explicação
	Escreva as partes da planta na imagem abaixo.	Relembrar
	Em relação à função das partes das plantas, assinale as alternativas corretas.	Relembrar
	Leia as frases a seguir e coloque <b>v</b> para as frases verdadeiras e <b>f</b> para as frases falsas:	Relembrar
AFE5Gemini	Complete as frases de acordo com essas características.	Relembrar
	Observe a imagem da exposição de amostras de solo e, em seguida, relacione seus tipos com a descrição correspondente.	Relembrar
	Por qual tipo de solo a água passou com mais facilidade? Por que isso aconteceu?	Análise Avaliação
	Assim como na formação do solo, como o formato desses arenitos aconteceu?	Descrição
	Escreva o nome de três seres vivos que podemos encontrar no interior do solo.	Relembrar
	Pinte as características do ar.	Relembrar
	Explique como acontecem os movimentos de inspiração e de expiração.	Explicação
AFE5Altair <sup>4</sup>	What kind of tanks do we have in school to capture water? (Qual tipo de reservatório que capta água nós temos na escola?)	Relembrar
	Where does the water in the reservoir tanks come from? (De onde vem a água dos reservatórios?)	Descrição
	How can you use the water in reservoir tanks? (Como podemos usar a água dos reservatórios?)	Síntese
	Describe what you saw on the visit. (Descreva o que você viu na visita).	Descrição

**Fonte: Autoria própria (2023).**

<sup>4</sup> As perguntas das avaliações desenvolvidas por Altair estão em Inglês, pois as mesmas precisam ser desenvolvidas no idioma em questão.



Nas avaliações, percebe-se o uso de perguntas de baixa e de alta ordem cognitiva. No entanto, ainda se observa que a maioria das perguntas se concentra no nível de lembrar, ou seja, de baixa ordem cognitiva. Esses dados demonstram como os participantes ainda precisam desenvolver a habilidade de formulação de perguntas a fim de envolver todas as ordens cognitivas no processo de elaboração. A necessidade de os professores se apropriarem dessas diferentes categorias de perguntas em sala de aula contribui para que os estudantes desenvolvam conceitos científicos e proporciona as condições cognitivas para uma possível mudança conceitual (YIP, 2004). Nesse mesmo sentido, Barbosa, Rocha e Malheiro (2019) e Barbosa e Malheiro (2020) destacam a importância da pergunta na construção do conhecimento e para a melhoria das concepções científicas no ensino de Ciências.

Destarte, ao final do curso de extensão, os participantes desenvolveram uma SEI de sua escolha. Nesse contexto, os participantes precisavam estar atentos às etapas relacionadas à SEI que escolheram. No entanto, uma etapa comum a todas é a proposição do problema. Nessa etapa, os participantes deveriam formular uma pergunta que desencadeasse a investigação. Dessa maneira, no quadro a seguir estão relacionadas as perguntas desenvolvidas pelos participantes.

**Quadro 11 - Perguntas desenvolvidas pelos participantes nas SEI elaboradas**

Participante	Pergunta	Classificação da pergunta
SEIE8Polaris	Como podemos filtrar a água contaminada?	Descrição Gestão
SEIE8Gemini	Como é possível demonstrar que há diferenças entre os solos? Como é possível ensinar o conceito de permeabilidade e porosidade do solo para estudantes do Ensino Fundamental I de modo experimental?	Análise Síntese
SEIE8Antares	Como os alunos do 4º ano do EF1 poderão entender o que é uma mistura homogênea e uma mistura heterogênea a partir das substâncias encontradas no nosso dia a dia?	Análise

**Fonte: Autoria própria (2023).**

Ao analisar as perguntas desenvolvidas nas SEI, nota-se que todas se encaixam nos tipos de perguntas de alta ordem cognitiva, desenvolvendo as habilidades de pensamento divergente e convergente. Quando os participantes priorizam esse tipo de pergunta, ocorre, de certa forma, um aperfeiçoamento de suas habilidades na formulação de perguntas. Esse aprimoramento exige a

aplicação de conhecimentos teóricos, resultantes do diálogo entre a teoria, a prática e o objeto de estudo.

Sírius percebe a importância de aperfeiçoar e buscar o conhecimento por meio do curso de extensão, mencionando: “[...] *por isso que é importante a gente estudar*” (ES3Sírius); “[...] *contribui para a minha prática docente, com toda certeza*” (ES3Sírius).

Assim, no ensino de Ciências, a pergunta é um meio para a busca do conhecimento, auxiliando-nos a desenvolver atividades investigativas que articulem ideias, busquem a coleta de dados e justificativas para as respostas. A pergunta, como primeiro pressuposto no Ensino por Investigação, promove oportunidades práticas relacionadas às dos cientistas, em busca de respostas e soluções, proporcionando um ambiente para uma investigação ativa para todos os envolvidos.

### **6.3 Formação permanente mediante um curso de extensão: algumas considerações**

Nesta categoria, abordo o papel da formação permanente dos professores de Ciências que participaram do curso de extensão, buscando compreender como essa formação contribuiu para o desenvolvimento profissional dos participantes. Além disso, busco construir respostas para o objetivo específico: Compreender o Ensino por Investigação e as Sequências de Ensino Investigativas como uma abordagem didática para as Ciências, considerando a formação permanente de professores.

A formação permanente dos professores é uma busca pessoal pelo conhecimento, é o momento em que o professor percebe oportunidades ou dificuldades e busca por aprimoramento profissional. Essa busca por conhecimento é o que desenvolve a curiosidade no docente, assumindo uma postura crítico-reflexiva, fornecendo os meios para um pensamento autônomo (NÓVOA, 1992). Essa perspectiva crítico-reflexiva é percebida nas falas dos participantes Polaris e Gemini:

[...] uma reflexão da nossa prática, absorvi nesse sentido [...] às vezes, a gente precisa parar para pensar melhor sobre como estamos fazendo as

coisas e refletir sobre novos caminhos também, novas alternativas [...]. (ES1Polaris).

[...] Você repensa a tua prática [...]. (ES2Gemini).

Essas falas explicitam que os cursos de formação permanente, incluindo o curso de extensão ofertado, têm o potencial de orientar os professores a saírem da postura passiva e os colocam em uma postura ativa, fornecendo, assim, o desenvolvimento de pensamentos autônomos. Polaris discute a importância dessa reflexão quando planeja aulas de Ciências:

[...] desperta uma preocupação maior com uma maneira como você está aplicando, como você vai desenvolver o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula voltado para o ensino de Ciências [...]. Responsabilidade de elaborar um planejamento voltado para o ensino. (ES1Polaris).

Fomentar esse tipo de reflexão permite que os professores se aprofundem em questões educacionais, proporcionando ambientes propícios para o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, do ensino e do currículo (GATTI, 2013). Ao repensar o desenvolvimento de suas aulas de Ciências, os professores podem identificar pontos de fragilidade em sua prática (HUBERMAN, 1992).

Os momentos de diversificação profissional, conforme Huberman (1992), são aqueles que permitem que o professor reconheça seus pontos de fragilidade. Durante esses momentos de diversificação, Moreto (2020) acredita que os docentes buscam o aprimoramento, subsidiando momentos de atualização, aperfeiçoamento e ampliação dos conhecimentos construídos durante a formação inicial. Sírius e Gemini expressaram o ensejo pelo aprimoramento ao serem questionados sobre por que escolheram participar do curso de formação permanente:

Estar sempre em processo de aprendizagem. (GFE8Sírius).

