



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO EM  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

INICIAÇÃO À CIÊNCIA: UMA ANÁLISE DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS  
COM CRIANÇAS

CATHERINE FLOR GERALDI VOGT

CASCAVEL – PR  
2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO EM MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA**

**INICIAÇÃO À CIÊNCIA: UMA ANÁLISE DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS  
COM CRIANÇAS**

**CATHERINE FLOR GERALDI VOGT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Campus de Cascavel como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Marcia Borin da Cunha

**CASCADEL - PR**

**2020**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Vogt, Catherine Flor Geraldí

INICIAÇÃO À CIÊNCIA : Uma análise de atividades investigativas com crianças / Catherine Flor Geraldí Vogt; orientador(a), Marcia Borin da Cunha, 2020.  
192 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática Ensino de Ciências e Matemática, 2020.

1. Ensino de Ciências. 2. Atividades Experimentais. 3. Níveis progressivos de investigação. 4. Iniciação Científica. I. Cunha, Marcia Borin da. II. Título.

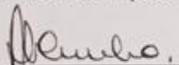
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

CATHERINE FLOR GERALDI VOGT

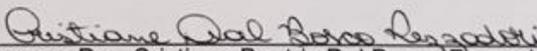
INICIAÇÃO À CIÊNCIA: UMA ANÁLISE DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM  
CRIANÇAS

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Educação em Ciências e Educação Matemática, área de concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação em ciências, APROVADA pela seguinte banca examinadora.



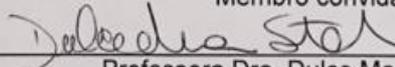
---

Professora Dra. Marcia Borin da Cunha  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
Orientadora



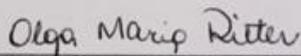
---

Professora Dra. Cristiane Beatriz Dal Bosco Rezzadori  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Membro convidado



---

Professora Dra. Dulce Maria Strieder  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



---

Professora Dra. Olga Maria Schimidt Ritter  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Cascavel, 09 de março de 2020

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha família, pela acolhida de sempre, pela força e pelo apoio incondicional que me ajudaram a alcançar os meus objetivos.

Minha gratidão especial a meu esposo, Rafael José Vogt, por seu companheirismo durante toda essa trajetória, principalmente no período em que estive grávida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Marcia Borin da Cunha, por me inspirar. Agradeço a sua generosidade e disposição de partilhar seus conhecimentos e a sua atenção, ao longo do desenvolvimento deste trabalho, o que me fortaleceu em minha caminhada árdua de pesquisa.

Às Professoras Dra. Dulce Maria Strieder, Dra. Cristiane Beatriz Dal Bosco Rezzadori, Dra. Olga Maria Schimidt Ritter e Dra. Lourdes Aparecida Della Justina, que fizeram parte da Banca como avaliadoras, por disporem de seu tempo e conhecimento para contribuir com esta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Educação em Ciências, por suas aulas e esclarecimentos.

Manifesto também o agradecimento a todos os membros do grupo de estudos GEPIEC pelas contribuições e diálogos enriquecedores.

De modo muito especial, meu último agradecimento dirijo-o às crianças participantes neste estudo, que me desafiaram, constantemente, com as suas inquietações e, assim, contribuíram para este processo de investigação.

[...] fui despertado por uma doce voz de criança, que disse:  
– Por favor... desenhe um carneirinho para mim!  
[...] tirei da mochila uma folha de papel e uma caneta. Fiz então este desenho.  
[...] ele fitou o desenho atentamente e disse:  
– Nada disso! Esse desenho é muito ruim. Faça outro.  
Fiz este [...]  
Meu amigo sorriu educadamente:  
– Está na cara... Isso não é um carneiro, é um bode. Tem até chifres...  
Então, refiz o desenho. De novo, ele protestou [...]  
Então, já impaciente, [...] rabisquei este desenho. E arrisquei:  
– Isto é uma caixa. Dentro dela está seu carneiro.  
Fiquei surpreso ao ver iluminar o rosto de meu jovial juiz:  
– É exatamente como eu queria! Será preciso muito capim para alimentar este carneirinho?

(Trecho da obra "O pequeno príncipe", livro que ganhei carinhosamente do meu irmão Murilo Max Geraldi)

VOGT, C, F, G. **INICIAÇÃO À CIÊNCIA:** Uma análise de atividades investigativas com crianças. 2020. 192 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2020.

## RESUMO

A iniciação à Ciência para as crianças deve propiciar atitudes que promovam a construção do conhecimento científico escolar, frente à exploração do mundo físico e químico. Em vista disso, buscamos desenvolver essa performance, apoiando nossa pesquisa em atividades investigativas, pois uma das possibilidades de fazer Ciência, na escola, é por meio da *Experimentação*. Os sujeitos são estudantes de oito e nove anos de idade, pertencentes a uma turma multisseriada de 3º e 4º ano de uma escola rural pública localizada no interior do município de Toledo/PR. Por meio de uma adaptação de atividades de Ciências em níveis progressivos de investigação, de autoria de Banchi e Bell (2008), as crianças tiveram a oportunidade de participar de uma sequência de atividades experimentais em quatro níveis de investigação. No Nível 1, as crianças receberam uma questão, o procedimento e a solução, de forma que foram orientadas num roteiro fechado. A proposta era que confirmassem quais métodos conservam os alimentos. Na atividade de Nível 2, as crianças receberam apenas uma questão e o procedimento, cuja proposta foi encontrar quais são os componentes do leite. No Nível 3, as crianças receberam apenas uma questão, sendo, portanto, uma proposta mais aberta, que foi a de elaborar uma receita de bolo e prepará-lo. No Nível 4 de investigação, as crianças receberam apenas um tema de pesquisa, devendo, assim, desenvolver um projeto (com uma questão, procedimento e solução) abordando o assunto “reutilização e/ou reciclagem de restos de alimentos”. Para cada atividade propusemos situações de ensino - *Questão, Procedimento, Solução e Observação*, metodologia que determina o quanto de informação o professor fornece ao estudante. Esse esforço objetivou investigar as contribuições dessas atividades para a iniciação científica escolar, sob a ótica de uma “grelha de indicadores” de autoria de Astolfi *et al.* (1998). Para a construção de dados utilizamos uma câmera de vídeo, transcrições das falas das crianças e registros fotográficos produzidos por elas. Para tanto disponibilizamos uma câmera fotográfica digital para que as crianças fizessem os registros. A partir de tais elementos, construímos narrativas para a análise. Como resultado, foi possível identificar a capacidade que as crianças demonstraram ao trabalhar nas atividades de investigação nos níveis 1, 2 e 3. Já no Nível 4, algumas delas apresentaram dificuldades de elaborar por conta própria uma investigação aberta. Optamos por esse tipo de abordagem por acreditar que as crianças se sentem confiantes dentro desse processo, o qual lhes permite desenvolver sua capacidade de iniciativa, de questionamento e de criação, o que leva à iniciação à ciência escolar.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Atividades experimentais; Níveis progressivos de investigação; Iniciação Científica; Crianças.

VOGT, C. F. G. **THE INITIATION TO SCIENCE:** An analysis of investigative activities with children. 2020. 192 f. Dissertation (master's in science Education and Mathematical Education) – Graduate Program in Science Education and Mathematical Education, State University of Western Paraná – Unioeste, Cascavel, 2020.

## ABSTRACT

The initiation to Science for children should provide attitudes that promote the construction of school scientific knowledge, in view of the exploration of the physical and chemical world. In view of this, we seek to develop this performance, supporting our research in investigative activities, because one of the possibilities of doing Science, at school, is through - Experimentation. The subjects are students from eight to nine years old, belonging to a multi-grade class of 3rd and 4th year of a public rural school located in the interior of the city of Toledo / PR. Through an adaptation of science activities at progressive levels of investigation, authored by Banchi and Bell (2008), children had the opportunity to participate in a sequence of experimental activities at four levels of investigation. At Level 1, children receive a question, procedure and solution, so they are guided in a closed script. The proposal is to confirm which methods conserve food. In the Level 2 activity, children receive only one question and procedure, the purpose of which was to find out which components are present in the milk. At Level 3, children receive only one question, so the proposal is more open, to prepare a cake recipe and prepare it. At Level 4 of investigation, children receive only one research topic, so they must develop a project (with a question, procedure and solution) addressing the subject "reuse and / or recycling of food scraps" and present at a Food Fair. Sciences. For each activity, we propose teaching situations - Question, Procedure, Solution and Observation, which determines how much information the teacher provides to the student. This effort aimed to investigate the contributions of these activities to school scientific initiation, from the perspective of a "grid of indicators" by Astolfi *et al.* (1998). We made a digital photo camera available for the children to make records. For the construction of data, we used a video camera, transcriptions of the children's speeches and photographic records produced by them. From these elements, we build narratives for analysis. As a result, it was possible to identify the ability that children demonstrated to work in research activities at level 1, 2 and 3. At level 4, some of them had difficulties to develop an open investigation on their own. We chose this type of approach because we believe that children feel confident within this process and at the same time develop the capacity for initiative, questioning and creation that lead to school science initiation.

**Keywords:** Science teaching; Experimental activities; Progressive levels of research; Scientific research; Children.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Sistematização de atividades em níveis progressivos de investigação .....	35
<b>Quadro 2:</b> Atividades que influenciaram a construção do objeto de estudo ....	59
<b>Quadro 3:</b> Sistematização da atividade para um experimento de Nível 1 de investigação .....	61
<b>Quadro 4:</b> Sistematização da atividade para um experimento de Nível 2 de investigação .....	63
<b>Quadro 5:</b> Estrutura da atividade experimental no Nível 3 de investigação ....	64
<b>Quadro 6:</b> Sistematização da atividade para um experimento de Nível 4 de investigação .....	66
<b>Quadro 7:</b> Descrição das atividades.....	71
<b>Quadro 8:</b> Organização das atividades .....	72
<b>Quadro 9:</b> Os indicadores e os seus efeitos.....	73
<b>Quadro 10:</b> Resumo das atividades, episódios e indicativos a serem analisados .....	76
<b>Quadro 11:</b> Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos. ....	82
<b>Quadro 12:</b> Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos. ....	87
<b>Quadro 13:</b> Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos. ....	95
<b>Quadro 14:</b> Indicadores identificados no Episódio 4 e seus efeitos .....	108
<b>Quadro 15:</b> Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos. ....	119
<b>Quadro 16:</b> Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos. ....	126
<b>Quadro 17:</b> Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos. ....	143
<b>Quadro 18:</b> Indicadores identificados no Episódio 4 e seus efeitos. ....	149
<b>Quadro 19:</b> Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos. ....	152
<b>Quadro 20:</b> Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos. ....	158
<b>Quadro 21:</b> Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos. ....	167
<b>Quadro 22:</b> Trabalhos apresentados na Feira de Ciências. ....	170

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Selfie</i> do estudante <b>H</b> .....	89
<b>Figura 2:</b> <i>Selfie</i> da estudante <b>N</b> .....	89
<b>Figura 3:</b> <i>Selfie</i> da estudante <b>I</b> .....	89
<b>Figura 4:</b> <i>Selfie</i> do estudante <b>J.P</b> .....	89
<b>Figura 5:</b> Momento de descontração.....	90
<b>Figura 6:</b> Colega fotografando.....	90
<b>Figura 7:</b> A pesquisadora.....	90
<b>Figura 8:</b> A professora da turma.....	90
<b>Figura 9:</b> Texto de discussão.....	91
<b>Figura 10:</b> Gravador.....	91
<b>Figura 11:</b> Materiais e solução.....	98
<b>Figura 12:</b> Materiais e solução.....	98
<b>Figura 13:</b> Materiais e solução .....	98
<b>Figura 14:</b> Materiais e solução.....	98
<b>Figura 15:</b> Materiais e solução.....	98
<b>Figura 16:</b> Conta-gotas.....	99
<b>Figura 17:</b> Tubos de ensaio.....	99
<b>Figura 18:</b> Tubos de ensaio.....	100
<b>Figura 19:</b> Tubos de ensaio.....	100
<b>Figura 20:</b> Cortando repolho roxo.....	100
<b>Figura 21:</b> Pedacos de repolho roxo.....	100
<b>Figura 22:</b> Macerando repolho roxo.....	101
<b>Figura 23:</b> Solução de repolho roxo.....	101
<b>Figura 24:</b> Manuseando o experimento.....	101
<b>Figura 25:</b> Resultado do experimento.....	101
<b>Figura 26:</b> A pesquisadora com a maçã.....	111
<b>Figura 27:</b> A pesquisadora distribuindo materiais.....	111
<b>Figura 28:</b> Organizando as placas de Petri.....	111
<b>Figura 29:</b> Amostras de maçã.....	111
<b>Figura 30:</b> Amostras de maçã com reagentes e soluções.....	112
<b>Figura 31:</b> Estudante manipulando as amostras.....	112
<b>Figura 32:</b> Observando o experimento.....	113
<b>Figura 33:</b> Anotações sobre o experimento.....	113
<b>Figura 34:</b> As crianças observando os recursos didáticos.....	116
<b>Figura 35:</b> As crianças prestando atenção na pesquisadora.....	117
<b>Figura 36:</b> Pesquisadora questionando as crianças.....	118
<b>Figura 37:</b> Pesquisadora questionando as crianças.....	122
<b>Figura 38:</b> A gordura do leite.....	124
<b>Figura 39:</b> A gordura do leite.....	124
<b>Figura 40:</b> A gordura do leite.....	124
<b>Figura 41:</b> A gordura do leite.....	124
<b>Figura 42:</b> Leite industrializado desnatado.....	125
<b>Figura 43:</b> Experiência com o leite.....	130
<b>Figura 44:</b> Experiência com o leite.....	130
<b>Figura 45:</b> Experiência com o leite.....	130
<b>Figura 46:</b> Experiência com o leite.....	130

<b>Figura 47:</b> Experiência com o leite.....	130
<b>Figura 48:</b> Vinagre no béquer de plástico.....	131
<b>Figura 49:</b> Vinagre no béquer de vidro.....	131
<b>Figura 50:</b> Vinagre no béquer de vidro.....	131
<b>Figura 51:</b> Vinagre no béquer de plástico.....	131
<b>Figura 52:</b> Vinagre no leite.....	132
<b>Figura 53:</b> Vinagre no leite.....	132
<b>Figura 54:</b> Vinagre no leite.....	132
<b>Figura 55:</b> Vinagre no leite.....	132
<b>Figura 56:</b> As crianças utilizando a câmera fotográfica.....	133
<b>Figura 57:</b> Estudante J.P fotografando.....	133
<b>Figura 58:</b> Estudante adicionando reagente.....	133
<b>Figura 59:</b> Retirada da proteína do leite.....	134
<b>Figura 60:</b> Proteína do leite.....	134
<b>Figura 61:</b> Proteína do leite.....	134
<b>Figura 62:</b> Mistura do vinagre no leite.....	134
<b>Figura 63:</b> Momento que a turma realizava a extração da proteína do leite....	134
<b>Figura 64:</b> Retirada da proteína do leite.....	135
<b>Figura 65:</b> Proteína do leite na placa.....	135
<b>Figura 66:</b> Proteína do leite na placa.....	135
<b>Figura 67:</b> Proteína do leite na placa.....	135
<b>Figura 68:</b> Proteína do leite na placa.....	135
<b>Figura 69:</b> Mistura de vinagre no leite.....	136
<b>Figura 70:</b> Misturando o vinagre no leite.....	136
<b>Figura 71:</b> Misturando o vinagre no leite.....	136
<b>Figura 72:</b> Separação da proteína do leite.....	136
<b>Figura 73:</b> Mistura do vinagre no leite.....	137
<b>Figura 74:</b> Misturando o vinagre no leite.....	137
<b>Figura 75:</b> Processo de filtração.....	137
<b>Figura 76:</b> Processo de filtração.....	137
<b>Figura 77:</b> Processo de filtração.....	138
<b>Figura 78:</b> Processo de filtração.....	138
<b>Figura 79:</b> Processo de filtração.....	138
<b>Figura 80:</b> Proteína do leite industrializado.....	138
<b>Figura 81:</b> Proteína do leite industrializado.....	138
<b>Figura 82:</b> Proteína do leite industrializado.....	139
<b>Figura 83:</b> Proteína do leite industrializado.....	139
<b>Figura 84:</b> Proteína nos dois tipos de leite.....	140
<b>Figura 85:</b> Proteína nos dois tipos de leite.....	140
<b>Figura 86:</b> Separação da proteína albumina.....	140
<b>Figura 87:</b> Separação da proteína albumina.....	141
<b>Figura 88:</b> Separação da proteína albumina.....	141
<b>Figura 89:</b> Separação da proteína albumina.....	141
<b>Figura 90:</b> Separação da proteína albumina.....	141
<b>Figura 91:</b> Separação da proteína albumina.....	142
<b>Figura 92:</b> Leitura do texto de divulgação científica.....	146
<b>Figura 93:</b> Pesquisadora explicando com auxílio do quadro.....	147
<b>Figura 94:</b> As crianças trabalhando no experimento.....	157
<b>Figura 95:</b> Registrando o bolo.....	157
<b>Figura 96:</b> Preparando a massa do bolo.....	159

<b>Figura 97:</b> Mexendo a massa do bolo.....	159
<b>Figura 98:</b> Preparando a massa do bolo.....	159
<b>Figura 99:</b> Mexendo a massa do bolo.....	159
<b>Figura 100:</b> Preparando a massa do bolo.....	160
<b>Figura 101:</b> Mexendo a massa do bolo.....	160
<b>Figura 102:</b> Preparando a massa do bolo.....	160
<b>Figura 103:</b> Mexendo a massa do bolo.....	160
<b>Figura 104:</b> Preparando a massa do bolo.....	160
<b>Figura 105:</b> Mexendo a massa do bolo.....	160
<b>Figura 106:</b> Bolo pronto.....	162
<b>Figura 107:</b> Bolo enfeitado.....	162
<b>Figura 108:</b> Receita do bolo.....	162
<b>Figura 109:</b> Bolo pronto.....	162
<b>Figura 110:</b> Bolo enfeitado.....	162
<b>Figura 111:</b> Receita do bolo.....	163
<b>Figura 112:</b> Bolo pronto.....	164
<b>Figura 113:</b> Bolo enfeitado.....	164
<b>Figura 114:</b> Receita do bolo.....	164
<b>Figura 115:</b> Bolo pronto.....	165
<b>Figura 116:</b> Bolo enfeitado.....	165
<b>Figura 117:</b> Receita do bolo.....	165
<b>Figura 118:</b> Bolo pronto.....	166
<b>Figura 119:</b> Bolo enfeitado.....	166
<b>Figura 120:</b> Receita do bolo.....	166
<b>Figura 121:</b> Projeto biodigestor da estudante <b>R</b> .....	171
<b>Figura 122:</b> Projeto ninho de passarinho do estudante <b>N</b> .....	172
<b>Figura 123:</b> Projeto sabão caseiro do estudante <b>J.G</b> .....	173
<b>Figura 124:</b> Projeto borra de café do estudante <b>M</b> .....	174

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS</b>	<b>25</b>
1.1 O Ensino de Ciências para os anos iniciais	25
1.2 O que é uma abordagem investigativa?	29
1.3 Como trabalhar com atividades experimentais em níveis progressivos de investigação	32
<b>2 SITUAÇÕES DIDÁTICAS DE ENSINO PARA AS AULAS DE CIÊNCIAS</b>	<b>37</b>
2.1 A apresentação de problemas	37
2.1.1 Dos problemas da Ciência para os currículos escolares de Ciências	37
2.1.2 Possibilidades de Problemas para o Ensino de Ciências	40
2.2 Viabilizando a aquisição de procedimentos no ensino	43
2.3 O papel da Observação nas aulas de Ciências	46
2.3.1 A fotografia científica como instrumento de observação	49
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>55</b>
3.1 A escolha do campo e dos sujeitos da pesquisa	56
3.2 A construção do objeto de pesquisa	58
3.3 Descrição das atividades	70
3.4 A construção dos dados	72
3.5 Análise das atividades	72
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>76</b>
<b>4.1 Atividade experimental investigativa de Nível 1: conservação dos alimentos</b>	<b>78</b>
4.1.1 EPISÓDIO 1: Conhecendo a teoria	79
4.1.2 EPISÓDIO 2: Recursos didáticos	84
4.1.3 EPISÓDIO 3 (parte um do experimento – identificação das soluções): As crianças seguem instruções, coletam e registram dados.	91
4.1.4 EPISÓDIO 4 (parte dois do experimento – as crianças testam os métodos de conservação dos alimentos): A pesquisadora propõe um problema experimental e as crianças seguem as instruções, coletam e registram os dados e confirmam os resultados de acordo com a teoria.	103
<b>4.2 Atividade experimental investigativa de Nível 2: composição do leite</b>	<b>114</b>
4.2.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma questão de investigação	115
4.2.2 EPISÓDIO 2: As crianças acompanham as instruções procedimentais de forma demonstrativa (ação realizada pela pesquisadora) e registrando a observação	121
4.2.3 EPISÓDIO 3: As crianças acompanham as instruções procedimentais (manipulação e coleta de dados) e registram a observação.	129
4.2.4 EPISÓDIO 4: As crianças resolvem o problema?	144
<b>4.3 Atividade experimental investigativa de Nível 3: preparando um bolo de caneca</b>	<b>150</b>
4.3.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma questão de investigação	151
4.3.2 EPISÓDIO 2: As crianças planejam e desenvolvem um procedimento experimental	153
4.3.3 EPISÓDIO 3: As crianças resolvem o problema?	161

<b>4.4 Atividade experimental investigativa de Nível 4: reciclagem e/ou reutilização de restos de alimentos</b> -----	<b>169</b>
4.4.1 Como reduzir a poluição?-----	171
4.4.2 Como reutilizar a casca do coco?-----	172
4.4.3 Como fabricar sabão?-----	173
4.4.4 Dá para usar borra de café?-----	174
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> -----	<b>176</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> -----	<b>183</b>
<b>ANEXO 1</b> -----	<b>186</b>
<b>ANEXO 2</b> -----	<b>187</b>
<b>APÊNDICE 1</b> -----	<b>188</b>
<b>APÊNDICE 2</b> -----	<b>190</b>
<b>APÊNDICE 3</b> -----	<b>192</b>

## INTRODUÇÃO

*“A Ciência é, antes de mais nada,  
um mundo de ideias em movimento.”*  
(François Jacob)

Na condição de pesquisadora de “primeira viagem”, a decisão da escolha de um tema, o primeiro passo para iniciar uma investigação, foi influenciada por minhas experiências pessoais. Algumas passagens de minha trajetória intervieram no caminho da pesquisa, como o trabalho profissional, já que trabalhei por um tempo em um laboratório de análises físico-químicas; a minha formação de técnica em Química; a universidade em que me formei como licencianda em Química; e a escola onde desenvolvi alguns projetos de docência. Por essa razão, deram condições e estímulos para sair de uma zona de conforto e buscar entendimentos e reflexões sobre as inquietações que foram aparecendo ao longo desse processo.

Ao propor desenvolver este estudo sobre a experimentação no ensino de Ciências desvelou a primeira inquietação que surgiu num ambiente de trabalho, um laboratório físico-químico de controle de qualidade de medicamentos. Nesse ambiente, a rotina sempre era a mesma: calibrar equipamentos laboratoriais, receber amostras de análise, seguir um roteiro procedimental, analisar a amostra com todo o rigor exigido pela empresa e, por fim, aprovar ou reprovar o produto. Porém, quando alguma análise do produto não atendia às especificações exigidas pela metodologia, o problema nunca estava no procedimento, mas no analista que não soube executar a análise com eficiência. Mesmo seguindo todo o protocolo como, por exemplo, calibrar equipamentos, fazer novas soluções, buscar uma nova amostra, refazer a análise, entre outros, o roteiro procedimental nunca estava errado! A informação que tínhamos era que a metodologia utilizada era bem-conceituada, pois fora “testada” e “comprovada cientificamente” por laboratórios tidos como referência no mercado. Devido à formação técnica, estava longe de refletir sobre uma Ciência construída (e desconstruída) socialmente por humanos e, infelizmente, caía várias vezes nessa armadilha, a de aceitar que o problema sempre estava no analista.

A formação de técnica em Química só potencializou as minhas inquietações, pois as aulas práticas que tínhamos no laboratório seguiam uma

rotina parecida com aquela vivenciada no ambiente de trabalho, mas com algumas diferenças. Como estávamos em um local de ensino, a diferença era que primeiramente estudávamos a teoria e depois íamos para o laboratório testá-la e confirmá-la, novamente. A Ciência se apresentava de forma verdadeira e incontestável. Eu, ainda nessa fase, não questionava a existência de erros dentro de uma Ciência.

Inconformada com essas situações decidi fazer uma graduação em Química Licenciatura, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizada no município de Toledo – PR. Nos dois primeiros anos de curso vivenciei uma rotina parecida com a formação de técnica, porém a cobrança em relação aos estudos era mais “pesada”. No meio desse trajeto, decidi participar de três projetos de docência, a fim de sair um pouco desse universo laboratorial que tanto me cercava e sufocava. Foi a partir daí que comecei a olhar com mais criticidade para a Ciência, que vai além de seguir um roteiro procedimental.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) foi o primeiro projeto de ensino que me levou para dentro de uma escola, mais especificamente a sala de aula, um local em que mantive contato com estudantes do Ensino Médio, professores, coordenadores e os demais colaboradores que se dedicam aos diversos fazeres de uma escola. Além disso, o projeto também proporcionou uma base sólida para a formação dos licenciandos, configurando-se como uma ferramenta para a elaboração de oficinas, organização de feiras de Ciências, desenvolvimento de atividades escolares, incentivo na participação de congressos e seminários e também na construção de artigos científicos e livros. Dessa forma, proporcionou um contato direto com a realidade escolar, o que me permitiu experimentar os desafios e os dilemas da profissão.

O PIBID me levou a conhecer e a participar do segundo projeto, o “COMQUÍMICA das crianças” proporcionando-me, assim, um novo desafio: ensinar Ciências para crianças do Ensino Fundamental I e II por meio de oficinas. O período em que estive atuando nesse projeto me forneceu subsídios teóricos com viés na experimentação por Investigação, proporcionando situações de ensino em que pude desenvolver na prática e aprimorar minhas ações no processo de ensino e aprendizagem. Nesse período também tive a oportunidade

de participar e publicar trabalhos em eventos. Comecei a ver a Ciência e a Química e seus “fazeres” de outra forma, fazendo com que os roteiros se tornassem lembranças do passado.

O terceiro projeto foi a Iniciação Científica, que contribuiu para pesquisas referentes à Fotografia Científica. Esse projeto me proporcionou estudos e análise qualitativa e quantitativa de imagens e textos nos experimentos já elaborados em livros didáticos de Química. Elaboramos e analisamos um material didático com atividades experimentais investigativas utilizando como recurso a câmera fotográfica digital. Esse trabalho me forneceu dados para a construção da monografia apresentada no final do curso de Química Licenciatura.

A participação nesses projetos foi determinante para a escolha do tema “a iniciação à ciência por meio de atividades experimentais investigativas”, para a escolha dos sujeitos, que nesse caso foram as crianças e os recursos didáticos, as câmeras fotográficas digitais e os materiais de laboratório.

A iniciação à Ciência para as crianças deve propiciar atitudes que promovam a construção do conhecimento científico escolar, frente à exploração do mundo físico, como uma forma de desenvolver uma postura questionadora diante dos problemas sociais que leve às ações investigativas em prol de sua solução. De forma a suprir essa necessidade o ensino de Ciências foi incorporado às séries iniciais do ensino fundamental no final do século XIX, graças a cientistas como Spencer, Faraday, Huxley e Agassiz (MARTÍ, 2012). Assim, para que as crianças desenvolvam a investigação em atividades científicas escolares, Martí (2012) ressalta que uma das possibilidades de fazer Ciência na escola é por meio da *Experimentação*.

Essas considerações remetem às concepções que Astolfi *et al.* (1998) têm sobre as atividades experimentais no ensino de Ciências nas séries iniciais, as quais “[...] não se limitam aos contextos de formação na esfera intelectual” (p. 103), mas visam contribuir para o desenvolvimento de “[...] competências técnicas, relações com os objetos, o mundo vivo e os instrumentos, com os quais é frequentemente necessário um tempo longo de familiarização” (p. 103). Segundo os autores, quando essas atividades são desenvolvidas de forma investigativa “[...] permitem experimentar muito concretamente a “resistência do

real”, a consideração do aleatório e da complexidade, que tanta falta fazem àqueles que se limitam a uma abordagem tecnocrática dos problemas” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 103)

O progresso de uma abordagem investigativa em atividades só é eficaz quando começa pela iniciação científica com as crianças. Astolfi *et al.* (1998) apostam que as atividades investigativas, quando realizada nas escolas primárias, preparam as crianças para as habilidades técnicas do amanhã, ou seja, preparam para enfrentarem diversas situações da vida. Segundo os autores, para levar a iniciação científica às crianças é importante inseri-las no meio que se apresenta como o lugar da formação do espírito científico como proposto por Bachelard, no qual “[...] considera-se que inicia ao rigor e desenvolve operações lógicas e as habilidades manuais e técnicas, ao mesmo tempo que encoraja a probabilidade intelectual e moral” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 104)

Embora não exista uma definição única para as propostas de atividades experimentais cuja intenção seja estimular a investigação no ensino de Ciências, concordamos que a palavra “investigação” tem aparecido com frequência na literatura quando buscamos propostas de atividades que propiciam a iniciação à formação científica dos estudantes. Além do mais, são encontrados vários termos semelhantes, como: *Ensino Por Investigação, Abordagem Investigativa, Método Investigativo*, entre outros. Contudo, todos seguem a mesma proposta básica do ensino de Ciências, ou seja, simular o trabalho do cientista (KASSEBOEHMER *et al.* 2015).

Entretanto, Carvalho (2013) destaca que a sala de aula é um ambiente completamente diferente dos laboratórios científicos e que não devemos projetar o comportamento dos cientistas nos estudantes, pois eles não têm conhecimento para tal desenvoltura. A autora propõe “[...] criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando a cultura científica” (CARVALHO, 2013, p. 9). Portanto, o desenvolvimento de atividades investigativas na escola atua como um importante meio para que os estudantes se aproximem do que constitui o trabalho do cientista, promovendo, dessa forma, a enculturação científica.

Na concepção apresentada por Carvalho (2013), a investigação em sala de aula foi um dos trabalhos que mais influenciaram o campo do saber no ensino de Ciências. Segundo a autora, essa premissa partiu de duas teorizações com pontos de vistas diferentes – o piagetiano e o vigotskiano – mas que contribuíram para explicar como as crianças e os jovens constroem seus conhecimentos.

Primeiramente, destacamos alguns percussores dos trabalhos feitos pelo grupo de pesquisadores do epistemólogo Piaget, com base nos quais Carvalho (2013) enfatiza a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Levando isso para a sala de aula, “[...] ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno” (p. 2). Outro ponto a destacar é que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Essa teoria explica o planejamento de ensino, “[...] uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas” (p. 2). Em seguida, expõe o entendimento dos construtos teóricos, isto é, da passagem da ação manipulativa para a ação intelectual. Nesse sentido, a autora explica que os professores devem propiciar atividades manipulativas para que os estudantes construam um dado conceito e depois devem guiá-los para que possam tomar consciência “[...] de como o problema foi resolvido e porque deu certo, ou seja, a partir de suas ações” (p. 3). E, por fim, outra condição piagetiana que a autora expõe se refere à importância do erro na construção de novos conhecimentos. Aqui, devemos considerar a importância do erro numa atividade investigativa, pois, dificilmente os estudantes acertam de primeira, de forma que “[...] é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto” (p. 3).

Já em relação às contribuições de Vigotsky, Carvalho (2013) destaca que a construção de conhecimento emerge de processos sociais, pois somos indivíduos que interagem uns com os outros e que sofrem influências constantes de uma sociedade, observado que essas interações ocorrem pela mediação feita pela linguagem. Assim, ao levarmos essas considerações para as salas de aulas de Ciências, a interação social:

[...] não se define apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de

modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula. (CARVALHO, 2013, p. 4).

Astolfi *et al.* (1998) caracterizam as atividades experimentais investigativas por um modelo pedagógico que propõe situações abertas que visam integrar múltiplas variáveis do ato pedagógico. Além de seguirem na mesma direção apontada por Piaget, a importância de propor um problema, apontam outras direções, dentre as quais destacamos: desenvolver um procedimento científico e levar em consideração a observação das crianças. Nesse sentido, os autores esclarecem que ao propor uma investigação, essa deve “[...] permitir as crianças realizarem livremente uma atividade que corresponda às suas necessidades e que efetivamente as envolva.” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 263). Trata-se, portanto, de uma inversão da atitude pedagógica tradicional.

Em relação à proposição de um problema, Astolfi *et al.* (1998) pressupõem que devemos colocar as crianças diante de situações de confrontos e de comparações. Os autores argumentam que “[...] não se trata de descobrir uma receita complexa para fazer germinar trigo sem qualquer dificuldade, mas de identificar determinados fatores necessários, graças à separação de variáveis” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 264). Para isso, ao propormos um problema em uma atividade investigativa, essa deve conduzir a diversas situações diferentes e não à solução por via de regra prática (como se fosse possível seguir um manual de instruções) e de resposta única. Aqui, o professor deve aproveitar o momento para refletir com seus estudantes acerca das várias possibilidades que podem levar ou não a resolver o problema.

Astolfi *et al.* (1998) ainda destacam a importância de um bom procedimento científico para estimular o cognitivo das crianças por meio de tarefas manipulativas, pois é visto que na sala de aula as tarefas são aprendidas cada vez mais por imitação e por repetição. Segundo os autores, isso só será possível se os professores cumprirem as seguintes condições:

- Permitir às crianças que ponham em evidência as suas representações espontâneas, graças a um esforço individual de descoberta e a uma efetiva comunicação entre elas;

- Encontrar um modo de formulação adaptado ao estágio de desenvolvimento das crianças e à sua experiência concreta, que exprima, se possível, uma criação pessoal;
- Garantir a coerência da formação pela construção progressiva e ativa dos conceitos de base, que não pode ser realizada através de um progresso linear, antecipadamente imposto (ASTOLFI *et al.*, 1998, p. 262).

Outra direção a destacar é o papel decisivo desempenhado pela observação das crianças em uma atividade científica. Para isso, os autores destacam que a observação não deve ser imposta pelo professor, mas estabelecida pelos estudantes. Quando as crianças ficam diante de um objeto desconhecido, as suas observações são organizadas de forma lógico-matemática, ou seja, suas observações são pontuais e, com isso, constroem interpretações com base nas suas percepções isoladas de um conjunto (ASTOLFI *et al.* 1998). Sob essa ótica, os autores defendem que “na medida do possível, a observação deve ser levada a cabo por referência ao saber já organizado (comparar a pata do coelho com a de outros animais que andam ou que saltam)” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 270).

A discussão sobre as atividades experimentais de investigação no ensino de Ciências na escola primária é ampla e será melhor discutida no decorrer deste trabalho. Considerada a sua aceitação em grande escala, diversas inquietações emergiram em função da forma como vem sendo planejada e desenvolvida, como se a experimentação no ensino fosse por si só capaz de encaminhar a criança para um processo de investigação ou se o processo de problematizar, elaborar hipóteses, explorar e manipular materiais, coletar dados e chegar numa solução fosse executado de imediato pelos estudantes. Quando colocamos em prática atividades experimentais que idealizam uma investigação, percebemos as limitações tanto dos estudantes em desenvolver cada etapa como também do professor em desenvolver estratégias sob essa ótica. Diante disso, consideramos o processo investigativo em atividades experimentais uma estratégia de ensino importante para o trabalho do professor de Ciências nos anos iniciais. Com isso, planejamos atividades experimentais em níveis progressivos de investigação tendo como foco a abordagem temática sobre alimentos. Para considerarmos uma atividade como investigativa elaboramos, para cada nível, propostas de situações de ensino, como *Questão*, *Procedimento*, *Solução* e *Observação*, que determinaram o quanto de

informação o professor forneceria ao estudante. Dessa forma, à medida que essas atividades avançavam de nível de investigação, os estudantes deveriam planejar/realizar a situação de ensino, até terem condições de guiarem uma atividade investigativa sozinhos. Então, nosso esforço objetivou investigar as contribuições dessas atividades para a iniciação científica escolar, sob a ótica de uma “grelha de indicadores” de autoria de Astolfi *et al.* (1998).

Nesse quadro inicial de ideias abrimos um caminho para que tal fato se materializasse com crianças do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. Proporcionamos uma sequência de atividades experimentais nas aulas de Ciências, apoiada nas propostas de Banchi e Bell (2008) que sugerem o desenvolvimento de atividades em níveis progressivos de investigação. Esses teóricos defendem a possibilidade de envolver os estudantes num processo didático de investigação científica envolvendo três situações de ensino (questão, procedimento, solução). Adotamos ainda uma quarta situação de ensino, com base nos pressupostos de Astolfi *et al.* (1998): a observação das crianças.

Não pretendemos com esta pesquisa que as crianças se transformem em cientistas ou que façam uso de um “método científico” nas atividades experimentais. Temos como objetivo conduzi-las num processo de iniciação científica por meio de uma construção de uma abordagem investigativa adotando algumas características do trabalho científico. Pretendemos também que os estudantes incorporem certas ações, de acordo com cada situação de ensino, como, por exemplo, ao propor uma questão, que sejam gerados problemas, questionamentos, curiosidades, dilemas, hipóteses, explicações. E que aprendam alguns procedimentos úteis, a exemplo da coleta e análise de dados, do planejamento e da manipulação de materiais, e também, compreendam o papel da observação. Além disso, quando chegarem a uma solução, que as crianças saibam comunicar seus resultados. Pois, quando as crianças não são incentivadas ao Ensino de Ciências desde cedo, ao se depararem com atividades supostamente investigativas, no Ensino Médio, acabam tendo algumas limitações ao desenvolvimento desse processo.

Em consonância com o exposto, este trabalho se divide em cinco partes. No Capítulo 1 procuramos entender a importância do Ensino de Ciências para os anos iniciais. Para tanto nos valem de alguns teóricos para nos orientarmos

e entendermos suas características, de maneira a obter subsídios para elaborarmos propostas de atividades experimentais com abordagem investigativa. No Capítulo 2 apresentamos os pressupostos teóricos que abarcam algumas situações de ensino para as aulas de Ciências, a exemplo da possibilidade de abordar a resolução de problemas, da aquisição de procedimentos e do papel da observação nesse processo, especificamente em relação à fotografia como instrumento de observação. Tais pressupostos nos ajudaram a questionar e a refletir sobre como podemos melhorar a nossa prática quando desenvolvemos atividades experimentais investigativas com crianças. No Capítulo 3 discorremos sobre o contexto que desencadeou os procedimentos metodológicos de que nos valem para a construção e investigação do objeto de estudo. No capítulo 4 expomos a discussão dos resultados, a partir dos indicadores e seus efeitos observados, os quais foram identificados nos episódios narrados de cada atividade experimental investigativa. Por fim, no Capítulo 5, trazemos algumas considerações acerca dos resultados obtidos com a pesquisa.

# 1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA OS ANOS INICIAIS

*“Aprender Ciências é difícil,  
não por causa de algo que os alunos não têm,  
mas por causa do que eles têm:  
ideias iniciais para revisar e mudar.”  
(Duschl, Schweingruber e Shouse)*

Para entendermos a importância do ensino de Ciências para os anos iniciais, faz-se necessário buscarmos algumas de suas orientações e características, de maneira que essas deem subsídios para elaborarmos propostas com abordagem investigativa em atividades experimentais.

## 1.1 O Ensino de Ciências para os anos iniciais

Com base nos estudos de Delizoicov e Angotti (1994) trazemos algumas considerações sobre a importância do ensino introdutório de Ciências para as crianças e algumas orientações que deverão nos ajudar (como educadores) nesse processo de humanização. Nesse sentido, o ensino de Ciências na escola primária deve inserir as primeiras conceitualizações e relações envolvendo o conhecimento científico, uma vez que “[...] os primeiros modelos para explicação de fenômenos são conhecimentos adquiridos sobretudo na escola, que auxiliam na formação da personalidade e indicam os caminhos para a vida adulta” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 92). Dessa forma, segundo os autores, o ensino de Ciências vem contribuir na formação do desenvolvimento infantil e na construção do conhecimento, mas deve respeitar a potencialidade de cada faixa etária.

Delizoicov e Angotti (1994) apresentam alguns posicionamentos que ilustram a evolução gradual das aprendizagens das crianças no ensino de Ciências. Segundo os autores, é importante respeitar as fases cognitivas dos estudantes nos anos iniciais, pois algumas abordagens não são compatíveis com sua capacidade de compreensão. Tomemos como exemplo o caso de um conteúdo do 5º ano trabalhado na disciplina de Ciências: o sistema solar. Não adianta antecipar o ensino desse conteúdo em outras séries, uma vez que, como

explicam Delizoicov e Angotti (1994), a criança se obrigará a memorizar “[...] os ‘ensinamentos’ que em nada contribuem para desenvolver atitudes e formar conceitos” (p. 92).

Aos educadores iniciantes na aprendizagem de Ciências, Delizoicov e Angotti (1994) orientam desenvolver atividades como *partes* de um *todo* e não de forma avulsa e fragmentária. Segundo os autores, nesse âmbito, cabe desenvolver um programa, seja um projeto de ensino ou uma sequência didática, e escolher um “caminho” que direcione as partes constituintes para, em conjunto, atender a um único propósito que é ensinar Ciências.

Este programa se torna mais produtor e consequente quando pensado e elaborado por equipes, quer de professores de uma escola ou região, quer por órgãos centralizados como secretarias de Educação, quer por equipes de centros ou instituições que se preocupam com os primeiros níveis de escolaridade. Um programa não se resume a índices de livros didáticos e, quando apresentado sem uma reflexão da equipe de professores que deverá aplicá-lo, poderá resultar em mudanças de aparência, mas não de essência. Lembremos ainda que, embora seja sempre necessário e obrigatório seguir e cumprir um programa, isto não significa que ele deva ser desenvolvido à risca, como um programa imposto. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 94).

Para que isso seja possível, devem ser levados em conta dois aspectos, a abordagem de temas e os conceitos unificadores.

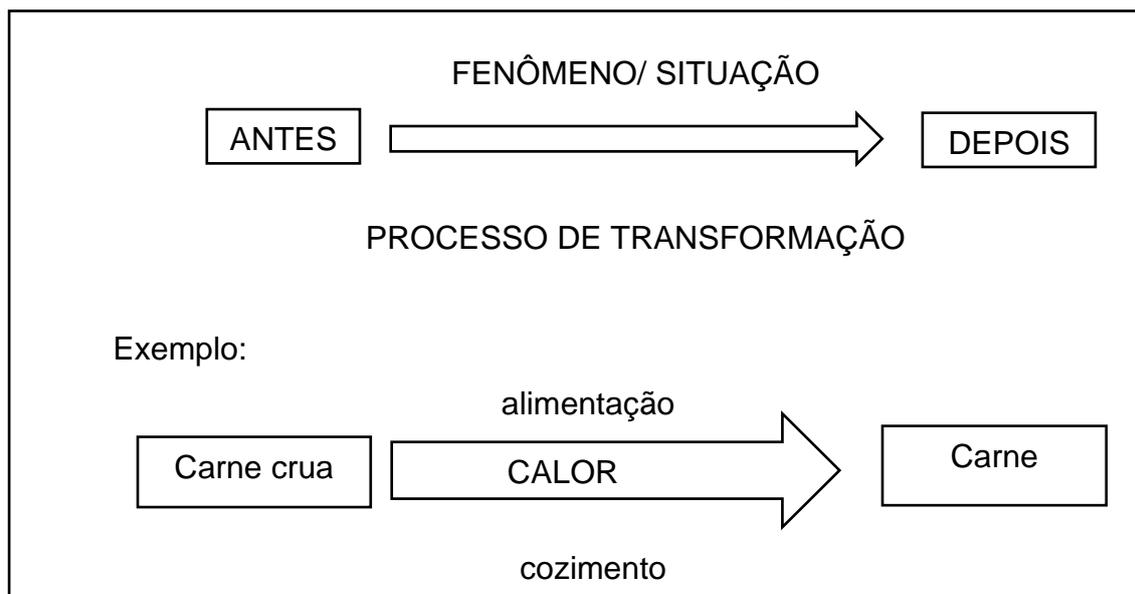
No que concerne à abordagem de temas, Delizoicov e Angotti (1994) esclarecem que os conteúdos de Ciências Naturais devem ser elaborados a partir de temas, que serão explorados ao longo do ensino fundamental dos anos iniciais, como por exemplo, alimentação, saúde, moradia, entre outros. Já os conceitos unificadores “[...] basicamente independem da área das Ciências Naturais (Física, Química, Biologia, Geociências), necessária para a compreensão do fenômeno ou situação analisados” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 104). Segundo os autores, os temas privilegiam o processo de transformação e assim, podem auxiliar na aprendizagem de alguns processos de abstração, próprios do conhecimento científico:

Processo de transformação é um conceito útil, que permite a compreensão de vários fenômenos. Tais fenômenos podem ser analisados, segundo as características da matéria, entre o antes e o depois; o processo de transformação possibilita uma interpretação das

diferenças entre o antes e o depois. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 105).

O esquema a seguir, proposto por Delizoicov e Angotti (1994), mostra algumas possibilidades de interpretação do processo de transformação que são trabalhados nos anos iniciais:

**Esquema 1:** Processo de transformação.



**Fonte:** Delizoicov e Angotti (1994, p. 105-106)

Para iniciar o entendimento de conceitos no ensino de Ciências, de acordo com Delizoicov e Angotti (1994), deve ser desenvolvido um conhecimento mínimo da formação básica de Ciências. Desse modo, os educadores devem fornecer instrumentos para as crianças compreenderem o meio em que vivemos. Segundo Delizoicov e Angotti (1994), é preciso manter “[...] uma postura que reforce, na prática diária de sala de aula, essa abordagem crítica, combatendo a mistificação e a caricatura do conhecimento científico” (p. 46). Nesse sentido, para que o ensino de Ciências produza seus efeitos é importante instrumentar o estudante “[...] para melhor compreender a realidade onde se insere, possibilitando-lhe uma atuação consciente sobre ela” (p. 46).

Diante dessa perspectiva, a fim de nortear a capacidade de instrumentar as crianças, Delizoicov e Angotti (1994) orientam que o ensino-aprendizagem deve contemplar habilidades que são próprias das disciplinas de Ciências Naturais. Dentre elas podemos citar:

1. *Observação*. O efeito impactante que a observação exerce sobre o fenômeno transcende muito o simples olhar ou até mesmo o seu registro. Esse registro é feito com auxílio de um instrumento óptico. Segundo Astolfi *et al.* (1998) “o manuseamento dessas técnicas é delicado e exige muito espírito crítico, para evitar perturbar o fenômeno observado” (p. 258). Esse registro pode auxiliar no acompanhamento sistemático do objeto, observado que suas características ficam armazenadas nesse registro e podem ser exploradas por mais tempo.

2. *Classificação*. É uma habilidade importante que as crianças devem praticar desde cedo, pois elas fazem o reconhecimento e a exploração dos objetos por semelhança e diferença. Classificam, por exemplo, os materiais como duros ou moles, que flutuam ou não na água e também por formatos, cores, tamanhos e entre outros (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994). Astolfi *et al.* (1998, p. 258) complementam a ideia de que a classificação é uma habilidade que contribui no processo de aprender, citando como exemplo, a “[...] definição das propriedades (massa, temperatura), das substâncias (metal, oxigênio), das funções (respiração), dos planos de organização (mamífero)”.

3. *Análise*. Essa habilidade envolve trabalhar com os dados dos resultados obtidos numa solução de problemas. Delizoicov e Angotti (1994, p. 48) orientam refletir sobre o “[...] comportamento do objeto de estudo, numa autêntica dissecação objetiva dos elementos relevantes de um processo, apoiada em modelos, leis e teorias que vem sendo formuladas pela Ciência”.

4. *Aplicação*. A ideia de aplicação no ensino que trazemos aqui não se resume em “aplicar um exercício ao final do capítulo de um livro”. Ela está relacionada ao processo de apreensão do conhecimento, ao quanto o estudante consegue reinterpretar esse objeto em uma nova situação. Portanto, “esta habilidade resulta do amadurecimento e da prática das habilidades citadas anteriormente e do seu uso na vida cotidiana” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 48).

As atividades escolares de Ciências precisam ser bem planejadas e adequadas ao nível de cognição da criança para promover habilidades como observação, classificação, análise e aplicação. Dessa maneira, é importante que o professor faça um diagnóstico mais preciso para identificar o quanto os

estudantes estão capacitados para desenvolver alguma habilidade e se a atividade permite tal desenvoltura.

Portanto, para contornar os obstáculos que limitam o uso mais eficiente das atividades de Ciências devemos propor situações de ensino com abordagem investigativa que possibilitem ao estudante desenvolver habilidades que são essenciais para uma iniciação científica. Para melhor entendermos o que é uma abordagem investigativa e como se desenvolveu dentro do ensino de Ciências, propusemos o item a seguir.

## 1.2 O que é uma abordagem investigativa?

A influência marcante da abordagem investigativa no ensino de Ciências já se faz presente na comunidade da educação científica desde meados do século XIX. É uma abordagem que impulsiona os questionamentos a partir de uma problemática e nos faz refletir e buscar um caminho (ou vários) para encontrar evidências na tentativa de chegar às respostas para um determinado fenômeno. É assim que se compreende o significado de “investigação = busca ou inquérito detalhado para averiguar algo”.

Zômpero e Laburú (2011), em uma revisão histórica da trajetória do ensino por investigação, destacam que ela também é conhecida como *inquiry*.

Na literatura, encontram-se diferentes conceituações de *inquiry*, como: ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas, dentre outras. A perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 68).

Segundo os autores, foi John Dewey (1859-1952), filósofo e pedagogo norte-americano, quem influenciou a investigação nos currículos de Ciências, quando percebeu que os debates e discussões prosperavam e se destacavam dos fatos científicos e pouco era comentada a construção desse pensamento. Sua filosofia era baseada nas discussões sobre experiência e aprendizagem. Progressista, crítico à pedagogia tradicional de sua época, defendia um “[...] ensino centrado na vida, na atividade, aliando teoria e prática, sendo o aluno

participante ativo de seu processo de aprendizagem” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 69).

Zômpero e Laburú (2011) ensinam-nos que Dewey também influenciou a educação científica com a sua ideia apresentada sobre a “experiência” e a “antecipação”. De acordo com os autores, a definição de experiência é confundida, muitas vezes, com os experimentos didáticos realizados em atividades para a aprendizagem de Ciências. Para Dewey o significado de experiência é baseado num “[...] conjunto infinito de elementos que se relacionam da maneira mais diversa possível. Tudo existe em função dessas relações.” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 69). Quando, por exemplo, uma pessoa passa a ter algum tipo de relação com um objeto (ou sujeito), ela vivencia uma experiência para, em seguida, ressignificar esse objeto (ou sujeito). Olhando para a educação, essa “experiência de vida” pode ser reorganizada e refletida para novas aprendizagens. No que se refere ao conceito de “antecipação” podemos relacioná-lo com a palavra “ideias”, ou seja, ideias podem gerar antecipações. Sendo assim, os autores defendem que “ideias inspiram ações. Ações as fazem ter significações e valores. Ideias geram antecipação, que são previsões sobre o que pode ser descoberto e revelado para a classe.” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 69). Dessa forma, como poderemos perceber mais tarde, esses dois conceitos inspiraram a abordagem investigativa nas atividades envolvendo o ensino de Ciências.

Zômpero e Laburú (2011) destacam que Dewey ficou conhecido após publicar, em sua obra *Logic: The Theory of Inquiry*, adaptações dos passos do método científico: apresentação de problema, formação de hipótese, coleta de dados durante o experimento e formulação de conclusão. Assim, os autores apontam que Dewey acreditava que “[...] os problemas a serem estudados deveriam estar de acordo com o desenvolvimento intelectual, as capacidades cognitivas dos estudantes e com as experiências dos mesmos” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 70).

No entanto, segundo Santos e Porto (2013), os investimentos em uma educação científica só foram consolidados no mundo inteiro devido a um fato sócio-histórico que ocorreu em 4 de outubro de 1957, o lançamento do Sputnik pela União Soviética:

O lançamento daquele satélite levou o governo dos Estados Unidos a tomar uma posição firme de investimento na educação básica para estimular a formação de cientistas no país, a fim de gerar massa crítica suficiente para dar continuidade aos projetos de interesse nacional em Ciência que viessem a colocar a nação na frente da corrida armamentista. Havia uma constatação do desinteresse dos jovens pelas áreas de Ciências, e uma falta de novos pesquisadores que atendessem a crescente demanda das necessidades estabelecidas pelo governo (SANTOS; PORTO, 2013, p. 1570).

Porém, Maia e Silva (2018) explicam que a educação científica foi enfatizada para a formação de novos cientistas, deixando de lado o incentivo para a formação de novos educadores, de forma que a segurança dos americanos estaria garantida, caso eclodisse outra guerra. Essa reforma educacional, de tornar os estudantes em cientistas, se estendeu durante as décadas de 1950 a 1970. Os autores apontam que o ritmo das mudanças demandou uma urgente avaliação da qualidade do currículo de Ciências usado nas escolas.

Dentro desse contexto e com o objetivo de revisar o currículo escolar de ciências nos Estados Unidos, em meados de 1980 foi proposto um documento intitulado *Science For All Americans*, no qual constava que o ensino de Ciências deveria ser coesivo com as perspectivas de uma investigação científica (Zômpero e Laburú, 2011). Nesse sentido, Guidotti e Heckler (2017) esclarecem que “[...] a investigação era assumida pela comunidade científica como modelo correto de ensinar Ciências” (p. 194). Além disso, esses autores destacam que, durante as décadas de 1950 e 1960, o principal envolvido na disseminação dessas ideias foi o professor de Ciências Joseph Schwab (1909 – 1988), da Universidade de Chicago. Portanto, ao falar de investigação no Ensino de Ciências, Guidotti e Heckler (2017) explicam que sua finalidade é

[...] orientar os estudantes na resolução de problemas práticos enfrentados pela sociedade, tais como: aquecimento global, poluição do ar e da água, eliminação de resíduos, entre outros. Nesse sentido, a educação científica desse período, que se estendeu pela década de 1980, significando aos estudantes que tinham que desenvolver conhecimentos, os quais permitissem analisar e resolver questões sociais através da coleta de dados, interpretação e comunicação. (GUIDOTTI; HECKLER, 2017, p. 195).

Diante das transformações ocorridas na proposta de Ensino de Ciências por investigação, provenientes, sobretudo, das necessidades políticas, econômicas e sociais, os autores Zômpero e Laburú (2011) apontam que os americanos enfatizam mais a abordagem investigativa. Ainda que no Brasil essa visão seja pouco abordada nos documentos oficiais de ensino, observamos que, em eventos científicos das universidades vêm se ampliando as discussões, apresentações de trabalhos e projetos sobre propostas investigativas no ensino de Ciências.

A partir desse cenário, Zômpero e Laburú (2011) destacam que as atividades investigativas de Ciências têm sido objeto de diferentes abordagens de ensino, a exemplo de Del Carmen (1988), Oliveira (1992), Zabala (1992), Gil (1993), Garcia (1993) e Carvalho (2013). Todas essas abordagens defendem que o processo investigativo deve partir de situações-problemas.

Sasseron (2013) também admite que uma investigação científica pode ser planejada em vários formatos distintos e que cabe ao professor determinar o modo e as condições da investigação, destacando ainda que o importante não é obter logo a resposta do problema de pesquisa, mas o percurso trilhado que levou a tal resposta. Esse percurso deve envolver basicamente os seguintes aspectos: “[...] um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação” (SASSERON, 2013, p. 43).

Para melhor entender como se dá uma abordagem de atividade de Ciências investigativa, decidimos expor aqui a proposta apresentada por Bell e Banchi (2008) intitulada *Inquiry comes in various forms*. Nessa proposta, os autores argumentam a favor de uma instrução científica que permite ajustar e/ou avaliar o nível de investigação em uma atividade de Ciências, conforme apresentado a seguir.

### **1.3 Como trabalhar com atividades experimentais em níveis progressivos de investigação**

Muitos professores têm dificuldades e até mesmo uma resistência em trabalhar com propostas diferenciais de metodologias de ensino. Porém existem aqueles que buscam um ensino não tradicional, e até se interessam em desenvolvê-las. No entanto, ao propô-las, em alguns casos, os professores acabam se deparando com certos obstáculos, ao perceberem que os estudantes têm dificuldades em desenvolver um processo de investigação e em usar as ferramentas didáticas a seu favor para a aprendizagem de um determinado conteúdo. Uma vez que professores podem se frustrar diante de tal situação, pode acontecer de interromperem o processo e fornecerem de imediato os resultados. Isso acontece por acreditarem que, ao propor essas atividades, os estudantes imediatamente irão projetar investigações científicas e executar por conta própria (BELL; BANCHI, 2008).

Para conduzir uma atividade experimental de investigação os estudantes precisam de prática para desenvolver suas habilidades desde a simples coleta de dados até o nível mais elevado de formulação de um problema e de sua solução. Assim, se faz importante desenvolver atividades em níveis progressivos de investigação, de forma que os estudantes possam progredir à medida que avançam para um pensamento cognitivo científico (BELL; BANCHI, 2008).

De acordo com Bell e Banchi (2008), as atividades em níveis progressivos de investigação também são conhecidas como Instrução de Inquérito, ou seja, um quadro prático de investigação para informar o grau de sua instrução. Nesse sentido, esse quadro ajuda a definir e avaliar “o quanto” de investigação tem em uma atividade de Ciências.

Bell e Banchi (2008) enfatizam que o plano ideal para Instrução de Inquérito é auxiliar os estudantes a progredirem para maiores habilidades de investigação por meio de uma série de etapas graduadas. Porém, os autores destacam que destinar a atividade apenas para obter uma habilidade específica, utilizar uma balança analítica ou ler uma proveta graduada, por exemplo, não conduz o estudante para uma investigação.

Para se qualificar uma atividade como investigativa essa deve envolver três situações didáticas de ensino. Primeiramente é preciso propor um *problema*, *uma questão científica*, o que consiste em guiar os estudantes para uma

investigação, com a compreensão de que uma questão científica (problema) deve ser entendida na perspectiva defendida por Astolfi *et al.* (1998):

[...] a partir de uma situação, colocar numerosas perguntas, orientadas pela surpresa, o enigma, o gosto pelo pormenor quantificado ou a anedota. Estas são insuficientes para a definição de um problema, que muitas vezes contribuem mesmo para mascarar. Mas a verdade é que as pessoas ainda não se entenderam sobre o sentido da palavra problema, que reúne duas perspectivas contrastadas. O problema pragmático está ligado as dificuldades práticas (diz-se muitas vezes, neste sentido: <<estou com um problema>>). E visa condições máximas de sucesso. Já o problema científico é muito mais delicado de estabelecer. Visa salientar um mínimo de variáveis decisivas para a explicação de um fenómeno. A procura de uma solução, orientada pelo êxito esperado, não é, portanto, a mesma coisa que a construção de uma resposta, identificando uma invariante na procura de uma explicação. (ASTOLFI *et al.*, 1998, p. 298).

Em seguida devemos ter um *método (procedimento)*, que é o processo do qual os estudantes utilizam para realizar a coleta, a análise e o registro de dados. Astolfi *et al.* (1998) apontam que:

Método, procedimento(s): A <<Ciência real>> não procede pela aplicação sistemática de um método pré-definido, mas recorre a procedimentos flexíveis, adaptados a cada problema a resolver [...]. O mesmo acontece com o ensino das Ciências, que não deve reduzir-se àquilo a que se chamou de método OHERIC (observação, hipótese, experiência, resultado, interpretação, conclusão). O respeito por determinado protocolo não garante que as operações mentais visadas sejam adequadamente aplicadas. Donde a importância de momentos didáticos onde se revejam retrospectivamente, com a turma, os procedimentos tentativos que foram seguidos, os processos que foram adaptados, para se reconstruir a sua lógica, apontar as respectivas insuficiências e definir os seus prolongamentos. (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 295-296).

A terceira situação de ensino, a *solução*, compreende avaliar o caminho que levou ao resultado obtido e verificar se esse responde à questão científica proposta no início da atividade. Mais adiante, no Capítulo 2, serão descritas algumas características do que pode compor cada uma das situações didáticas aqui apresentadas.

Em resumo, Bell e Banchi (2008) propõem uma estrutura de um “contínuo” de quatro níveis de investigação: Confirmação, Estruturado, Guiado e Aberto. Esse “contínuo” tem a finalidade de determinar o quanto de informação nas situações de ensino (questão, procedimento e solução, por exemplo) o professor

fornece aos estudantes durante o desenvolvimento de uma atividade. No quadro abaixo, apresentamos como são formados os níveis de investigação em atividades de Ciências:

**Quadro 1:** Sistematização de atividades em níveis progressivos de investigação

Nível de investigação		Situações de ensino		
		Questão	Procedimento	Solução
1	Confirmação	Professor	Professor	Professor
2	Estruturado	Professor	Professor	Estudante
3	Guiado	Professor	Estudante	Estudante
4	Aberto	Estudante	Estudante	Estudante

Fonte: (BELL; BANCHI, 2008).

No primeiro nível, **Investigação de Confirmação**, os estudantes recebem a pergunta, o procedimento e os resultados. Uma vez que o assunto já foi abordado em termos teóricos, os resultados já são conhecidos pelos estudantes. Essa investigação é útil quando o objetivo do professor é reforçar uma ideia ou um conceito. Embora seja o nível de investigação considerado o mais inferior, é ideal para iniciar estudantes que nunca desenvolveram uma atividade experimental, uma vez que possibilita apresentar a eles uma forma de conduzir investigações, pois permite que pratiquem uma habilidade de investigação específica, como coletar e registrar dados (BELL; BANCHI, 2008).

No segundo nível, **Investigação Estruturada**, a questão e o procedimento ainda são fornecidos pelo professor, no entanto os estudantes geram explicações e chegam a uma solução apoiada pelos dados que eles coletaram. Esse tipo de investigação é importante porque permite aos estudantes desenvolver gradualmente suas habilidades para conduzir uma investigação mais complexa (BELL; BANCHI, 2008).

No terceiro nível, **Investigação Orientada**, o professor fornece aos estudantes uma questão de pesquisa e eles devem elaborar um procedimento de modo a produzir explicações e solucionar a questão. Esse tipo de investigação é mais envolvente, pois os estudantes têm oportunidade de aprender e praticar diferentes maneiras de planejar, coletar, analisar e registrar os dados (BELL; BANCHI, 2008).

No quarto nível, **Investigação Aberta**, os estudantes têm a oportunidade de agir como “cientistas”, planejando, realizando e analisando a investigação, e também comunicando seus resultados. Esse nível exige um raciocínio científico mais detalhado. Com ampla experiência nos três níveis de investigação, os estudantes do último nível serão capazes de conduzir com sucesso as investigações. É apropriado que os estudantes conduzam investigações abertas que abordem um único tema, de forma que eles sejam capazes de demonstrar que podem planejar e realizar investigações. Esse processo pressupõe a capacidade de formular uma pergunta de pesquisa, planejar um procedimento, coletar e analisar os dados e tirar conclusões das provas que eles coletaram para chegar à solução (BELL; BANCHI, 2008).

## 2 SITUAÇÕES DIDÁTICAS DE ENSINO PARA AS AULAS DE CIÊNCIAS

*“Vale mais ter uma pergunta na mão  
do que ter cem respostas voando.”  
(Albert Pla)*

Que situações didáticas devem ser levadas em conta em atividades de Ciências para conduzir progressivamente as crianças em uma investigação? Evocaremos alguns pesquisadores do ensino de Ciências, em busca de que nos permitam caracterizar situações didáticas que possibilitem conduzir as crianças para um novo “estilo” de pensamento e comportamento.

### 2.1 A apresentação de problemas

A solução de problemas é uma situação didática de ensino que está ganhando espaço nas aulas de Ciências, propondo interrogações diferentes que incentivam principalmente o estudante a buscar e construir respostas relacionadas com a natureza do conhecimento científico. Uma proposta em ampla discussão na literatura, sob a ótica do ensino de Ciências, é como apresentar problemas de Ciências dentro de um contexto escolar, o que será assunto da abordagem desse texto.

Acreditando que ao propor um problema inicial, em atividades científicas escolares, essas orientam os estudantes para uma investigação didática, procuramos apresentar neste texto de que maneira são caracterizados os problemas encontrados na Ciência e como se deu sua inclusão nos currículos escolares de Ciências. Na sequência, trazemos as definições e os diferentes tipos de problemas que podem ser abordados nas aulas de Ciências.

#### 2.1.1 Dos problemas da Ciência para os currículos escolares de Ciências

Astolfi *et al.* (1998) criticam os que pensam que a Ciência se define mais por métodos e técnicas do que pela ideia de uma construção da atividade humana. Essa perspectiva pressupõe, por sua vez, a valorização de um método científico que conduz a uma produção de conhecimento “[...] linear, acumulativa, feita por ‘gênios’ (os ‘grandes vultos da História’), apontando para o

‘progresso’(PORTO, 2010, p. 160), embora, como defende esse autor, isso seja bem diferente de como entendemos o processo da Ciência na atualidade, já que privilegia um pensamento positivista já que privilegia um pensamento positivista. A partir dessas concepções Pozo e Crespo (1998) apresentam as etapas que o método científico pressupõe:

a) Observação da natureza e proposição do problema (Por que ocorrem as coisas?). A tarefa científica origina-se na tomada de consciência de que se desconhece algo que é preciso explicar. Há uma necessidade de encontrar resposta para uma determinada pergunta, por motivos teóricos, acadêmicos, tecnológicos, econômicos, políticos etc.

b) Formulação de hipóteses. Após definir o problema, os cientistas, baseados nas leis e modelos aceitos pela comunidade científica, formulam hipóteses sobre as possíveis soluções para o problema e elaboram um plano para submeter à prova a validade dessas hipóteses.

c) Planejamento das experiências e execução das mesmas. O cientista planeja experiências que lhe permitam discriminar entre as diferentes hipóteses formuladas. Para isso, recorre ao isolamento e controle das possíveis variáveis interventoras, criando normalmente algumas condições idealizadas no laboratório que permitam uma réplica exata das condições experimentais de outros pesquisadores. Também são realizadas medições tão precisas quanto possível dos resultados obtidos, para aumentar a objetividade.

d) Confronto das hipóteses a partir dos resultados obtidos. Quando os resultados não se ajustam ao previsto pelas hipóteses previamente formuladas, é necessário refletir sobre as mesmas, buscando explicações que justifiquem esse desajuste e, nesse caso, buscando outras hipóteses alternativas, abandonando as anteriores. (CRESPO; POZO, 1998, p. 71).

Nessa proposição, Pozo e Crespo (1998) destacam que esse método científico sofre algumas alterações dependendo o contexto da pesquisa. Por exemplo, no caso de pesquisas médicas ou genéticas, podem acontecer restrições às manipulações experimentais; na Astronomia ou na Geologia podem ocorrer impossibilidades materiais. Segundo esses autores, essas alterações também podem sofrer influências do desenvolvimento tecnológico de uma época para a outra.

Contudo, a proposição da existência de um método científico, que orienta o trabalho do cientista no desenvolvimento de suas pesquisas, influenciou diretamente nos currículos da Ciência escolar. Essa transferência do método científico para a sala de aula tende a uma vulgarização, principalmente quando a intenção é desenvolver atividades que envolvem o uso de experimentos, ou

seja, “[...] transformando a Ciência num sinônimo de atividade de laboratório” (POZO; CRESPO, 1998, p. 73). Segundo os autores, a inclusão de uma proposta que envolva um “método científico” nas aulas de Ciências induz a realização de uma atividade de forma fechada e guiada, principalmente quando o foco é experimentação.

Reforçando a ideia de que a aprendizagem de Ciências não deve ser reduzida a um método científico, buscamos nos apoiar nos pressupostos de Pozo e Crespo (1998) quando propõem “Solução de Problemas” no ensino. Esses autores partem de uma definição clássica de problemas, “[...] uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve a solução” (LESTER, 1983, *apud* POZO; CRESPO, 1998, p. 15). Porém, existem diferentes tipos de problemas e, no nosso caso, é importante deixar claro para os estudantes que os problemas enfrentados pela Ciência diferem dos problemas cotidianos e escolares que são pedagogicamente passados para eles resolverem. Tal perspectiva implica que

[...] essa aplicação escolar do método científico não passa de uma simples caricatura da própria pesquisa científica, que consiste em repetir, numa atividade de laboratório ou num trabalho prático, numa sequência de passos, mas sem o conteúdo ou o significado teórico da própria investigação científica (POZO; CRESPO, 1998, p. 73).

Além disso, Hodson (1988) destaca que os professores das Ciências da Natureza precisam saber distinguir entre o papel do experimento na Ciência e no ensino de Ciências, pois existem funções diferentes quando utilizados por cientistas e educadores. Enquanto os cientistas se valem dos experimentos para desenvolver teorias, para os professores têm funções pedagógicas. Para isso é importante que as aulas sejam planejadas para que os estudantes aprendam *Ciência*, aprendam *a respeito da Ciência* e aprendam *a fazer Ciência*, considerando os seguintes conceitos:

*Aprender Ciência*, os estudantes devem saber sobre a natureza, abrangência e limitações dos principais modelos científicos (sejam eles consensuais ou históricos); *Aprender sobre Ciência*, os estudantes devem ser capazes de avaliar o papel de modelos no desenvolvimento e disseminação dos resultados da pesquisa científica; *Aprender a fazer Ciência*, os estudantes devem ser capazes de criar, expressar e testar

seus próprios modelos. (HODSON, 1992 *apud* JUSTI, 2010, p. 215-216).

Então, uma das diferenças entre o trabalho escolar e o trabalho científico reside nos modelos de resolução de problemas. Em sala de aula,

[...] os dados e a informação são proporcionados pelo professor, um livro, ou ambos ao mesmo tempo. O aluno, em geral, não “encontra” um problema que “sinta necessidade” de resolver, mas lhe é “proposto” um problema que “precisa” resolver. (POZO; CRESPO, 1998, p. 74).

Segundo os autores, quando os estudantes são envolvidos na resolução de um problema, a sua motivação é diferente de uma atividade do cientista, que está envolvido em uma situação e busca testar hipóteses para suas teorias, logo, fazendo mais sentido para ele. A motivação do estudante se dá pela obrigação de atender à solicitação do professor e não em função de sua inquietação (POZO; CRESPO, 1998).

A transformação de uma atividade de Ciências, que tem como característica o modelo de um método científico, em uma atividade que propõe a resolução de problemas, no entanto, não é uma tarefa fácil, em razão de diversos obstáculos existentes na criação e no desenvolvimento de problemas que sejam de perfis pedagógicos para trabalhar com estudantes. Consideradas essas dificuldades abordaremos, a seguir, possibilidades de problemas que podem ser abordados nas aulas de Ciências.

### **2.1.2 Possibilidades de Problemas para o Ensino de Ciências**

Na perspectiva da natureza das Ciências, ensinar Ciências tem como justificativa “[...] fazer com que os alunos e futuros cidadãos sejam capazes de aplicar parte de sua aprendizagem escolar para atender não somente os fenômenos naturais que os cercam, mas também os projetos tecnológicos gerados pela Ciência” (POZO; CRESPO, 1998, p. 67). Nesse contexto, podemos destacar que a ideia de ensino sugere objetivos básicos para todos os educadores, de forma que possam converter a Ciência da natureza em parte de uma educação básica para todos. Para que isso seja possível é necessário

pensarmos em estratégias para uma formação científica dentro de uma educação básica. Portanto, trata-se de “[...] fazer com que os alunos sejam capazes de enfrentar situações cotidianas, analisando-as e interpretando-as através de modelos conceituais e também dos procedimentos próprios da Ciência (POZO; CRESPO, 1998, p. 68).

Uma das possibilidades de estratégia é, na resolução de problemas, vincularmos o conhecimento científico com o mundo cotidiano que nos cerca. Dessa maneira, ao apresentarmos situações cotidianas para os estudantes, por meio de atividades escolares, eles poderão compreender que o funcionamento da natureza e da tecnologia se revela na forma de problemas (POZO; CRESPO, 1998). Nesse contexto, podemos destacar que para esse tipo de problema não se trata de elaborar qualquer tipo de pergunta, pois nem todas são pertinentes, uma vez que “[...] algumas revelam da simples curiosidade enquanto outras, dão testemunho da consciência de um problema a resolver” (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 95). E é com base nessa tomada de consciência que pretendemos trabalhar com os estudantes nas aulas de Ciências.

A formulação de problemas em uma atividade científica deve ser construída com os estudantes, considerada a dificuldade que temos em reconhecer a existência de um problema, as limitações para os resolver, quando os reconhecemos, e também a dificuldade em os relacionar com a Ciência e a tecnologia. Segundo Crespo e Pozo (1998), quando resolvemos problemas de forma prática, fazemos uso de procedimentos pouco “científicos”, a exemplo de fazer um celular funcionar ou colocar comprimidos de cloro na água para sua limpeza, possivelmente não compreendemos como de fato isso ocorreu.