Escolhi esse curso por entender que a pesquisa é fundamental para o aprendizado dos estudantes. O professor precisa estar preparado para estimular a busca de informações confiáveis (científicas) para que os estudantes não se contentem com “qualquer informação” e sejam capazes de questionar e ter estratégias para sanar sua curiosidade e aprender de maneira significativa. (GFE8Gemini).

A ideia de ampliação dos saberes construídos corrobora com os estudos de Carvalho e Gil-Pérez (2011), que destacam a necessidade da formação permanente

em Ciências, uma vez que alguns dos problemas encontrados pelos professores só adquirem sentido quando vivenciados na prática. Essa reflexão também é percebida por Sírius, que relata: “[...] o legal é essa questão de conseguir conectar com a prática, é isso que é gostoso [...]” (ES3Sírius).

Sírius também menciona que durante o curso de formação, muitas das situações vivenciadas corroboraram para que conseguisse estabelecer conexões com sua prática do cotidiano: “[...] eu consegui já conectar com algumas coisas práticas do meu dia a dia [...]” (ES3Sírius), haja visto que “foi um curso que a teoria ficou alinhado com a prática, facilitando-nos entendimento” (GF8Sírius).

O relato do participante da pesquisa nos faz perceber a importância dos cursos de extensão de forma contextualizada. Isso significa que o professor precisa perceber que naquele conhecimento construído existe a possibilidade de colocar em prática ou relacionar a sua práxis docente. Dessa forma, Silva e Bastos (2012) apontam que quando o professor percebe a possibilidade de colocar em prática o que aprendeu, ele fornece subsídios para compreender as diversas demandas contemporâneas e perceber seu papel como agente de transformação. Ademais, a implementação do que foi aprendido pode proporcionar ao professor uma nova visão sobre seu ensino, como observa Polaris: “[...] às vezes, a gente precisa parar para pensar melhor sobre como estamos fazendo as coisas e refletir sobre novos caminhos também, novas alternativas” (ES1Polaris).

Assim, a formação permanente, segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), deve ser direcionada ao aprofundamento dos aspectos da relação entre o trabalho em sala de aula e seus problemas reais, isto é, os desafios docentes de ensinar Ciências. Corroborando com Carvalho e Gil-Pérez (2011), Polaris também reflete sobre a necessidade de perceber os desafios no ensino de Ciências ao mencionar que a formação permanente “[...] desperta uma preocupação maior com a maneira como você está aplicando, como você vai desenvolver o processo de ensino e de aprendizagem em sala de aula voltado para o ensino de Ciências” (ES1Polaris).

Uma formação permanente, como a desenvolvida nesta pesquisa, oportunizou aos professores de Ciências dos Anos Iniciais vivenciar a fase mencionada por Huberman (1992) como a fase da descoberta. Ou seja, muitos professores, ao serem apresentados a essa abordagem didática – que alguns não conheciam – e outros ao tomarem conhecimento das possibilidades decorrentes do

Ensino por Investigação e das Sequências de Ensino Investigativas para o ensino de Ciências, ficaram entusiasmados com essa abordagem.

As percepções dos participantes com a abordagem didática são percebidas nas falas de Polaris e Sírius, quando citam que: *“foi bastante significativo ter esse contato com essa metodologia”* (ES1Sírius) e *“ter esse contato com essas coisas assim, eu acho que pra gente já é muito enriquecedor. [...] Quando você começa a ver que o negócio não veio dali, abre uma janela na tua frente. Assim, eu acho que muda um pouco essa perspectiva”* (ES3Sírius).

Por fim, na fase da diversificação, ao longo da formação, os docentes desenvolveram a capacidade de diversificar suas práticas pedagógicas, empregando o Ensino por Investigação e, conseqüentemente, as diferentes SEI. Ao desenvolver um curso de formação permanente, busca-se propiciar momentos em que os docentes possam conhecer novas abordagens, desenvolvendo habilidades necessárias para o ensino de Ciências, concebendo momentos de trabalho e pesquisa e um aprofundamento dos aspectos relacionados ao trabalho em sala de aula e seus desafios (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

A fase da diversificação é também percebida nas citações de Polaris e Gemini, que citam que ao participar de cursos de formação permanente é possível *“achar novos caminhos, novas possibilidades”* (ES3Polaris) e, assim, *“eu acho que, sem dúvida, a gente acaba absorvendo em um repertório que você pode replicar”* (ES2Gemini). As palavras de Polaris e Gemini corroboram com Nóvoa (1992, p. 28), que afirma que é preciso trabalhar no sentido da diversificação dos modelos e das práticas de formação, *“instituindo novas relações dos professores com o saber pedagógico e científico. A formação passa pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho pedagógico”*.

Essas reflexões nos fazem perceber a relevância dos cursos de formação permanente que permitam a participação ativa dos participantes, podendo relacionar teoria e prática e buscando abordagens que possam desenvolver nos estudantes as habilidades para compreender o mundo ao seu redor.

## 7 APONTAMENTOS FINAIS

O objetivo deste capítulo é sintetizar os resultados decorrentes dos interlocutores teóricos e empíricos desta pesquisa, resgatando a questão norteadora que a fundamentou: De que modo as perguntas do professor no Ensino de Ciências por Investigação podem contribuir na elaboração de Sequências de Ensino Investigativas nos Anos Iniciais? O objetivo geral desta pesquisa foi identificar as possibilidades de Sequências de Ensino Investigativas a partir de uma formação permanente baseada nas perguntas do professor de Ciências nos Anos Iniciais.

A formação permanente visa desenvolver no professor o aperfeiçoamento de suas habilidades, ampliando sua visão sobre diferentes formas e estratégias de ensinar. Esta formação precisa estar relacionada com a prática do professor, permitindo-lhe perceber o que está vivenciando e inter-relacionar essas experiências à sua práxis. Quando um professor amplia seus saberes, ele se torna capaz de refletir sobre sua prática e incorporar em sua sala de aula experiências e abordagens que podem aperfeiçoar sua forma de ensinar.

Dessa maneira, os cursos de formação permanente são uma das formas de propiciar reflexões entre os docentes e sua práxis. Nesse sentido, destaco o EI como uma abordagem didática capaz de fomentar um ambiente de ensino e de aprendizagem propício para que os estudantes desenvolvam habilidades investigativas em torno do fazer Ciências, que foi o objetivo desta formação proporcionada. Considerando que nem sempre os professores dos Anos Iniciais têm uma formação inicial ou permanente que subsidiem o uso de uma abordagem didática investigativa no ensino das Ciências, é crucial que eles recebam formação e adquiram conhecimentos de modo semelhante ao fazer científico. Por isso, é imperativo que os professores de Ciências tenham conhecimento sobre abordagens de ensino investigativas, como a proposta nesta pesquisa.

Nesse sentido, a formação permanente proporcionada pelo curso de extensão intitulado “Ensino de Ciências Investigativo: a pergunta do professor como potencializadora do processo de ensino” permitiu que os participantes, professores dos Anos Iniciais, adquirissem conhecimento teórico, vivenciassem a prática (desenvolvimento das SEIs) e produzissem uma SEI. Isso permitiu que esses participantes pudessem refletir, aprender e propor sequências investigativas para

ensinar Ciências. Dessa forma foi possível mediar atividades investigativas que auxiliassem os participantes a trilharem, também, o caminho da investigação. Essas atividades, por sua vez, envolveu os participantes no seu aprendizado, desenvolvendo o pensamento crítico e trabalhando para a compreensão dos pressupostos do EI.

O aprofundamento nas teorias relacionadas ao EI, às SEI e às perguntas contribuiu para que os participantes pudessem elaborar SEI adequadas para os Anos Iniciais. Esse processo, por sua vez, pode subsidiar caminhos para a autonomia docente em torno do aprimoramento das aulas investigativas de Ciências.

Subsidiar momentos de superação de ideias, proporcionou a reconstrução de ideias por parte dos participantes, fomentando, assim, a argumentação científica. Essa por sua vez, está presente no fazer científico e possibilita os participantes a saírem da linguagem coloquial para a científica.

A atuação ativa dos participantes durante esta pesquisa proporcionou momentos de protagonismo, envolvimento com questões científicas, desenvolvimento de práticas relacionadas às dos cientistas, bem como discussões em torno da práxis docente. Deste modo, os participantes puderam pensar, sentir e fazer, assim como cita Carvalho (2013), proporcionando a construção do conhecimento científico e, assim, reconstruindo os conhecimentos acerca dos temas apresentados nesta pesquisa.

Ressalto a pergunta como limiar das atividades investigativas, pois ela pode despertar interesse a respeito de um fenômeno, o que ocorreu tanto no curso de extensão quanto na investigação voltada para as aulas de Ciências. Dessa forma, conhecer a classificação dos níveis de perguntas pode aprimorar a formulação de perguntas/problemas pelas quais os professores constroem suas SEI com base nos pressupostos do EI.

Um bom planejamento das perguntas utilizadas em aulas de Ciências incentiva o diálogo entre os estudantes, proporcionando o desenvolvimento de conceitos científicos e a mudança conceitual a respeito dos fenômenos estudados ao longo dos Anos Iniciais. Desse modo, proporciona-se um progresso nas concepções científicas dos estudantes, bem como, enseja o diálogo e a argumentação científica.

Desse modo, utilizar diferentes níveis de perguntas, o que ultrapassa o uso apenas no sentido de lembrar (baixa ordem cognitiva), pode, sem dúvida, desenvolver pensamentos de análise, síntese e avaliação nas aulas de Ciências. Isso pode ser um caminho para encorajar os estudantes a fazerem perguntas, resolverem problemas e a pensarem criticamente a respeito da produção de conhecimento.

Contudo, a elaboração da pergunta não é simples, é preciso conhecimento, reflexão e entendimento dos objetivos em termos do nível de liberdade intelectual que o professor espera dos estudantes diante de determinada pergunta/problema. Portanto, conhecer os pressupostos do EI e a organização das SEI é imperativo para a prática docente, e isso pode ser fomentado por cursos de curta duração, como o curso de extensão ministrado nesta pesquisa.

Em síntese, ao perceberem a importância da pergunta no ensino de Ciências e no uso de uma abordagem investigativa que sempre se inicia com um problema (primeiro pressuposto do EI), os professores podem refletir e elaborar perguntas adequadas ao desenvolvimento do Ensino de Ciências por Investigação.

Nesse sentido, apoio a oferta de cursos de curta duração que tenham caráter teórico e prático, visando proporcionar formações permanentes aos docentes, com foco nas Ciências e nos Anos Iniciais. Tais cursos podem servir como uma ponte entre o aprimoramento docente e o conhecimento com a práxis do professor.

Os cursos de formação permanente contribuem na formação dos docentes, pois auxiliam o professor, que ao perceber suas fragilidades e dificuldades, a se aperfeiçoarem em busca de desenvolver suas curiosidades e, assim, assumir uma postura crítico-reflexiva sobre o ensino de Ciências. À vista disso, o docente do ensino de Ciências pode através dessa postura ativa, desenvolver seu pensamento autônomo e refletir na possibilidade de criar um ambiente de sala de aula que possa desenvolver o cognitivo dos estudantes, bem como o currículo e o ensino.

As formações permanentes também precisam subsidiar momentos onde a teoria se alinha com prática, assim, participantes de cursos de formação podem perceber que é possível planejar e aplicar os conhecimentos adquiridos, podendo promover em sala de aula momentos de indagação, construção de conhecimento e argumentação. Destarte, o docente pode se colocar no papel de agente de



transformação no ensino de Ciências, buscando por diferentes formas de proporcionar a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos e, assim, fazendo-os valorizar a construção social do conhecimento.

Em vista do exposto, poderiam surgir outras formações permanentes de curta e longa duração, com o intuito de compreender o processo avaliativo no Ensino de Ciências por Investigação, ou seja, como a avaliação *para a, como e da* aprendizagem se dá no Ensino de Ciências por Investigação.

Em decorrência desta pesquisa, foi criado um Produto Educacional (PE) na forma de um *e-book* intitulado “A pergunta do professor no Ensino de Ciências por Investigação”. Este PE sintetiza os pressupostos do Ensino por Investigação, que podem ser empregados mediante algumas SEI nas aulas de Ciências direcionadas aos Anos Iniciais, com foco nas perguntas do professor. Nele ainda há sugestões de SEI que podem ser desenvolvidas nos Anos Iniciais.

## REFERÊNCIAS

ALBERTA. **Focus on inquiry**: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning. Edmonton: Alberta Learning, 2004.

ALMEIDA, A.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 9., 2013, Girona. **Anais...** Girona: 2013. p. 1188-1192.

ASAY, L. D.; ORGILL, M. Analysis of Essential Features of Inquiry Found in Articles Published in the Science Teacher. **Journal of Science Teacher Education**, v. 21, n. 1, p. 57-79, 2010.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para a psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.

BANCHI, H.; BELL, R. L. Many levels of inquiry. **Science and Children**, v. 46, n. 2, p. 26-29, out. 2008.

BARBOSA, D. F. S.; ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S. As perguntas do professor monitor na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: classificações e organização. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, p. 1-21, 2019.

BARBOSA, D. F. S.; 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, 2020.

BARGALLÓ, C. M.; TORT, M. R. Plantear preguntas: um punto de partida para aprender ciencias. **Revista Educación y Pedagogía**, v. 18, n. 45, 2006.

BAUTISTA, D. L. P. El diario del professor: herramienta de investigación y transformación de la práctica docente. **Revista Colombiana de Rehabilitación**, n. 6, 2007.

BELL, R. L.; SMETENA, L.; BINNS, I. Simplifying inquiry instruction. **The Science Teacher**, p. 30-33, out. 2005.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466**, de 12 de dezembro de 2012. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de

pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CAMBRIDGE. **Dicionário online de Português-Inglês**. Cambridge University Press, 2022.

CAMPOS, J. G.; SENA, D. R. C. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. **Ensino em Revista**, v. 27, n. especial, p. 1467-1491, 2020.

CARVALHO, A. M. P. Pesquisas em sala de aula: um importante fator na formação do professor. **Perspectiva**, n. 17, p. 47-57, 1992.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, G. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequência de ensino investigativa. In: CARVALHO, A. M. P.; *et al.* (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CHANG, N. Children's Drawings: science inquiry and beyond. **Contemporary Issues in Early Childhood**, v. 6, n. 1, 2005.

CIARDIELLO, A. V. Did You Ask a Good Question Today? Alternative Cognitive and Metacognitive Strategies. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, v. 42, n. 3. p. 210-219, 1998.

COHEN, E.G.; LOTAN, R. A. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

CONSTANTINO, C. P.; TSIVITANIDOU, O. E.; RYBSKA, E. What is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? **Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning**, Springer International Publishing, set. 2018.

CRAIG, C. J. Joseph Schwab, self-study of teaching and teacher education practices proponent? A personal perspective. **Teaching and Teacher Education**, v. 24, 2008.