Para melhor entender a importância de propormos a busca por soluções de problemas em aulas de Ciências, devemos distinguir os diferentes significados atribuídos à palavra “problema” em três diferentes contextos: escolar, cotidiano e científico.

No que concerne ao entendimento de *problemas escolares* propostos nas aulas de Ciências, Pozo e Crespo (1998) os classificam em três tipos: qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas. Assim, explicam que:

São denominados problemas qualitativos aqueles que os alunos precisam resolver através de raciocínios teóricos, baseados nos seus

conhecimentos, sem necessidade de apoiar-se em cálculos numéricos e que não requerem para a sua solução a realização de experiência ou de manipulações experimentais. [...] fazer com o que o aluno relacione os conceitos científicos com fenômenos mais ou menos cotidianos. Para isso, deve buscar e estabelecer essa relação recorrendo aos seus conhecimentos prévios vinculando-se com a informação que recebe e formulando as hipóteses correspondentes. (POZO; CRESPO, 1998, p. 79).

Entendemos por problema quantitativo aquele no qual o aluno deve manipular dados numéricos e trabalhar com eles para chegar a uma solução, seja ela numérica ou não. [...] por isso, a estratégia de resolução estará fundamentalmente baseada no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas. (p. 80).

Chamamos de pequenas pesquisas aqueles trabalhos nos quais o aluno deve obter respostas para um problema por meio de um trabalho prático (tanto no laboratório escolar ou fora dele). Não podem chegar a ser classificadas de “pesquisas”, na acepção usada na Ciência, mas são uma aproximação, embora simplificada, do trabalho científico, na qual o aluno, em muito pequena escala, deve formular hipóteses, esboçar uma estratégia de trabalho e refletir sobre os resultados obtidos. (POZO; CRESPO, 1998, p. 82).

Para compreender as características de um *problema cotidiano* partimos de um exemplo proposto por Pozo e Crespo (1998) que expõem o caso do movimento de corpos submetidos à ação da gravidade: o lançamento de projéteis. Um exemplo cotidiano dessa situação é o arremesso de uma bola a uma cesta de basquete, que só será perfeito se dermos a ela a velocidade inicial adequada para que realize a trajetória parabólica fechada. Já encararmos a situação como um *problema científico*, a sua resolução passaria por determinar as leis que regem esse tipo de movimento, ligadas às teorias da mecânica quântica, ou mesmo tratá-lo como um problema tecnológico, por exemplo, “[...] como controlar com precisão o movimento de um elétron (submetido a ação de campos elétricos e magnéticos) dentro de um tubo de raios catódicos de uma televisão” (POZO; CRESPO, 1998, p. 70).

Podemos perceber que os autores consideram a solução de problemas algo presente em nossas vidas, que devem ter o seu funcionamento compreendido em diferentes contextos. Dessa forma, o uso de problemas no contexto do ensino de Ciências constitui-se como elemento importante para desencadear uma atividade didática. Para Astolfi *et al.* (1998, p. 96) “[...] não se trata de examinar aquilo que é problemático para lhe dar uma resposta, mas de *formular um problema* em si mesmo, com o objetivo de procurar uma solução

para ele. Essa solução é [...] de ordem intelectual”. No entanto, para desencadear uma atividade didática por meio da proposição de problemas, segundo Pozo e Crespo (1998), seria interessante relacioná-la à aquisição de procedimentos eficazes para a aprendizagem. Esses procedimentos envolvem

[...] procurar e planejar situações suficientemente abertas para induzir nos alunos uma busca e apropriação de estratégias adequadas não somente para darem resposta a perguntas escolares como também à da realidade cotidiana. Sem procedimentos eficazes – sejam habilidades ou estratégias – o aluno não poderá resolver problemas (POZO; CRESPO, 1998, p. 14).

Podemos perceber que esses autores consideram importante pensarmos em procedimentos, visto que são por suas ações que os estudantes conseguirão chegar às respostas dos problemas. Uma vez que essas ações têm nas habilidades e atitudes elementos importantes para resolver um problema proposto em aula, reforçamos que “[...] ensinar a resolver um problema não consiste em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta” (POZO; CRESPO, 1998, p. 14). Portanto, no próximo tópico buscaremos identificar as características desse procedimento que viabilizam atitudes e habilidades como conteúdos educacionais.

## **2.2 Viabilizando a aquisição de procedimentos no ensino**

Viabilizar o uso de procedimentos no ensino de Ciências envolve principalmente o ato de aprender e o de fazer Ciência na escola. Para que isso seja possível, os professores devem disponibilizar recursos didáticos de modo que os estudantes executem ações e, a partir disso, saibam verbalizar de acordo com seus conhecimentos científicos descritivos (POZO; CRESPO, 2009). Em outras palavras, a aquisição de procedimentos diz respeito às práticas experimentais e às competências metodológicas que lhe estão associadas, ou seja, esse “[...] é o tipo de tarefas de aprendizado/ensino que eles normalmente enfrentam nas aulas de Ciências” (POZO; CRESPO, 2009, p. 51), que vão desde o conhecimento técnico envolvido na resolução de exercícios até a utilização de

estratégias para solucionar novos problemas. A ideia é que os estudantes cheguem à resolução de um problema dito científico que os leve a construir um procedimento que os faça enfrentar situações reais.

Pozo e Crespo (2009) identificam quatro fases na aquisição de um procedimento que pode permitir uma aprendizagem de mais qualidade por parte do estudante. Os autores apontam que as duas primeiras fases do procedimento são de uso mais técnico, ou seja, envolvem um procedimento já estabelecido pelo professor, que o estudante só precisa decorar, treinar. A intenção é que o estudante conheça e entenda quais elementos fazem parte desse procedimento. Já as outras duas fases se valem do uso mais amplo de estratégias. Aqui, é o estudante que precisa estabelecer quais ações e ferramentas necessárias para construir um procedimento. Nos parágrafos seguintes abordaremos cada uma das quatro fases apontadas por esses autores.

O primeiro elemento importante na aquisição de um procedimento de caráter técnico é instruir uma sequência de ações para a desenvoltura do estudante na resolução de problemas. Uma vez que eles apresentam dificuldades de produzir suas próprias soluções, é necessário que sejam instruídos previamente com base em passos já pré-estabelecidos, de forma que quando dominarem bem as ações, tenham condições de inventar/criar soluções.

Esses autores, também apresentam características técnicas, conhecidas tradicionalmente no ensino como automatização da prática por repetição, na qual, o estudante é levado a fazer vários exercícios parecidos, que seguem a mesma regra de resolução, até “decorar” o passo a passo. Segundo Pozo e Crespo (2009), “(...) os alunos devem pôr em prática, repetidamente, a sequência, sempre sob a supervisão do professor. A função desta fase é condensar e automatizar a sequência de ações em uma técnica ou rotina treinada” (p. 56). É importante levar em conta, ainda, que essa prática repetitiva pode levar o estudante ao “piloto automático”. Mas, sobretudo, de acordo com os autores, essa ação traz alguns benefícios cognitivos, como diminuir o erro e proporcionar o desenvolvimento de tarefas com mais destreza e rapidez.

No caso do terceiro e do quarto elementos, as fases envolvem o treinamento procedimental e são vistas em conjunto pois quando os estudantes já dispõem das técnicas de *seguir instruções e de repetição*, podem ser capazes

de utilizá-las dentro de um planejamento estratégico em situações novas e abertas de aprendizagem. Dessa forma, essas técnicas devem dar suporte para a tomada de decisões, perante os problemas, proporcionando, assim, autonomia e controle ao estudante. Nessa perspectiva,

É necessário que o aluno enfrente tarefas cada vez mais abertas e, ao mesmo tempo, fique cada vez mais “sozinho diante do problema”, para que comece a assumir o controle estratégico. Em outras palavras, trata-se de o professor, que nas primeiras fases do treinamento procedimental é quem assume as decisões de planejamento, supervisão e avaliação, *transferir progressivamente o controle* das tarefas para os próprios alunos, fazendo que, aquilo que eles anteriormente só eram capazes de conseguir com sua ajuda, agora consigam fazê-lo por si mesmos (POZO; CRESPO, 2009, p. 57).

Com base no que foi exposto, até podemos sugerir que professores se apoiem nessas orientações para ensinar os estudantes que aprender Ciência é necessário planejar e criar estratégias ou, em um sentido mais amplo, pensar em procedimentos úteis. Contudo, Pozo e Crespo (2009) orientam que devemos buscar compreender do que é – ou do que pode ser – composta essa estrutura procedimental para então melhorar o currículo de Ciências.

Na busca de respostas sobre qual a melhor estrutura procedimental para aprender Ciência, tomemos uma proposta de organização para atividades de aprendizagem de Pozo e Crespo (2009), que contempla cinco critérios:

- Adquirir nova informação, seja pela observação, seleção de informação, busca ou captação da informação que se pretende aprender/ensinar;
- Interpretar a informação, traduzindo os dados em um formato, modelo ou linguagem conhecida. Um exemplo exposto pelos autores é “[...] interpretar uma situação cotidiana, como a ebulição, a partir de um modelo teórico, como a teoria científica” (POZO; CRESPO, 2009, p. 59);
- Analisar e fazer inferências a partir desses dados que foram coletados, por exemplo, “[...] planejar e realizar um experimento extraíndo dele as correspondentes conclusões” (POZO; CRESPO, 2009, p. 59);
- Compreender e organizar, buscando entender conceitualmente a informação recebida, por exemplo, “[...] compreendendo os textos escolares com os que costuma aprender” (POZO; CRESPO, 2009, p. 59);

- Comunicar os conhecimentos adquiridos, por exemplo, “[...] dominando tanto os recursos de expressão oral e escrita como a representação gráfica e numérica da informação” (POZO; CRESPO, 2009, p. 59).

Uma estrutura procedimental, portanto, necessita ser planejada e executada de forma clara e objetiva com o intuito de diagnosticar se os estudantes estão de fato aprendendo Ciência. Quando o estudante participa de um processo de aprendizagem que acontece a partir de uma atividade mais técnica e regrada, que evolui para uma proposta mais aberta e investigativa, é importante que ele tenha consciência dessa transição. O problema dessa situação, como apontado por Pozo e Crespo (2009) é a dificuldade que professor tem em encontrar esses procedimentos de forma organizada e compreensível nos currículos de Ciências:

É como se o procedimento desempenhasse, de fato, um papel secundário, acompanhando e facilitando as aprendizagens conceituais, mas sem ter uma estrutura própria, uma vez que, frequentemente, as próprias disciplinas científicas (Física, Química, Biologia etc.) proporcionam uma estrutura conceitual, mas não possuem critérios claros para organizar os procedimentos (POZO; CRESPO, 2009, p. 58).

Diante disso é essencial que os professores entendam mais detalhadamente os processos envolvidos numa estrutura procedimental, a fim de que sejam capazes de diferenciar e reconhecer suas características, predominantemente conceituais, em um currículo de Ciências.

### **2.3 O papel da Observação nas aulas de Ciências**

O papel da observação no ensino das Ciências é ainda vista sob uma perspectiva epistemológica nos currículos de Ciências, em uma tendência empirista-indutivista (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Esses autores explicam que foram os cientistas empiristas que destacaram a importância da observação para estabelecer leis e teorias científicas para a construção do conhecimento científico. No entanto, a nossa intenção aqui é reorientar o papel da observação ao nível de ensino de Ciências escolar para crianças, levando em consideração

aspectos epistemológicos da natureza das Ciências, de forma a não fazermos uso de uma Ciência de forma ingênua e inadequada.

Entendemos que uma atividade investigativa que leve a criança a uma coleta de dados, permite a ela uma observação científica (PUJOL, 2003 *apud* MARTÍ, 2012). Porém, o que acontece é que, quando os professores propõem aos estudantes uma atividade que estimula a observação, mas os deixa livres, sem lhes dar um direcionamento as crianças perdem o foco da tarefa.

Martí (2012) afirma que o ato de observar deve ser acompanhado por perguntas, para focalizar a atenção em algum aspecto específico e permitir uma exploração mais a fundo, sendo muito importante que as crianças registrem suas observações, a fim de concluírem sua investigação. Dessa maneira, para que a observação tenha sentido numa investigação, o professor deve apresentar um quadro de referência específico, uma vez que é comum as crianças observarem aspectos irrelevantes durante o processo de construção do pensamento científico (PUJOL, 2003 *apud* MARTÍ, 2012).

Uma situação que a observação científica proporciona é a elucidação de uma informação específica sobre uma hipótese, podendo até mesmo revelar-se como uma evidência ou prova, a favor ou contra a hipótese (MARTÍ, 2012). Sobre isso, podemos dizer que a observação científica é fundamental, pois permite às crianças conduzirem sua própria investigação com base nas evidências coletadas por meio de suas observações. Com base nesse elemento, o professor pode orientar as crianças na explicação do processo que observaram, etapa importante para desenvolvimento cognitivo.

Portanto, podemos estabelecer, de acordo com Martí (2012), algumas características importantes da observação científica, que lhe conferem grande valor epistêmico (para o pensamento científico): i) atenção; ii) planejamento e, iii) interpretação. A primeira dessas características é a atenção para com o fenômeno a observar. Para isso, é fundamental que o professor conduza a atividade com perguntas guiadas, de modo que o estudante não perca o foco do que está observando. Outra característica presente na observação científica é o planejamento. É importante que as crianças, com apoio de seus professores, saibam selecionar o que é relevante observar em um determinado fenômeno. Martí (2012) cita o seguinte exemplo:

[...] não tem sentido quando se observa uma rocha e as crianças percebem a forma ou medida que ela tem, porque se a quebrarmos e diminuirmos, ela mudará o tamanho e a forma, pois o que é importante observarmos é se a rocha continuará a mesma (cor, textura, presença de minerais etc.) (*tradução nossa*, p. 62).

No que se refere à interpretação dos fenômenos observáveis, apontada como terceira característica, ressaltamos que as atividades científicas podem levar as crianças a apresentarem explicações com base em suas crenças e dentro daquilo que já conhecem. É importante que o professor oriente esse processo para distinguir as observações das inferências. Refletindo, porém, que nossas crenças podem interferir no processo de observação, Costa (2014) nos fala que:

Muitos educadores questionam, afirmando que essa parcialidade da nossa visão e de nosso processo de observação dificulta o desenvolvimento da atividade científica e de pesquisa, que exigiria uma maior objetividade. Contra essa argumentação, discute-se hoje os princípios de uma Ciência menos positivista, mais fenomenológica e probabilística. As hipóteses científicas mais aceitas são vistas como possibilidades nas quais estão pressupostos os graus de variedade dos fenômenos e certa dose de incerteza. Da mesma maneira, aceitar que nossas observações e crenças são parciais e subjetivas não as tornam inúteis, embora exijam uma atitude de permanente atenção em relação as nossas opiniões e valores (COSTA, 2013, p. 43).

Apresentamos a seguir algumas das etapas que Costa (2013) sugere para a elaboração de uma atividade, com a finalidade de aprimorar a observação:

- Inserir a observação na grade curricular, escolhendo-se o momento ou o tema em que a observação poderá ser mais compreendida e melhor aplicada;
- Preparar o material necessário à observação: de canos pendurados no teto a binóculos, dependendo do caso. É importante também ter lápis e papel para tornar notas;
- Planejar a dinâmica da observação tanto para um trabalho individual como em grupo;
- Estabelecer a data, o local e a duração da observação;
- Treinar os alunos através de uma simulação para que eles entendam bem do que se trata e o que se espera deles;
- Ensinar os observadores a registrarem o que virem através de anotações, gravações ou fotografias;
- Ensinar os alunos a fazerem sínteses das observações e anotações elaborando um argumento;
- Divulgar os resultados de forma individual e coletiva;
- Avaliar o trabalho dos alunos e repetir a experiência quando necessário (COSTA, 2013, p. 44).

Sob essa ótica, Costa (2013) também ressalta a importância de os estudantes conhecerem o trabalho de observação dos outros colegas “[...] percebendo que a seleção de um determinado aspecto observado corresponde à relevância que lhe é dada pelo observador” (p. 44). Nesse sentido, a autora propõe que a observação pode contar com elementos de apoio como, por exemplo, uma máquina fotográfica, pois “[...] ajuda a registrar fatos, especialmente quando aquilo que é observado envolve ação” (p. 45).

Com base nessa premissa, defendemos a ideia de que o uso de uma câmera fotográfica pode ser uma excelente aliada ao processo de observação em atividades de Ciências, uma vez que permite acompanhar, por meio dos registros fotográficos, o que o estudante investiga e produz. No tópico seguinte trazemos argumentos em favor da fotografia científica como instrumento eficaz para o processo de observação.

### **2.3.1 A fotografia científica como instrumento de observação**

Apontar o recurso da fotografia científica como instrumento de observação, principalmente para as aulas experimentais de Ciências, constitui o objetivo central deste item. Tal pretensão está apoiada em um referencial teórico que será apresentado no decorrer deste texto, com base em pesquisadores do campo da educação em Ciências que utilizam a produção e o uso de imagens nas práticas de ensino. Sobretudo, buscaremos nos apoiar em estudos que se ocupam da imagem fixa, ou seja, do recurso da fotografia científica. Nessa perspectiva, a intenção é de melhor compreender o que se espera do uso e da produção da fotografia e suas implicações no processo de ensino de Ciências.

De acordo com Costa (2013) “[...] houve um tempo no qual a imagem era um mero adereço na educação, na divulgação científica e na produção literária” (p. 38). Procuramos hoje encontrar novas possibilidades para o seu uso para estudá-las e estender seu uso aos mais diversos campos do saber (COSTA, 2013). Quando utilizadas imagens para dar suporte a quaisquer das muitas estratégias didáticas para o ensino de Ciências, de modo geral os professores acabam simplificando o seu uso a uma mera ilustração, dada a falta de

conhecimento e a complexidade no trato de sua interpretação visual. Ainda assim, pensando nas aulas de Ciências, a imagem pode ser utilizada como um recurso para ampliar a observação dos estudantes de forma a inseri-los na construção do conhecimento científico escolar. Para Gouvêa *et al.* (2014) “[...] as imagens são de fundamental importância tanto na construção quanto na representação e comunicação de ideias e conceitos científicos. É possível mesmo dizer que elas são inerentes ao próprio conhecimento científico.” (p. 58).

Nesse viés, Souza (2014) explica que “a Ciência produz os mais variados tipos de imagens com o objetivo de visualização de fenômenos que, ora são mais ‘verdadeiros’ ou ‘reais’, permitindo uma observação mais ou menos direta e mais ou menos sofisticada da realidade” (SOUZA, 2014, p. 120). Nesse sentido, considerando o caso específico da fotografia, é possível constatar que, quando permitimos o seu uso nas aulas de Ciências, possibilitando ao estudante a oportunidade de ele mesmo produzir/construir uma imagem fotográfica, ela pode revelar-se com uma importante ferramenta para a observação de fenômenos. Para que o ensino de Ciências ocorra, é necessário um planejamento didático que possa envolver os estudantes em um processo investigativo para estabelecer relações com o que se pretende observar e registrar. Assim, será possível ultrapassar os limites visuais da fotografia e dar sentido e significado aos elementos presentes nela, produzindo então um conhecimento científico escolar.

Nesse sentido, Tiballi e Jorge (2007) destacam que:

[...] ao introduzir a fotografia no processo investigativo, [...] poderá resolver o problema da observação através do registro imagético. Os resultados da observação certamente terão rigor científico e as informações serão precisas, pois, através da objetividade da fotografia os dados denotados fornecem elementos que, muitas vezes, a objetividade da informação, numa simples vista, deixa escapar (TIBALLI; JORGE, 2007, p. 72).

Vale refletir aqui, sobre dois aspectos que esses autores destacam em relação à natureza da fotografia e do que é observado. Em primeiro lugar, destacam que “[...] isso implica em saber do alcance e dos limites da observação por meio da fotografia para a construção do objeto que se pretende investigar” (p. 73). Defendem também que “[...] é preciso considerar a didática da

observação visual, o que implica definir os objetivos e planejar a observação a ser registrada por meio da fotografia” (p. 74).

No processo de ampliar a observação dos estudantes por meio da fotografia em aulas de Ciências investigativas, é importante que o professor estabeleça alguns critérios, para conduzi-los à problematização, tais como: qual o objetivo de observar e registrar, por que produzir essa fotografia, quais elementos estão ali presentes e qual seu significado. Para que a experiência visual ganhe sentido nas aulas de Ciências é preciso que o estudante já esteja inserido na proposta do tema, para que a observação registrada por meio da fotografia forneça novas informações, e, assim, seja um fator de aprendizagem (GEJÃO, 2010).

De acordo com Costa (2013) “[...] há muito a se observar no mundo” (p. 44). Porém, é necessário que atividades de cunho investigativo no ensino de Ciências sejam planejadas, possibilitando não apenas o uso da fotografia como elemento da observação, mas também de um amplo conjunto de capacidades que, em ação, promovam habilidades que proporcionem instigar, explorar, acompanhar e registrar o objeto em estudo. Experiências dessa natureza contribuem para que os estudantes participem ativamente na construção desse objeto, para que o registro fotográfico faça mais sentido na aula de Ciências.

Souza (2014) defende que a fotografia, além de ser considerada uma imagem científica, deve ser interpretada, de forma a ir além da mera observação, de forma que possa fazer parte da “[...] construção do objeto construído (a representação) desde a observação do real referente” (SOUZA, 2014, p. 121). Portanto, entendemos que somente observar o que está registrado em uma fotografia não garante que o estudante tenha atribuído algum significado em termos de aprendizagem, sendo necessário ir além, de forma a fazer parte da construção do objeto real fotografado e produzir os sentidos pretendidos pelo ensino de Ciências.

Podemos relacionar tal fato com a questão de que o objeto em estudo numa atividade científica investigativa pode ser registrado por meio da fotografia, potencializando a observação. Logo, um registro fotográfico tem a capacidade de fazer um recorte da realidade vivida e percebida daquele momento. Segundo Costa (2013) “[...] exercícios como esse mostram aos jovens a noção de que o

olhar é a nossa primeira forma de intervenção na realidade, é fazer um recorte na realidade, é selecionar e transformar um objeto em foco de atenção” (COSTA, 2013, p. 42).

Para compreendermos o que a fotografia, como elemento de observação, representa numa atividade investigativa de Ciências, é preciso entender qual o seu significado. Segundo Mauad (1997) citado por Gejão (2010, p. 95) a fotografia “[...] é resultado do trabalho humano de construção de sentido para a realidade em que se vive”. O autor ainda complementa que a fotografia é uma representação do mundo cujo significado não depende apenas de quem a produziu, ou seja, os sujeitos receptores é que atribuem a verdadeira mensagem a que corresponde. Nesse sentido, Gejão (2010) afirma que:

[...] a mensagem fotográfica está diretamente ligada ao seu momento de produção. No entanto, é no ato da recepção, a ultrapassar a simples observação e busca da compreensão da fotografia, que é formulado seu significado. Este, por sua vez, pode ser múltiplo, porque depende das diferentes leituras que cada receptor poderá fazer da imagem fotográfica num dado momento (GEJÃO, 2010, p. 95).

Essa mesma premissa é apontada por Fernandes (2014), ao defender a ideia de que, para atribuir sentidos e contribuir no ensino de Ciências, se faz necessário interpretar o que está representado pela imagem fotográfica, ou seja, é preciso decodificá-la:

[...] essa decodificação, por sua vez, está previamente sustentada no conjunto de referenciais que o leitor possui, nos conhecimentos mobilizados para dar sentido ao que é visto. A fotografia é considerada assim, pessoal, idiossincrática e polissêmica, uma vez que cada leitor tem um conjunto próprio de referências. Mas, considerando um contexto sociocultural semelhante, a variedade de sentidos tende a se restringir para algo mais próximo do conjunto de referências do grupo [...] assim como os processos de aprendizagem escolar, contribuem para a difusão de sentidos compartilhados (FERNANDES, 2014, p. 50).

Em uma atividade de Ciências na escola que faça uso da fotografia, é interessante que o estudante, ao tomar contato com as fotografias já produzidas, interprete-as para apresentar os conhecimentos que adquiriu com aquele processo e dessa forma “[...] reconstruir aquele fragmento do real mediante um discurso e demonstrar que este faz parte da realidade, uma realidade muito mais ampla do que aparece na imagem, composta por elementos tão importantes

quanto aqueles imortalizados pela fotografia” (GEJÃO, 2010, p. 101). Assim, somente aquele estudante que produziu a fotografia, observou, acompanhou e registrou o fenômeno num processo investigativo é capaz de chegar naquilo que não está explícito na imagem, pois a compreensão vai além da descrição imediata.

No que se refere à descrição imediata da fotografia no ensino, no entanto, se faz necessário que compreendamos os elementos que estão ali presentes. Gejão (2010) propõe uma análise iconográfica para avaliar as informações visuais que constituem uma fotografia, porém, a autora afirma que não existe um modelo a ser seguido, embora seja possível adotar alguns critérios, como: “[...] quem (identificação do ‘objeto’ enfocado), onde (localização da imagem no espaço), quando (localização da imagem no tempo), como (descrição dos detalhes relacionados ao ‘objeto’)” (GEJÃO, 2010, p. 100).

Gejão (2010) ratifica a ideia de Mauad (1996) defendendo que o processo de conhecimento se dá em dois níveis de compreensão e interpretação da fotografia, ou seja, é importante que o estudante saiba explicar o nível interno da imagem “[...] qual seja sua estrutura espacial, a identificação dos elementos constituintes da imagem” e também o nível externo da imagem, “[...] os elementos que aparecem no espaço fotográfico, mas que, como visto, são de extrema importância para o conhecimento da mensagem fotográfica” (MAUAD 1996, citado por GEJÃO, 2010, p. 86). Dessa forma, o estudante que participou de uma atividade investigativa em uma aula de Ciências e que fez uso da fotografia como elemento de observação, ao explicar a fotografia nesses níveis distintos, assume sua participação como investigador nesse processo, a partir de uma observação mais atenta que auxiliou no desenvolvimento e na construção do conhecimento científico escolar, por meio do recurso da imagem fotográfica.

Considerando os critérios de análise que propusemos abordar neste trabalho e refletindo com base na literatura sobre as possíveis relações entre a Fotografia e a Observação, notamos que, por mais interligadas que se apresentem, podem se tornar problemas no processo de ensino, caso não haja um planejamento na construção do objeto que se pretende registrar e acompanhar, principalmente se pensarmos na utilização desse recurso num

método investigativo nas aulas de Ciências. A ideia que defendemos é que a fotografia tanto pode ser utilizada como um instrumento de observação, quanto como fonte de conhecimento, com as imagens registradas em um processo de investigação servindo como suporte para os estudos científicos.

### 3 METODOLOGIA

"O homem cria as ferramentas,  
e as ferramentas recriam o homem."  
(Marshall McLuhan)

Neste capítulo revelamos as influências e escolhas que nos levaram à construção da metodologia de investigação. A pesquisa contempla uma abordagem de cunho qualitativo, tipo de abordagem que se preocupa com a “[...] compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (FONSECA, 2002, p. 32). Segundo Flick (2010) ela envolve captar diferentes significados interpretativos e naturalísticos diante do mundo, buscando compreender os fenômenos em termos dos sentidos que as pessoas lhes atribuem. Essa opção de abordagem advém da busca de compreender as ações evidenciadas por crianças em uma sequência didática envolvendo atividades experimentais, verificando se conseguem conduzir por conta própria suas investigações até o final da sequência de forma a confirmar a iniciação à Ciência na escola.

Ressaltamos aqui nosso problema de pesquisa, que busca responder como podemos intervir de forma eficaz numa turma de crianças, de modo a fazê-las evoluir em atividades experimentais em níveis progressivos de investigação, valendo-nos de um processo didático (questão, procedimento, solução e observação) de iniciação científica.

Para isso, intentamos propor atividades experimentais em níveis progressivos de investigação, abordando o tema alimentos; identificar indícios que promovam a iniciação científica dentro de um processo didático investigativo, quando proposta uma questão, procedimento, solução e observação; e analisar cada atividade experimental na busca de desvendar se as crianças conseguem conduzir suas próprias investigações até o final do processo didático.

Para colocarmos em prática o desenvolvimento desta pesquisa é importante ter consciência dos referenciais metodológicos que nos permitam selecionar a modalidade de pesquisa mais adequada. Considerando o problema e os objetivos de pesquisa, dentre as estratégias procedimentais optamos pela pesquisa de campo.

Na perspectiva da pesquisa de campo procuramos atender os interesses da pesquisa num contexto escolar, a fim de construirmos e coletarmos os dados. Com isso, buscamos respostas na prática, acompanhando uma turma de crianças por meio de atividades experimentais investigativas. Para Lakatos e Marconi (2003) a pesquisa de campo “[...] consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes para analisá-los” (p. 186). Apoiados nessas considerações e também no contexto que viabilizou a construção dos dados ao longo do trabalho de campo, traçamos o caminho metodológico que norteou a investigação.

### **3.1 A escolha do campo e dos sujeitos da pesquisa**

Ao nos propormos desenvolver este estudo sobre a experimentação investigativa com crianças, escolhemos uma escola rural de educação infantil como ambiente de pesquisa. Acreditando que a realidade dessa escola seja bastante distinta de outras regiões do Brasil, entendemos ser importante compreender seu contexto histórico e social para entendermos quais as influências que interferem nos resultados deste estudo, quando proposta a temática “alimentos”. Vale destacar que a escolha desse campo de estudo decorre do fato de a pesquisadora morar nessa comunidade desde o ano de 2015, período em que o projeto de pesquisa já estava em desenvolvimento, vislumbrando-se a oportunidade de conhecer o ambiente escolar na região onde mora.

O campo de estudo aconteceu na Escola Municipal Rural Nossa Senhora das Graças, situada a cerca de 20 km da sede municipal de Toledo-Paraná, mais especificamente na linha Ouro Preto. Como é um local relativamente perto da cidade, as pessoas que moram nesse lugar têm uma convivência rotineira com o ambiente urbano. No momento, ainda não é caracterizada como um distrito, por ser uma comunidade pequena, com menos de 400 moradores. Na linha Ouro Preto, além da escola municipal, estão localizadas uma igreja católica e uma evangélica, uma mercearia e um clube esportivo.

Podemos dizer que as escolas rurais e urbanas do município de Toledo – Paraná são marcadas por algumas diferenças. Entre os que ainda não conhecem essa realidade é comum acreditarem que as escolas rurais ainda sofrem por inferioridade na educação, quando comparadas com as urbanas, o que não é realidade no caso dessa escola. Ousamos dizer até que essa escola tem suas vantagens. A principal diferença que trazemos aqui é a organização em classes multisseriadas que “[...] caracterizam-se por reunir em um mesmo espaço físico diferentes séries que são gerenciadas por um mesmo professor” (XIMENES-ROCHA; COLARES, 2013, p. 93). Isso ocorre devido ao reduzido número de estudantes, o que acarreta o não preenchimento das vagas necessárias para abertura de uma turma. No caso dessa escola a vantagem é que essas classes multisseriadas são constituídas por poucos estudantes. Assim, os professores conseguem realizar trabalhos diferenciados e com relações sociais com a comunidade.

No período em que construímos os dados de pesquisa, percebemos que é intensa a participação dos pais nas atividades da escola. Essa participação certamente contribui para uma educação de melhor qualidade. Portanto, torna-se necessário romper com o estereótipo de que essas escolas, do interior oeste do Paraná, são espaços de atraso e de sujeitos excluídos da sociedade.

A maioria dos estudantes são filhos de pessoas que trabalham no campo, em atividades como suinocultura, avicultura, pecuária e agricultura. O município se destaca como um dos maiores produtores de grãos e de criação de porcos e frangos do estado e com isso concentra grandes cooperativas e outras empresas do ramo do agronegócio. Essa realidade proporciona uma excelente qualidade de vida para os que ali moram, o que permite aos estudantes acesso à tecnologia e informação. Outros pontos positivos são o acesso pavimentado da vila até a cidade (Toledo) e a boa condição das estradas internas, o que faz com que a maioria utilize transporte automotivo, sendo pouco comum o uso de burros em charretes ou cavalos puxando carroças. Isso nos mostra que a vida dessa localidade é semelhante à vida da zona urbana. A diferença é que os moradores daqui trabalham no campo, porém, com boa qualidade de vida.

Os sujeitos da pesquisa são um grupo constituído de onze (11) crianças de uma turma que reúne o 3º e o 4º ano do Ensino Fundamental do turno

vespertino. Como é uma escola rural com poucos estudantes matriculados, a coordenação optou por organizar duas turmas em cada sala. Dessa forma os sujeitos desta pesquisa são de duas classes diferentes, mas que estudam juntos na mesma sala e com a mesma professora. Esses estudantes têm entre oito e nove anos de idade. A escolha dessa turma se deu pela orientação da diretora, tendo como justificativa o “comportamento exemplar” das crianças em relação às outras classes.

Após a definição do campo de pesquisa e dos sujeitos participantes, para dar início ao estudo seguimos as exigências do Comitê de Ética, por ser uma pesquisa que envolve seres humanos. Assim, encaminhamos os documentos necessários para a provação do projeto de pesquisa. O projeto foi aprovado em outubro/2018 pelo Centro de Ciências Biológicas e da Saúde CCBS – UNIOESTE sob no nº **CAAE**: 00931218.3.0000.0107 e o **Número do Parecer**: 2.982.946.

Com a aprovação do comitê de ética procuramos a diretora da escola para uma conversa informal sobre a pesquisa. Informamos o objetivo do trabalho e métodos de investigação e, em seguida, entregamos uma cópia impressa do projeto de pesquisa e solicitamos sua autorização por escrito mediante a assinatura do Termo de Ciência do responsável pelo campo de estudo (Anexo 1). À professora e às crianças fizemos um pedido verbal, em forma de conversa, e prestamos informações sobre a proposta e a maneira como as atividades seriam desenvolvidas. Entretanto, como eles são menores de 18 anos de idade foi solicitado que colhessem a assinatura de seus pais e/ou responsáveis no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2), o que foi feito por todos.

### **3.2 A construção do objeto de pesquisa**

Para construir os dados nos dedicamos à elaboração do objeto de pesquisa – *as atividades experimentais em níveis progressivos de investigação*. Para a execução das atividades definimos um tema e escolhemos quatro atividades de Ciências. Adaptamos as atividades selecionadas ao modelo experimental em níveis progressivos de investigação e, com base nisso,

selecionamos os recursos didáticos. Por fim, definimos o espaço para o desenvolvimento das atividades.

### Definição do tema

Para que as atividades experimentais tivessem “maior efeito” no ensino de Ciências, buscamos envolver um tema que pudesse contextualizar os conceitos científicos. Dentre a variedade de temáticas que podem ser trabalhadas nas aulas de Ciências, optamos por atividades que envolvessem a promoção das reflexões sobre a temática *alimentos* e que estivessem inseridas no cotidiano dos sujeitos participantes da pesquisa. A escolha dessa temática se deu em função do contexto social da escola, essencialmente ligado à produção de alimentos, entendendo ser um estímulo para as crianças abordar a resolução de problemas ligados a uma situação real (POZO, 2009). Uma das dificuldades enfrentadas pelo ensino de Ciências, segundo Pozo (2009), é que o conhecimento científico se encontra fora do conhecimento cotidiano dos estudantes. Nesse sentido, os alimentos são uma temática que envolve diversos conceitos da Ciência e que estão presentes diariamente na vida das pessoas, principalmente, na vida de filhos de produtores rurais. Definido o tema a ser explorado nas aulas de Ciências, sucedemos ao próximo passo, a escolha das atividades.

### Escolha das atividades

Na perspectiva de selecionar quatro atividades que tivessem o assunto “alimentos” como temática central, as que melhor se adaptaram aos nossos interesses de pesquisa foram quatro propostas de atividades encontradas em diversos veículos na comunidade científica. No Quadro 2, mostramos de forma sucinta as atividades que influenciaram a construção do objeto de estudo relacionando a proposta de atividade, o veículo de divulgação e a fonte.