DEWEY, J. Science as Subject-Matter and as Method. **Science & Education**, v. 4, p. 391-398, 1995.

GALLE, L. A. V.; PAULETTI, F.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: os interesses dos estudantes manifestados por meio de perguntas sobre a queima da vela. **Actia Scientiae**, v. 18, n. 2, maio/ago. 2016.

GATTI, B. A. Educação, escola e formação de professores: políticas e impasses. **Educar em Revista**, n. 50, p. 51-67, out./dez. 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Método de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PEREZ, D.; VILCHES-PEÑA, A. Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. **Investigación en la Escuela**, v. 43, n. 1, p. 27-37, 2001.

GONZÁLEZ, S. M. G.; FURMAN, M. G. Categorización de preguntas formuladas antes y Después de la enseñanza por indagación. **Praxis e Saber**, v. 5, n. 10, p. 75-91, 2014.

GRAESSER, A. C.; PERSON, N. K. Question asking during tutoring. **American Educational Research Journal**, v. 31, n. 1, p. 104-137, 1994.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HAVEN, K. **As 100 maiores descobertas científicas de todos os tempos**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2008.

HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. *In*: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1992. p. 31-61.

JESUS, Q. O.; SANTOS, E. H. Prática docente: desafios de uma formação continuada. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 2., 2014, Vitória. **Anais...** Vitória: AGB, 2014.

KAWALKAR, A.; VIJAPURKAR, J. Scaffolding science talk: The role of teacher's questions in the inquiry classroom. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 12, p. 2004-2027, 2013.

KIM, S. **An analysis of teachers question types in inquiry-based classroom and traditional classroom settings**. 2015. 170 f. Tese (Doutorado em Filosofia e Educação em Ciências) – Universidade de Iowa, Iowa, 2015.

LLEWELLYN, D. **Teaching high school science through inquiry and argumentation**. Second edition: Corwin: Sage Company, 2013.

LLEWELLYN, D. **Teaching high school science through inquiry and argumentation**. Corwin: A Sage Company, 2018.

LOBATO, M. **Viagem ao céu**. São Paulo: Ciranda Cultural, 2019.

MACKENZIE, T. **Dive into inquiry**: Amplify learning and empower student voice. USA: EdTechTeam Press, 2016.

MACKENZIE, T.; HUNT, R. B. **Inquiry mindset**: nurturing the dreams, wonders and curiosities of our youngest learners. USA: ElevateBooksEdu, 2018.

MALHEIRO, J. M. S.; *et al.* Popularização da Ciência: Uma análise de atividade experimental investigativa em um clube de Ciências. *In*: DREHMER-MARQUES, K. C.; MARQUES, J. F. Z.; RODRIGUES-MOURA, S. (Org.). **Iniciação científica em Ciências da natureza na educação básica**: abordagens, teorias e práticas. Cruz Alta: Editora Ilustração, 2021.

MARTÍNEZ, M.; PENIN, S. **Profissão docente**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MORETO, J. A. Formação continuada – professores excelentes: proposições do Banco Mundial. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, p. 01-24, 2020.

MURDOCH, K. **The power of inquiry**. Austrália: Seastar Education, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Inquiry and the national science education standards**: A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PAULETTI, F.; *et al.* A importância das perguntas de estudantes na pesquisa em sala de aula: um exemplo no ensino fundamental. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 11, n. 2, 2021.

PEDASTE, M.; *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47- 61, 2015.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor**: Un recurso para la investigación en aula. Sevilla: Díada, 1999.

QUAGLIA, R.; *et al.* A new theory on children's drawings: Analyzing the role of emotion and movement in graphical development. **Infant Behavior & Development**, v. 39, p. 81-91, 2015.

RIGA, F.; WINTERBOTTOM, M.; HARRIS, E.; NEWBY, L. Inquiry-Based Science Education. **Science Education**, v. 31, p. 247-261, 2017.

ROTHSTEIN, D.; LUZ, S. **Make just one change**: Teach students to ask their own question. Cambridge: Harvard Education Press, 2011.

SASHA, P. K. Interrogativity in Bengali. *In*: CHISHOLM, W. S.; MILIC, L. T.; GREPPIN, J. A. C. **Interrogativity**: a colloquium on the grammar, typology, and pragmatics of questions in seven diverse languages. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 1984.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigações em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13(3), n. 3, p. 333-352, dez. 2008.

SCHWAB, J. What Do Scientists Do? **Behavioral Science**, v. 5, n. 1, 1960.

SILVA, V. F.; BASTOS, F. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 150-188, 2012.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: SNEF, 2015.

TARDIF, M. **Saberes docente e formação profissional**. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

TORT, M. R. Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. **Revista Educar**, n. 33, abr-jun. 2005.

TORT, M. R.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 31, p. 95-114, 2013.

UNESCO. Pesquisa Nacional. **O perfil dos professores brasileiros**: o que fazem, o que pensam, o que almejam. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

VANNUCHI, A. I. **História e Filosofia**: da teoria para a sala de aula. 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

YAMADA, K. **What do you do with an idea?** Compedium, 2014.

YIP, D. Y. Questioning skills for conceptual change in science instruction. **Journal of Biological Education**, v. 38, n. 2, p. 76-83, 2004.

## APÊNDICE A - Sequência de Ensino Investigativa do tipo Texto Histórico



Ministério da Educação

**Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná**

Programa de Pós-Graduação em Formação  
Educativa, Científica e Tecnológica



### Sequência de Ensino Investigativa – Texto Histórico

#### OBJETO DE CONHECIMENTO – Fotossíntese

#### Base Nacional Comum Curricular - BNCC

##### *Competência*

Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

##### *Habilidade*

(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.

#### Objetivo da Sequência de Ensino Investigativa

Discutir como se deu o processo de evolução da descoberta da fotossíntese.

### ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

#### Desenvolvimento da SEI

Toda SEI inicia por um problema proposto pelo professor com o objetivo de despertar a curiosidade dos estudantes e introduzi-los em uma situação-problema, visando que os estudantes desenvolvam experimentos, observem as variáveis em torno da situação-problema, levantem hipóteses, trabalhem em grupo, observem as variáveis diante do fenômeno e os conceitos científicos. Geralmente, a introdução do problema pelo professor é antecedida por uma contextualização em torno do problema a ser posto.

Carvalho (2014) determina que a SEI de Texto Histórico é uma das formas de criar visões mais contextualizadas sobre o trabalho científico, discutindo a



construção do conhecimento desde a sua gênese até sua concepção atual. As atividades de Texto Histórico acontecem em forma de discussão, começando com a proposição do problema, partindo para a discussão de ideias e seguindo para o compartilhamento de ideias. O papel do professor é de fomentar discussões, apresentar questões e mediar o trabalho dos estudantes, transformando a leitura em uma atividade de resolução e discussão de problemas e questões.

### 1) **Proposição do problema**

As plantas são produtoras. Em vez de consumirem alimentos para obter energia, elas produzem seu próprio alimento. Durante o processo de fotossíntese, as plantas absorvem energia da luz solar e a convertem em energia química armazenada em carboidratos. A fotossíntese envolve as mesmas moléculas e reações químicas em plantas terrestres e aquáticas. Mas como esse saber do processo da fotossíntese foi descoberto? Quem foram os pesquisadores que descobriram esse mecanismo de obtenção de alimento através da luz solar?

Desta forma, propomos o seguinte problema: **Como se deu o processo de evolução da descoberta da fotossíntese?** Para resolver este problema, os participantes irão realizar a leitura do texto extraído de Haven (2008), que discorre sobre o processo de evolução da descoberta da fotossíntese.

### 2) **Levantamento de hipóteses**

O levantamento de hipóteses será o momento em que os participantes irão discutir entre si algumas formas que julgam interessante para abordar o conceito de fotossíntese. Talvez seja necessário esclarecer o conceito de fotossíntese com os participantes, para que eles possam levantar algumas hipóteses para a discussão. Neste momento, a professora irá anotar em uma folha as hipóteses dos participantes e orientará que cada estudante escreva ao menos duas hipóteses levantadas.

### 3) **Desenvolvimento da SEI**

Os participantes serão separados em duplas e o texto será distribuído às respectivas duplas. Os participantes serão orientados que a discussão de ideias deve ser feita por meio de um debate. Assim, os participantes terão que fazer a

leitura do texto e desenvolver três perguntas sobre ele. As perguntas deverão ser desenvolvidas com base na categorização de perguntas discutida no Encontro 2.

Com as perguntas já desenvolvidas, começamos nosso debate. O professor, como mediador, fomenta a discussão a partir das perguntas desenvolvidas pelos participantes, produzindo *feedbacks* e auxiliando nas explicações científicas sobre o fenômeno em estudo.

#### 4) Conclusão

Ao final da discussão, retorna-se ao problema inicial, a saber: **Como se deu o processo de evolução da descoberta da fotossíntese?** Oralmente, os participantes podem responder a essa questão e também retornar as suas hipóteses para verificar se alguma ideia se assemelha às ideias relatadas no texto.

Em síntese, a SEI de Texto histórico contempla os três pressupostos do Ensino por Investigação (proposição do problema, sistematização do conhecimento e a escrita/desenho). A SEI Texto histórico contempla todos os pressupostos do Ensino por Investigação, sendo o primeiro pressuposto relativo à proposição do problema, o segundo pressuposto do Ensino por Investigação é a resolução do problema, o terceiro pressuposto é a sistematização do conhecimento e o quarto pressuposto é escrever/desenhar. Carvalho (2014) afirma que em uma SEI Texto Histórico, o professor pode se valer da verificação verbal dos estudantes como forma de verificação das respostas.

## APÊNDICE B - Sequência de Ensino Investigativa Recurso Tecnológico

Ministério da Educação



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Programa de Pós-Graduação em Formação  
Educativa, Científica e Tecnológica



### Sequência de Ensino Investigativa – Recurso Tecnológico

#### OBJETO DE CONHECIMENTO – Efeito Estufa

#### Base Nacional Comum Curricular - BNCC

##### *Competência*

Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

##### *Habilidade*

(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.

#### Objetivo da Sequência de Ensino Investigativa

O objetivo da SEI consiste em, por meio do simulador *Phet* Colorado, discutir os efeitos dos gases estufas no aquecimento da Terra e quais fatores podem influenciar no aumento da temperatura da Terra.

### ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

#### Desenvolvimento da SEI

Toda SEI inicia por um problema proposto pelo professor com o objetivo de despertar a curiosidade dos estudantes e introduzi-los em uma situação-problema, visando que os estudantes desenvolvam experimentos, observem as variáveis em

torno da situação-problema, levantem hipóteses, trabalhem em grupo, observem as variáveis diante do fenômeno e os conceitos científicos. Geralmente, a introdução do problema pelo professor é antecedida por uma contextualização em torno do problema a ser posto.

Carvalho (2014, p. 114) determina que a SEI Recurso Tecnológico é uma das formas de favorecer a visualização de elementos de fenômenos e, em simulações mais elaboradas, existe a possibilidade de modificar diversas variáveis em um fenômeno e observar os resultados provenientes dessas modificações. As atividades de Recursos Tecnológicos acontecem em aulas expositivas, com levantamento de hipóteses, confrontando os resultados obtidos nas simulações. Pode ser realizado em duplas ou pequenos grupos, promovendo o debate de ideias e delineando possíveis explicações (CARVALHO, 2014).

### 1) Proposição do problema

O efeito estufa é um fenômeno natural de extrema importância para a existência de vida na Terra. É responsável por manter as temperaturas médias globais, evitando que haja grande amplitude térmica e possibilitando o desenvolvimento dos seres vivos. Este fenômeno, no entanto, tem sido agravado pela ação antrópica, que tem elevado as emissões de gases de efeito estufa à atmosfera, provocando alterações climáticas em todo o planeta. Essa grande concentração de gases dificulta que o calor seja devolvido ao espaço, aumentando, conseqüentemente, as temperaturas do planeta.

Desta forma, propomos o seguinte problema: **Quais fatores favorecem o aumento da temperatura da Terra?** Para resolver este problema, os participantes irão utilizar o simulador *PhET* Colorado Efeito Estufa<sup>5</sup>.

### 2) Levantamento de hipóteses

O levantamento de hipóteses será o momento em que os participantes irão discutir entre si o que é o efeito estufa, como ele acontece e quais fatores podem potencializá-lo ou não. Durante essa discussão, o professor irá anotar suas

---

<sup>5</sup> Mais informações podem ser acessadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_pt_BR.html). Acesso em: 31 out. 2022.

hipóteses, se atentando para possíveis concepções que não estejam de acordo com a explicação científica sobre o fenômeno.

### 3) Desenvolvimento da SEI

Para que os participantes do curso de extensão se familiarizem com o simulador, será dado um tempo para que acessem o *link* do simulador e comecem a manipulá-lo, percebendo quais são as variáveis existentes e como ele funciona.

Em seguida, o professor, em conjunto com os participantes, deve manipular o simulador para que possam debater, confrontar os resultados e verificar suas hipóteses. Assim, este é o momento em que o professor irá modificar as variáveis existentes no simulador, como: adicionar ou retirar nuvens, verificar os diferentes períodos (era do gelo, anos 1750, 1950 e 2020), aumento ou diminuição dos raios solares e infravermelhos e aumento na concentração do gás do efeito estufa.

Por meio dessas variáveis, o professor pode questionar os participantes sobre como a presença de nuvens aumentam ou diminuem a temperatura, o que acontece quando há uma alta ou baixa expressiva no gás do efeito estufa, qual a importância desse gás. Ao longo dos diferentes períodos, qual foi a diferença na temperatura da Terra? Como a quantidade do gás do efeito estufa mudou ao longo dos anos? Como o aumento da atividade humana interfere no aumento da temperatura?

Durante todo o momento de discussão e uso do simulador, os participantes podem anotar esses resultados, pois, ao final, eles terão que desenvolver um gráfico comparativo entre as variáveis.

### 4) Conclusão

Ao final da discussão, retorna-se ao problema inicial, a saber: **Quais fatores favorecem o aumento da temperatura da Terra?** Após as discussões, responde-se a esse problema, refletindo e discutindo sobre a consequência do aumento da temperatura na Terra, ou seja, quais condições meteorológicas podem ser potencializadas e como ambientes ou animais podem ser afetados por ele.

Após essa discussão, os participantes irão produzir um gráfico demonstrando a relação entre a temperatura e a concentração de gases ou a

relação entre a temperatura e os diferentes períodos (era do gelo, anos 1750, 1950 e 2020).