**Quadro 2:** Atividades que influenciaram a construção do objeto de estudo

Atividades	Propostas	Veículos	Fonte
------------	-----------	----------	-------

1	Química da conservação de alimentos	Livro	SANTOS, W. P.; MOL, G. S. (Coords.). Química cidadã. Volume 3. 2. Ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.
2	Investigando Componentes Presentes no Leite em uma Atividade Interativa	Artigo	ZUTIN, K.; OLIVEIRA, J. K. Investigando Componentes Presentes no Leite em uma Atividade Interativa. <b>Química Nova na Escola</b> . n. 25, p. 39-42, 2007.
3	Proporções entre combinações químicas	Manual	CUNHA, M. B.; PERES, O. M. R.; STANZANI, E. L. Manual "COMQUÍMICA das crianças": oficinas para experimentação investigativa destinadas ao Ensino Fundamental. 1 ed. vol. único. Toledo: Gráfica Jofel, 2014.
4	Lixo	Vídeo	Programa Água Brasil. Disponível em: < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=HiqVyUnropA&amp;t=128s">https://www.youtube.com/watch?v=HiqVyUnropA&amp;t=128s</a> > Acesso em: 15 jul. 2019.

Fonte: autoria própria (2019)

As propostas dessas atividades passaram por várias alterações, com sugestões e contribuições de colegas da mesma área de atuação. Como a nossa formação é em Ensino de Química, para desenvolver esta pesquisa com as crianças, durante as aulas de Ciências, tivemos que adaptar as atividades para contemplar as bases curriculares do ensino de Ciências que envolvem o Ensino Fundamental I. Estruturamos as quatro atividades com cautela, tendo cuidado minucioso desde a escolha dos conceitos científicos até os materiais e reagentes que não oferecessem qualquer perigo às crianças, além de amenizar qualquer obstáculo epistemológico que pudesse dificultar tanto no ensino quanto na aprendizagem das crianças. Assim, definida as quatro atividades, o próximo passo foi adaptá-las ao modelo de experimento em quatro níveis progressivos de investigação proposto por Bell, Smetana e Binns (2005) e Bell e Banchi (2008).

Adaptação da atividade experimental para o **Nível 1**: investigação de Confirmação

No planejamento da primeira atividade experimental adequamos a proposta “Química da conservação de alimentos”, encontrada no livro “Química cidadã” para a atividade experimental de Nível 1 de investigação. Como podemos observar, essa atividade é sugerida na disciplina de Química e tem a pretensão de trabalhar com estudantes do Ensino Médio, de forma que o primeiro desafio foi transpô-la para uma aula de Ciências de uma turma do 3º e 4º ano do Ensino Fundamental I. Em primeiro lugar reestruturamos o texto da proposta tornando a abordagem acessível às crianças, uma vez que a proposta envolve o conhecimento teórico e sua aplicação prática. Em seguida, pensamos na questão problema, nos procedimentos e na solução, de acordo com os pressupostos de Bell e Banchi (2008), considerando se tratar de experimento de formato “fechado”, sem questionamentos, e de uma atividade de menor grau de complexidade e de pouca demanda cognitiva. No Quadro 3 sistematizamos como foram feitas a organização e a adaptação da atividade para um experimento de primeiro nível de investigação:

**Quadro 3:** Sistematização da atividade para um experimento de Nível 1 de investigação

Nível de investigação	Questão	Procedimento	Solução
	Professor	Professor	Professor
<b>Confirmação</b>	<i>Por que quando partimos a maçã com o tempo ocorre o escurecimento? É possível evitar esse escurecimento?</i>	Disponibilizamos sete pedaços de maçã para testar na prática os métodos de conservação.	As crianças já conhecem o resultado com a leitura de um texto feito inicialmente na aula. Aqui elas confirmam suas observações na prática.

**Fonte:** Autoria própria (2008).

Primeiramente realizamos a leitura do texto intitulado “métodos de conservação de alimentos” com as crianças, e discutimos cada método para elas conhecerem os conceitos envolvidos, entre os quais: embalagem; salga; refrigeração ou congelamento; retirada de água dos alimentos; defumação e pasteurização. Para confirmar essa teoria na prática e dar início à atividade experimental, planejamos realizar um experimento utilizando uma maçã para testar diferentes métodos de conservação. Dessa forma, propusemos a seguinte **questão problema:** *Por que quando partimos a maçã com o tempo ocorre o*

*escurecimento? É possível evitar esse escurecimento?* Considerando que os estudantes estão participando pela primeira vez de uma atividade experimental investigativa, a questão apresentada já apontava que ocorre o escurecimento quando a maçã é partida. O que pretendemos foi que as crianças compreendessem que podemos evitar que isso ocorra por meio de alguns métodos de conservação, e para isso os conceitos foram trabalhados de maneira que elas pudessem entender. Ainda assim tentamos, nesse primeiro contato, trabalhar com algumas abordagens científicas, que em alguns momentos deram certo e em outros, nem tanto.

Em seguida, planejamos uma atividade para que as crianças testassem na prática os métodos de conservação e conduzimos o **procedimento** para a observação e coleta de dados. Esse procedimento consistia em analisar amostras de sete pedaços de maçã, no qual cada pedaço estaria imerso em soluções/reagentes diferentes. O objetivo era que as crianças identificassem em qual pedaço de maçã ocorria o escurecimento. Além disso, o procedimento permitiu que as crianças utilizassem algumas técnicas de laboratório como a identificação de componentes ácido, neutro e básico, por meio do indicador natural do repolho roxo; a observação das transformações químicas e físicas; e a manipulação dos materiais e reagentes específicos de laboratório. O experimento foi pensado para que houvesse ampla participação e envolvimento dos estudantes nos questionamentos ao longo do processo.

Como foi mencionado acima, as crianças já conheciam a **solução**, a partir da leitura do texto, e só precisavam confirmar o que fora proposto em teoria. No Apêndice 1 apresentamos a organização dessa atividade, que serviu como um guia quando a desenvolvemos em sala.

Adaptação da atividade experimental para o **Nível 2**: Investigação Estruturada

No planejamento da segunda atividade experimental (Apêndice 2) adequamos a proposta “Investigando Componentes Presentes no Leite em uma Atividade Interativa”, disponível na revista científica “Química Nova na Escola”, para a atividade experimental de Nível 2 de investigação. Como podemos

observar, essa atividade também pertence à disciplina de Química e tem a pretensão de trabalhar com estudantes do Ensino Médio. Assim, permanecemos no desafio de transpor essa atividade para uma aula de Ciências com estudantes do Ensino Fundamental I. Diferentemente da primeira atividade experimental de investigação, no Nível 2 as crianças não têm contato com a teoria antes da atividade. Dessa forma, planejamos o experimento abordando a questão problema e o procedimento, pois as crianças deveriam chegar à solução com base na coleta de dados. No Quadro 4 sistematizamos como foram feitas a organização e a adaptação da atividade para um experimento de segundo nível de investigação:

**Quadro 4:** Sistematização da atividade para um experimento de Nível 2 de investigação

Nível de investigação	Questão	Procedimento	Solução
	Professor	Professor	Estudante
<b>Estruturado</b>	<i>O que tem no leite?</i>	Disponibilizamos dois tipos de leite, o leite <i>in natura</i> e o leite industrializado, para que as crianças possam extrair a água, a gordura e a proteína do leite.	No final da atividade, os estudantes devem, por conta própria, solucionar a questão sobre a composição do leite.

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Como pretendíamos trabalhar sobre a composição do leite pensamos cautelosamente na **questão problema**, buscando evitar alguns conceitos logo no primeiro momento, a exemplo de substâncias, misturas, composição química e componente. A intenção é que fosse proposta uma pergunta simples e objetiva para que as crianças entendessem com clareza o que seria investigado, o que nos levou a defini-la como “*O que tem no leite?*”. Posteriormente, os conceitos citados foram colocados de forma contextualizada durante a atividade, para que elas já tivessem o primeiro contato, não somente pela teoria, mas de forma prática e visual.

Em seguida, planejamos um experimento no qual conduzimos o **procedimento** para a coleta de dados. Esse experimento teve como objetivo as crianças identificarem na prática alguns componentes presentes no leite, a

exemplo da água, da gordura e das proteínas (caseína e albumina), e também que fosse discutida a presença de vitaminas e açúcares (lactose) no leite. Além disso, esse procedimento permitiu que as crianças utilizassem técnicas como a separação de misturas e a observação das transformações químicas e físicas, além de permitir que identificassem e reconhecessem alguns dos componentes do leite.

As crianças deveriam chegar à **solução** sozinhas, por meio da observação e da coleta de dados.

No transcorrer da atividade, fizemos diversos questionamentos aos estudantes, buscando “despertar” sua curiosidade e fazê-los pensar sobre a atividade e participar ativamente, não só na prática do experimento, mas também com comentários, contribuindo para que tirassem suas próprias conclusões. Paralelamente, mantivemo-nos atentos no desempenho na coleta de dados e na observação das evidências macroscópicas.

#### Adaptação da atividade experimental para o **Nível 3**: Investigação Guiada

O planejamento da terceira atividade experimental (Apêndice 3) foi adaptado para o terceiro nível, conhecido como Investigação Orientada. Dessa forma, utilizamos a proposta “Proporções entre combinações químicas” que é uma das oficinas de experimentação investigativa que consta no manual do Projeto “COMQUÍMICA das crianças”<sup>1</sup>. Diferentemente das outras atividades selecionadas, essa não necessitou ser adaptada para o Nível 3 de investigação, uma vez que é destinada ao Ensino Fundamental. No Quadro 5 apresentamos a sistematização dessa atividade:

**Quadro 5:** Estrutura da atividade experimental no Nível 3 de investigação

Nível de investigação	Questão	Procedimento	Solução
	Professor	Estudante	Estudante
Guiado	<i>Quais ingredientes e quantidades são necessários para</i>	Disponibilizamos os ingredientes numa mesa, e os estudantes	Ao final da atividade, a intenção é que os estudantes

<sup>1</sup> CUNHA, M. B.; PERES, O. M. R.; STANZANI, E. L. Manual “COMQUÍMICA das crianças”: oficinas para experimentação investigativa destinadas ao ensino fundamental. 1 ed. vol. único. Toledo: Gráfica Jofel, 2014.

	<i>preparar um bolo de caneca?</i>	devem planejar uma receita de bolo e posteriormente prepará-lo. Devem observar e coletar dados para chegarem a uma conclusão.	identifiquem quais os ingredientes e proporções necessários para o preparo de um bolo.
--	------------------------------------	---	--

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Apoiamos em trabalhar sobre as proporções entre combinações químicas e físicas dos ingredientes selecionados para o preparo de um bolo de caneca, tendo como **questão problema** “*Quais ingredientes e quantidades são necessários para preparar um bolo de caneca?*”. O desafio da proposta era que as crianças teriam que pensar na escolha dos ingredientes e na quantidade necessária e suficiente para preparar a massa de um bolo em uma caneca com capacidade para aproximadamente 350 mL. Os ingredientes para a receita foram fornecidos em quantidade maior do que a necessária, com exceção do ovo, que foi limitado a um, observado que foram incluídos “ingredientes” que não eram necessários para um bolo de caneca, como, por exemplo, a farinha de mandioca.

Uma vez que cabia às crianças planejar e executar por conta própria o **procedimento** experimental, elas tiveram a oportunidade de investigar, por meio da elaboração de uma receita de bolo de caneca, a proporção “ideal” dos ingredientes de modo que ficasse numa consistência de um bolo macio, saboroso e com uma massa que não ultrapassasse o topo da caneca. O objetivo do experimento era que os estudantes fossem levados a “[...] investigar qual a função de se ter quantidades e proporções entre os ingredientes e como é um trabalho de um cientista/químico que vai para o laboratório fazer uma reação” (CUNHA; PERES; STANZANI, 2014, p. 64).

Destinamos atenção especial para que todos os estudantes participassem da elaboração de procedimentos experimentais e chegassem à **solução** apoiados nos dados coletados.

Adaptação da atividade experimental para o **Nível 4**: Investigação Aberta

Para finalizar, planejamos a atividade experimental para o Nível 4, que chamamos de **Investigação Aberta**. Inicialmente nos apoiamos em um vídeo intitulado “Lixo”, pertencente ao programa Água Brasil<sup>2</sup>, para abordar com as crianças questões como a reciclagem e a reutilização, com o intuito de propormos a realização de uma Feira de Ciências.

No Quadro 6 trazemos a sistematização, no caso aberta, para o Nível 4 de investigação:

**Quadro 6:** Sistematização da atividade para um experimento de Nível 4 de investigação

Nível de investigação	Questão	Procedimento	Solução
	Estudante	Estudante	Estudante
Aberto	Não fornecido	Não fornecido	Não fornecido

**Fonte:** Autoria própria (2020).

No Quadro 6 os campos estão sem descrição da atividade – **questão, procedimento e solução**, porque eram os estudantes que deveriam planejar as etapas de investigação. Aqui, o papel do professor foi apenas fornecer um tema e guiá-los para a apresentação, por exemplo, em uma feira de Ciências.

O planejamento dessa proposta ocorreu em dois momentos. No primeiro assistimos ao vídeo com as crianças e discutimos sobre as questões que envolvem a reciclagem e a reutilização, de modo que não ficasse dúvida sobre o descarte de resíduos. Em seguida, explicamos que as crianças deveriam planejar um experimento que abordasse alguma forma de reutilizar ou reciclar alimentos, para apresentar numa Feira de Ciências. No caso em que as crianças já tivessem algum hábito de reutilização e reciclagem de alimentos nas suas casas, só precisaram mostrar como era feito. Além disso, deveriam apresentar suas propostas por escrito relacionando a questão problema, o procedimento e a solução que encontraram.

#### Escolha dos recursos didáticos

Ao propor atividades experimentais nas aulas de Ciências, também fomos criteriosos na escolha dos recursos didáticos. Assumimos a responsabilidade de

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HigVyUnropA>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

escolha e das adaptações necessárias para que nenhum material prejudicasse ou causasse algum dano às crianças. Decidimos também utilizar várias estratégias de ensino para tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para as crianças. Adequamos, ao nosso planejamento, textos de divulgação científica, vídeos e uma câmera fotográfica, por considerarmos importante que as escolhas dos recursos didáticos estivessem associadas aos conteúdos que pretendíamos ensinar durante as aulas de Ciências.

Entre esses recursos selecionados destacamos que a câmera fotográfica foi o mais utilizado, em função de nossa pretensão de analisar a fotografia como meio de observação e registros de dados. Atualmente, a fotografia é uma ferramenta de fácil acesso, seja por meio de uma câmera fotográfica ou de um aparelho celular, tipo *smartphone*. O seu uso vem ganhando um papel de destaque em nosso cotidiano, tornando-se cada vez mais frequente na rotina das pessoas, inclusive as crianças. Como a experiência de fotografar já virou quase um hábito, decidimos inserir uma câmera fotográfica no âmbito educacional. Ao longo de uma aula de Ciências, as crianças deveriam fazer registros fotográficos do desenvolvimento das atividades experimentais. Para a turma de onze crianças disponibilizamos cinco câmeras fotográficas fornecidas pelo Núcleo de Ensino em Ciências de Toledo – Necto/Unioeste. A cada atividade era distribuída uma câmera por dupla (ou trio) de crianças. A câmera foi utilizada em sistema de rodízio para que todos pudessem vivenciar a experiência de fotografar e a oportunidade de realizar seus registros de observação. Contudo, deixamos as crianças livres para registrar tudo que imaginassem e que julgassem importante ser fotografado durante o processo investigativo. Tudo que fizesse parte do seu percurso na aula de Ciências poderia ser enquadrado, sem restrições.

O intuito da utilização desse recurso didático foi contribuir no processo de ensino e aprendizagem considerando a observação e seu registro como ferramentas para despertar o interesse das crianças pela investigação científica.

Não tem laboratório de Ciências na escola e agora?

Logo ao chegar à escola municipal, constatamos a inexistência de um laboratório de Ciências, o que nos levou a um outro problema, a falta de materiais e reagentes. Para dar andamento à pesquisa, alguns materiais de laboratório, a exemplo das câmeras fotográficas, do grau e pistilo, da balança analítica, do béquer, da proveta e inclusive os jalecos para as crianças, foram obtidos por empréstimo junto ao NECTO/Unioeste. Outros materiais a pesquisadora efetuou a compra, como as placas de Petri, os conta-gotas, as canecas, as colheres de plástico, os tubos de ensaio e os reagentes, como, detergente, leite de magnésia, suco de laranja, entre outros.

Infelizmente, a inexistência de laboratório na escola e a falta de recursos, como os materiais e reagentes, não são novidades. Ressaltamos, entretanto, que essa carência vem sendo objeto de debate em diversas pesquisas da área de ensino de Ciências. Mas, precisamos enfatizar, o que não pode acontecer é que essa falta de infraestrutura se torne uma justificativa para a não realização de atividades experimentais. Frente a esses problemas, cabe aqui a discussão: é possível o ensino experimental de Ciências naturais sem laboratório? Como podemos explorar o potencial das atividades experimentais em outros espaços dentro do ambiente escolar?

As atividades experimentais, metodologias entre as mais reconhecidas no ensino de Ciências naturais, podem ser realizadas não só em laboratórios, mas também em outros espaços em que a escola dispõe. No entanto, o esperado é que as escolas, na inexistência de um laboratório, mantenham um espaço para que essas atividades possam ocorrer efetivamente. No nosso caso específico, foi necessário pensarmos em estratégias que garantissem uma qualidade de ensino e criassem condições para que explorássemos as atividades experimentais nas aulas de Ciências.

Silva, Machado e Tunes (2010) falam da necessidade de expandir com mais acurácia a nossa ideia sobre o conceito de atividades experimentais e ampliá-la para além das paredes do laboratório. Defendem que “[...] nessa ampliação cabem como *atividades experimentais* aquelas realizadas em espaços tais como a própria sala de aula, [...] o jardim da escola, a horta, a caixa d’água, a cantina e a cozinha da escola” (SILVA *et al.* 2010, p. 244).

Foi a partir desse desafio que surgiu a oportunidade de transitar as atividades experimentais em diversos espaços da escola que, até então, não eram vistos como lugares propícios para aulas de Ciências. O importante, nessa perspectiva, era fornecer aos estudantes um aprendizado mais contextualizado e ampliar o seu olhar para outros lugares que possibilitassem a associação de conceitos já aprendidos para a construção de novos saberes, promovendo mudanças de dentro da escola para a sociedade:

Esse novo olhar sobre as atividades experimentais proporciona uma visão mais ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da vida moderna e possibilitando a diversidade de abordagens. Esses novos contextos podem também promover uma mudança do papel da escola para a sociedade. (SILVA *et al.* 2010, p. 245).

Nesse viés, Silva *et al.* (2010) afirmam que o ensino experimental de Ciências naturais pode se processar em diversos espaços formais dentro do ambiente escolar e se tornar significativo, pois “[...] são espaços que fazem parte de suas vivências cotidianas, com possibilidade de atenderem a uma gama de interesses presentes na comunidade em que a escola está inserida.” (SILVA *et al.* 2010, p. 245).

Para contornar o problema da falta de laboratório de Ciências, apresentamos algumas possibilidades de espaços formais dentro do ambiente escolar, para explorarmos as nossas atividades experimentais nas aulas de Ciências aqui propostas.

Desenvolvemos a primeira atividade experimental na própria **sala de aula**, espaço que permite a realização de diversas modalidades didáticas, uma vez que nesse ambiente podemos encontrar recursos básicos e fundamentais para uma aula, como giz, lousa e carteiras.

A segunda atividade experimental foi realizada na **cozinha** da escola, o que nos permitiu abordar conceitos científicos de forma contextualizada, já que esse é um espaço que reproduz situações reais e possibilita explorar problemas reais. A cozinha “[...] pode funcionar como um eixo organizador, pois permite estudar sistematicamente ciclos, processos, dinâmica de fenômenos naturais e relações entre componentes de um sistema” (SILVA *et al.* 2010, p. 255). Conjugado com a cozinha está o **refeitório**, constituído de mesas e cadeiras que

poderiam ser utilizadas pelos estudantes no momento da discussão e socialização das atividades. Decidimos utilizar esse espaço para a terceira atividade experimental.

Também nos valem da **sala de vídeos**, espaço no qual poderíamos aproveitar os recursos da TV para expor e trabalhar uma diversidade de temas. Silva *et al.* (2010) pontuam que já existem “[...] estudos que mostram que narrativas fílmicas despertam interesses, informam e estimulam a curiosidade.” (p. 254). Entretanto, segundo esses autores, “[...] a exibição de vídeos e filmes não pode ser encarada como uma atividade de lazer ou em substituição a uma aula teórica para suprir a ausência de professor” (p. 254). Assim, esse espaço foi utilizado para o desenvolvimento da quarta atividade experimental.

A possibilidade de expandir as atividades experimentais, além das paredes de um laboratório, demonstra sua dinamicidade, oportunizando a exploração de outros espaços sociais disponíveis na própria escola. Além disso, colabora para dessacralizar a atividade científica, que muitas vezes é compreendida pelos estudantes como passível de ser feita apenas em um laboratório e por um cientista isolado da sociedade

### **3.3 Descrição das atividades**

A seguir, no Quadro 7, apresentamos as atividades planejadas contemplando as seguintes informações: atividades experimentais, objetivos, recursos didáticos e espaço de realização.

**Quadro 7:** Descrição das atividades

Atividades experimentais		Objetivos	Recursos utilizados	Espaço
<b>Experimento de Investigação de Confirmação:</b> conservação dos alimentos	Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manusear o experimento investigativo de Confirmação: a Questão, o Método e a Solução devem ser conduzidos pela professora.</li> <li>• Registrar com fotografias a observação de fenômenos durante o desenvolvimento do experimento.</li> </ul>	Câmera fotográfica, Jalecos, Vinagre, Detergente, Leite de Magnésia, Repolho Roxo, Tubos de Ensaio, Conta-gotas, Grau e Pistilo, Placas de Petri, Banana, Batata, Maçã, Suco de Laranja, Óleo, Açúcar, Sal, Caderno de anotação.	Sala de aula
	Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manusear o experimento investigativo Estruturado: a Questão e o método devem ser conduzidos pela professora.</li> <li>• Registrar com fotografias a observação de fenômenos durante o desenvolvimento do experimento.</li> </ul>	Câmera fotográfica, Jalecos, Filtros de pano, Béqueres, Panela com a tampa de vidro, Sistema de aquecimento (fogão), Leite, Vinagre, Bicarbonato de Sódio, Caderno de anotação.	Cozinha Sala de aula
<b>Experimento de Investigação Guiada:</b> proporções e quantidades necessárias para preparar um bolo de caneca	Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manusear o experimento investigativo Guiado: a Questão deve ser conduzida pela professora.</li> <li>• Registrar com fotografias a observação de fenômenos durante o desenvolvimento do experimento.</li> </ul>	Câmera fotográfica, Jalecos, Canecas, Colheres, Béqueres, Provetas, Balanças analíticas, ingredientes variados para o preparo do bolo, Caderno de anotação.	Refeitório Sala de aula
<b>Experimento de Investigação Aberta:</b> reciclagem e reutilização de alimentos	Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propor uma Feira de Ciências.</li> <li>• Assistir a um vídeo sobre “reciclagem e reutilização de alimentos”.</li> </ul>	Tv	Sala de aula Sala de vídeo
	Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar o trabalho na Feira de Ciências.</li> <li>• Registrar com fotografias a observação de fenômenos durante o desenvolvimento do experimento.</li> </ul>	Materiais a cargo dos estudantes.	Sala de aula

Fonte: autoria própria (2019)

### 3.4 A construção dos dados

A construção dos dados ocorreu no período compreendido entre novembro e dezembro de 2018. As atividades foram desenvolvidas durante quatro encontros realizados nas sextas-feiras, cada uma delas com a duração de três horas/aulas. As atividades começavam às 14h e se encerravam por volta das 17h15min. Esta pesquisa foi organizada de modo a se enquadrar na rotina das aulas de Ciências estruturada pela professora da turma.

Para a coleta e construção de dados, utilizamos uma câmera de vídeo e um aparelho gravador para filmar e registrar as ações e falas das crianças durante a realização das atividades. Dessa forma, as filmagens e os áudios auxiliaram na constituição das narrativas.

### 3.5 Análise das atividades

Cumpramos explicar que cada atividade experimental de nível progressivo de investigação apresenta três situações de ensino (Questão, Procedimento, Solução) de acordo com a proposta de Bell e Banchi (2005). Em complemento a essas situações nos valemos de uma a mais, a Observação. No quadro a seguir apresentamos as categorias de análises utilizadas neste trabalho: a sequência didática de iniciação científica e as situações de ensino:

**Quadro 8:** Organização das atividades

<b>Sequência didática de iniciação científica</b>	<b>Situações de Ensino</b>
Atividades experimentais investigativas de Nível 1	Questão Procedimento Solução Observação
Atividades experimentais investigativas de Nível 2	Questão Procedimento Solução Observação
Atividades experimentais investigativas de Nível 3	Questão Procedimento Solução Observação

Atividades experimentais investigativas de Nível 4	Questão Procedimento Solução Observação
---	--

Para a análise das atividades, utilizamos uma “grelha de indicadores” baseada na proposta de Astolfi *et al.* (1998). Contudo, adaptamos alguns desses indicadores após a leitura do material produzido. Os autores destacam que uma vez é impossível controlar cada instante da atividade e chegar à sua totalidade, essa “grelha de indicadores” fornece pontos de referência, a partir dos quais é possível identificar indícios que promovam a iniciação científica dentro de um processo didático investigativo durante o desenvolvimento dos estudantes nas atividades. Os indicadores (expostos no Quadro 9) podem aparecer em qualquer momento da situação de ensino proposto. O indicador *curiosidade*, por exemplo, pode aparecer numa situação de ensino *solução*. No quadro a seguir apresentamos os indicadores e os efeitos por eles causados.

**Quadro 9:** Os indicadores e os seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese	Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.  Transformar ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construir explicações.
Curiosidade	Marcar um tempo de parada e de surpresa em face de um fenômeno novo.  Conhecer e explorar os materiais e reagentes.  Manifestar questionamentos.
Atividade investigadora e exploradora de dados	Propor meios (método) de pôr à prova as hipóteses apresentadas.  Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem.  Manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados.
Cooperação	Trabalhar em grupo.  Desempenhar o seu papel no seio do grupo, sem excessos de comandos.
Comunicação	Respeitar a vez de quem fala.

	Apresentar dados da observação, selecionando os elementos que estão relacionados com o problema colocado.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2020)

Por fim, as atividades experimentais dos níveis 1, 2 e 3 de investigação, foram organizadas em episódios. Cumpre explicar, que cada episódio foi separado de acordo com a mudança de questionamentos feitos pela pesquisadora e também, pela mudança de ação das crianças durante o experimento. Esses episódios estão nomeados de modo a indicar as situações de ensino (Questão, Procedimento e Solução) que serão destacadas na análise. Para cada episódio, construímos uma narrativa, transcrita com realce em itálico, para descrever a condução da atividade, contando em detalhes a experiência das crianças nas aulas de Ciências.

Posteriormente, buscamos identificar em cada narrativa os indicadores e seus efeitos, a fim de diagnosticar o quanto as crianças teriam se envolvido no processo didático de cada situação de ensino (seja na Questão, Procedimento, Solução e/ou Observação) e como teriam conduzido a investigação. Esses indicadores e seus efeitos observados serão expostos na forma de quadro síntese. Em seguida a esse quadro síntese, realizamos a análise de cada narrativa e em alguns momentos da análise expomos as falas dos estudantes e da pesquisadora, que estão destacadas em itálico no seguinte formato: << *fala dos estudantes e pesquisadora* >>. Buscamos esses indicativos a fim de diagnosticar o quanto as crianças se envolveram no processo didático de cada situação de ensino (seja na Questão, Procedimento, Solução e/ou Observação) e como conduziram a investigação. Destacamos que em algumas das narrativas inserimos registros fotográficos feitos pelos estudantes para enriquecer a discussão.

Já na atividade experimental de Nível 4 de investigação, propusemos expor os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes na Feira de Ciências. Recolhemos o texto escrito que detalhava a organização da atividade e buscamos identificar as quatro situações de ensino: Questão, Procedimento, Solução e/ou Observação.

Durante esse processo de análise, decidimos por identificar as crianças pelas iniciais de seus nomes, destacadas em negrito, para que fossem resguardadas suas identidades. Vale destacar aqui que a professora responsável da turma apenas acompanhou a realização das atividades pelas crianças, sem delas participar.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

*"A forma hoje como nós produzimos conhecimento  
produz também ignorância."  
(Edgar Morin)*

Este capítulo é dedicado à apresentação e à discussão dos resultados obtidos ao longo da pesquisa. Os dados aqui descritos seguem a ordem dos acontecimentos que envolveram os encontros das quatro atividades experimentais em níveis progressivos de investigação.

Assim, a análise se constituiu no estabelecimento de quatro atividades experimentais, cada uma com seus respectivos episódios, cada episódio contemplando um acontecimento da atividade que foi exposta na narrativa, o que resultou em indicativos. No Quadro 10 apresentamos todas as atividades desenvolvidas, seus episódios e os indicativos que as compõem:

**Quadro 10:** Resumo das atividades, episódios e indicativos a serem analisados

Atividades	Episódios	Indicativos
4.1 Atividade experimental investigativa de Nível 1: conservação dos alimentos	4.1.1 EPISÓDIO 1: Conhecendo a teoria	Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese;
	4.1.2 EPISÓDIO 2: Recursos didáticos	Curiosidade; Cooperação; Registro de um fenômeno;
	4.1.3 EPISÓDIO 3 (parte um do experimento – identificação das soluções): As crianças seguem instruções, coletam e registram dados.	Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; Atividade investigadora e exploradora de dados; Registro de um fenômeno; Cooperação; Comunicação.
	4.1.4 EPISÓDIO 4 (parte dois do experimento – as crianças testam os métodos de conservação dos alimentos): A pesquisadora propõe um problema experimental e as crianças seguem as instruções, coletam e registram os dados e confirmam os resultados de acordo com a teoria.	Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; Atividade investigadora e exploradora de dados; Comunicação; Cooperação; Registro de um fenômeno.

<p>4.2 Atividade experimental investigativa de Nível 2: composição do leite</p>	<p>4.2.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma pergunta de investigação</p> <p>4.2.2 EPISÓDIO 2: As crianças acompanham as instruções procedimentais de forma demonstrativa (ação realizada pela pesquisadora) e registram suas observações.</p> <p>4.2.3 EPISÓDIO 3: As crianças acompanham as instruções (manipulação e coleta de dados) e registram suas observações.</p> <p>4.2.4 EPISÓDIO 4: As crianças resolvem o problema?</p>	<p>Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese.</p> <p>Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; Curiosidade; Registro de um fenômeno.</p> <p>Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; Curiosidade; Atividade investigadora e exploradora de dados; Registro de um fenômeno; Cooperação.</p> <p>Comunicação; Registro de um fenômeno.</p>
<p>4.3 Atividade experimental investigativa de Nível 3: preparando um bolo de caneca</p>	<p>4.3.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma questão de investigação.</p> <p>4.3.2 EPISÓDIO 2: As crianças planejam e desenvolvem um procedimento experimental.</p> <p>4.3.3 EPISÓDIO 3: As crianças resolvem o problema.</p>	<p>Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese.</p> <p>Curiosidade; Atividade investigadora e exploradora de dados; Registro de um fenômeno.</p> <p>Comunicação; Registro de um fenômeno.</p>
<p>4.4 Atividade experimental investigativa de Nível 4: reciclagem e reutilização dos alimentos</p>	<p>4.4.1 Como reduzir a poluição?</p> <p>4.4.2 Como reutilizar a casca do coco?</p> <p>4.4.3 Como fabricar sabão?</p> <p>4.4.4 Dá para usar borra de café?</p>	

**Fonte:** Autoria própria (2020)

#### 4.1 Atividade experimental investigativa de Nível 1: conservação dos alimentos

A primeira atividade experimental, que passamos a descrever aqui, traz uma análise do primeiro nível de investigação, conhecida como investigação de confirmação, cujo objetivo é reforçar uma ideia inicial por meio de um experimento, no qual os resultados são conhecidos antecipadamente. Resumidamente, de início a pesquisadora forneceu aos estudantes o texto intitulado “métodos de conservação de alimentos” para leitura. Em seguida, propôs uma **Questão** investigadora: *Por que quando partimos a maçã com o tempo ocorre o escurecimento? É possível evitar esse escurecimento?* Posteriormente, a pesquisadora forneceu um **Método** (o procedimento experimental) instruindo os estudantes passo a passo, sequência em que teriam que testar na prática alguns métodos de conservação de alimentos em amostras de maçã. Como as crianças já conheciam a **Solução** pela leitura do texto, após finalizado experimento teriam que confirmar em qual das amostras de maçãs o teste do método de conservação “teria dado certo”. E, por fim, as crianças receberam uma câmera fotográfica para que registrassem a **Observação** de todo o processo didático.

A apresentação dos resultados da primeira atividade desenvolvida foi organizada em quatro episódios de ensino. No episódio 1 as crianças conheceram a teoria, ou seja, a pesquisadora abordou a ideia inicial com as crianças por meio da condução e da leitura de um texto que tratava sobre os métodos de conservação dos alimentos. No segundo episódio foram distribuídos os recursos didáticos para as crianças, momento em que elas receberam os materiais/reagentes de laboratório e uma câmera fotográfica para registro e acompanhamento dos dados. Posteriormente, as crianças seguiram as instruções do experimento para testar o método de conservação em amostras de maçãs, a fim de coletar e registrar os dados. Esse experimento foi organizado em duas partes. No terceiro episódio, parte um do experimento, as crianças fizeram um indicador natural de repolho roxo para identificar os componentes ácido, neutro e básico em algumas soluções que seriam utilizadas na parte 2 do experimento. No quarto episódio, segunda parte do experimento, a pesquisadora

propôs um problema experimental para as crianças testarem os métodos de conservação em amostras de maçãs com a intenção de confirmar a ideia que fora abordada inicialmente no texto.

Um aspecto recorrente que observamos aqui foram os registros fotográficos produzidos pelas crianças para o acompanhamento dos fenômenos apresentados durante a atividade. Nesse ponto, a câmera fotográfica teve um papel fundamental ao direcionar o olhar das crianças para aspectos mais relevantes do fenômeno estudado, o que nos permitiu uma reflexão sobre cada ação efetuada sobre os materiais oferecidos. Portanto, cumpre explicar aqui, que quando for evidenciado o indicativo *Registro de um fenômeno*, mostraremos as produções fotográficas das crianças.

#### **4.1.1 EPISÓDIO 1: Conhecendo a teoria**

O primeiro episódio mostra o momento em que a pesquisadora realizou com as crianças a leitura do texto “*métodos de conservação de alimentos*”, indicado no Capítulo 3 e reproduzido no Apêndice 1. A ideia desse texto é demonstrar que os alimentos podem durar por mais tempo quando utilizados alguns métodos, possibilitando às crianças estudarem diversas possibilidades: embalagens, salga, refrigeração e congelamento, retirada de água dos alimentos, defumação e pasteurização.

O texto foi lido pelas crianças, sob a orientação da pesquisadora, que após cada parágrafo interrompia para que pudessem discutir alguns apontamentos, proporcionando relações de interação com as crianças. Nesse momento, segundo Briccia (2013, p. 123), o papel do professor é importante “[...] para promover tais relações e avaliar a aprendizagem, até mesmo o levantamento de hipóteses, o questionamento dessas hipóteses e a construção de explicações pelos estudantes”.

Optamos por reproduzir a narrativa que descreve o momento em que se deu o diálogo entre a pesquisadora e as crianças sobre os seguintes métodos de conservação: embalagens, defumação e pasteurização.

#### ***Leitura de texto conduzida pela pesquisadora***

*Comecei entregando um texto para cada estudante para que realizássemos a leitura e a discussão sobre alguns métodos de conservação do alimento. Olhei em direção ao estudante **J.G.**, que estava sentado no canto da sala e em frente aos outros colegas, e pedi que ele iniciasse a leitura em voz alta.*

***J.G.** então deu início à leitura do texto: “Embalagens. Protegem os alimentos de diferentes formas, inclusive do contato com o ar. A imersão em óleos ou gorduras é uma prática antiga e auxilia na conservação. Para a conservação do alimento deve impedir o contato com o ar. O oxigênio é essencial para o metabolismo da maioria dos microrganismos e participa de diversas reações de decomposição de alimentos. Uma forma de aumentar a vida útil de diversos alimentos é evitar seu contato com o oxigênio.”*

*Nesse momento foi possível iniciar a explicação sobre as embalagens, um método que conserva os alimentos, ou seja, prolonga sua vida útil e os protege do contato com o oxigênio. Perguntei às crianças se elas sabiam citar algum alimento que utilizava embalagem como proteção. Um dos estudantes citou como exemplo “o pote de óleo” e seu colega pontuou “a caixinha do leite”. Balancei a cabeça afirmativamente, mostrando que concordava com suas respostas.*

*Outra informação que o texto trouxe foi a utilização de óleos e gorduras que protegem alimentos por mais tempo. Perguntei à turma se alguém sabia dizer um exemplo e uma das estudantes respondeu “– batata frita” e o seu colega **B.** citou “pastel”. Salientei para eles deveriam citar um exemplo que não fosse uma fritura e refiz a pergunta “Vocês conhecem algum alimento cuja conservação se dá pelo uso de óleo ou gordura?”. Uma das crianças logo respondeu: “Carne”. Nesse momento, percebendo a dificuldade das crianças em citar algum exemplo, complementei o que o estudante dissera e, como exemplo, mencionei o atum, que além de ter uma embalagem (a latinha) para protegê-lo, também fica imerso na gordura para ser conservado por mais tempo. A continuidade na leitura, sobre defumação, ficou a cargo da estudante **R.:***

***R.** retomou a leitura do texto: “Defumação. É um processo antigo de conservação de alimentos que foi descoberto logo após o início da utilização do*

fogo para preparar alimentos. A fumaça proveniente da queima da madeira é constituída por uma afinidade de substâncias. Muitas dessas substâncias têm efeito antimicrobiológico. O processo de defumação é, portanto, a exposição de determinados alimentos à fumaça. A defumação também propicia o conservante, que se dá pela ação do calor e da desidratação e o flavorizante.”