Em síntese, a SEI de Recurso Tecnológico abrange os três pressupostos do Ensino por Investigação (proposição do problema, sistematização do conhecimento e a escrita/desenho). A SEI Recurso Tecnológico, por meio das suas etapas desenvolvidas, contempla todos os pressupostos do Ensino por Investigação, sendo que o primeiro pressuposto relativo à proposição do problema corresponde à etapa 1 da SEI de Recurso Tecnológico. O segundo pressuposto do Ensino por Investigação, que é a sistematização do conhecimento, corresponde às etapas 2 e 3 e o terceiro pressuposto do Ensino por Investigação, que é escrever/desenhar, corresponde à etapa 4.

## APÊNDICE C - Sequência de Ensino Investigativa Experiência de Demonstração Investigativa

Ministério da Educação



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Programa de Pós-Graduação em Formação

Educacional, Científica e Tecnológica



### Sequência de Ensino Investigativa – Experiência de Demonstração Investigativa

**OBJETO DE CONHECIMENTO** – Fotossíntese

#### Base Nacional Comum Curricular - BNCC

##### *Competência*

Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.

##### *Habilidade*

(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.

#### Objetivo da Sequência de Ensino Investigativa

Discutir o fenômeno da fotossíntese e, por meio do experimento científico, evidenciar a realização da fotossíntese pela planta.

#### ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

##### Desenvolvimento da SEI

Toda SEI inicia por um problema proposto pelo professor com o objetivo de despertar a curiosidade dos estudantes e introduzi-los em uma situação-problema, visando que os estudantes desenvolvam experimentos, observem as variáveis em torno da situação-problema, levantem hipóteses, trabalhem em grupo, observem as variáveis observadas diante do fenômeno e os conceitos científicos. Geralmente, a

introdução do problema pelo professor é antecedida por uma contextualização em torno do problema a ser posto.

Carvalho (2014) determina que a SEI de Experiência de Demonstração Investigativa é dividida em quatro etapas, a saber: 1) proposição do problema; 2) realização do experimento; 3) sistematização do conhecimento; e 4) registro. Para isso, inicia-se o desenvolvimento dessa SEI de Experiência de Demonstração Investigativa com uma contextualização em torno do fenômeno da fotossíntese, seguindo as etapas supramencionadas.

Esse experimento pode ser relacionado com a SEI Texto Histórico, onde fez-se a leitura de um texto que trazia a evolução da descoberta do processo de fotossíntese realizado pela planta.

### 1) Proposição do problema

As plantas são produtoras. Em vez de consumirem alimentos para obter energia, elas produzem seu próprio alimento. Durante o processo de fotossíntese, as plantas absorvem energia da luz solar e a convertem em energia química armazenada em carboidratos. A fotossíntese envolve as mesmas moléculas e reações químicas em plantas terrestres e aquáticas.

Desta forma, propomos o seguinte problema: **Como pode-se evidenciar a realização da fotossíntese pela planta?** Para resolver este problema, os participantes irão realizar um experimento com uma planta aquática (*Elodea* sp.) para visualizar a produção de oxigênio pela planta.

### 2) Realização do experimento

Antes da realização do experimento, os participantes serão convidados a refletir sobre o fenômeno da fotossíntese. No terceiro encontro fez-se a leitura de um texto que trazia o processo evolutivo da descoberta da fotossíntese, porém, nem todos estavam presentes. Assim, será separado um momento para o levantamento de hipóteses como as possíveis respostas para a pergunta do problema.

Em seguida, se inicia o experimento, mostrando aos participantes quais serão os materiais utilizados para o experimento, sendo: a planta aquática, dois aquários, dois funis de vidro, dois tubos de ensaio, uma colher, bicarbonato de sódio, duas lâmpadas e água.



Antes de começar a montagem do experimento, os participantes serão questionados a respeito de cada material utilizado para a realização do experimento, ou seja, qual seria o papel de cada material para a busca da resposta ao problema. Após as discussões, monta-se o experimento, seguindo a ordem: a) encher quase que completamente os aquários com água; b) em um dos aquários colocar uma colher cheia de bicarbonato de sódio e misturar; c) colocar de dois a três ramos da planta aquática no bojo do funil de vidro; d) posicionar o funil com a planta virado com o bojo virado para o fundo do aquário; e) encher o tubo de ensaio com água, não deixando espaço de ar no tubo. Com o polegar, fechar o topo do tubo de ensaio; f) posicionar o tubo de ensaio na torneira do funil, não permitindo a entrada de ar no funil; g) ligar a lâmpada e posicioná-la bem próxima ao aquário.



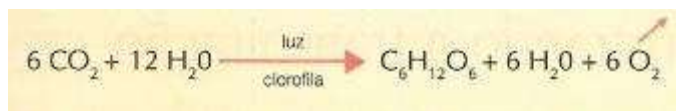
Conforme a montagem do aparato experimental for acontecendo, as perguntas podem ser realizadas aos participantes de forma a engajá-los nessa parte do processo experimental. As perguntas podem ser a partir das etapas da montagem, como: plantas aquáticas realizam fotossíntese como plantas terrestres? Qual é a função do bicarbonato de sódio? Como o bicarbonato pode participar da realização da fotossíntese? Qual a função da lâmpada no experimento? Sabendo de um dos produtos finais da fotossíntese (oxigênio), como poderei observar esse

produto? Essas podem ser algumas perguntas utilizadas para engajar os participantes durante a montagem, podendo discutir algumas concepções errôneas que os participantes podem ter sobre o fenômeno em questão. A observação do resultado pode ser verificada a partir de uns 15 minutos, após a montagem final do experimento.

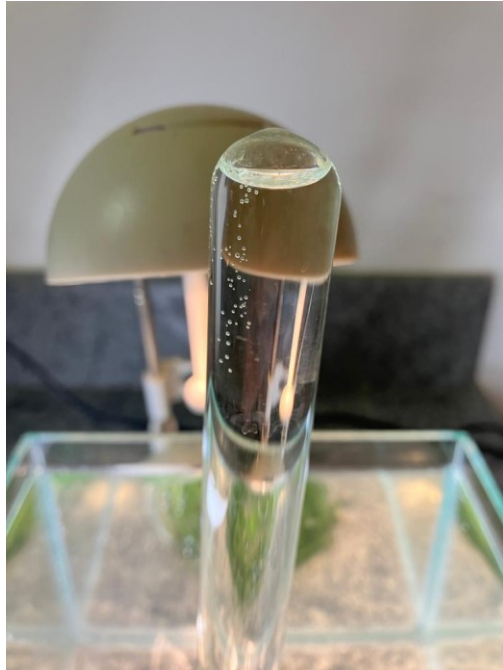
### 3) Sistematização do conhecimento

Com todos os participantes, pode-se discutir os resultados. Ao final de 15 minutos, é possível verificar o surgimento de bolhas no topo do tubo de ensaio. Lembrando que foram montados dois aparatos experimentais, um com bicarbonato de sódio e outro sem. É possível observar dois resultados diferentes a respeito da quantidade de oxigênio liberado.

Assim, os participantes são convidados a observarem o que se encontra no topo do tubo do ensaio. É possível visualizar bolhas de ar. Mas como esse oxigênio foi produzido? A conversa se inicia sobre como acontece o processo da fotossíntese na planta, onde a planta retira do seu ambiente água, minerais e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A água e o CO<sub>2</sub> são utilizados durante a realização do processo, no experimento, se aumenta a concentração de CO<sub>2</sub> adicionando bicarbonato de sódio na água. Quando a lâmpada é ligada, se mimetiza a luz solar que existe na natureza. Essa luz irá fazer a quebra das moléculas de água e CO<sub>2</sub> para transformar em glicose, água e oxigênio.