Logo que comecei a perguntar se alguém conhecia algum alimento que fosse conservado pelo método de defumação, a maioria dos estudantes começou a citar exemplos. Esse método foi o que eles mais se mostraram confiantes em apresentar explicações, pelo fato de a maioria dos estudantes morar em propriedades rurais com criação de bovinos para o consumo, já conheciam o processo de defumação. Assim eles logo citaram a carne, a linguiça, o salame, a mortadela, entre outros produtos. A estudante **I.** explicou que em sua casa o salame ficava em um ambiente fechado com fumaça. Confirmando que era isso mesmo que acontecia, perguntei à turma o que essa fumaça fazia com o salame. **J.G.** respondeu: “defuma”. Afirmei que sim, mas que desejava saber como a fumaça agia no alimento para conservá-lo. O estudante **H.** respondeu que era pela “desidratação”. Questionei novamente, perguntando o que seria essa desidratação. A estudante **I.** explicou que “quando entra a fumaça na carne ela seca por dentro”. Continuei questionando: “o que seria esse secar por dentro?”. Alguns dos estudantes retomaram a palavra desidratação observando que eles estavam utilizando esses termos sem que soubessem explicar o significado. Embora a estudante **L.** tenha se mostrado um pouco insegura para responder, ela disse: “desidratar significa que, eu acho que, eu acho que significa que a fumaça vai entrar na carne e vai pegar toda a umidade que tem dentro”. Confirmei que sua resposta estava correta. A leitura seguinte foi sobre a pasteurização, cabendo à estudante **I.** ler em voz alta para a turma:

Ela continuou a leitura do texto: “Pasteurização. É um método em que o alimento é aquecido e mantido a certa temperatura durante certo tempo e, a seguir, resfriado rapidamente. Nessas condições, diversos microrganismos não resistem e são eliminados”.

Logo, questionei os estudantes sobre qual o alimento passava pelo processo de pasteurização. A estudante **R.** desabafou: “eu nem sei o que é pasteurização”. Porém, o estudante **J.G.** a interrompeu respondendo que era “o

*leite”. Retomei então a fala de R. e perguntei a todos o que seria esse processo de pasteurização. O estudante J.G. explicou que “quando o alimento é aquecido durante certa temperatura e por certo tempo”. Questionei o que acontecia depois desse aquecimento. Os estudantes ficaram em silêncio e retomei o texto que tínhamos lido, lembrando que o leite passa por um processo de aquecimento em temperaturas altas e logo em seguida, passa pelo processo de rápido resfriamento em temperaturas baixas, método esse que é conhecido por pasteurização. Assim, encerrei a leitura sobre os métodos de conservação dos alimentos. Em seguida os estudantes exploraram essas questões por meio de um experimento.*

Vemos que o trabalho da pesquisadora foi feito com base na tentativa de envolver as crianças com a discussão do texto, levando à interpretação do que fora lido para refletir sobre os métodos de conservação dos alimentos. A pesquisadora, então, propôs questões com base na leitura do texto, às quais as crianças responderam baseadas em seus conhecimentos do dia a dia.

Nesse momento da aula, vale lembrar que o objetivo principal era estudar apenas uma teoria por meio da leitura e discussão de um texto, para posteriormente, pudéssemos testá-la na prática. Diante disso, já se pode observar e analisar nesse episódio situações que promoveram alguns “efeitos” nas crianças que são característicos de uma demanda cognitiva numa atividade de investigação.

Portanto, destacamos aqui a presença do indicador *Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese* que emergiu a partir da condução de um problema pela pesquisadora, o que levou as crianças a exporem suas ideias na tentativa de elaborar algumas hipóteses e gerar explicações. O indicador e seus efeitos estão expostos no Quadro 11:

**Quadro 11:** Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos.

<b>Indicadores</b>	<b>Efeitos observados</b>
Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese.	<p>Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Transformar ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construir explicações.</p>

No início da narrativa percebemos que a pesquisadora propôs uma pergunta sobre as embalagens com o intuito de conduzir a atividade e com isso promover a fala das crianças. Isso se tornou evidente quando as crianças começaram a respondê-la expondo suas ideias, a exemplo desse trecho << **J.G.** citou “o pote de óleo” e o estudante **H.** pontuou “a caixinha do leite” >>. Pudemos perceber que as crianças começavam a propor alguns exemplos de alimentos que são conservados por meio do uso das embalagens, mas não apresentavam uma explicação. Verificamos que alguns deles apresentavam dificuldade de se manifestar, mas o importante, nesse momento inicial, é que eles conseguissem participar da discussão do texto lido conjuntamente. Situação semelhante foi verificada quando a pesquisadora perguntou sobre alimentos que ficam imersos em óleo ou gordura, momento em que as ideias apresentadas se mostraram equivocadas.

Outro momento foi quando a pesquisadora perguntou sobre a defumação, por exemplo, e uma das crianças reconheceu o fato de que para se conservar um salame utiliza-se a fumaça e que é preciso deixá-lo em um ambiente fechado. Essa aluna apresentou o salame como exemplo e soube construir uma explicação sobre esse método, por ser uma técnica realizada em sua casa. Segundo Briccia (2013) momentos como esse proporcionam ao estudante “[...] apresentar suas ideias, estabelecer relações do que está sendo aprendido em sala com questões do cotidiano” (p. 125). Quando a pesquisadora deu continuidade ao diálogo uma nova questão foi formulada, o que foi apresentado por meio de sua fala: << *desejava saber como a fumaça agia no alimento para conservá-lo* >>. Isso deu oportunidade para que as crianças se expressassem e continuassem participando da leitura e discussão do texto, ficando à vontade e seguras para elaborar hipóteses, como no caso em que uma criança deu como resposta a << *desidratação* >>. Esse estudante não conseguiu gerar uma explicação, o que levou a pesquisadora a tentar mais uma vez, perguntando << *o que seria essa desidratação?* >>. O que aconteceu então foi que outra estudante tentou gerar uma explicação a partir de sua hipótese, explicando que: << *quando entra a fumaça na carne ela seca por dentro* >>. Tentando fazer com

que as crianças compreendessem o conceito de desidratação, a pesquisadora continuou formulando questões, a exemplo de << *o que seria esse secar por dentro?* >>. E mais uma vez, a estudante conseguiu, a partir da hipótese apontada, explicar que << *desidratar significa que, eu acho que, eu acho que significa que a fumaça vai entrar na carne e vai pegar toda a umidade que tem dentro* >>. Zanon e Maldaner (2010, p. 113) defendem que o aprendizado do ensino de Ciências deve propiciar um conhecimento escolar socialmente relevante, que seja “[...] capaz de articular relações entre saberes de nível contextual e conceitual que potencializam o desenvolvimento social/humano”. De acordo com esses autores, quando um conceito é proposto, como nesse caso a “desidratação”, que se faz presente na vida cotidiana das pessoas, sua compreensão exige explicações específicas, com altos níveis de abstração. Uma vez que estamos falando de ensino de Ciências para crianças, é preciso criar condições para que elas possam identificar esses elementos e, com isso, sejam desenvolvidos processos para a formação de conceitos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994). Importante ressaltar que “disponibilizar o acesso pedagógico a tais níveis de compreensão, à luz dos conhecimentos escolares, constitui-se no papel específico da escola, associado ao desenvolvimento das capacidades tipicamente humanas” (ZANON; MALDANER, 2010, p. 114).

Outra tentativa da pesquisadora de envolver os estudantes na interpretação do texto se deu quando propôs questões sobre o processo de pasteurização. Por exemplo, uma estudante se manifestou não saber o que é pasteurização mesmo tendo lido o texto um pouco antes, o que significa que não compreendia as informações contidas nele, ao contrário do estudante **J.G.** que tentou formular uma explicação com base no que estava proposto no texto. Como pode ser observado esse estudante conseguiu compreender o processo com base no exposto no texto, sem que houvesse a necessidade de uma explicação da pesquisadora.

#### **4.1.2 EPISÓDIO 2: Recursos didáticos**

Este segundo episódio corresponde ao momento em que a pesquisadora, assim que encerrada a leitura e discussão do texto, organizou a turma de onze

crianças em grupos, sendo quatro duplas e um trio. Essa organização se deu para as crianças se preparassem para a atividade experimental. Antes de começar o desenvolvimento do experimento a pesquisadora distribuiu os recursos didáticos, ou seja, os materiais experimentais de laboratório e o instrumento ótico para potencializar a observação, a câmera fotográfica.

Reproduzimos, a seguir, a narrativa que descreve o momento em que a pesquisadora distribuiu os recursos didáticos às crianças.

### ***Distribuição dos recursos didáticos***

*Organizei a turma de 11 estudantes em quatro grupos de dois integrantes e um grupo de três integrantes. Nesse momento, pedi às crianças que não mexessem em nada enquanto os materiais experimentais de laboratório estavam sendo distribuídos. Disse que logo explicaria o que iríamos fazer e que eles apenas poderiam observá-los. Percebi que alguns dos estudantes ficaram eufóricos ao receber os materiais e ficaram no anseio de mexer e saber para que serviam tais objetos desconhecidos. Logo, escutei a estudante **N.** chamando a atenção de seu colega: “não mexe, **B.**!”. Olhei em direção a esse estudante e vi que mesmo avisando para esperar um pouco, ele não conseguiu aguardar e já estava manuseando os materiais, o que também aconteceu com outras crianças.*

*Enquanto eu estava distribuindo os materiais aproveitei a dúvida apresentada pelo estudante **H.**, que curioso me perguntou o nome de um dos materiais, e o mostrei para a turma perguntando às crianças se elas já conheciam e se por acaso sabiam o nome. A estudante **I.** respondeu que era “o tubo de ensaio!”. Como as crianças estavam ansiosas querendo manipular os materiais, precisei acalmá-las para que esperassem até que eu terminasse a distribuição dos materiais.*

*Todos estavam curiosos querendo saber qual seria o experimento que eles iriam fazer. Enquanto fui distribuindo as soluções em copos plásticos – o suco de laranja, o detergente neutro diluído em água e o leite de magnésia –, alertei as crianças para que não ingerissem esses reagentes, pois o cientista deve ser um profissional muito cuidadoso e atencioso com seu experimento, e que em hipótese alguma poderia levar qualquer material ou solução à boca.*

O estudante **B.**, que estava em dupla com **N.**, me perguntou onde estavam os materiais do seu colega, pois só ele tinha recebido. A estudante **R.** chamou a atenção do estudante **B.** que não tinha entendido o motivo de estarem sentados em duplas: “é para fazer juntos!”. Expliquei novamente, que os materiais e as soluções estavam em suas mesas para que cada dupla desenvolvesse o experimento. Aproveitei o momento e perguntei se o cientista trabalhava sozinho no laboratório. As crianças deduziram que não. Entreguei também, a cada dupla, uma caneta de escrever em vidrarias solicitando que os tubos de ensaio de forma que pudessem ser identificados.

Por fim disponibilizei uma câmera fotográfica para cada grupo de estudantes. Perguntei para eles se já tinham usado uma câmera fotográfica e todos afirmaram que sim. O estudante **B.** interrompeu o silêncio e disse para o seu colega **N.**, em voz alta, que ele que iria usar a câmera fotográfica. Chamei a atenção do estudante **B.** e expliquei novamente que o trabalho deveria ser realizado em equipe e que todos teriam a oportunidade de tirar fotos. Assim, passei em cada mesa, ligando as câmeras e dando orientações de como tirar as fotos. Pedi que cada dupla anotasse em seus cadernos o número que identificava a câmera fotográfica que fora entregue a eles. Nesse momento, a turma ficou agitada, pois demonstravam ansiedade para lidarem com a câmera fotográfica. Pedi que aguardassem até que todos estivessem com as câmeras ligadas sobre a mesa. Orientei a turma “vou deixar essa câmera com vocês, para vocês registrarem o que vocês quiserem durante o experimento”. Mas, nesse momento falei “prestem atenção aqui na professora, cuidem da câmera de vocês, se eu perceber que não estão tirando as fotos com cuidado, eu vou retirar. Então tem que cuidar, beleza pessoal!”. Nesse momento, estabeleci uma ligação entre os materiais e reagentes do experimento e a câmera fotográfica. As crianças começaram a registrar tudo que observavam à sua volta.

Nesse trecho da aula, vale lembrar que o objetivo da pesquisadora era somente distribuir os recursos didáticos para as crianças. Mas, já podemos observar e analisar, no diálogo da pesquisadora com os estudantes, a presença de três indicadores, *Curiosidade*, *Cooperação* e *Registro de um fenômeno*, uma vez que dessa situação emergiram efeitos nas crianças como: a surpresa em

face de um fenômeno novo, o interesse de conhecer e explorar os recursos, o trabalho em grupos e as produções fotográficas.

Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 12:

**Quadro 12:** Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
Curiosidade	Marcar um tempo de paragem e de surpresa em face de um fenômeno novo. Conhecer e explorar os materiais e reagentes.
Cooperação	Trabalhar em grupo. Desempenhar o seu papel no seio do grupo, sem excessos de comandos.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2020).

Um primeiro olhar para esse episódio deixa claro momentos em que a pesquisadora disponibilizou os materiais e reagentes para as crianças e elas manifestaram a primeira evidência de um indicador, a *curiosidade*. Segundo Abib (2013) “as crianças desde muito pequenas observam com muita curiosidade o que ocorre em sua volta. Pela própria iniciativa, muitas vezes elas realizam “experimentos” para tentar controlar o efeito de suas ações e provocações com os objetos” (p. 94). Isso pode ser observado na euforia e ansiedade das crianças, que mesmo sendo alertadas para esperar um pouco para manusear os materiais não se contiveram, o que culminou na fala de uma das estudantes alertando um seu colega: << não mexe **B.** >>. Essa situação evidencia a importância de marcar um tempo de paragem e de surpresa em face de um fenômeno novo. A pesquisadora tinha o propósito de primeiro explicar o experimento e dar instruções de como manusear esses materiais, porém, as crianças não conseguiram esperar, devido à surpresa de ver “coisas novas” em uma aula de Ciências o que logo despertou o desejo de conhecê-las e explorá-las.

Outro aspecto que chamou a atenção nessa narrativa, foi a intenção da pesquisadora em organizar a turma em grupos, para que eles pudessem

trabalhar o experimento de modo coletivo. Diante desse fato, ficou evidenciado o indicador *cooperação*, que pode ser comprovado pela fala de uma estudante quando chamou a atenção de seu colega dizendo que << *é para trabalhar juntos* >>. Pareceu-nos que somente ele não entendeu que o trabalho deveria ser realizado em grupo. Segundo Carvalho (2013, p. 5), desenvolver uma atividade no coletivo dá aos alunos “[...] condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação de seus colegas”. Contudo, algumas crianças nessa idade ainda apresentam comportamentos individualistas, ou seja, dificuldade de desempenhar o seu papel no seio do grupo. Isso foi evidenciado na ação do estudante **B.**, pois mesmo vendo a turma organizada em grupos, inclusive ele sentado ao lado do seu colega, pareceu acreditar que os recursos que acabara de receber só a ele foram destinados e não à dupla. Acreditamos que esse estudante tenha pouca vivência em trabalhos conjuntos. A pesquisadora aproveitou o momento para desmistificar a ideia de que o cientista trabalha sozinho no laboratório (PÉREZ, 2001).

Na sequência, logo que as crianças receberam a câmera fotográfica, elas começaram a observar e registrar todo o ambiente ao seu redor, evidenciando o indicador *registro de um fenômeno*. Aqui o importante é notar que a pesquisadora tinha como objetivo que as crianças observassem e registrassem apenas o experimento. Entretanto, elas começaram a explorar objetos que não estavam relacionados diretamente com a atividade. Poderíamos considerar que a câmera fotográfica causou um desvio nas intenções da pesquisadora e passou a servir como um instrumento de brincadeira. No entanto, devemos ter em mente, como propõem Coutinho *et al.* (2014, p. 394) “[...] que as crianças possuíam como guias somente suas experiências macroscópicas cotidianas” e, nesse sentido, a câmera fotográfica “[...] é um instrumento que causa uma ruptura nestas experiências”. Dessa forma, foi necessário aprender a ver e a melhor forma encontrada pelas crianças era apontar com a câmera fotográfica “[...] para as coisas já conhecidas e procurar identificar as transformações sofridas por estas coisas, estabelecendo assim um quadro de referência observacional” (COUTINHO *et al.* 2014, p. 394). Em seguida veremos as imagens que as crianças produziram em seu percurso fotográfico.

O que nos chamou a atenção no primeiro momento foi o fato de que, logo receberam a câmera fotográfica as crianças passaram a fotografar a si mesmas, fenômeno conhecido como *selfie*. Percebemos em todos os grupos a presença desse fenômeno, reproduzimos alguns exemplos nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Dentre essas fotografias *selfies* que apresentamos aqui, na Figura 2 temos uma estudante que se registrou na foto de forma invertida. Não sabemos dizer se ela estava curiosa para verificar como a foto ficaria desse jeito ou se foi pelo fato de não saber operar a câmera. Já na Figura 4, um estudante preferiu fazer o registro em um momento de descontração durante a aula. Com isso foi possível mostrar que o registro fotográfico documenta acontecimentos dentro de um espaço de tempo, registrando uma forte tendência do atual contexto social – a *selfie*. Segundo Fernandes (2014, p. 50) “[...] percebe-se que a crença na indiciabilidade da fotografia atrela-se definitivamente na sua possibilidade de existência, que por sua vez está relacionada com as experiências pessoais”.

**Figura 1:** *Selfie* do estudante H.



**Fonte:** estudante H. (2019)

**Figura 2:** *Selfie* da estudante N.



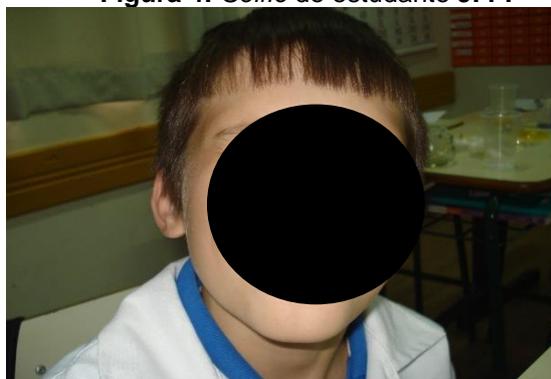
**Fonte:** estudante N. (2019)

**Figura 3:** *Selfie* da estudante I.



**Fonte:** estudante I. (2019)

**Figura 4:** *Selfie* do estudante J. P.



**Fonte:** estudante J.P. (2019)

Na Figura 5 a câmera fotográfica também serviu para as crianças registrarem o momento de descontração entre eles. Durante a aula, foi possível perceber o vínculo de amizade entre eles. O que está em frente com as mãos apoiadas nas orelhas queria ter participado com a dupla, mas a professora responsável não autorizou, pois se dispersariam com conversas e brincadeiras e não prestariam atenção na atividade. Então, aproveitaram o momento para fotografar, evidenciando o comportamento que a professora já tinha dito. Observemos aqui, na Figura 6, que teve um grupo que registrou o momento em que a colega também fotografava o entorno da sala.

**Figura 5:** Momento de descontração



Fonte: dupla H. e J.G. (2019)

**Figura 6:** Colega fotografando



Fonte: dupla H. e J.G. (2019)

Um grupo aproveitou o momento para registrar um elemento que fez parte da atividade, a pesquisadora (Figura 7). Também registraram a presença da professora da turma que estava apenas observando o desenvolvimento da atividade (Figura 8).

**Figura 7:** A pesquisadora



Fonte: dupla J.G. e H. (2019)

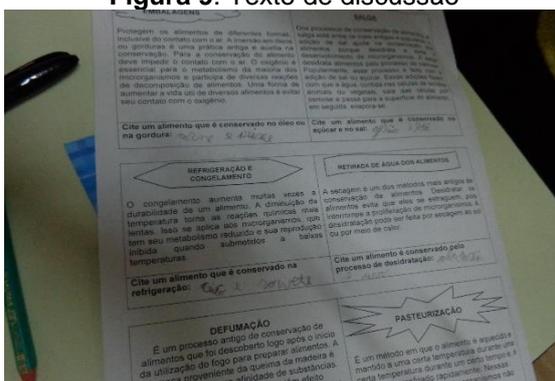
**Figura 8:** A professora da turma



Fonte: grupo B., L. e M. (2019)

Outro elemento que escolheram registrar foi o texto que tínhamos discutido sobre os métodos de conservação dos alimentos (Figura 9) e também o gravador (Figura 10) que foi utilizado pela pesquisadora, que por sua vez estava em um local estratégico dentro da sala de aula, a fim de coletar dados para esta pesquisa.

**Figura 9:** Texto de discussão



Fonte: grupo B., L. e M. (2019)

**Figura 10:** Gravador



Fonte: grupo B., L. e M. (2019)

Assim, concordamos com Carvalho (2013) quando destaca a importância de explorar os materiais didáticos em uma atividade investigativa, pois essa exploração deve “[...] permitir que o aluno, ao resolver um problema, possa diversificar suas ações, pois é quando vai poder variar a ação e observar alterações correspondentes da reação do objeto” (CARVALHO, 2013, p. 11).

#### **4.1.3 EPISÓDIO 3 (parte um do experimento – identificação das soluções): As crianças seguem instruções, coletam e registram dados.**

O terceiro episódio, aqui apresentado, nos mostra a discussão da primeira parte da atividade experimental envolvendo as seis soluções/reagentes que seriam utilizadas posteriormente (na segunda parte do experimento), com a pretensão de identificar as soluções de suco de laranja, detergente e o leite de magnésia, conforme o seu caráter ácido, neutro e básico.

Fundamentados em Briccia (2013), realizamos esse trabalho com as crianças com o propósito de iniciá-las nos aspectos próprios da cultura científica e baseados em uma proposta metodológica carregada de intencionalidade em uma situação problemática, que pudesse ser conduzida. Essa proposta consistia

em as crianças percebessem que existem características diferentes entre as soluções que iríamos utilizar ao longo da atividade experimental e, que de alguma maneira poderiam interferir no resultado, isto é, que algumas dessas soluções seriam capazes de impedir o escurecimento do alimento, conservando-o por mais tempo.

A seguir, construímos uma narrativa para expor o momento em que a pesquisadora propôs trabalhar com a identificação dos componentes presentes em soluções com o uso de um indicador natural.

### ***Identificação dos componentes presentes nas soluções utilizando um indicador natural***

*Já com as duplas formadas e com os recursos didáticos distribuídos sobre a mesa, dei início comentando com as crianças que iríamos identificar as soluções de suco de laranja, detergente e o leite de magnésia conforme o seu caráter ácido, neutro e básico. Comecei questionando as crianças se já tinham ouvido falar das características de ácido, neutro e básico. Nesse momento, as crianças se entreolharam e conversaram a respeito do assunto. Perguntei se alguém poderia me explicar o que entendiam por uma substância ácida. As crianças começaram a falar e, por não as compreender, orientei que levantassem a mão quando fossem responder. Escutei a estudante **N.** dizendo que o ácido queimava a pele. Perguntei para as crianças se elas concordavam com o que a estudante **N.** tinha falado. Uns disseram que sim e outros que não. O estudante **B.** comentou que o ácido derretia as coisas, inclusive o metal. Expliquei que essa era uma das características dos ácidos, porém, existem ácidos mais fracos que não chegam a “derreter os materiais”, mas que podem causar danos físicos. Perguntei sobre a característica de neutro, alguns tentaram uma resposta, mas sem sucesso. Numa tentativa de explicação apontei para o detergente que estava sobre a mesa das crianças e expliquei que esse apresentava característica neutra, para que não machucasse as pessoas quando fosse manuseado. Por último, perguntei sobre a base, se alguém sabia explicar essa característica. O estudante **B.** falou que “é maquiagem”. Ao ouvirem isso as demais crianças acharam engraçado e riram. Para exemplificar*

*para as crianças citei materiais de limpeza, como o sabão, o amaciante, o alvejante, entre outros, que possibilitam a retirada de manchas porque contêm substâncias básicas que promovem a limpeza.*

*Após essa discussão inicial, pedi às crianças que, com a ajuda de um conta-gotas, adicionassem cerca de 1 mL de suco de laranja no tubo de ensaio número 1. Ao perceber que as crianças estavam com dificuldades de manusear o conta-gotas, expliquei como poderia ser utilizado: “Olhem, prestem atenção, um colega pode segurar o tubo de ensaio enquanto o outro pode adicionar as gotas de suco de laranja com o conta-gotas, vocês têm que trabalhar juntos”. Ainda assim uma estudante que não conseguira manusear o conta-gotas perguntou “como é que usa?”. Pedi a atenção de toda a turma e expliquei: “aqui pessoal, para quem não sabe usar o conta-gotas, a gente aperta a pontinha dele e, com a pontinha apertada, colocamos no suco de laranja e, soltamos a pontinha. Esse caninho transparente do conta-gotas vai sugar o líquido e com isso direcionamos o conta-gotas para dentro do tubo de ensaio e, por fim, apertamos a pontinha de borracha novamente, assim o líquido irá descer para o tubo de ensaio”. A estudante **R.** quis saber “quantas gotas? Só uma?”. Respondi e mostrei a ela que poderia colocar a medida de um dedo aproximadamente, mais ou menos na marcação que eu estava a mostrar. A estudante **L.**, que acabara de adicionar o suco de laranja no tubo 1, perguntou “assim está bom professora?”, ao que respondi afirmativamente.*

*No tubo número 2, orientei que colocassem o detergente neutro. Orientei que colocassem com bastante calma, pois não era preciso ter pressa. A estudante **I.** comentou que “se tiver pressa não dá certo”. Logo após, levei a cada um dos grupos o frasco que continha a solução de leite de magnésia e pedi que adicionassem algumas gotas no tubo de ensaio de número 3. O estudante **J.G.** comentou com a turma que a mãe dele tomara leite de magnésia durante a gravidez. Expliquei para as crianças que algumas grávidas podem sentir azia no estômago, quando esse libera muita substância de caráter ácido, o que causa dor e desconforto. Para aliviar esses sintomas geralmente o médico orienta tomar o leite de magnésia, que tem as características de uma substância básica, que diminui a acidez estomacal.*

Com as soluções suco de laranja, detergente neutro e leite de magnésia adicionadas em cada tubo de ensaio, distribuí algumas folhas de repolho roxo a cada uma das duplas. Perguntei às crianças se teria alguma forma de retirar a cor do repolho roxo. O estudante **B.** respondeu que sim, “lavando”. Concordei com ele, mas expliquei que só a lavagem não seria suficiente para extrair o pigmento e que seria necessário também amassar. Expliquei que para isso usaríamos os materiais apropriados para amassar, no caso, o grau e o pistilo. Orientei para que cortassem as folhas do repolho roxo em pedaços pequenos e depois os macerassem com um pouco de água quente, utilizando o grau e o pistilo. Nesse momento, as duplas se organizaram, de forma que enquanto um extraía o pigmento roxo do repolho, o outro registrava com a câmera fotográfica. Depois que todos extraíram o pigmento roxo do repolho, orientei que utilizassem o conta-gotas e adicionassem 2 a 3 gotinhas da solução de repolho roxo em cada tubo de ensaio. Pedi que observassem com atenção aquele momento. Foi possível escutar a todo momento os cliques das câmeras fotográficas, que passaram a ser o recurso de destaque na atividade.

**Pesquisadora:** Agora todos prestando atenção em mim. Essa solução que acabamos de preparar, da qual extraímos o pigmento roxo do repolho, nós chamamos de indicador, é um indicador natural. O que essa solução de repolho roxo vai nos indicar? Ela vai indicar substâncias que apresentam as características do ácido, do neutro e da base.

Assim, questionei às crianças qual era a cor do suco de laranja após terem pingado algumas gotas da solução de repolho roxo. O estudante **J.G.** respondeu que “ficou vermelho”. Peguei um tubo das crianças e mostrei para todos que ao adicionar algumas gotas da solução de repolho roxo, o suco de laranja mudara de cor e ficara vermelho. Em seguida, perguntei qual a cor que do detergente após a adição de algumas gotas da solução de repolho roxo. A estudante **I.** respondeu que “ficou rosa”. Perguntei aos demais, se realmente o detergente ficara rosa e todos concordaram. Já em relação ao tubo de ensaio identificado com o número três, perguntei que cor tinha ficado e os estudantes me responderam verde. Diante das soluções de suco de laranja, detergente neutro e leite de magnésia que mudaram de cor quando adicionados algumas gotas da solução repolho roxo, questionei as crianças porque não teriam ficado da mesma

cor. O estudante **B.** respondeu: “porque são diferentes”. Perguntei novamente à turma, se o que tinha no suco de laranja tinha no detergente neutro, ao que a turma, em voz alta, respondeu que não. Voltei a perguntar se o que tinha no detergente neutro tinha no leite de magnésia? Novamente em voz alta, a turma respondeu que não! Expliquei que se tratava de substâncias diferentes e por isso resultaram em cores diferentes e que cada cor indicava se a substância era ácida, neutra ou básico. Assim, encerramos a primeira parte do experimento.

É importante destacar aqui que o objetivo da pesquisadora foi iniciar as crianças numa investigação de Nível 1, isto é, seguir as instruções do procedimento, manipular os materiais para a coleta de dados e, dentro do possível, inserir a classificação dos dados. Mas, com base no que foi apresentado na narrativa do terceiro episódio de ensino, já podemos observar e analisar no diálogo da pesquisadora com as crianças a presença de uma série de indicadores: *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; atividade investigadora e exploradora de dados, registro de um fenômeno, cooperação e comunicação.* Por sua vez, dessa situação de ensino criada pela pesquisadora emergiram efeitos nas crianças a exemplo de apresentar ideias, receber responsabilidades, manter o foco no trabalho, manipular materiais, coletar dados, registrar a atividade com a câmera fotográfica, apresentar dados da observação e trabalhar em grupos. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 13:

**Quadro 13:** Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
<p>Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese</p>	<p>Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Promover oportunidades para que os estudantes transformem ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construam explicações.</p>
<p>Atividade investigadora e exploradora de dados</p>	<p>Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem com os estudantes.</p> <p>Cuidar da organização da atividade para manter o foco no trabalho.</p>

	Manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.
Cooperação	Trabalhar em grupo. Desempenhar o seu papel no seio do grupo, selecionando os elementos que estão relacionados com o problema colocado.
Comunicação	Respeitar a vez de quem fala.  Apresentar dados da observação, selecionando os elementos que estão relacionados com o problema colocado.

**FONTE:** autoria própria (2020)

O Quadro 13 apresenta, mais uma vez, o esforço da pesquisadora em promover perguntas (podendo ser problemas, questões e dilemas) às crianças, levando-as a refletir sobre o preparo e o uso do indicador natural feito com repolho roxo. Diante disso, constatamos que as crianças tentaram elaborar hipóteses e até mesmo construir explicações, evidenciando os indicadores *Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese*. A seguir veremos alguns exemplos dos efeitos desse indicador.

Nesse processo, a pergunta inicial da pesquisadora que conduziu o terceiro episódio foi << *Comecei questionando as crianças se já tinham ouvido falar das características de ácido, neutro e básico* >>. Como as crianças não responderam de imediato e a pesquisadora percebeu que nesse momento elas conversavam entre si, e que isso poderia ser um indício de que estavam refletindo sobre a pergunta inicial, então ela fez outras perguntas, como por exemplo: << *alguém poderia me explicar o que entendem por uma substância ser considerada ácida?* >>, a fim de estimular o levantamento de hipóteses. Diante disso, uma estudante elaborou a hipótese de que o << *ácido queima a pele* >>. Além disso, outro estudante também elaborou uma hipótese, quando disse << *que o ácido derrete as coisas, inclusive o metal* >>. Podemos perceber aqui que as crianças, além de elaborar hipóteses, conseguiram formular uma explicação para esse fenômeno. Um aspecto importante a ser destacado aqui é que também podem ocorrer perguntas que levam os estudantes a responder de

forma inadequada, como podemos observar nesse trecho: << *perguntei sobre a base, se alguém sabia explicar essa característica* >> e o estudante respondeu que << *é uma base de maquiagem* >>. Segundo Mortimer (2010), “a linguagem cotidiana é automática e muito mais próxima da fala. As pessoas não têm necessidade de refletir a todo o momento sobre o que vão dizer” (MORTIMER, 2010, p. 187).

Mais à frente, também nessa narrativa, observamos que a pesquisadora, além de organizar a atividade, distribuiu algumas responsabilidades para as crianças, enquanto elas manipulavam e exploravam materiais de laboratório, durante o experimento conduzido. Nesse momento, vimos surgir reações das crianças perante a condução da manipulação relacionadas aos materiais, às dúvidas, à atenção e ao cuidado, quando falaram, por exemplo: << *Como é que usa o conta-gotas?* >>; << *Quantas gotas? Só uma?* >>; << *Assim está bom professora?* >> e, por fim, << *Se tiver pressa não dá certo* >>. Diante disso, confirmamos a importância do trabalho inicial de apresentação e manipulação dos materiais, sem o qual as crianças, até então inexperientes, ficariam confusas e recorreriam mais vezes ao professor para determinadas ações. Para Astolfi *et al.* (1998)

[...] as atividades experimentais, em sentido amplo, correspondem antes de mais nada a oportunidades para os alunos praticarem ensaios, manipularem o material, se iniciarem em técnicas, pegarem em instrumentos, e, portanto, terem a experiência da consistência e da resistência do real. Trata-se de momentos muito importantes, demasiadas vezes curto-circuitados para se passar rapidamente a sua integração ao serviço de um raciocínio ou conceito. (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 130).

Adiante, com a câmera fotográfica nas mãos das crianças, percebemos a presença do indicador *Registro de um fenômeno*. A partir desse momento as produções fotográficas das crianças começaram a ganhar sentido e significado, pois utilizaram esse recurso didático para fazer um registro de acompanhamento, de acordo com as instruções do experimento dadas pela pesquisadora. Além disso, ao olhar para essas imagens fotográficas identificamos a presença de mais um indicador, a *cooperação*, uma vez que cada grupo de estudante recebeu apenas uma câmera fotográfica e, diante disso, as crianças se organizaram de forma que enquanto uma manipulava os materiais

para coletar os dados necessários, a outra registrava todo o processo. Assim souberam desempenhar bem o seu papel no seio do grupo.

Para elucidar as observações das crianças, mostraremos o momento que começaram a fazer registros com a câmera fotográfica – quando a pesquisadora disponibilizou as soluções de suco de laranja e de detergente neutro diluído para cada grupo participante. Esse momento foi registrado por todos os grupos, como podemos observar nas Figuras 11, 12, 13, 14 e 15, que exibem riqueza de detalhes e representam fielmente esses objetos durante a atividade realizada na sala de aula.

**Figura 11:** Materiais e solução



**Fonte:** dupla J.G. e H. (2019)

**Figura 12:** Materiais e solução



**Fonte:** dupla B. e N. (2019)

**Figura 13:** Materiais e solução



**Fonte:** grupo B., L. e M. (2019)

**Figura 14:** Materiais e solução



**Fonte:** R. e I. (2019)

**Figura 15:** Materiais e solução



Fonte: dupla J.P. e N. (2019)

Em nenhum dos grupos as crianças optaram por registrar o momento em que estavam utilizando o conta-gotas para adicionar as soluções nos tubos de ensaio, a discussão se deu em função da dificuldade em lidar com o conta-gotas e não pelo fato de ninguém ter registrado o seu uso. Também observamos que elas não registraram a terceira solução, o leite de magnésia. Acreditamos que isso tenha acontecido pelo fato de os grupos não terem o leite magnésia em suas mesas, vez que a distribuição tenha se dado de forma regrada, por conta da pouca quantidade disponível do material, o que fez com que a pesquisadora fosse de mesa em mesa para que, com ajuda do conta-gotas, eles o transferissem do frasco para o tubo de ensaio identificado com o número 3. Segundo FERREIRA (2010), citado por PILLAR (2012, p. 40):

[...] esse processo seletivo (de retenção e omissão) não é ilusório, já que uma representação não é um 'doble' do real e, portanto, necessariamente retém só alguns dos elementos, propriedades e relações do real apresentado. O que foi omitido não deve, no entanto, ser esquecido; o omitido é o que o intérprete deve reintroduzir no momento de interpretar tal representação (FERREIRA, 2010 *apud* PILLAR, 2012, p. 40).

Contudo, em meio ao percurso fotográfico das crianças, encontramos uma fotografia, na qual uma estudante aparece segurando o conta-gotas recém-utilizado para sugar o leite de magnésia para o tubo de ensaio 3. Nas figuras abaixo são mostradas as soluções já contidas em cada tubo de ensaio (Figura 17) e o conta-gotas (Figura 16), como podemos observar:

**Figura 16:** Conta-gotas

**Figura 17:** Tubos de ensaio



Fonte: dupla R. e I. (2019)



Fonte: dupla R. e I. (2019)

As demais crianças também optaram por fotografar o momento que as soluções e os reagentes já estavam colocados em cada um dos três tubos de ensaio. Destacamos aqui a imagem fotográfica (Figura 18) de um estudante segurando os três tubos de ensaio tendo ao fundo o espaço maior da sala de aula, no qual podem ser vistos os outros colegas manipulando e registrando os materiais, além de mostrar a professora responsável pela turma acompanhando a atividade.

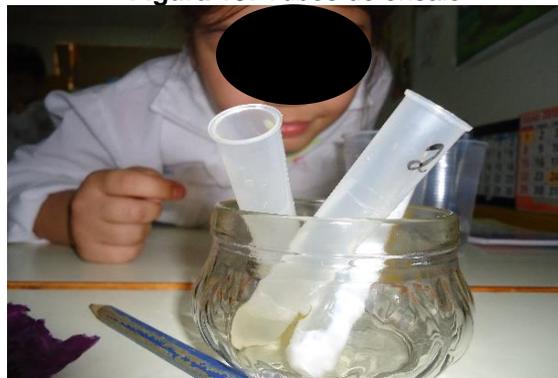
Outra produção fotográfica que nos chamou a atenção foi a de um grupo que optou por enquadrar uma estudante atrás dos três tubos de ensaio contendo as soluções antes de adicionar o indicador. Percebemos aqui que a estudante teve que se apoiar na sua carteira para aparecer na fotografia, mostrando assim, a preocupação de registrar tanto a colega como os materiais do experimento (Figura 19).

**Figura 18:** Tubos de ensaio



Fonte: dupla H. e J.G. (2019)

**Figura 19:** Tubos de ensaio



Fonte: dupla I. e R. (2019)

Seguindo o percurso fotográfico das crianças, nas fotografias seguintes podemos ver o registro do preparo do indicador natural do repolho roxo. Aqui

podemos observar que as crianças foram registrando de acordo com a orientação da pesquisadora. Dessa forma os primeiros registros foram relacionados à atividade de cortar em pedaços as folhas de repolho roxo. Destacamos duas imagens (Figura 20 e 21):

**Figura 20:** Cortando repolho roxo



Fonte: dupla I. e R. (2019)

**Figura 21:** Pedacos de repolho roxo



Fonte: dupla J.P. e N. (2019)

Também foi possível visualizar o registro de uma dupla (Figuras 22 e 23) retratando o momento em que maceravam algumas folhas de repolho roxo utilizando o grau e pistilo e o momento em que o indicador natural estava em um béquer pronto para ser utilizado:

**Figura 22:** Macerando repolho roxo



Fonte: dupla J.G. e H. (2019)

**Figura 23:** Solução de repolho roxo



Fonte: dupla J.G. e H. (2019)

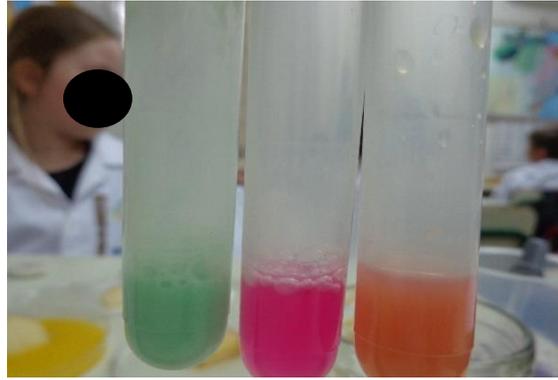
Nas fotografias seguintes as crianças registraram o momento em que, com ajuda do conta-gotas, o indicador natural foi adicionado a cada tubo de ensaio (Figura 24) e também registraram os três tubos de ensaio com o resultado de cada solução: ácido, neutro e básico. (Figura 25).

**Figura 24:** Manuseando o experimento

**Figura 25:** Resultado do experimento



Fonte: dupla I. e R. (2019)



Fonte: grupo B., L. e M. (2019)

Em seguida, a pesquisadora finalizou esse terceiro episódio de ensino com a discussão sobre o experimento realizado. Aqui temos a presença de um indicador importante para esse processo, o da *comunicação*. Com base nas perguntas da pesquisadora, as crianças conseguiram apresentar os dados que coletaram. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, quando a pesquisadora perguntou << *que cor o suco de laranja ficou ao pingar algumas gotas da solução do repolho roxo* >> e um estudante respondeu, com base na sua coleta de dados, que << *ficou laranja* >>. Outro exemplo é quando a pesquisadora questionou sobre a mudança de cor nas três soluções, após a adição do indicador de repolho roxo, << *Por que não ficaram da mesma cor?* >>, o que levou um estudante a responder << *porque são diferentes* >>. Percebemos aqui que as descrições do fenômeno apresentadas pelas crianças se deram de forma bem simples. Segundo Capecchi (2013, p. 32), o “[...] aparecimento de tais palavras sugere o esforço dos alunos em buscar uma explicação para o fenômeno estudado e a necessidade de transformação na forma de descrever o que foi vivenciado”. Para tanto, como se trata de uma atividade experimental de complexidade baixa de investigação, “[...] as intervenções da professora são voltadas mais para o incentivo à apresentação de ideias por parte dos alunos e aprimoramento de suas descrições que para o questionamento da adequação ou não dos termos por eles utilizados” (CAPECCHI, 2013, p. 32).

**4.1.4 EPISÓDIO 4 (parte dois do experimento – as crianças testam os métodos de conservação dos alimentos): A pesquisadora propõe um problema experimental e as crianças seguem as instruções, coletam e registram os dados e confirmam os resultados de acordo com a teoria.**

O quarto episódio, aqui apresentado, nos mostra a discussão da segunda parte da atividade experimental. Essa proposta consistiu em colocar em prática o que foi estudado no começo da aula sobre os métodos de conservação de alimento. Como as crianças já tinham conhecimento desses métodos, o intuito foi de testar e confirmar as informações que tinham sido discutidas. Diante disso, buscamos testar esses métodos de conservação de alimentos utilizando amostras de maçãs. Segundo Silva *et al.* (2010, p. 236),

Quando os alunos realizam uma atividade experimental e observam determinados fenômenos, geralmente solicita-se que os expliquem. A explicação de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar. Quando fazemos uso de uma teoria para explicar um fenômeno não significa que estamos provando a veracidade desta, mas sim testando sua capacidade de generalização. (SILVA *et al.* 2010, p. 236).

Aqui, pretendemos levar as crianças para um estágio um pouco mais elaborado de coleta de dados e de observação acompanhada de reflexão e também a um começo de classificação. Para isso, as crianças deveriam continuar seguindo as instruções da pesquisadora em relação ao procedimento. Para dar início procedemos à distribuição dos recursos de forma igual para todos os grupos, os quais receberam sete amostras de maçãs, seis delas imersas em soluções/reagentes diferentes (sal, açúcar, suco de laranja, detergente neutro, óleo de cozinha e leite de magnésia) e uma amostra só de maçã para servir como referência. O objetivo desse experimento foi que as crianças assimilassem/reforçassem o que tinha sido estudado na leitura do texto sobre os métodos de conservação do alimento. Nesse sentido, com base no texto e por meio de uma atividade experimental, deveriam pôr à prova o que fora estudado. Assim, pretendemos auxiliar na aproximação do aluno aos conceitos científicos abordados. Segundo Sedano (2013),

[...] além da aproximação com o procedimento de leitura, pode-se afirmar que o texto, quando inserido no ambiente *fazer Ciência*, provoca o educando a refletir sobre a discussão proposta, pensar criticamente, tomar posição com base na relação com o que é apresentado no texto e seus conhecimentos prévios. (SEDANO, 2013, p. 78)

Além disso, esse experimento leva os estudantes à exploração sensorial das maçãs por meio da observação das amostras e também permite a análise e comparação, o que pode levar a uma classificação mais sistemática e objetiva. A seguir, construímos uma narrativa para expor o momento em que a pesquisadora propôs trabalhar com os métodos de conservação de alimentos utilizando amostras de maçãs.

### ***Utilizando amostras de maçãs para testar métodos de conservação dos alimentos***

*Para iniciar o diálogo, apresentei para a turma algumas frutas, a banana, o mamão e o abacaxi, que já mostravam sinais de deterioração e questionei o que eles observavam nelas. A estudante I. respondeu que “elas ficaram fora do ‘refrigeração’”. Olhei em direção aos estudantes e perguntei se aquelas frutas tinham ficado fora da refrigeração. Alguns disseram que sim e outros que não. As crianças responderam que estavam marrom, podre e estragada. Questionados novamente acerca do que teria acontecido àquelas frutas estarem daquela forma, a estudante R. respondeu de forma semelhante, que “elas ficaram fora da refrigeração”. Perguntei se poderia ter sido utilizado outro método para evitar que acontecesse. O estudante J.G. respondeu que poderia “colocar papel plástico”. A estudante I. também falou “as embalagens”. Com as crianças observando atentamente para as frutas que eu estava segurando, propus a seguinte questão problema: mas o que será que causou esse escurecimento na fruta? A estudante N., observando que as frutas estavam partidas ao meio, então respondeu que “as frutas não estão inteiras”. Perguntei novamente às crianças o que aconteceu para que as frutas escurecessem. A estudante I. apontou a seguinte hipótese “[...] eu acho que... foi a umidade”.*

*Para começar a segunda parte do experimento, expliquei às crianças que passaríamos a testar na prática alguns métodos de conservação de alimentos utilizando amostras de maçãs.*

*Fornei a cada dupla de estudantes sete placas de Petri e os pedaços de maçã. As crianças começaram colocando cada pedaço de maçã em uma placa de Petri. Percorri as carteiras para disponibilizar uma quantidade de sal. Orientei que adicionassem, com cuidado, uma colher de sal na primeira placa de Petri, espalhando-o por toda a superfície da maçã. Em seguida, disponibilizei para eles uma quantidade de açúcar. Com a ajuda de uma colher, as crianças adicionaram açúcar no segundo pedaço de maçã em uma placa de Petri. Com um copo de suco de laranja em cima de suas carteiras, pedi às crianças que adicionassem o suco ao terceiro pedaço de maçã, cobrindo toda a superfície da fruta. Chamei a atenção das crianças para que não derrubassem esses materiais e reagentes e, salientei que um cientista deve ser cuidadoso com o seu experimento. As crianças, preocupadas, me chamavam e perguntavam se a quantidade estava boa, e eu as orientei que podiam colocar um pouco mais, até cobrir toda a superfície da maçã. No passo seguintes, forneci o detergente neutro para que fosse adicionado na quarta placa de Petri. Na quinta placa de Petri as crianças adicionaram uma quantidade de óleo, observada minha orientação de que orientadas que a maçã precisava estar totalmente imersa no óleo. Na sexta placa de Petri, as crianças adicionaram leite de magnésia por toda a superfície da maçã. Por fim, na última placa de Petri, contendo o sétimo pedaço de maçã, avisei às crianças de que nenhuma substância seria adicionada. Observando no relógio da sala que já estava próximo ao horário do recreio das crianças, liberei-as para o intervalo, após a orientação para que retirassem os jalecos e deixassem as câmeras fotográficas sobre as mesas, para que depois do intervalo fosse dada continuidade a nossa atividade experimental.*

*As crianças retornaram do intervalo, cheias de energias e com muitas perguntas aleatórias a mim dirigidas. Procurei descontraí-los enquanto vestiam os jalecos para que pudéssemos dar continuidade a nossa aula. Com todos usando os jalecos e sentados em suas carteiras, entreguei as questões sobre a atividade e pedi que colassem em seus cadernos. As questões que elaborei tinham a intenção de guiar a discussão sobre o experimento que estavam*

desenvolvendo em sala. Como a turma continuou agitada, chamei a atenção das crianças pedindo que fizessem silêncio. Comecei a ler a primeira questão sobre a atividade: “Após adicionar diferentes substâncias em cada pedaço de maçã, você observou alguma mudança com o passar do tempo?”. Olhei para as crianças e para o experimento deles e perguntei se tinham observado alguma mudança nos pedaços de maçã. A estudante **I.** foi a primeira a responder: “ele foi ficando marrom”. A estudante **N.** contrariou a colega dizendo: “ele foi ficando amarelado”. Perguntei à turma se todos os pedaços apresentaram alguma mudança de cor. Alguns responderam que sim e outros que não. Salientei que observassem os pedaços de maçã que continham o sal e o açúcar e perguntei se esses apresentaram alguma mudança de cor. As crianças observaram seus experimentos e, todos em voz alta, responderam que não. Questionei sobre o pedaço de maçã que ficara imerso no suco de laranja, se por acaso tinha ficado com a cor marrom. Novamente, todos observaram e responderam que não. Assim, pergunto qual daqueles pedaços de maçãs tinha apresentado o escurecimento mais rapidamente. O estudante **N.** respondeu, de acordo com a sua observação do experimento: “A maçã que está com o leite de magnésia”. A estudante **R.** concordou com o colega “É”. O restante da turma também manifestou sua concordância. Porém, o estudante **J.P.** falou em voz alta que fora “o sal”. A estudante **R.** olhou em sua direção e afirmou que “No sal nem teve escurecimento”. O estudante **B.** concordou com a estudante **R.** Assim, perguntei se o leite de magnésia seria um bom conservante de alimentos, e todos concluíram que não. Com as câmeras fotográficas em cima da mesa, uma das crianças aproveitou o momento para registrar o bloco de anotações. Outra pergunta que fiz para a turma foi se algum reagente ou solução não tinha alterado a cor na fruta, ou seja, tinha protegido o alimento do escurecimento. Várias crianças me responderam que sim. Escutei o estudante **H.** dizer a todos que “Sim, o açúcar”. O estudante **J.G.** acrescentou: “e o sal”. Pedi que as crianças observassem com mais atenção o experimento e questionei se mais algum pedaço de maçã fora conservado pelo reagente e/ou solução utilizada. A estudante **R.** observou que “O suco de laranja também protegeu”. O estudante **B.** falou à sua colega **N.** que o detergente também tinha evitado o escurecimento. Outro apontamento que chamou a atenção foi da estudante **I.** que disse que “o

óleo cobriu toda a maçã e não deixou ficar marrom”. Questionei as crianças o motivo desses reagentes e/ou soluções citados por eles terem evitado o escurecimento da fruta. O estudante **B.** respondeu que era “porque cobriram a maçã”. Nesse momento, retomei o texto lido no início da aula e perguntei se eles se lembravam qual era o nome do processo que utiliza tanto o sal quanto o açúcar para proteger o alimento. O único estudante que respondeu foi **B.:** “A salga”. Questionei se o suco de laranja e o óleo também seriam bons métodos para se conservar alimentos. A estudante **I.,** em voz alta, respondeu que “Sim, porque não deixou a maçã ficar marrom”. Observei a turma e vi que todos concordavam com a observação da colega. Diante disso, perguntei à turma o que tinha causado o escurecimento da fruta. O estudante **J.P.** logo respondeu que tinha sido “o ar”. Mas a estudante **R.** interrompeu dizendo não ter ouvido a pergunta e me pediu que a repetisse. Assim, perguntei novamente “o que causa o escurecimento da fruta?”. As crianças começaram a mencionar o nome dos processos que foram estudados no começo da aula, como a pasteurização, a desidratação até que os interrompi. Chamei a atenção dizendo que não eram aquelas as respostas, lembrando que tínhamos discutido o assunto no começo da aula quando lêramos o texto. Pedi para que eles buscassem a resposta no texto. A estudante **R.** perguntou se era o ar. Com o texto em mãos, o estudante **J.G.** olhou para mim e perguntou: “o oxigênio?”. Confirmei que sua resposta estava certa e perguntei onde o oxigênio estava mais presente. O estudante **J.G.** respondeu que “no ar”. O estudante **J.P.** revoltado, falou em voz alta que fora o primeiro a acertar a resposta e sem ter lido o texto naquele momento. Concordei com ele, confirmando que eu tinha escutado, mas como o restante da turma não tinha lhe prestado atenção e eu precisara perguntar novamente. Para finalizar a discussão, concluí dizendo que quando o alimento fica exposto ao ar, especificamente ao oxigênio, isso causa o escurecimento da fruta, levando ao “apodrecimento” mais rápido e que, para evitar que isso ocorresse, poderíamos usufruir de alguns desses métodos para conservar os alimentos que tínhamos discutido na aula.

Com base no que foi apresentada na narrativa do terceiro episódio (parte 1 do experimento) podemos observar que na narrativa do quarto episódio de

ensino (parte 2 do experimento) obtivemos resultados semelhantes e chegamos na mesma série de indicadores: *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese; atividade investigadora e exploradora de dados; registro de um fenômeno; cooperação e comunicação*. Dessa forma, emergiram os mesmos efeitos expostos. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 14:

**Quadro 14:** Indicadores identificados no Episódio 4 e seus efeitos

Indicadores	Efeitos Observados
Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese	<p>Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Promover oportunidades para que os estudantes transformem ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construam explicações.</p>
Atividade investigadora e exploradora de dados	<p>Propor meios de pôr à prova as hipóteses emitidas.</p> <p>Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem com os estudantes.</p> <p>Cuidar da organização da atividade para manter o foco no trabalho.</p> <p>Manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados.</p>
Comunicação	<p>Respeitar a vez de quem fala.</p> <p>Apresentar dados da observação, selecionando os elementos que estão relacionados com o problema colocado.</p>
Cooperação	<p>Trabalhar em grupo.</p> <p>Desempenhar o seu papel no seio do grupo, sem excessos de comandos.</p>
Registro de um fenômeno	<p>Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.</p>

**Fonte:** autoria própria (2020).

Logo no início da narrativa, é possível perceber na fala da pesquisadora *a formulação de um problema e o trabalho sobre uma hipótese*. Segundo Silva

et al. (2010, p. 247) “[...] o professor poderá, de forma dialógica, formular questões desafiadoras que possibilitem aos alunos exercitarem suas habilidades argumentativas, visando a reformulação de suas ideias prévias”. Nesse sentido, torna-se evidente que a pesquisadora forneceu um problema para conduzir a atividade, quando ela disse << *Apresentei para a turma algumas frutas e questionei o que elas observavam nessas frutas* >>. Aqui percebemos o propósito da pesquisadora em promover oportunidades aos estudantes para explanarem suas ideias, a exemplo de << *elas ficaram fora do ‘refrigeração’* >> e << *ficaram marrom, podre e estragada* >>. Ainda nessa sequência, a pesquisadora demonstrou o propósito da atividade, que era reforçar a ideia do texto sobre os métodos de conservação dos alimentos, quando questiona << *Perguntei se poderia ter sido utilizado outro método para evitar que isso acontecesse* >>. Essa tentativa foi para assegurar que as crianças tinham compreendido a importância desses métodos de conservação. Índícios dessa compreensão foram evidenciadas por algumas falas dos estudantes, a exemplo de << *colocar papel plástico* >> e << *as embalagens* >>. Isso continuou adiante, quando a pesquisadora recolocou o problema em uma situação mais direta, ao perguntar, << *mas o que será que causou esse escurecimento?* >>.

Adiante na narrativa, a fala da pesquisadora, << *forneço a cada dupla de estudantes sete placas de Petri e pedaços de maçãs cortadas* >>, indica que nesse momento acontece uma atividade investigadora e exploradora de dados, evidenciando a intenção da pesquisadora de pôr à prova as hipóteses dos estudantes. Para tanto ela distribuiu amostras de maçã buscando testar na prática alguns métodos de conservação que foram apontados pelos estudantes e também os que foram estudados com a leitura do texto. Como pode ser visto em vários momentos, a pesquisadora organizou a atividade e distribuiu as responsabilidades com os estudantes, orientando que manipulassem os materiais de laboratório, dentre os quais destacamos alguns, a exemplo de quando ela disse que << *comecei orientando as crianças a colocarem em cada placa de Petri um pedaço de maçã* >>; << *orientei que adicionassem uma colher de sal na primeira placa de Petri* >>, << *pedi às crianças que adicionassem no terceiro pedaço de maçã, cobrindo toda a superfície da fruta* >>. Nesse momento, com as instruções práticas ligadas ao material de laboratório e à

manipulação, ficou evidente o cuidado com a organização da atividade quando a pesquisadora disse: << *Chamo atenção das crianças para que não derrubassem esses materiais e reagentes e salientei que um cientista deve ser cuidadoso com o seu experimento* >>. Na sequência da narrativa, a pesquisadora contou que << *As crianças, preocupadas, me chamavam e perguntavam se a quantidade estava boa, e eu as orientei que podiam colocar um pouco mais, até cobrir toda a superfície da maçã* >>, o que evidencia o foco no trabalho.

Em seguida, com o auxílio da pesquisadora as crianças começaram a explorar a situação por meio da observação e manipulação, o que pode ser evidenciado em afirmativas como << *ele foi ficando marrom* >>, << *ele foi ficando amarelado* >>, << *a maçã que está com o leite de magnésia* >>, << *o suco de laranja também protegeu* >> e também em respostas curtas, << *sim e não* >>, quando a pesquisadora explorava a situação com perguntas. Como se pode notar muitas respostas dadas pelas crianças pareceram limitadas e de alternativas simples. Contudo, é importante destacar a *comunicação* dos estudantes, pois esses apresentaram respeito à vez de quem falava e mesmo que de maneira singela, souberam selecionar e classificar os elementos que estavam relacionados com o problema colocado e apresentar dados da observação das amostras de maçãs para a turma inteira. Segundo Astolfi *et al.* (1998) “[...] efetivamente, a principal atividade intelectual dos alunos consiste em encorajar a descrição comparada das amostras através de critérios precisos e sistemáticos” (p. 128).

Vale lembrar aqui que, por ser uma atividade de investigação de Nível 1, não pretendíamos que as crianças, no fechamento da atividade, chegassem nos três níveis de conhecimentos científicos propostos por Silva *et al.* (2010, p. 247: “[...] a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional”. Para que isso acontecesse as crianças precisariam de mais aulas de Ciências que abordassem teorias científicas, considerando o nível intelectual adequado a sua faixa etária.

Outro aspecto importante dessa sequência envolve as *observações* dos estudantes registradas e acompanhadas com o uso da fotografia. As produções fotográficas das crianças possibilitaram uma melhor visualização dessa trajetória

no episódio de ensino 4. Segundo Flusser (2002, p. 32) “[...] fotografias são imagens de conceitos, são conceitos transcodificados em cenas”.

Podemos depreender alguns aspectos da produção fotográfica das crianças. Nas fotografias também percebemos a presença do indicador *cooperação*, considerando que as crianças continuaram se organizando de maneira a que uma manipulava os materiais para coletar os dados necessários enquanto a outra registrava todo o processo.

Primeiramente, destacamos a fotografia (Figura 26) que registra o momento que a pesquisadora segurava a maçã e questionava os estudantes sobre o processo de conservação dos alimentos e, também mostra uma parte da turma prestando atenção na pesquisadora. Outra fotografia relevante (Figura 27) que decidimos mostrar é a que registra o momento que a professora estava abrindo um pacote que continha as placas de Petri.

**Figura 26:** A pesquisadora com a maçã



Fonte: dupla I. e R. (2019)

**Figura 27:** A pesquisadora distribuindo materiais



Fonte: dupla B. e N. (2019)

Em seguida, outras fotografias que estão nos registros e acompanhamentos das crianças retratam o momento que um estudante estava organizando as placas de Petri que acabara de receber sobre a sua mesa (Figura 28). Podemos observar, na Figura 29, os sete pedaços de maçã distribuídos nas placas de Petri.

**Figura 28:** Organizando as placas de Petri

**Figura 29:** Amostras de maçã



Fonte: dupla H. e J.G. (2019)



Fonte: dupla H. e J.G. (2019)

Nesse percurso fotográfico podemos notar que as crianças puderam ressaltar significados por meio dos registros, pois, com a câmera fotográfica em mãos, cada grupo buscou a seleção de imagens, escolhendo o momento da observação que achavam mais interessante registrar. Nesse sentido, “fotografar é atribuir importância” (SONTAG, 2004, p. 41). A título de exemplo selecionamos as Figuras 30 e 31, nas quais vemos, em ângulos e enquadramentos diferentes, um estudante manuseando o seu experimento com a ajuda de uma colher.

**Figura 30:** Amostras de maçã com reagentes e soluções



Fonte: dupla J.P. e N. (2019)

**Figura 31:** Estudante manipulando as amostras



Fonte: dupla J.P. e N. (2019)

Destacamos, por fim, as Figuras 32 e 33 que expõem o momento que um estudante observava com atenção o resultado do seu experimento, momento no qual a pesquisadora questionou em quais daqueles pedaços de maçãs imersos em diferentes reagentes/soluções ocorrera o escurecimento da fruta. Outro registro fotográfico que emergiu nesse percurso foi o da estudante anotando em seu caderno suas observações relativas ao experimento.

**Figura 32:** Observando o experimento



**Fonte:** dupla H. e J.G. (2019)

**Figura 33:** Anotações sobre o experimento



**Fonte:** grupo B., L. e M. (2019)

Empreendemos até aqui uma análise da atividade experimental de Nível 1 de investigação conhecida como *investigação de confirmação*. Neste estudo procuramos identificar, por meio das narrativas apresentadas, os indícios de uma iniciação à formação científica nas crianças, ainda que essa atividade tivesse como estratégia de ensino um procedimento experimental com características de um “livro de receitas”, já que pretendíamos apenas inserir as crianças no trabalho de laboratório por meio de um passo a passo, como expusemos: estudar uma teoria, explorar os recursos didáticos, coletar e registrar dados. No entanto, o fato de a pesquisadora ter participado de diversos projetos, que tinham como pressupostos o Ensino Por Investigação (Carvalho, 2013), acabou interferindo em suas ações e, como pôde ser observado, em vários momentos, a pesquisadora estimulou as crianças com perguntas, promoveu oportunidades para que elas participassem e interagissem ativamente no experimento, o que as levou a se sentirem à vontade para expor suas ideias. Considerando que as crianças tinham finalizado uma atividade que demandara uma baixa

complexidade, pelos indicadores evidenciados na análise elas estavam preparadas para avançar para uma atividade de Nível 2 de investigação.

#### **4.2 Atividade experimental investigativa de Nível 2: composição do leite**

Os episódios analisados nesta seção compreendem as etapas da atividade experimental de Nível 2 de investigação, conhecida como investigação estruturada, cujo objetivo é os estudantes realizarem a coleta e análise de dados com base em uma questão e um procedimento de investigação fornecidos pelo professor. Resumidamente, a pesquisadora propôs uma investigação com base na seguinte **Questão**: *O que tem no leite?* Para que as crianças respondessem a essa pergunta, a pesquisadora também forneceu um **Método** (procedimento experimental), no qual havia instruções passo a passo para que os estudantes identificassem os componentes do leite. Com base nisso, as crianças deveriam chegar à **Solução** da questão: que o leite é composto por algumas substâncias que podem ser observadas a olho nu, como a água, a gordura e a proteína. Para o registro da **Observação**, os estudantes utilizaram uma câmera fotográfica durante todo o processo didático.

Organizamos a apresentação dos resultados dessa segunda atividade em quatro episódios. No primeiro episódio expusemos o trecho da aula em que a pesquisadora propôs a questão de investigação que conduziria a atividade. No início do segundo episódio a pesquisadora demonstrou às crianças como o procedimento experimental deveria ser conduzido, uma vez que seria utilizado o fogão presente na cozinha da escola para realizar a extração de uma amostra de água e uma de gordura tanto do leite *in natura* quanto do leite industrializado, a partir do que as crianças começariam a coletar os dados. Conforme observa Carvalho (2013, p. 13) essa ação deve ser “[...] realizada pelo professor, pois, nesses casos, a aparelhagem oferece perigo ao ser manipulada pelos alunos”. No terceiro episódio, dando prosseguimento às instruções do procedimento experimental fornecidas pela pesquisadora, as crianças tiveram a oportunidade de extrair proteínas do leite: a caseína e a albumina. Por fim, no quarto episódio de ensino, a pesquisadora finalizou a atividade discutindo e analisando os

componentes presentes no leite, a fim de responder à pergunta investigativa feita no início da aula.

Com relação aos registros fotográficos produzidos pelas crianças, diferentemente da atividade de Nível 1 de investigação, em que as fotografias foram apresentadas no decorrer da análise dos indicadores, decidimos expor os registros durante a construção das narrativas de cada episódio. Justificamos essa alteração em função do desencadeamento das etapas e por conta do acompanhamento constante dos estudantes, que fotografaram tudo o que estava sendo apresentado a eles. Nesse dia, a professora da turma também fez alguns registros das crianças enquanto elas trabalhavam nas atividades, sendo que algumas dessas fotos serão expostas na narrativa.

#### **4.2.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma questão de investigação**

O primeiro episódio aqui apresentado descreve o momento em que as crianças chegaram na cozinha da escola e se depararam com os recursos didáticos disponíveis sobre uma mesa de centro. Antes que pudessem manipulá-los, entretanto, a pesquisadora iniciou a atividade propondo um problema experimental “O que tem no leite?”. Expomos a seguir, a narrativa que descreve esse momento:

##### ***O que tem no leite?***

*Perguntei à professora responsável da turma se poderíamos realizar a atividade na cozinha da escola, pois precisávamos ocupar um sistema de aquecimento e, como a escola não tinha um laboratório, pensamos em utilizar o fogão da cozinha. Então, ela me orientou que perguntasse primeiro à cozinheira da escola se poderíamos utilizar o espaço com as crianças. Fui logo conversar com a cozinheira antes que as crianças retornassem para a sala de aula, uma vez que estavam na aula de Educação Física, já levando comigo os materiais necessários à atividade. Expliquei à cozinheira o motivo de levarmos os estudantes até a cozinha e ela nos autorizou, alertando que o espaço deveria ser liberado até as 15 horas, para que ela pudesse preparar o lanche. Olhei para*

o relógio e vi que teríamos apenas uma hora para realizar a atividade experimental na cozinha. Observando que na cozinha havia uma mesa encostada na parede, coloquei-a no centro e organizei os materiais que seriam necessários para a atividade. Retornei para a sala de aula e logo as crianças chegaram da Educação Física. Pedi que todos se sentassem em seus lugares para eu pudesse começar a aula de Ciências.

Conversando com as crianças expliquei que iríamos trabalhar sobre a composição do leite e que a atividade seria realizada na cozinha. Dando início distribuí os jalecos e a touca e organizei as duplas. Em seguida, fui para a porta da sala de aula e chamei as crianças, como de costume. Elas se organizaram em duas filas distintas, uma de meninas e outra de meninos, o que se deu de forma espontânea, sem que eu precisasse intervir. Deslocamo-nos, então, até a cozinha da escola para dar início à nossa atividade experimental.

As crianças entraram na cozinha e se depararam com os materiais e reagentes que seriam utilizados no desenvolvimento do experimento, inclusive a câmera fotográfica, todos dispostos sobre a em cima da mesa. Orientei-as para terem mais cuidado, pois estávamos na cozinha observado que alguns objetos que não deveriam ser manipulados por elas. A seguir, apresento uma fotografia (Figura 34) feita pela professora da turma, que acompanhou e registrou toda a atividade.

**Figura 34:** As crianças observando os recursos didáticos



**Fonte:** professora da turma (2019).

No início a atividade propus a seguinte pergunta de investigação: “O que tem no leite?”. As crianças em silêncio ficaram olhando para mim.

**Figura 35:** As crianças prestando atenção na pesquisadora



**Fonte:** Professora da turma (2019).

Perguntei novamente “O que será que tem aqui no leite?”. A primeira criança a me responder, foi a estudante **N.** que disse que era a “nata”, e os demais continuaram em silêncio.

O estudante **H.** levantou a mão e olhou seriamente para mim e fez uma pergunta em voz alta, para que todos o escutassem “Você sabe explicar se o leite tem água?”. Fiquei em dúvida se ele se realmente estava curioso em saber se o leite contém água ou se queria me desafiar com a sua pergunta, já sabendo a resposta e querendo me testar na frente de seus colegas. Como era uma boa pergunta, direcionei-a para a turma, repetindo-a: “Será que o leite tem água?”. As crianças ficaram na dúvida, alguns responderam que sim e outros que não.

Continuei perguntando se no leite tem mais alguma coisa. O estudante **B.** me respondeu que o leite tem o DNA da vaca. Sem saber o que responder para ele, olhei para a turma e repeti a pergunta. O estudante **B.** continuou respondendo à pergunta, acrescentando que no leite tem trigo. Percebi que as outras crianças já estavam acostumadas à imaginação e criatividade do colega **B.** em responder às perguntas, o que levou uma delas a olhar para ele e afirmar que não tem trigo.

*Em seguida, apresentei para as crianças uma garrafa PET contendo o leite in natura e uma caixinha de papel contendo o leite industrializado e fiz uma nova pergunta: “Existe alguma diferença entre esses dois tipos de leite?”.*

**Figura 36:** Pesquisadora questionando as crianças



**Fonte:** Professora da turma (2019).

*Todas as crianças afirmaram que tinha diferença entre “os leites”. Perguntei a elas qual era a diferença. A estudante **L.** respondeu que “um tem nata e outro não”, e perguntei a ela qual deles teria nata. Ela apontou para o leite in natura. Questionei a turma se o leite que estava na caixinha tinha nata e todos me responderam que não. Porém, o estudante **H.** não concordou com a resposta de seus colegas e relatou uma experiência que teve com o leite: “O de caixinha também tem. Um dia eu fui esquentar o leite e deixei gelar e quando eu fui ver estava cheio de nata, estava assim, grudento no copo”.*

*Com a turma em silêncio, percebendo que não houve outro comentário, além da fala de **H.**, retomei as discussões sobre a conservação de alimentos iniciadas na aula anterior. Perguntei, então, qual dos tipos de leite, o in natura ou o industrializado, que durava por mais tempo sem estragar. O estudante **H.** respondeu que era “o leite de vaca”. Entendi que ele quis dizer que era o leite in natura. A estudante **L.** também respondeu, mas dizendo ser “o da caixinha”. Diante dessas respostas divergentes, a turma começou a dialogar entre si, discutindo qual desses leites teria maior durabilidade. Então pedi aos que achavam que era o leite in natura que justificassem sua resposta. O estudante **H.** afirmou: porque é natural. A estudante **R.** não concordou com sua justificativa*

e respondeu que “não, porque o leite de vaca azeda”. Perguntei à estudante **R.** quanto tempo esse leite levava para azedar e ela disse “de dois dias a uma semana”. Perguntei à turma quanto tempo durava o leite industrializado contido na caixinha. O estudante **J.G.** perguntou: “um ano?”. A estudante **L.** respondeu à turma: “dura bastante”. Perguntei à estudante **L.** porque durava bastante e ela me respondeu que “é por causa dos conservantes”. Expliquei para as crianças que o leite industrializado que estava na caixinha durava por mais tempo por causa dos conservantes e da embalagem protegida.

A forma como as crianças interagiram ao proposto no episódio 1 revela a intenção da pesquisadora de conduzir uma atividade de investigação de Nível 2. Podemos perceber na fala e nos registros fotográficos o envolvimento e interesse delas em participar na atividade. Com isso, evidenciamos o indicativo *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese*, que, por sua vez, desenvolveram nas crianças aspectos como a troca de ideias, levantamento de hipóteses, entre outros. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 15:

**Quadro 15:** Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese	<p>Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Promover oportunidades para que os estudantes transformem ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construam explicações.</p>
Curiosidade	Manifestar questionamentos.