Como resultado final desse experimento, a planta libera para o ambiente as moléculas de oxigênio, que no experimento ficaram presas no topo do tubo de ensaio. Ainda pode-se fazer a comparação da quantidade de oxigênio produzida no outro aparato, onde se percebe uma baixa produção de oxigênio, ou seja, uma menor produção de bolhas. Em discussão com os participantes, pode-se discutir que a baixa concentração de CO<sub>2</sub> pode interferir na realização de fotossíntese, produzindo menos oxigênio.



#### 4) Registro

A etapa do registro é onde os participantes irão retornar ao problema inicial, a saber: **Como pode-se evidenciar a realização da fotossíntese pela planta?** Em seguida, os participantes irão fazer um desenho representando o experimento realizado, evidenciando a realização da fotossíntese pela planta.

Em síntese, a SEI de Experiências de Demonstração Investigativa contempla os três pressupostos do Ensino por Investigação (proposição do problema, sistematização do conhecimento e a escrita/desenho). A SEI Experiências de Demonstração Investigativa, por meio das suas quatro etapas desenvolvidas, contempla todos os pressupostos do Ensino por Investigação, sendo que o primeiro pressuposto relativo à proposição do problema corresponde à etapa 1 da SEI de Experiências de Demonstração Investigativa. O segundo e o terceiro pressupostos do Ensino por Investigação, que é a resolução do problema e a sistematização do conhecimento, correspondem às etapas 2 e 3 da SEI de Experiências de Demonstração Investigativa. O quarto pressuposto do Ensino por Investigação, que é escrever/desenhar, corresponde à etapa 4 da SEI de Experiências de Demonstração Investigativa.

## APÊNDICE D - Sequência de Ensino Investigativa Laboratório Aberto

Ministério da Educação



Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Programa de Pós-Graduação em Formação

Educacional, Científica e Tecnológica



### Sequência de Ensino Investigativa – Laboratório aberto

#### OBJETO DE CONHECIMENTO – Solubilidade

#### Base Nacional Comum Curricular - BNCC

##### *Competência*

Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

##### *Habilidade*

(EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.

#### Objetivo da Sequência de Ensino Investigativa

Discutir o conceito de solubilidade, evidenciando o papel do sabão na dissolução da gordura, por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) do tipo Laboratório Aberto.

#### ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

##### Desenvolvimento da SEI

Toda SEI inicia por um problema proposto pelo professor com o objetivo de despertar a curiosidade dos estudantes e introduzi-los em uma situação-problema,

visando que os estudantes desenvolvam experimentos, observem as variáveis em torno da situação-problema, levantem hipóteses, trabalhem em grupo, observem as variáveis diante do fenômeno e os conceitos científicos. Geralmente, a introdução do problema pelo professor é antecedida por uma contextualização em torno do problema a ser posto.

Carvalho (2014) determina que a SEI de Laboratório Aberto é dividida em seis etapas, a saber: 1) proposição do problema; 2) levantamento de hipóteses; 3) elaboração do plano de trabalho; 4) montagem do arranjo experimental e coleta de dados; 5) análise de dados; e 6) conclusão. Para isso, inicia-se o desenvolvimento da SEI Laboratório Aberto com uma contextualização em torno do conceito científico de solubilidade, seguindo as etapas supramencionadas.

### 1) **Proposição do problema**

A solubilidade é a capacidade máxima que uma substância tem de se dissolver uma à outra. Ela está relacionada com a capacidade que um material, denominado soluto, apresenta de ser dissolvido por outro, o solvente. Como um soluto se dissolve depende dos tipos de ligações químicas entre o soluto e o solvente. A polaridade das substâncias está relacionada com as ligações entre seus átomos como um todo.

As ligações polares são ligações entre átomos iguais, como hidrogênio com hidrogênio, onde as forças intermoleculares são iguais. As ligações apolares são entre átomos diferentes, como hidrogênio com o oxigênio, onde as forças intermoleculares tendem ao oxigênio, por este ser mais eletronegativo que o hidrogênio.

Desta forma, se propõe o seguinte problema: **Como é possível ensinar o conceito de solubilidade para estudantes dos Anos Iniciais de modo experimental?** Para resolver este problema, os participantes irão realizar um experimento chamado “leite mágico”. A partir deste experimento, os participantes poderão discutir a ação do sabão na dissolução da gordura do leite, ou seja, como pode-se perceber a ação do sabão na dissolução da gordura do leite.

### 2) **Levantamento de hipóteses**

O levantamento de hipóteses será o momento em que os participantes irão discutir entre si algumas formas que julgam interessante para abordar o conceito de solubilidade. Talvez seja necessário esclarecer o conceito de solubilidade com os participantes, para que eles possam levantar algumas hipóteses para a discussão. Neste momento, a professora irá anotar em uma folha as hipóteses dos participantes e orientará que cada estudante escreva ao menos duas hipóteses levantadas.

### **3) Elaboração do plano de trabalho**

Os participantes serão separados em grupos e a professora mostrará aos participantes alguns materiais (leite integral, semidesnatado e desnatado, corante nas cores verde, rosa e azul, detergente, cotonete, algodão e prato descartável) que eles usarão para uma possível solução do problema, proposto na etapa anterior (Como é possível ensinar o conceito de solubilidade para estudantes dos Anos Iniciais de modo experimental?).

Com os grupos, se discutirá como realizar o experimento na tentativa de solucionar o problema proposto. Com os materiais, deve-se decidir como será feita a montagem experimental e os instrumentos para coleta de dados e análise, tendo em vista os recursos disponíveis.

### **4) Montagem do arranjo experimental e coleta de dados**

Esta é a etapa prática, onde os grupos irão montar o experimento com base nos materiais disponibilizados e iniciar a coleta de dados, conforme acordado na etapa anterior. Os participantes podem utilizar instrumentos de coleta, como imagens fotográficas, cronômetro (medir quanto tempo levou para diminuir a visualização), anotações em folhas de papel ou gráficos. É importante que os estudantes vão registrando as suas observações em torno do experimento em desenvolvimento, bem como testando suas hipóteses levantadas.



## 5) Análise de dados

Com base nos dados obtidos, é necessário que estes sejam analisados para que possam fornecer informações sobre o problema posto na primeira etapa. Algumas perguntas feitas pela professora podem auxiliar os participantes na análise dos seus dados, como:

- ✓ Que resultados se observa com o experimento (com a presença e sem a presença de corante)?
- ✓ Houve diferença quando testado os três tipos de leite? Qual a diferença? Qual a evidência?
- ✓ Qual o papel do corante no experimento?
- ✓ Qual o papel do sabão no experimento? Como ele contribui para o resultado observado? Como o sabão auxilia na compreensão de solubilidade?

## 6) Conclusão

Deve-se discutir o resultado do experimento com todos os participantes, sendo: Quando o corante entra em contato com o leite, não há mistura dos elementos, pois a gordura do leite impede. Então, com o acréscimo do detergente, ocorre a quebra das moléculas da gordura resultando na mistura de ambos. A ação do detergente pode ser entendida como processo de remoção de gordura, devido à presença de moléculas polares (que interagem com a água) e apolares (que interagem com a gordura). O fenômeno da movimentação dos corantes ocorre

devido às micelas do detergente, glóbulos que concentram na parte interna moléculas apolares e moléculas polares na parte externa. E quando as micelas se movimentam, as moléculas apolares vão removendo a gordura, causando o efeito “psicodélico” do corante no leite.

Após essa discussão, retornar ao problema inicial, a saber: **Como é possível ensinar o conceito de solubilidade para estudantes dos Anos Iniciais de modo experimental?** Retornar também às hipóteses para verificar se alguma ideia se assemelha ao experimento realizado. Assim, caberá a cada estudante escrever em uma folha de papel uma resposta para o problema proposto.