**Fonte:** autoria própria (2020)

A apresentação de uma pergunta pela pesquisadora no início da narrativa << O que tem no leite? >> evidenciou o indicador *a formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese*. É importante observar que esse problema é de ordem prática, uma vez que, segundo Capecchi (2013, p. 23), “não há na fala da professora uma linguagem de cunho científico”. O que se pretendeu com essa pergunta foi que as crianças chegassem às respostas por meio da coleta de

dados. Mas antes disso, a tentativa da pesquisadora foi estimular os estudantes na elaboração de hipóteses. Assim, de forma espontânea uma estudante disse que era << *nata* >>. Contudo, essa estudante não gerou uma explicação ao expor sua ideia inicial, apenas apresentando uma informação que provavelmente já acessara, por ser comum no seu cotidiano.

Outro ponto importante, é que nessa pergunta foi possível guiar o estudante em uma tarefa já prevista que estimulasse sua *curiosidade* e, que ao mesmo tempo, provocasse uma situação de confronto. Isso pode ser percebido na fala de um estudante que, em vez de propor uma hipótese, propôs uma pergunta investigativa à pesquisadora, quando disse: << *você sabe me dizer se no leite tem água?* >>. Percebendo isso, a pesquisadora aproveitou o momento e fez essa pergunta às demais crianças que, no entanto, se deixaram levar por respostas heurísticas e rápidas como a negação e a afirmação.

Para ajudar os estudantes a formularem suposições acerca da composição do leite, já que até aquele momento as crianças apresentavam dificuldade de elaborar hipóteses, a pesquisadora utilizou então a estratégia de apresentar dois tipos de leite para comparação, o leite *in natura* e o leite industrializado. As crianças recorreram aos seus conhecimentos pessoais e insistiram em dizer que era << *nata* >>, até que uma delas apresentou uma nova variável, quando disse que somente o leite *in natura* tem nata. No entanto, uma criança confrontou essa ideia dizendo que << *O de caixinha também tem. Um dia eu fui esquentar o leite e deixei gelar e quando eu fui ver estava cheio de nata, estava assim, grudado no copo* >>. A explicação desse estudante apresentou uma situação cotidiana vivenciada por ela e que permitiu identificar alguns de seus conhecimentos prévios mais acessíveis (POZO, 1998). Trata-se de uma experiência prática observada pela criança, que nesse momento fez relação com a atividade da aula de Ciência.

Outra questão apresentada pela pesquisadora envolveu a durabilidade do leite. Nesse caso percebemos o propósito da pesquisadora em retomar a discussão da aula de Ciências anterior, sobre a conservação dos alimentos. Um estudante apontou que o leite *in natura* dura por mais tempo. No entanto, uma outra estudante não concordou com sua ideia e ainda disse que dura apenas de dois a sete dias. Diante disso, a pesquisadora reforçou o questionamento na

intenção de estimular as crianças a apresentarem mais argumentos, o que ficou evidenciado quando perguntou quanto tempo durava o leite industrializado, levando uma estudante a responder que durava bastante por causa dos conservantes. A partir da forma como esses estudantes apresentavam suas respostas, a pesquisadora passou a conhecer suas ideias implícitas. Segundo Pozo (1998, p. 91) a comunicação de hipóteses “[...] é não só ativar os conhecimentos prévios dos alunos, mas, principalmente, fazer com que os tornem explícitos, que reflitam sobre eles quando precisarem comunicá-los aos outros e a si próprios”.

#### **4.2.2 EPISÓDIO 2: As crianças acompanham as instruções procedimentais de forma demonstrativa (ação realizada pela pesquisadora) e registrando a observação.**

A pesquisadora deu início ao segundo episódio fornecendo as instruções da primeira parte do procedimento experimental – a separação da água e da gordura presentes no leite. Para a segurança das crianças, essa parte do experimento foi demonstrativa, pois era necessário o uso de um sistema de aquecimento, nesse caso, o fogão da cozinha da escola. As atividades denominadas demonstrativas investigativas, segundo Silva *et al.* (2010, p. 245) “[...] são aquelas que o professor apresenta, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado”.

Com a pesquisadora instruindo o procedimento do experimento, as crianças teriam a oportunidade de reproduzir um roteiro que tivesse características de um trabalho científico, com materiais, métodos, coleta e registro dos dados. Além disso, poderiam aprender uma técnica instrumental como a separação de misturas ocasionada pelo aquecimento. A seguir, construímos uma narrativa para expor esse momento:

#### ***Coleta e registros de dados: água e gordura***

*Em seguida, coloquei o leite in natura e o leite industrializado cada um em uma panela com tampa transparente no fogão e deixei aquecer até o ponto de ebulição. Peço às crianças que prestassem atenção e observassem.*

**Figura 37:** Pesquisadora questionando as crianças



**Fonte:** Professora da turma (2019).

### ***Tem água no leite?***

*Assim que esquentamos o leite mostrei às crianças a tampa da panela e pudemos identificar a presença da água por meio de gotículas condensadas. Perguntei à turma o que era e o estudante **H.** respondeu “evaporação”. Compreendendo que sua intenção fora explicar o processo físico que a água sofreu, reforcei a pergunta, ao que a estudante **N.** respondeu que era “água”.*

*Expliquei às crianças que aquilo acontecia porque quando se submete o leite a uma temperatura elevada ocorre a separação de alguns dos seus componentes, como nesse caso, a água. E por ela ser um componente mais leve, por ser menos densa, ocorre a formação e liberação de bolhas de vapores (KOHLEIN et al., 2013).*

### ***Liberando o uso da câmera fotográfica***

*Nesse momento, percebi que a turma estava interagindo com a atividade e como não estavam dispersos, vi a oportunidade de liberar o uso da câmera fotográfica para que acompanhassem e registrassem a observação da atividade.*

*A câmera fotográfica já estava sobre a mesa, junto aos outros materiais, porém, ainda não tinha autorizado os registros, para que eles pudessem se concentrar na questão problema. E, como eu estava manuseando os dois tipos de leite no fogão, também porque achei mais seguro que eles apenas observassem o processo, sem o registro fotográfico, para que não corressem qualquer risco.*

### **Tem gordura no leite?**

*Dando continuidade à investigação da composição do leite, pedi às crianças que observassem o leite aquecido na panela e formulei uma nova pergunta: “Quando fervemos o leite, que substância é essa que forma aqui na superfície do leite?”.*

*O estudante **H.** foi rápido em sua resposta dizendo ser a “nata”. A estudante **R.** fez uma observação e falou à turma que “a nata toda sobe”. O estudante **J.P.**, ao escutar sua colega, afirmou que ela sabia disso pelo motivo de morar em um sítio e por seus pais trabalharem com gado leiteiro. Como podemos notar aqui, o estudante **J.P.** não se inclui como morador da zona rural, pois ele mora na vila, onde não há a presença de animais de grande porte.*

*Perguntei novamente às crianças o que seria essa nata e o estudante **B.** observou a cor da nata e falou em voz alta que era “Amarelo”. A estudante **R.** também olhou para a nata e perguntou: “Esse amarelo?”. Afirmei que sim e logo perguntei: “O que seria esse amarelo?”. A estudante **R.** logo respondeu que era “Gordura”. Olhando para o percurso fotográfico das crianças, dentre as cinco duplas que participaram da atividade, quatro fizeram o registro do momento que observavam a gordura do leite que estava na panela, que em seguida foi passado para uma placa de Petri, como podemos observar a seguir:*

**Figura 38:** A gordura do leite

**Figura 39:** A gordura do leite

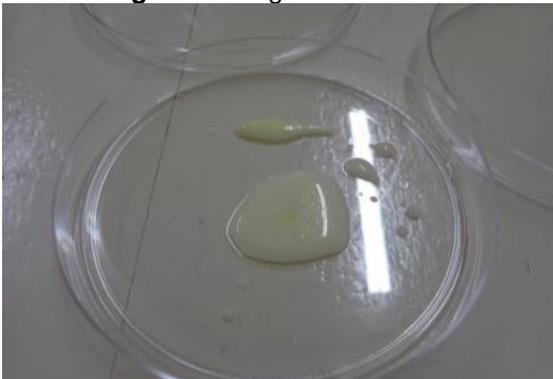


Fonte: dupla J.P. e H. (2019).



Fonte: dupla B. e N. (2019).

**Figura 40:** A gordura do leite



Fonte: dupla L. e M. (2019).

**Figura 41:** A gordura do leite



Fonte: dupla N. e B. (2019).

*Expliquei às crianças que o aquecimento do leite favoreceu, além da separação da água, a separação da gordura. E que essa, por também ser um componente mais leve (menos densa) acabou se formando em uma película de coloração amarela, que pode ser vista macroscopicamente na superfície do leite (Kohnlein et al. 2013).*

### **Por que o leite derrama quando ferve?**

*Aproveitei a oportunidade do fato de os dois tipos de leite estarem sobre o fogão e fiz uma nova pergunta às crianças: “Por que quando o leite ferve, ele derrama, e a água quando ferve não derrama?”. O estudante B. respondeu que era “Porque o leite tem a gordura”. A estudante R. preferiu explicar o processo aos demais colegas: “Ele tem a gordura e quando tem muita gordura e ferve ele forma a espuma e começa a subir e começa a derramar”. Fiquei surpresa pela resposta da estudante e a parabeneizei pela explicação. Para complementar a explicação da estudante, disse que isso acontece porque, ao*

aquecermos o leite, ocorre a liberação de vapores de água. No entanto, quando os vapores chegam à superfície do leite, então recoberta por uma camada de gordura e proteínas, não conseguem rompê-la devido à resistência que essa película superficial oferece. Conseqüentemente, as bolhas de água empurram para cima essa camada superficial, formando a espuma e, dessa forma, ocasionando o derramamento do leite fora do recipiente. (KOHLEIN et al., 2013).

### **Por que este leite industrializado não tem gordura?**

Diante das duas panelas, uma contendo o leite *in natura* e a outra o leite industrializado, perguntei às crianças se sabiam o porquê de o leite industrializado não ter formado uma camada de gordura na superfície como o leite natural. A estudante **R.**, empolgada com a discussão sobre o leite, respondeu que era “Porque eles tiraram toda a gordura e ficou desnatado”. Sua resposta demonstrava que ela sabia que o leite retirado das mamas das vacas apresenta gordura, porém, quando o leite é processado nas indústrias parte ou toda a gordura é retirada e, por isso, esse leite é chamado de desnatado.

A única dupla que optou por registrar a placa de Petri contendo a gordura do leite industrializado desnatado (Figura 42), quase imperceptível por conta do seu baixo teor, foram as colegas **R.** e **I.**, que, aliás, não registraram o leite natural que contém a gordura.

**Figura 42:** Leite industrializado desnatado



Fonte: dupla **R.** e **I.** (2019).

*Pedi às as crianças que coletassem a gordura que se formou na superfície do leite e colocassem em placas de Petri para observação e registro. Todos de pé ao redor da mesa, perguntei: “Além da água e da gordura será que o leite tem mais componentes?”. Os estudantes ficaram em silêncio.*

Como podemos perceber, a pesquisadora envolveu as crianças num procedimento experimental passo a passo. Nesse primeiro momento as crianças observaram a pesquisadora manuseando alguns materiais e reagentes e em seguida coletaram e registraram alguns componentes do leite, a água e a gordura.

Diante da narrativa apresentada no segundo episódio identificamos os seguintes indicadores: *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese, curiosidade e registro de um fenômeno, que, por sua vez, desenvolveram nos estudantes aspectos como questionamentos, discussão de ideias, levantamento de hipóteses, entre outros. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 16:*

**Quadro 16:** Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese	<p>Propor problemas, questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Promover oportunidades para que os estudantes transformem ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construam explicações.</p>
Curiosidade	Manifestar questionamentos.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2020).

Selecionamos para análise o momento em que a pesquisadora colocou os dois tipos de leite (natural e industrializado) no fogão para ferver e pediu às crianças que observassem as gotículas de água que se formavam na tampa da panela. Nesse momento, como um estudante já tinha formulado uma pergunta investigativa, quando disse << *professora você sabe dizer se tem água no leite?*

>>, a pesquisadora optou por respondê-lo por meio da ação manipulativa, ou seja, resolveu dar a resposta utilizando uma técnica de separação de misturas por meio de aquecimento. Segundo Pozo (1998), as ideias dos estudantes costumam ser mais concretas do que os conceitos científicos, por isso “[...] é mais fácil que proponham o problema quando este está definido num cenário concreto, próximo a sua realidade, embora logo tentemos fazer com que as suas reflexões adquiram uma dimensão mais geral” (POZO, 1998, p. 89).

Por meio da técnica apresentada pela pesquisadora as crianças observaram e concluíram que no leite tem água. Porém, na condução de uma atividade experimental demonstrativa, Carvalho (2013) sugere que

[...] antes de manipular a aparelhagem para resolver o problema, é interessante fazer perguntas do tipo: “Como vocês acham que eu devo fazer?”, de modo a dar tempo para os alunos levantarem hipóteses e indicarem soluções que, então, serão realizadas pelo professor (CARVALHO, 2013, p. 13).

Aqui a pesquisadora explicou o fenômeno sem proporcionar aos estudantes a tomada de consciência das ações praticadas por meio de levantamento de hipóteses. Contudo, a atividade experimental proporcionou aos estudantes um indicativo de trabalho científico escolar, a *curiosidade*.

Outro exemplo a ser explorado foi o momento que a pesquisadora levantou a seguinte questão: << *Quando fervemos o leite, que substância é essa que forma aqui na superfície do leite?* >>. Diante dessa questão, elaborada a partir da ação manipulativa da pesquisadora, foi possível que os estudantes observassem e levantassem hipóteses, a exemplo de quando disseram que era << *nata* >> e que << *a nata toda sobe* >>. Para que as crianças chegassem à resposta correta, a pesquisadora perguntou “o que seria essa nata”, e um estudante, por meio da observação da coloração e do seu formato respondeu que era a gordura. Nesse sentido, segundo Carvalho (2013, p. 11) “[...] o importante não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que dão condições aos alunos a levantarem hipóteses (ou seja, ideias para resolvê-lo) e os testes dessas hipóteses (ou seja, por essas ideias em prática)”. Portanto, esse fato evidenciou como indicativo a *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese*.

Esse indicativo continua adiante na narrativa, como podemos observar na fala da pesquisadora, ao propor uma pergunta mais concreta, << Por quê que quando o leite ferve, ele derrama, e a água quando ferve não derrama? >>. Como essa situação apresentada era do contexto conhecido pelos estudantes, isso os ajuda a “[...] tomar consciência do problema científico e a fomentar a interação e a discussão com os outros colegas, cujas ideias estarão mais próximas das deles” (POZO, 1998, p. 89). Isso é evidenciado na fala do estudante quando propôs como hipótese a gordura do leite. No entanto, outra estudante gerou uma explicação a partir dessa hipótese, dizendo que << *Ele tem a gordura e quando tem muita gordura e ferve ele forma a espuma e começa a subir e começa a derramar* >>.

A apresentação fotográfica das crianças relativa a esse episódio nos aponta o indicador *registro de um fenômeno* que tem como efeito o auxílio de instrumentos que ampliam a visão, nesse caso, o uso de uma câmera fotográfica. Esses registros aconteceram em dois momentos da atividade, o primeiro quando coletaram a gordura do leite, sendo que quatro duplas fotografaram a placa de Petri contendo gordura e, o segundo quando apenas uma dupla coletou o leite industrializado para mostrar que esse não tinha de gordura. Vale destacar que em nenhum momento a pesquisadora deu algum tipo de instrução de como deveriam fazer o acompanhamento com registros fotográficos. Pudemos perceber que as crianças tiveram toda a atenção e cuidado para fotografar as coletas de dados e utilizaram o registro fotográfico em vários momentos. A proposição do uso de imagens fotográficas no contexto de ensino de Ciências escolar, segundo Gouvêa *et al.* (2014, p. 58), “[...] implica considerar que há um processo comunicacional que compreende competências por parte da área de conhecimento que constrói imagens esquemáticas acerca de uma determinada informação científica”, uma vez que proporciona às crianças, como nesse caso, na atividade experimental, “[...] formas de produção de sentidos por meio de processos cognitivos na construção de conhecimento” (GOUVÊA *et al.* 2014, p. 60).

### **4.2.3 EPISÓDIO 3: As crianças acompanham as instruções procedimentais (manipulação e coleta de dados) e registram a observação.**

Nesse momento, as crianças foram convidadas a iniciar a ação manipulativa da atividade, ou seja, explorar os recursos didáticos na intenção de coletar e registrar os dados, obedecendo às instruções dadas pela pesquisadora que, como veremos adiante, ajudariam a estabelecer o foco da investigação. Essas instruções deveriam guiar as crianças na coleta de dois outros componentes presentes no leite: as proteínas caseína e albumina. Além disso, as crianças puderam aprender algumas técnicas (ou habilidades) instrumentais como a separação de misturas e filtração.

O propósito dessa ação manipulativa foi de instruir os estudantes para que pudessem “[...] assimilar a lógica do pensamento científico como dominar algumas das técnicas mais usadas para alcançar cada um dos passos necessários e completar, assim, um processo científico de solução do problema” (POZO, 1998, p. 98). Portanto, pretendemos com essa atividade que os estudantes buscassem as respostas da pergunta investigativa “o que tem no leite” por meio de um trabalho prático de laboratório, coletando e registrando dados.

A seguir, construímos uma narrativa para expor esses momentos:

#### ***Extração da proteína do leite (parte um) – a caseína***

*A intenção foi que as crianças fizessem a extração da proteína do leite, a caseína, por meio da aglutinação, método que envolve a adição de uma quantidade de ácido acético diluído. Como é uma atividade de Ciências destinada a crianças, optamos pelo uso do vinagre, que apresenta um baixo teor de ácido acético e, também, não causa riscos. A adição do vinagre, segundo Kohnlein et al. (2013), “[...] provocará a formação de grumos de um material branco, que é a caseína” (p. 151).*

*Conversei com as crianças e as instruí que prestassem bastante atenção a cada etapa do procedimento, pois continuaríamos explorando em busca do que tem de composição no leite. Para começarmos, pedi a cada dupla que identificasse dois copos descartáveis com a numeração 1 e 2. Adicionei ao copo*

identificado com o número 1, o leite natural. Ao copo 2, adicionei uma quantidade de leite industrializado. Ao olharmos para o percurso fotográfico das crianças, percebemos que esse momento foi registrado por todos os grupos. As crianças se organizaram entre seus pares, para que um manipulasse os materiais de laboratório, enquanto o outro fizesse o registro fotográfico. Esse cuidado com a organização da atividade foi mantido ao longo desse episódio. Outro aspecto importante, foi que nessa parte do experimento as crianças se mantiveram com foco no trabalho. Em nenhum momento se dispersaram com conversas paralelas e brincadeiras. Segundo Lotero (2014), disponibilizar para as crianças o uso de diversos materiais, inclusive uma câmera fotográfica, torna a atividade interessante e chamativa, o que suscita a participação de todos os estudantes.

A seguir, apresentamos um registro fotográfico de cada uma das duplas:

**Figura 43:** Experiência com o leite



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)

**Figura 44:** Experiência com o leite



Fonte: dupla B. e N. (2019)

**Figura 45:** Experiência com o leite



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 46:** Experiência com o leite



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 47:** Experiência com o leite



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Em seguida, entreguei para cada dupla um béquer e os orientei que medissem aproximadamente até a primeira marcação do copo, cerca de 10 mL de vinagre. Esse momento em que as crianças aprenderam uma técnica de laboratório, a medição, também emergiu nos registros fotográficos de quatro duplas, como apresentado a seguir:*

**Figura 48:** Vinagre no béquer de plástico



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)

**Figura 49:** Vinagre no béquer de vidro



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 50:** Vinagre no béquer de vidro



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 51:** Vinagre no béquer de plástico



Fonte: dupla N. e B. (2019)

Após medirem os 10 mL de vinagre em um béquer, orientei que adicionassem o vinagre no copo descartável 1, contendo o leite natural. Podemos observar no percurso fotográfico das crianças que três duplas optaram por registrar o momento em que fizeram a adição do vinagre ao leite. Segundo Flusser (2011, p. 49) “[...] no gesto fotográfico, uma última decisão é tomada: apertar o gatilho”. Isso nos mostra mais uma vez, que as crianças tiveram todo o cuidado e atenção de registrar passo a passo o procedimento experimental instruído pela pesquisadora.

Reproduzimos abaixo os registros:

**Figura 52:** Vinagre no leite



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)

**Figura 53:** Vinagre no leite



Fonte: dupla B. e N. (2019)

**Figura 54:** Vinagre no leite



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 55:** Vinagre no leite



Fonte: dupla R. e I. (2019)

Esse momento da adição do vinagre no leite também foi registrado pela professora da turma. Nas fotos é possível ver o acompanhamento da pesquisadora em guiar as crianças durante o procedimento experimental e também é possível ver algumas delas manipulando os materiais de laboratório enquanto outras utilizavam a câmera fotográfica:

**Figura 56:** As crianças utilizando a câmera fotográfica



Fonte: professora da turma (2019)

**Figura 57:** Estudante J.P fotografando



**Figura 58:** Estudante adicionando reagente



Fonte: professora da turma (2019)

Adiante, o estudante **B.** perguntou se poderia colocar todo o vinagre, que fora medido no béquer, no copo contendo leite natural, ao que respondi afirmativamente. Como a estudante **I.** perguntou se poderia mexer com uma colher, aproveitei para dizer a todos que poderiam mexer com a ajuda de uma colher o leite com o vinagre adicionado. Nos registros fotográficos desse momento que eles mexeram com a colher foi possível visualizar a separação da proteína do leite, a caseína. As crianças ficaram espantadas com o que aconteceu e começaram a elaborar hipóteses diante do novo fenômeno observado. A seguir, apresentamos o registro feito por quatro duplas:

**Figura 59:** Retirada da proteína do leite



**Figura 60:** Proteína do leite



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 61:** Proteína do leite

**Figura 62:** Mistura do vinagre no leite



Fonte: dupla R. e I. (2019)



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Esse momento também foi registrado pela professora da turma, como podemos observar a seguir:*

**Figura 63:** Momento que a turma realizava a extração da proteína do leite



Fonte: Professora da turma (2019)

Aguardei até que todos misturassem o leite natural com o vinagre e questionei: “O que será que aconteceu quando colocamos o vinagre no leite? Mexam, observem, o que será que aconteceu?”. O estudante **B.** de forma espontânea observou que uma massa branca consistente havia se formado e comentou que era “um cérebro”. Solicitei que colocassem essa “massa branca” em uma placa de Petri para a observação, momento que também aparece nos registros fotográficos das cinco duplas que participavam da atividade. Aqui podemos observar a riqueza de detalhes que a fotografia nos proporciona:

**Figura 64:** Retirada da proteína do leite



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)

**Figura 65:** Proteína do leite na placa



Fonte: dupla B. e N. (2019)

**Figura 66:** Proteína do leite na placa



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 67:** Proteína do leite na placa



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 68:** Proteína do leite na placa



Fonte: dupla N. e B. (2019)

Pergunte às crianças: “O que será essa massa branca que se formou?”. O estudante **H.** respondeu que “É queijo”. Já o estudante **B.** afirmou que “É queijo derretido”. Expliquei a eles que geralmente utilizamos essa “massa branca” para fazermos queijo, e perguntei novamente: “Mas o que será que é essa massa branca que se formou?”. A estudante **R.** respondeu que “É massa coalhada”. Como já esperava que os estudantes não conseguiriam chegar à resposta (formação da proteína do leite – a caseína) avisei que mais tarde retornaríamos a essa pergunta.

Solicitei que novamente medissem 10 mL de vinagre no béquer utilizado recentemente e que o adicionem ao copo 2, no qual havia leite industrializado desnatado. A estudante **I.** perguntou se poderia mexer, ao que respondi afirmativamente. Como podemos observar no percurso fotográfico das crianças, esse momento também está presente nos registros das cinco duplas:

Figura 69: Mistura de vinagre no leite



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)

Figura 70: Misturando o vinagre no leite



Fonte: dupla B. e N. (2019)

Figura 71: Misturando o vinagre no leite

Figura 72: Separação da proteína do leite



Fonte: dupla L. e M. (2019)



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 73:** Mistura do vinagre no leite



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 74:** Misturando o vinagre no leite



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Após misturarem o vinagre no leite industrializado desnatado, as crianças perceberam que não ocorreu a formação da “massa branca consistente” como foi o caso do leite natural. Elas ficaram mexendo com a colher no anseio de formar a “massa branca” novamente. Percebi o espanto das crianças quando se entreolhavam e falavam umas para as outras sobre o fenômeno observado. Segui com as instruções do procedimento e orientei que filtrassem a mistura. Furneci um filtro de pano para cada dupla e expliquei às crianças como deveriam proceder. Esse momento também possibilitou os registros fotográficos das cinco duplas de crianças participantes, como é mostrado a seguir:*

**Figura 75:** Processo de filtragem

**Figura 76:** Processo de filtragem



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)



Fonte: dupla B. e N. (2019)

**Figura 77:** Processo de filtragem

**Figura 78:** Processo de filtragem



Fonte: dupla L. e M. (2019)



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 79:** Processo de filtragem



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Orientei as crianças que, após o processo de filtração, retirassem as partículas sólidas que tinham sido contidas pelo filtro de pano e, com ajuda de uma espátula, as transferissem para a placa de Petri. Ao olharmos para o percurso fotográfico, não identificamos o registro desse momento. Apenas encontramos fotografias do material coletado já na placa. Podemos observar esse momento registrado por quatro duplas:*

**Figura 80:** Proteína do leite industrializado

**Figura 81:** Proteína do leite industrializado



Fonte: dupla J.P. e H. (2019)



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 82:** Proteína do leite industrializado



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 83:** Proteína do leite industrializado



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Pedi às crianças que observassem as duas placas de Petri, uma contendo a “massa branca consistente” que se formou no leite in natura e a outra com uma “massa mais diluída” que se formou no leite industrializado, e perguntei: “O que vocês observaram de diferentes?”. A estudante I. respondeu: “eu observei que a massa do leite em caixinha ficou toda empapada”. Perguntei à turma, “Pessoal, teve alguma diferença do leite in natura com relação ao leite industrializado?”. A estudante R. afirmou que sim. Questionei novamente “Qual foi essa diferença que vocês observaram com a massinha branca do leite natural e com a massinha branca do leite industrializado? Que diferença foi essa?”. Como percebi que as crianças estavam mais preocupadas em fazer os registros fotográficos do que em responder à pergunta, fiz uma pausa e deixei que manipulassem os materiais, observassem e fizessem os registros. Porém, por conta da pausa acabei não retomando a pergunta, seguindo para a próxima etapa do procedimento experimental.*

*Reproduzimos abaixo dois registros das crianças:*

**Figura 84:** Proteína nos dois tipos de leite



Fonte: dupla L. e M. (2019)

**Figura 85:** Proteína nos dois tipos de leite



Fonte: dupla R. e I. (2019)

### **Extração da proteína do leite (parte dois) – a albumina**

*Assim que as crianças fizeram a extração da caseína, mostrei a elas a extração de outra proteína presente no leite, a albumina. Aquecemos o líquido que sobrou após a extração da caseína novamente, o que levou à formação de novos grumos, possibilitando que verificássemos a presença da albumina. Nessa etapa do procedimento, percebi que tínhamos pouco tempo para encerrar a atividade na cozinha, o que me levou a pedir às crianças que apenas acompanhassem e observassem o processo.*

*Antes de iniciar a extração, porém, fiz a seguinte pergunta: “Pessoal, prestem atenção, será que conseguimos retirar mais alguma substância aqui de dentro? Já conseguimos retirar a gordura, a água, e mais essa ‘massinha’ branca, depois vamos investigar o que é essa ‘massinha branca’, mas aqui será que conseguimos extrair, tirar mais alguma coisa?”. As crianças afirmaram que sim.*

*Após a fervura do leite, filtrei-o com a ajuda de um pedaço de pano. Solicitei às crianças que observassem o processo. A estudante I. logo declarou “a gente não vê nada!”. Perguntei à turma se estavam conseguindo ver algo. A estudante R. falou que “tem umas bolinhas”. Orientei as crianças que continuassem observando e falei a elas que havia uns pedacinhos brancos, bem pequenininhos, e perguntei o que seria isso. Em seguida, apresentei uma fotografia feita pela professora da turma (Figura 86), registrando aquele momento.*

**Figura 86:** Separação da proteína albumina



**Fonte:** professora da turma (2019)

Nesse registro fotográfico é possível visualizar as crianças registrando todo o procedimento. Diante disso, a estudante **R.**, que acabara de fazer um registro fotográfico, mostrou-se surpresa com seu registro falando em voz alta para a turma: “Nossa! na foto dá para ver bem esses negócios aí”. As demais crianças também registraram o momento em que é possível identificar a presença de mais uma proteína do leite, a albumina. A estudante **R.** percebeu que a fotografia se apresenta como um recurso que amplia a sua visão. Nesse sentido, a utilização de imagens contribui não só para o registro, mas para um registro com detalhes.

**Figura 87:** Separação da proteína albumina



**Fonte:** dupla J.P. e H. (2019)

**Figura 88:** Separação da proteína albumina



**Fonte:** dupla B. e N. (2019)

**Figura 89:** Separação da proteína albumina

**Figura 90:** Separação da proteína albumina



Fonte: dupla L. e M. (2019)



Fonte: dupla R. e I. (2019)

**Figura 91:** Separação da proteína albumina



Fonte: dupla N. e B. (2019)

*Olhei para o relógio e percebi que já estava na hora de voltarmos para a sala de aula, pois tinha combinado com a cozinheira que sairíamos uns vinte minutos antes do intervalo para que ela organizasse o lanche das crianças. Avisei para as crianças que depois do intervalo, iríamos investigar o que era a massa branca e os pedacinhos brancos que tínhamos extraído no processo de filtragem. Pedi às crianças que levassem as placas de Petri contendo as proteínas e as câmeras fotográficas para a sala de aula. Os alunos novamente se organizaram em duas filas, uma de meninas e a outra de meninos, e assim, retornamos para a sala de aula.*

Diante da narrativa apresentada no terceiro episódio de ensino identificamos os seguintes indicadores de trabalho científico escolar: *curiosidade, atividade investigadora e exploradora de dados, registro de um fenômeno e cooperação.* Esses indicadores desenvolveram nos estudantes aspectos como questionamentos, discussão de ideias, levantamento de

hipóteses, entre outros. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 17:

**Quadro 17:** Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos.

<b>Indicadores</b>	<b>Efeitos Observados</b>
Curiosidade	Manifestar questionamentos.
Atividade investigadora e exploradora de dados	<p>Propor meios de pôr à prova as hipóteses emitidas.</p> <p>Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem.</p> <p>Cuidar da organização da atividade para manter o foco no trabalho.</p> <p>Manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados.</p>
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.
Cooperação	<p>Trabalhar em grupo.</p> <p>Desempenhar o seu papel no seio do grupo, sem excessos de comandos.</p>

**Fonte:** autoria própria (2020).

A atividade experimental investigativa de Nível 2 que desenvolvemos teve como intenção o professor instruir os estudantes durante o procedimento experimental, observado que o uso da câmera fotográfica proporcionou às crianças a observação científica e permitiu um registro sistemático, prolongado e meticuloso (LOTERO, 2014). Isso evidenciou o indicativo *registro de um fenômeno* que se deu por meio das produções fotográficas das crianças. Acreditamos que o sucesso do uso dessa ferramenta na atividade se deveu ao “roteiro fechado” com base no qual a pesquisadora fornecia o passo a passo às crianças e a cada momento se desvelava um novo fenômeno na exploração de alguns componentes do leite, o que permitiu que se evidenciasse a *curiosidade* das crianças. De acordo com Lotero (2014) uma investigação científica,

[...] apoyada por la cámara digital requiere del manejo de nuevas expectativas por parte del profesorado acerca de la enseñanza en el salón de clase. No solo se ponen en juego las competencias investigativas de cada estudiante, sino que las imágenes y los vídeos capturados por ellos facilitan al docente visualizar la manera como ellos están comprendiendo el fenómeno, así como también sirven de apoyo para la discusión y la colaboración en grupo. (LOTERO, 2014, p. 256).

Segundo esse autor, o uso da câmera fotográfica também auxilia no processo de discussão e na participação em grupo, como pode ser visto nas fotografias expostas na narrativa do episódio 2. As crianças trabalharam constantemente com seus pares na organização da coleta e no registro de dados, evidenciando, assim, o indicativo *cooperação*. Em nenhum momento a pesquisadora precisou chamar a atenção das crianças, pois elas estavam participando ativamente da atividade com atenção e foco no que estavam investigando.

Diante do percurso fotográfico das crianças, também foi possível identificar outro indicativo, *a atividade investigadora e exploradora de dados*, que nos mostrou como as crianças deram conta da organização e distribuição das responsabilidades durante o desenvolvimento da atividade. As crianças aprenderam várias técnicas de laboratório com a manipulação dos materiais experimentais, conseguindo atingir o objetivo da aula, ou seja, chegar na solução do problema por meio da coleta e análise dos dados. Essa análise dos dados torna-se evidente no momento em que a pesquisadora perguntou às crianças o que acontecera com o leite *in natura* e com o leite industrializado quando o vinagre tinha sido adicionado, uma vez que seu objetivo era de que as crianças descrevessem e caracterizassem as semelhanças e diferenças dos dados em relação aos previamente coletados. Segundo Carvalho (2013, p. 57) “[...] em termos epistemológicos, trata-se de um momento crucial para a investigação, pois é quando se estuda quais ações e/ou influências para a ocorrência de um fenômeno”.

#### **4.2.4 EPISÓDIO 4: As crianças resolvem o problema?**

Depois da realização da atividade experimental chegamos à última parte da atividade. Esse foi o momento no qual a pesquisadora conduziu as crianças

na descrição e análise dos dados para obtenção de uma explicação dos fenômenos observados. Na construção da narrativa a seguir é possível observar como se deu a condução dessa etapa:

### **Finalizando a atividade**

*Entramos na sala de aula e pedi a todos que se sentassem em seus devidos lugares. Depois de sentados e em silêncio, começamos a discutir sobre o experimento realizado na cozinha da escola.*

*De pé, de costas para o quadro-negro e olhando em direção as crianças questionei-as qual fora a primeira pergunta que eu fizera ao chegarmos à cozinha. Os estudantes **J.P.**, **R.** e **I.** responderam em voz alta que fora “o que tem no leite!”. Eu peguei um giz colorido e escrevi no quadro-negro essa pergunta: o que tem no leite? E me virei para a turma novamente e os questionei: “O que nós aprendemos até agora que tem no leite?”. O estudante **B.** respondeu que “ele tem gordura”. Perguntei a eles o que mais tem no leite. O estudante **H.** respondeu “água” e a estudante **N.** disse: “lembra que tem a ‘massinha branca’”. Nesse momento, escrevi no quadro, debaixo da pergunta “O que tem no leite?”, as respostas dadas pelas crianças: a gordura, água e massinha branca. Os estudantes **B.** e **I.** voltaram a falar que a “massinha branca” era o queijo.*

### **Leitura de um texto de divulgação científica sobre a composição do leite**

*Fui em direção à mesa do professor, que ficava em um dos cantos da sala de aula, retirei da minha bolsa um notebook e as crianças ficaram me observando. Liguei o notebook e o conectei à internet do meu celular, que nesse momento serviu de roteador. Entrei num site de busca e abri a página que apresentava um texto de divulgação científica sobre a composição do leite<sup>3</sup>. Convidei a turma para ficar de pé ao meu lado para que lêssemos juntos as informações do texto de divulgação científica.*

---

<sup>3</sup> DIAS, D. L. Química do leite. *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/quimica-leite.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

A seguir, apresento uma fotografia (Figura 92) feita pela professora da turma, que registrou esse momento.