Em síntese, a SEI de Laboratório Aberto contempla os três pressupostos do Ensino por Investigação (proposição do problema, sistematização do conhecimento e a escrita/desenho). A SEI Laboratório Aberto, por meio das suas seis etapas desenvolvidas, contempla todos os pressupostos do Ensino por Investigação, sendo que o primeiro pressuposto relativo à proposição do problema corresponde às etapas 1 e 2 da SEI de Laboratório Aberto. O segundo e o terceiro pressupostos do Ensino por Investigação, que é a resolução do problema e a sistematização do conhecimento, correspondem às etapas 3, 4, 5 e 6 da SEI de Laboratório Aberto. Por fim, o quarto pressuposto do Ensino por Investigação, que é escrever/desenhar, corresponde à etapa 6 da SEI de Laboratório Aberto.



## **APÊNDICE E - Perguntas Entrevista Semiestruturada**

### **Perguntas**

- 1) Você, enquanto professor(a) de Ciências, possui qual compreensão sobre a pergunta no ensino de Ciências?
- 2) Você, enquanto professor(a) de Ciências, possui qual compreensão sobre a pergunta na aprendizagem de Ciências?
- 3) Na sua opinião, o uso da pergunta no ensino de Ciências promove a aprendizagem? Por quê?
- 4) Em relação aos tipos de categorias de perguntas abordados no curso de extensão, você já tinha algum conhecimento sobre as mesmas?
  - 4.1) Você julga que o conhecimento dessas diferentes categorias de perguntas pode contribuir para sua prática docente?
  - 4.2) Você poderia dar algum exemplo?

### **Ensino por Investigação**

- 5) Durante sua trajetória docente, você teve alguma(s) experiência(s) com o Ensino por Investigação? Qual/Quais? Você poderia descrever?
- 6) Na sua opinião, o Ensino de Ciências por Investigação pode favorecer/contribuir com a aprendizagem de Ciências? Por quê?

### **Sequências de Ensino Investigativa**

- 7) Durante o curso de extensão foram abordadas algumas SEI. Qual foi a Sequência abordada que mais te despertou interesse? Por quê?
- 8) Na sua opinião, existe relação entre a pergunta, o Ensino por Investigação e as SEI? Você poderia descrever?

### **Sobre o curso**

- 9) Diante do curso de extensão que você realizou, qual sua avaliação sobre o curso?
  - 9.1) Você julga que o tema do curso contribui para sua prática docente? Descreva.

## ANEXO A - Texto utilizado na SEI Textos Históricos

### FOTOSSÍNTESE

21

**Ano da descoberta: 1779**

**O que é?** As plantas usam a luz do sol para transformar o dióxido de carbono em matéria vegetal.

**Quem descobriu?** Jan Ingenhousz

#### POR QUE ESTA É UMA DAS 100 MAIORES?

A fotossíntese é o processo que aciona a produção das plantas em toda a Terra. É também o processo que produz a maior parte do oxigênio que existe na atmosfera para respirarmos. As plantas e o processo da fotossíntese são os elementos-chave no decisivo (para os humanos e outros mamíferos) ciclo do oxigênio planetário. Quando Jan Ingenhousz descobriu o processo da fotossíntese, aprimorou o entendimento básico de como as plantas funcionam neste planeta e ajudou a ciência a obter uma compreensão melhor a respeito de dois importantes gases atmosféricos: o oxigênio e o dióxido de carbono. A moderna engenharia rural e as ciências da terra devem a sua fundação à descoberta de Ingenhousz.

#### COMO FOI A DESCOBERTA?

Jan Ingenhousz nasceu em Breda, nos Países Baixos, em 1730. Foi educado para ser médico e se estabeleceu na sua cidade natal para exercer a profissão.

Em 1774, Joseph Priestley descobriu o oxigênio e fez experiências com esse novo gás. Em uma delas, ele introduziu uma vela acesa dentro de um jarro cheio de oxigênio puro e deixou-a queimar até que todo o oxigênio foi consumido e a chama apagou-se. Sem deixar que nenhum novo ar entrasse no jarro, Priestley colocou um galhinho de menta no jarro para ver se morreria no ar "ruim". Dois meses depois, Priestley colocou um camundongo no jarro. Ele

continuou vivendo, o que provava que a planta da menta havia restaurado o oxigênio ao ar dentro do jarro. Mas esta experiência nem sempre funcionava. Priestley admitiu que se tratava de um mistério e partiu para outros estudos.

Em 1777, Ingenhousz leu a respeito das experiências de Priestley e ficou fascinado. Sem conseguir pensar em outra coisa, decidiu investigar e explicar o mistério de Priestley.

Durante os dois anos seguintes, Ingenhousz realizou quinhentas experiências tentando explicar cada variante e cada contingência possível. Ele projetou duas formas de captar o gás produzido por uma planta. Uma era colocar a planta num recinto inteiramente vedado. A outra era submergir a planta.

Ingenhousz usou os dois sistemas, mas achou mais fácil coletar e estudar o gás recolhido embaixo d'água, como pequeninas bolhas. Todas as vezes em que ele coletava o gás liberado de uma planta, fazia testes para ver se a chama se manteria queimando (contendo oxigênio) ou se se apagaria (contendo óxido de carbono). Ingenhousz ficou pasmado diante da beleza e da simetria que descobriu. Os seres humanos respiravam oxigênio e expiravam gás carbônico. As plantas faziam exatamente o oposto, de certa maneira. As plantas sob a luz do sol absorviam o dióxido de carbono liberado pelos seres humanos e produziam oxigênio renovado para respirarmos. Contudo, as plantas mergulhadas na sombra ou à noite (no escuro) faziam exatamente o oposto. Agiam como os seres humanos, absorvendo oxigênio e produzindo dióxido de carbono. Depois de centenas de testes, Ingenhousz determinou que as plantas produziam muito mais oxigênio do que absorviam. As plantas mergulhadas na água produziam uma sucessão regular de minúsculas bolhas de oxigênio quando sob a luz direta do sol. A produção das bolhas cessava à noite. Se as plantas fossem deixadas por períodos longos no escuro, exalavam um gás que podia apagar uma chama. Quando ele colocou a mesma planta sob a luz direta do sol, ela produzia um gás que transformava uma brasa brilhante em um inferno incandescente. A planta estava de novo produzindo oxigênio.

Ingenhousz mostrou que a produção de gás dependia da luz do sol. Ele continuou a fazer suas experiências e demonstrou que as plantas não produziam nova massa (folha, caule ou galho) através de uma absorção da matéria do chão (como os demais acreditavam). O chão não perdia massa à medida que uma planta crescia. Ingenhousz mostrou que o crescimento de uma nova planta tinha de ser por causa do sol. As plantas captavam o carbono do dióxido de carbono no ar e o convertiam em nova matéria vegetal na presença da luz do sol.

Ingenhousz tinha descoberto o processo da *fotossíntese*. Ele provou que as plantas criavam massa nova “do ar”, fixando carbono com a luz do sol. Em 1779, ele publicou o resultado das suas pesquisas — *Experiments Upon Vegetables* (Experiências com vegetais). O nome *fotossíntese* foi criado alguns anos mais tarde. Vem de palavras gregas que significam “juntado pela luz”.

**Curiosidade:** Descobriu-se que algumas espécies de bambus chegam a crescer 91 cm por dia. Quase que se pode vê-los crescendo!