**Figura 92:** Leitura do texto de divulgação científica

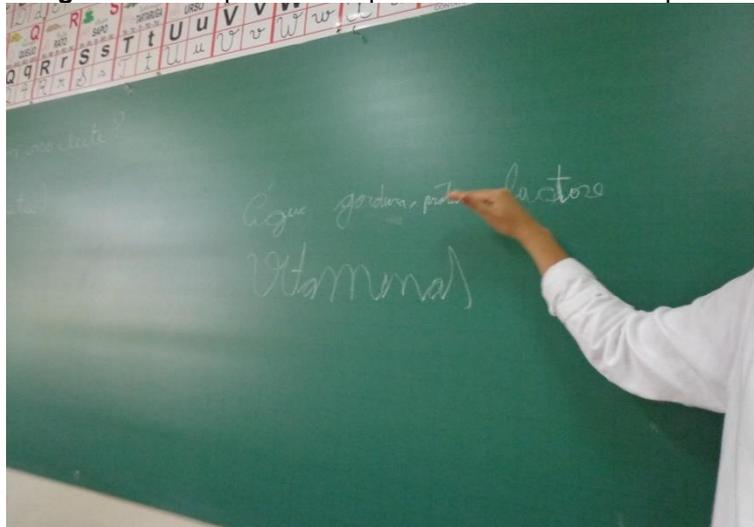


**Fonte:** professora da turma (2019)

Enquanto realizava com as crianças a leitura e discussão de cada parágrafo do texto de divulgação científica sobre a composição do leite, pedi que um deles fosse ao quadro-negro e registrasse algumas anotações. A estudante **R.** logo se dispôs, pegou um giz e ficou no aguardo das orientações seguintes. Ao final da leitura do texto, perguntei qual fora o primeiro componente do leite apresentado pelo texto. Todos responderam em voz alta que fora a “A água”. Perguntei a eles se tinham observado se tem água no leite e confirmaram que sim. Pedi à estudante **R.** que anotasse no quadro. Novamente perguntei qual fora o segundo componente do leite apresentado pelo texto. Todos responderam que fora a “Gordura”. O estudante **H.** me perguntou se ele poderia anotar a informação no quadro e eu autorizei. Perguntei à a turma qual outro componente o texto teria apontado e todos responderam que foram as “Proteínas”. O estudante **J.P.** também se ofereceu para registrar essa informação no quadro e também o autorizei. De volta ao texto, perguntei às crianças o que mais fora apresentado em relação à composição do leite. Todos responderam: “Lactose”. E assim, uma das crianças anotou no quadro. Por último, o texto apontava mais um componente do leite e perguntei qual seria. As crianças responderam que eram as “Vitaminas” e anotaram no quadro. Assim, pedi que todos retornassem a suas carteiras e se sentassem em seus devidos lugares. Como as crianças

ainda estavam com a câmera fotográfica, todas elas fizeram o registro das anotações do quadro. Optamos por apresentar apenas o registro feito pela dupla formada por **J.P.** e **H.**:

**Figura 93:** Pesquisadora explicando com auxílio do quadro



Fonte: dupla **J.P.** e **H.** (2019)

### **Será que no leite industrializado desnatado tem proteína?**

“Então pesquisamos na internet a composição do leite, o que nos extraímos do leite hoje?”. As crianças começaram a ler em voz alta o que estava escrito no quadro: água, gordura, proteínas... Nesse exato momento, as interrompi. Perguntei para todos se realmente tínhamos extraído a proteína do leite. A estudante **R.** logo respondeu que não. Questionei-a se realmente não tínhamos feito a extração da proteína do leite. A estudante **R.** ficou em dúvida e perguntou se era aquela massinha branca que parece o queijo. Perguntei às crianças se a massinha branca poderia ser a proteína, a lactose ou as vitaminas. Com isso, todos começaram a apresentar uma composição diferente como resposta. Uns acreditavam que era a lactose, outros as vitaminas. Os estudantes **I.** e **B.** falaram em voz alta para a turma que a massinha branca era a proteína. Dessa maneira, confirmei para todos que a massinha branca era a proteína do leite e que é conhecida como Caseína.

A estudante **R.**, observando as duas placas de Petri, uma contendo a proteína extraída do leite natural e a outra com a do leite industrializado desnatado, questionou qual delas seria a proteína. Fui em direção a sua carteira

e falei que as duas placas de Petri continham a proteína do leite e perguntei à turma: “Mas por que será que uma proteína do leite ficou com a aparência bem consistente e a outra não?”. A estudante **R.** comentou em voz alta: “deixa-me ver...”. Perguntei novamente à turma o que tinham observado nas placas de Petri. A estudante **I.** respondeu que “ela ficou grudenta.” A estudante **R.**, não concordando com a sua colega, respondeu que “Ela não ficou grudenta, ela só ficou mais ‘aguada’”. Expliquei às as crianças que o leite industrializado sofre alguns processamentos tanto químicos e físicos o que pode ter ocasionado uma mudança na aparência da proteína, por isso que a proteína dele obtida não estava tão consistente e firme como a obtida do leite in natura.

### **Cadê as vitaminas e os açúcares?**

Após a discussão sobre a proteína do leite, perguntei às crianças se por acaso em nosso experimento tínhamos feito a extração dos açúcares e das vitaminas. Logo, todos responderam que não. Relembrei à turma que quando adicionamos certa quantidade de vinagre no leite, houve a formação de um sólido de cor branca, ao qual as crianças chamaram de “massinha branca”. Com a ajuda de uma colher retiramos esse sólido, que era a proteína do leite e, assim, o que sobrou foi um líquido de coloração “esbranquiçada”. Esse líquido é conhecido como soro do leite. Nesse soro, além de conter proteínas, gorduras e água, também contém as vitaminas e os açúcares. Disse para as crianças que a observação desses componentes não é possível a olho nu. O máximo que as crianças conseguiram observar e registrar foi o soro do leite. Para encerrar essa discussão, disse ainda que a Lactose é o açúcar do leite e perguntei se eles já tinham ouvido falar em lactose. Alguns disseram que sim e outros que não. Esclareci que o gosto adocicado do leite é decorrente da presença de açúcares, nesse caso, a lactose.

Olhei para o relógio pendurado na parede ao fundo da sala e vi que já eram quase 15h20min, horário do lanche das crianças. Pedi que todos retirassem os jalecos e os deixassem sobre a mesa. Passei pelas mesas e recolhi as câmeras fotográficas. Por fim, liberei-os para o intervalo e encerrei a atividade.

Podemos perceber na narrativa apresentada que a professora/pesquisadora finalizou a atividade envolvendo a descrição e a análise dos componentes presentes no leite com as crianças. Assim, identificamos os seguintes indicadores: *comunicação e registro de um fenômeno*, que, por sua vez, desenvolveram nos estudantes aspectos como discussão de ideias. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no quadro a seguir:

**Quadro 18:** Indicadores identificados no Episódio 4 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
Comunicação	A retomada de ideias.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2020).

Ao encerrar essa atividade, podemos notar os estímulos à apresentação de ideias por parte dos estudantes e o aprimoramento de suas descrições dos processos analisados, salientando que isso ocorre dentro do limite cognitivo das crianças. Com isso podemos apontar para o indicativo *atividade investigadora e exploradora de dados*, que emergiu da retomada de ideias. Nesse sentido, a pesquisadora ouviu algumas respostas dos estudantes. É importante ressaltar que, até aquele momento, as ideias apontadas por eles tinham sido com base na coleta de dados observáveis no experimento e, portanto, para avançar na discussão sobre a composição do leite, a pesquisadora introduziu a leitura de um artigo de divulgação científica de nível básico, a fim de fornecer mais informações às crianças. Carvalho (2013) destaca a importância de se propor a leitura de um texto com o intuito de sistematizar o conhecimento:

Um texto de sistematização, então, se torna extremamente necessário, não somente para repassar todo o processo de resolução do problema, como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidos. E tanto o processo da solução do problema como o produto agora são apresentados em uma linguagem mais formal, ainda que compreensível pelos alunos (CARVALHO, 2013, p. 15).

Já no final da atividade, evidenciamos o indicativo *registros de um fenômeno*. Porém, a câmera fotográfica não teve tanto destaque, considerado que os registros produzidos pelas crianças retratavam o momento em que a professora/pesquisadora explicava os componentes do leite junto ao quadro. Aliás, nesse momento a imagem não iria contribuir para coleta e análise, o que explica o fato de não ter sido utilizada pelas crianças.

Dessa forma, a partir da atividade desenvolvida, a pesquisadora lançou uma pergunta investigativa às crianças, que tiveram que buscar respostas na prática, observado que a solução era desconhecida para eles. O procedimento fornecido os conduziu a um trabalho científico envolvendo o uso de materiais e de técnicas de laboratório, métodos, coleta de dados, observação, registros e resultados. Já nessa etapa, a partir das suas ações, as crianças começaram a obter informações sobre os fenômenos envolvidos. Para isso, ocorreram discussões coletivas e a leitura de um texto de divulgação científica sobre o experimento realizado. Assim, as crianças concluíram que existem diferenças entre o leite que foi processado industrialmente e o leite *in natura*. Elas também puderam ter a compreensão de que o leite é formado por vários componentes dentre os quais foi possível coletar e realizar a observação científica da água, da gordura e da proteína. Com isso, podemos concluir que as crianças estavam preparadas para enfrentar a transição para uma atividade mais aberta, nesse caso a investigação de Nível 3.

#### **4.3 Atividade experimental investigativa de Nível 3: preparando um bolo de caneca**

A terceira atividade experimental que passamos a descrever traz uma análise do Nível 3 de investigação, conhecida como Investigação Guiada, no qual o grau de complexidade é mais alto quando comparado com as atividades já apresentadas (conservação dos alimentos e composição do leite). Essa atividade é intitulada de “*preparando um bolo de caneca*”. Resumidamente, a professora/pesquisadora propôs apenas uma **Questão** investigadora: *Quais ingredientes e quantidades são necessários para preparar um bolo de caneca?*

Nesse caso, os estudantes receberam o desafio de desenvolver um **Método** (o procedimento experimental), uma vez que teriam de planejar uma receita de um bolo de caneca, organizar os materiais e reagentes necessários e preparar o bolo seguindo sua receita, para que pudessem coletar e registrar (com uma câmera fotográfica) os dados. Com o bolo pronto, tiveram que analisar e apresentar se tinham conseguido chegar à **Solução** do problema proposto. E por fim, utilizaram uma câmera fotográfica para registrar a **Observação** de todo o processo didático.

Para isso, organizamos a apresentação dos resultados dessa atividade em três episódios. No primeiro episódio apresentamos o momento em que a professora/pesquisadora propôs a questão de investigação para conduzir a atividade. No segundo episódio, a professora/pesquisadora e as crianças elaboram uma receita de bolo e, posteriormente, o preparam. No terceiro episódio, a professora/pesquisadora tenta levar os estudantes à solução do problema.

Para apresentação das fotografias produzidas pelas crianças, decidimos por expor os registros fotográficos de dois momentos em que ficou evidenciado o indicador *Registro de um fenômeno*, e também os relacionados à construção das narrativas do episódio 3.

#### **4.3.1 EPISÓDIO 1: A pesquisadora propõe uma questão de investigação**

O primeiro episódio corresponde ao momento em que as crianças chegaram no refeitório da escola e se depararam com os materiais e reagentes disponíveis sobre as mesas. Antes de manipulá-los, contudo, a pesquisadora iniciou a atividade propondo um problema experimental: *Quais ingredientes e quantidades são necessários para preparar um bolo de caneca?*

Expomos, a seguir, a narrativa que descreve o momento em que a pesquisadora propôs a questão investigadora:

##### ***As crianças se sentem desafiadas quando proposto um problema***

*Expliquei às crianças que iríamos realizar uma atividade no refeitório da escola. Distribuí a cada um deles o jaleco branco e os orientei que utilizassem. Pedi também que formassem as duplas e fomos caminhando até o refeitório. Chegando, as crianças observaram que nas mesas estavam dispostos materiais para cada dupla de estudantes. Autorizei as duplas a ocuparem os lugares na mesa. Como as crianças começaram a mexer nos materiais dispostos sobre a mesa pedi que esperassem um pouco. Comecei dizendo que “como vocês podem observar, aí na mesa temos vários ingredientes...” O estudante **J.G.** interrompeu a minha fala e começou a listar os ingredientes “farinha de aveia, de trigo, arroz, açúcar, leite, água, ovo...”. Balancei a cabeça confirmando o que ele tinha exposto. Continuando, lancei o desafio à turma: “Crianças, prestem atenção aqui na professora, quais destes ingredientes que estão sobre a mesa podem ser utilizados para preparar um bolo nessa caneca e qual a quantidade necessária?”. Uma vez que as crianças ficaram em silêncio, surpresas com o desafio proposto, então perguntei se alguém já tinha preparado um bolo de caneca. Os estudantes empolgados disseram todos de uma vez, uns que sim e outros que não. A estudante **I.** levantou a mão e relatou: “já vi minha mãe preparar um bolo, eu sei que vai leite, farinha, ovo e chocolate e ela bate tudo e depois leva para o forno”. As crianças começaram a conversar entre si e pude escutar alguns dizerem que não sabiam preparar o bolo. Percebi que elas começaram a mexer nos materiais e reagentes e também a ligar a câmera fotográfica que estava sobre a mesa. Chamei a atenção novamente, pedindo que esperassem eu explicar a atividade.*

Nesse trecho da aula, é possível perceber a intenção da professora/pesquisadora em atender a proposta da atividade de investigação de Nível 3, que é propor uma questão de investigação. Mas, já podemos observar e analisar no diálogo da pesquisadora com os estudantes a presença mais significativa de dois indicadores: *formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese e curiosidade*. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no quadro a seguir:

**Quadro 19:** Indicadores identificados no Episódio 1 e seus efeitos.

Indicadores	Efeitos Observados
-------------	--------------------

Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese	<p>Propor questões e dilemas que conduzam a uma atividade.</p> <p>Transformar ideias e suposições, ainda que simples, em hipóteses e construir explicações.</p>
Curiosidade	Conhecer e explorar os materiais e reagentes.

**Fonte:** autoria própria (2019).

Logo no início da narrativa, a pesquisadora tinha conseguido envolver as crianças na atividade, enquanto elas visualizavam os materiais e reagentes distribuídos sobre a mesa. Isso já despertou o interesse e a *curiosidade* dos estudantes em participar, pois ficaram empolgados em manuseá-los de imediato. Isso ocorreu porque as crianças não estranharam esses materiais por fazerem parte de seu cotidiano. Em seguida evidenciamos o indicativo *Formulação de um problema e trabalho sobre uma hipótese* quando a professora/pesquisadora propôs uma questão de investigação: << *Crianças, prestem atenção aqui na professora, quais destes ingredientes que estão sobre a mesa podem ser utilizados para preparar um bolo nessa caneca e qual a quantidade necessária?* >>. A intenção de propor uma questão foi para conduzir a atividade. Porém, a atenção dos estudantes estava em torno dos materiais e reagentes e nenhum deles sugeriu hipóteses diante do problema exposto. Para promover a participação dos estudantes, a pesquisadora tentou novamente com outra pergunta, quando questionou se alguém já tinha preparado um bolo de caneca. Em resposta uma estudante construiu uma explicação relatando resumidamente o processo de preparar um bolo, pois já tinha vivenciado essa experiência com a sua mãe: << *já vi minha mãe preparar um bolo, eu sei que vai leite, farinha, ovo e chocolate e ela bate tudo e depois leva para o fogão* >>.

#### **4.3.2 EPISÓDIO 2: As crianças planejam e desenvolvem um procedimento experimental**

Trazemos a análise do segundo episódio da atividade de Nível 3 de investigação. Esse momento consistiu em deixarmos o método aberto para que

os estudantes chegassem na solução do problema. Esse nível exigiu que eles projetassem um procedimento para realizarem suas próprias investigações. Assim, a professora/pesquisadora lançou o desafio para as crianças elaborassem uma receita de bolo de caneca, por conta própria, sem contar com as orientações passo a passo que geralmente os estudantes recebem quando vão realizar algum experimento didático no laboratório da escola. Consideramos o referencial de Astolfi *et al.* (1998) para definir esse momento que as crianças teriam para exercitar sua criatividade:

As aprendizagens sistemáticas podem intervir em diferentes momentos deste procedimento, quer se trate de conhecimentos teóricos ou práticos. Mas ordenam-se sempre relativamente a pontos de apoio organizados numa estrutura de acolhimento coerente e ligada a toda personalidade da criança. Os objetivos cognitivos não são reduzidos a uma poeira de comportamentos separados, cada um dos quais corresponde a um condicionamento escolar, distinto, mas estão ligados de uma forma existencial às atitudes que permitem mobilizá-los (criatividade). (ASTOLFI *et al.* 1998, p. 265).

A seguir, construímos uma narrativa para expor o momento em que a pesquisadora propôs o desafio para os estudantes elaborarem uma receita de bolo de caneca:

### ***Elaborando a receita e preparando o bolo***

*Com os ingredientes dispostos sobre a mesa percebi que umas das crianças começou a experimentar um pouco de cada um, principalmente o chocolate em pó. Olhei para a turma e perguntei a eles: “Cientista come o experimento?”. Todos responderam que “Não”. Olhei para o estudante e ele sorriu sem graça, entendendo que não era para comer os ingredientes. Lembrei às crianças que aquele momento deveria representar para eles o de um cientista que testa experimentos com a intenção de solucionar alguma situação-problema. Comecei a entregar os cadernos para cada estudante e ao terminar chamei a atenção de todos “Todos prestando atenção, agora todos olhando aqui para a professora! Vocês vão ter que observar cada ingrediente que está em cima da mesa e agora vocês têm que elaborar, primeiramente, a receita do bolo...”. O estudante **J.G.** surpreso me interrompeu: “uma receita de bolo?”. Confirmei com*

um gesto de cabeça e continuei: “sim, vocês vão ter que elaborar uma receita de bolo, então assim, tem que anotar qual ingrediente que vocês escolheram, a quantidade e as proporções que vocês vão utilizar nessa receita”. O estudante **J.G.** questionou “Só pode esse ingrediente?”, ao que respondi que sim, reforçando o que deveriam fazer: “olhem quais ingredientes que vão escolher e anotem, tem que primeiro escrever uma receita, tem que pensar com o colega, em dupla, tá pessoal? Os dois têm que decidir a receita...”. Nesse momento, aproveitei para autorizar o uso da câmera fotográfica que também estava disposto sobre a mesa. Disse às crianças que poderiam utilizar quando sentissem necessidade de registrar o que eles estavam fazendo. Aproximei-me de uma das mesas e comecei a pegar cada ingrediente com as mãos e a identificar cada um deles: “todos observando aqui, como vocês podem ver, aqui temos a farinha de trigo, a farinha de milho, a farinha de arroz, o açúcar, o chocolate em pó, óleo, leite e um ovo para cada dupla”. O estudante **H.** com dúvidas, fez a seguinte pergunta: “Nós vamos fazer onde o bolo?”. Aproveitei o momento para reforçar a explicação para a turma: “Como vocês vão preparar uma receita de bolo de caneca, cada dupla tem disponível uma caneca de 350 mL, então vocês têm que pensar numa quantidade e proporção dos ingredientes que dê certo nessa caneca”. Apontei também para os instrumentos de medição que também estavam dispostos na mesa. Expliquei a função de cada um deles, da proveta, da colher, do conta-gotas e da balança. Em seguida autorizei as crianças a começarem a atividade. Circulei pelas duplas perguntando se restara alguma dúvida. As crianças conversavam entre si e percebi que estavam discutindo sobre o planejamento da receita. Andando pelo refeitório e cuidando se todos estavam participando, observei uma receita que uma dupla de crianças denominou de receita “Bolo da Ciência”, o que fizeram sem que eu precisasse dizer. Achei interessante a atitude das crianças e expus para a turma “olha pessoal! As colegas de vocês escolheram um nome para a receita, “Bolo da Ciência”, pensem num nome também, e sejam criativos no nome do bolo de vocês!”. Passados uns 15 minutos, perguntei às crianças se tinham terminado de elaborar a receita do bolo. Alguns disseram que sim e outros que não. Concedi mais alguns minutos para que encerrassem essa etapa da atividade. Quando todos estavam prontos, expliquei “Agora que todos já pensaram,

planejaram e escreveram a receita de bolo, agora, devem fazer o bolo de vocês, devem seguir exatamente o que decidiram em suas receitas, seja no ingrediente ou na quantidade, beleza pessoal?”. Todos eufóricos por esse momento, começaram a preparar o bolo seguindo a receita que tinham elaborado. Fui caminhando pelo refeitório para acompanhar como estavam interagindo com os colegas durante o preparo do bolo e escutei algumas conversas: O estudante **N.** perguntou a **J.P.** se a quantidade de farinha estava adequada. **J.P.** avisou que iria ser ele a colocar o ovo na caneca. A estudante **N.** começou a discutir dizendo que ela iria colocar o ovo. O estudante **J. P.** cedeu ao desejo de **N.** avisando que ele também queria ajudar no preparo. mas avisa que ele também quer ajudar no preparo”.

A estudante **I.** me chamou em voz alta. Cheguei perto e pergunto no que poderia ajudar. “Professora precisamos de mais farinha”. Perguntei o motivo e ela me explicou que a receita dera errado. Pedi que olhasse como estava a massa do bolo e, com a caneca em mãos, ela me mostrou a consistência do bolo. Vi que a massa do bolo estava com uma consistência mole e então perguntei “O que será que está faltando aqui?”. Logo sua companheira de atividade, a estudante **R.**, me respondeu que era “a farinha de trigo!”. Então eu disse: “Concordo, mas vocês utilizaram toda a farinha de trigo, agora vocês têm que observar o que ainda tem de ingrediente disponível na mesa de vocês e utilizar! Mas é preciso arrumar na receita de bolo”.

“Professora, vem cá, como se escreve duas e meia?”, chamou em voz alta o estudante **J.G.** Fui em sua direção e vi suas anotações. “Aqui você escreveu 2/3”. Ele me pediu de novo “sim, profe como eu escrevo duas e meia?”. Eu pedi que me explicasse como queria fazer essa medida, então ele respondeu “é... Duas xícaras de farinha de trigo e mais meia xícara”. Então expliquei para ele que se quisesse colocar duas xícaras de farinha de trigo, escrevesse o número 2, inteiros, e se, posteriormente, quisesse colocar mais meia xícara, que significava dividir uma xícara de farinha em duas partes, ficaria dessa maneira:  $2 \frac{1}{2}$ .

Continuei andando pelo refeitório, observando as crianças empenhadas na tarefa de fazer um bolo de caneca seguindo sua receita. Percebi que nessa atividade a câmera fotográfica estava sendo pouco utilizada. O foco deles estava

centrado no preparo do bolo e não no seu registro. A maior parte do tempo, a câmera fotográfica ficava sobre a mesa sem ser utilizada. Esse objeto que fora tão cobiçado pelos estudantes nas atividades passadas, nessa já não teve o papel de destaque. Aproveito o momento para mostrar duas fotos registradas por mim:

**Figura 94:** As crianças trabalhando no experimento



**Fonte:** a pesquisadora (2019)

**Figura 95:** Registrando o bolo



**Fonte:** a pesquisadora (2019)

O desafio proposto, cuja intenção foi envolver os estudantes na criação de um método, despertou neles o interesse de participar ativamente na elaboração de uma receita de bolo. As expectativas foram além do esperado, considerando que as crianças se sentiram desafiadas pela proposta e assim, se motivaram para atender o pedido da pesquisadora. Dessa forma, os elementos que tiveram destaque aqui foram: o interesse das crianças em elaborar sua própria receita de bolo e a disposição em preparar o bolo. Esses elementos apontados evidenciam os seguintes indicativos: *curiosidade, atividade investigadora e exploradora de dados e registro de um fenômeno*. Porém, o elemento que teve menos destaque, comparando-se com as atividades realizadas (conservação dos alimentos e composição do leite) foi o acompanhamento e registro com a câmera fotográfica, o que será mostrado com mais detalhes em nossa análise. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no quadro a seguir:

**Quadro 20:** Indicadores identificados no Episódio 2 e seus efeitos.

<b>Indicadores</b>	<b>Efeitos Observados</b>
Curiosidade	Conhecer e explorar os materiais e reagentes.
Atividade investigadora e exploradora de dados	Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem. Manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2019).

A primeira análise que trazemos aqui corresponde ao indicador *curiosidade*, que tem como efeito *conhecer e explorar os materiais e reagentes*, e pode ser identificado no trecho << *Com os ingredientes dispostos sobre a mesa percebi que umas das crianças começava a experimentar um pouco de cada um* >>. Esse trecho se refere ao momento em que a pesquisadora tinha percebido uma criança provando os ingredientes do bolo, o que sinaliza a curiosidade em explorar os materiais e reagentes da atividade de forma “degustativa”, ou seja, experimentar com deleite o sabor dos ingredientes.

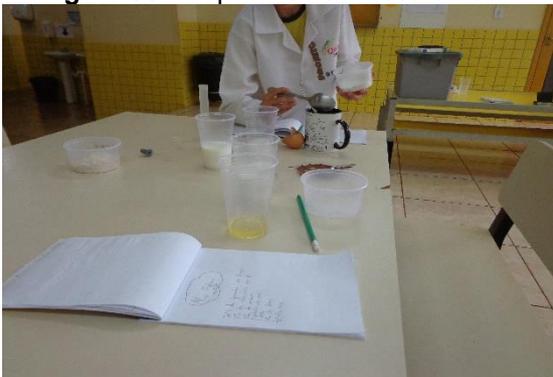
No trecho << *A estudante N. pergunta a J.P. se assim está bom de farinha. O estudante J.P. avisa que vai ser ele a colocar o ovo na caneca. N. começa a discutir dizendo que ela vai colocar o ovo. O estudante J.P. cede ao desejo de N., mas avisa que ele também quer ajudar no preparo* >> podemos constatar a presença do indicativo *Atividade investigadora e exploradora de dados*. Isso teve um efeito interessante: *Organizar a atividade e a distribuição das responsabilidades do ambiente de aprendizagem*, pois o estudante **J.P.** mostrou o desejo de compartilhar a responsabilidade da atividade com a colega **N.**, em adicionar os ingredientes na caneca, mas ela não permitiu. Nesse mesmo indicador também percebemos o efeito *manipular os materiais experimentais e, com isso, coletar, classificar e analisar os dados* no trecho << *Vi que a massa do bolo estava com uma consistência mole e então pergunto “O que será que está faltando aqui?”. Logo sua companheira da atividade, a estudante R., me respondeu que era “A farinha de trigo!”. Então eu disse “Concordo, mas vocês utilizaram toda a farinha de trigo, agora vocês têm que observar o que ainda tem*

de ingrediente disponível na mesa de vocês e utilizar! Mas é preciso arrumar na receita de bolo >>. Esse relato retrata o momento em que as estudantes adicionavam os ingredientes na caneca (manipulavam os materiais e reagentes), mexendo com o auxílio de uma colher até que formasse uma massa de bolo e mostraram para pesquisadora (coletaram o dado) e observaram que a massa estava mole (análise de dados).

Ainda a respeito da manipulação de dados, um caso interessante que aconteceu foi a confiança das crianças em expor suas dificuldades em relação a números fracionários e medidas (gramas, quilogramas) durante a elaboração da receita, pois pediram à pesquisadora que as ensinasse a escrever. A título de exemplo citamos o momento em que **J.G.** pediu ajuda para escrever  $2 \frac{1}{2}$  xícara de farinha de trigo.

Com o objetivo de ampliar a exploração de dados, cada dupla de crianças recebeu uma câmera fotográfica para o acompanhamento e registro de dados. Dessa forma, temos presente o indicador *Registro de um fenômeno* que tem como efeito *auxílio de instrumentos que ampliam a visão*. Um fato que nos chamou a atenção foi que esse recurso foi pouco explorado pelas crianças nessa atividade. Os estudantes ficaram tão envolvidos em resolver o problema proposto pela pesquisadora que não o julgaram importante fazer o registro. O que observamos foi o mesmo padrão de fotos tiradas em todos os grupos de crianças, como podemos observar a seguir:

**Figura 96:** Preparando a massa do bolo



**Figura 97:** Mexendo a massa do bolo



Fonte: dupla **J.G.** e **H.** (2019)

**Figura 98:** Preparando a massa do bolo

**Figura 99:** Mexendo a massa do bolo



Fonte: dupla L. e I. (2019)



Figura 100: Preparando a massa do bolo



Figura 101: Mexendo a massa do bolo



Fonte: dupla B. e M. (2019)

Figura 102: Preparando a massa do bolo



Figura 103: Mexendo a massa do bolo



Fonte: dupla R. e I. (2019)

Figura 104: Preparando a massa do bolo

Figura 105: Mexendo a massa do bolo



Fonte: dupla J.P. e N. (2019)

Assim, de acordo com as fotos que foram apresentadas, podemos constatar que os registros fotográficos revelaram dois momentos específicos durante a realização do procedimento experimental da atividade: dos ingredientes do bolo e do seu preparo.

#### **4.3.3 EPISÓDIO 3: As crianças resolvem o problema?**

Chegamos ao último episódio da atividade de Nível 3 de investigação. A proposta da pesquisadora foi finalizar a atividade fazendo com o que os estudantes apresentassem a receita de bolo que tinham elaborado e comentassem as características desse bolo. Em seguida a pesquisadora explicou às crianças que a intenção desse experimento tinha sido simular o trabalho de um cientista no laboratório.

##### ***Como que ficou o bolo?***

*Após as crianças terminarem de preparar o bolo de caneca pedi que todos se aproximassem do forno de micro-ondas. Expliquei a eles que iríamos colocar o bolo de cada dupla para assar, um por vez, no micro-ondas. Cada bolo foi assado num período de 3 minutos. Todos olhavam atentos para o micro-ondas e esperavam ansiosamente o bolo terminar de assar. Colocávamos o bolo assado, ainda quente, sobre um prato e o deixávamos esfriar sobre uma mesa. As crianças se mostravam admiradas quando viam que a massa do bolo estava crescendo. Após esfriarmos todos os cinco bolos, entreguei-os a dupla correspondente e disponibilizei sobre a mesa a cobertura de chocolate e alguns*

doces para enfeitá-los da maneira que preferissem. Observei, então, que todas as crianças utilizavam a câmera fotográfica para registrar o bolo pronto. Chamei a atenção das crianças para que escutassem o que tinha a dizer e com todos em silêncio eu disse: agora vocês podem experimentar o bolo! Mas quero que cada um descreva as suas características. Como já estava próximo do intervalo das crianças, organizei a turma e retornamos para a sala de aula. Após o intervalo, as crianças retornaram para a sala de aula e dei início à discussão sobre o preparo do bolo. Perguntei às crianças quem poderia apresentar sua receita de bolo.

Em sala de aula, todos em seus respectivos lugares, olhei para a dupla **H.** e **J.G.** e perguntei como tinha ficado o bolo. O estudante **H.** fez algumas caretas como se o bolo não tivesse ficado bom e disse: “ah professora faltou chocolate no bolo! Mas ficou macio!” O estudante **J.G.** não concordou com o que o colega falara e disse que “faltou açúcar! O bolo poderia estar mais doce, mais ficou bom professora!” Perguntei a eles se o bolo crescera o suficiente. E eles me responderam que crescera muito, pois utilizaram “royal” em sua massa. Perguntei se tinham mais alguma coisa para falar a respeito do bolo e disseram que não. A seguir, apresento os registros fotográficos dessa dupla:

**Figura 106:** Bolo pronto



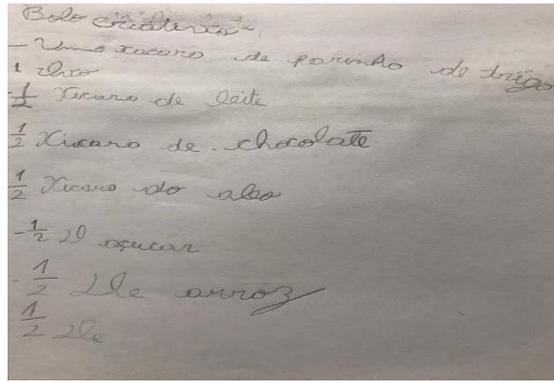
Fonte: dupla **H.** e **J.G.** (2019).

**Figura 107:** Bolo enfeitado



Fonte: dupla **H.** e **J.G.** (2019).

**Figura 108:** Receita do bolo



Fonte: dupla H. e J.G. (2019).

A próxima dupla a apresentar o bolo foi a das estudantes L. e I. Perguntei a elas o que acharam do bolo que tinham preparado. Isabela logo respondeu que “nosso bolo ficou bem grande e cheiroso, bonito e despedaçado”. Perguntei a elas se seguiram a receita que tinham elaborado. A estudante L. respondeu que “não, tivemos que colocar mais leite, o bolo ficou duro”. “Que nome vocês deram para o bolo de vocês?”, perguntei. A estudante I. respondeu que era “bolo da Ciência”.

Figura 109: Bolo pronto



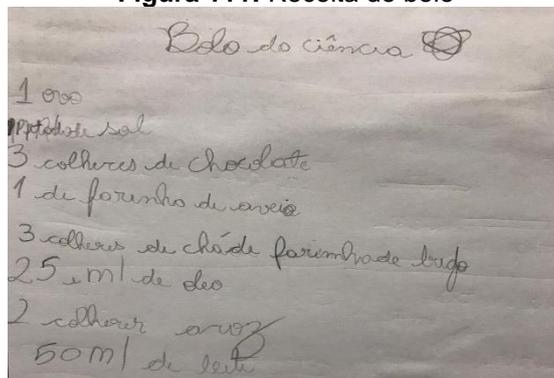
Fonte: dupla L. e I. (2019).

Figura 110: Bolo enfeitado



Fonte: dupla L. e I. (2019).

Figura 111: Receita do bolo



Fonte: dupla L. e I. (2019).

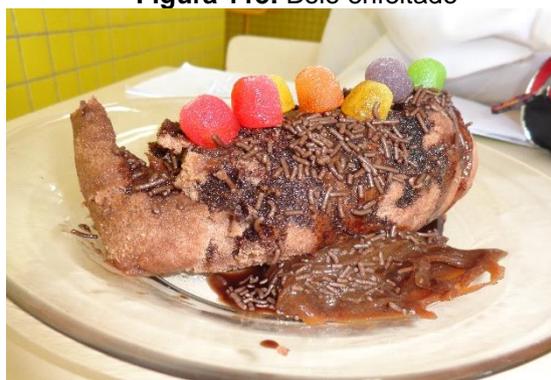
A próxima dupla a apresentar o bolo foi a dos estudantes **B.** e **M.** Pergunto a eles se o bolo tinha ficado como eles esperavam. O estudante **B.** respondeu que sim. O estudante **M.** respondeu que “Nosso bolo ficou grande e fofo, cresceu tanto que quase não coube na caneca.” Perguntei por que o bolo crescerá tanto, que ingredientes eles tinham colocado. **M.** começou a ler a receita de bolo. Assim que terminou de ler percebi que eles não souberam calcular as quantidades adequadas dos ingredientes para que o bolo coubesse na caneca. Então, questionei: “Como vocês mediram 40 gramas de farinha de trigo?”. O estudante **B.** explicou: “Utilizamos aquele copo que tem medida”. Mostrei o béquer para a dupla e perguntei se fora esse “O copo”. A dupla respondeu que sim. Expliquei a eles que o béquer é utilizado em laboratório para medir substâncias líquidas e não as sólidas, e que para medir 40 gramas o ideal era utilizar uma balança.

**Figura 112:** Bolo pronto



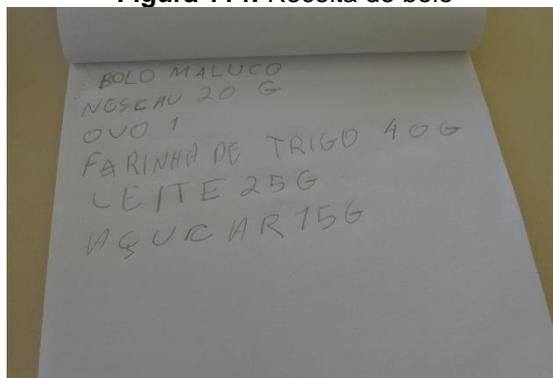
Fonte: dupla **B.** e **M.** (2019).

**Figura 113:** Bolo enfeitado



Fonte: dupla **B.** e **M.** (2019).

**Figura 114:** Receita do bolo



Fonte: dupla **B.** e **M.** (2019).

As estudantes **R.** e **I.** falavam sobre o bolo, o qual elas nomearam de “Bolo do Cientista”. Perguntei se gostaram do bolo que tinham preparado. Responderam juntas que sim. Perguntei o que elas que ingredientes tinham usado e a estudante **R.** leu toda a receita para a turma. Perguntei se tinha seguido corretamente a receita elaborada. Isadora respondeu de imediato que não. Questionei querendo saber o que tinha acontecido. A estudante **R.** explicou que tinham colocado muito leite na receita e o bolo ficara mole: “Tivemos que colocar toda a farinha de trigo no bolo, mas continuava mole. Então decidimos colocar farinha de aveia até acertar a massa”. Perguntei o que seria acertar a massa. A estudante **I.** respondeu que “A massa não pode ficar muito mole e nem muito dura”. Perguntei o que utilizaram para medir os ingredientes líquidos. A estudante **I.** explicou que utilizaram um tubo comprido para medir. Perguntei se esse tubo era a proveta e elas confirmaram que sim.

**Figura 115:** Bolo pronto



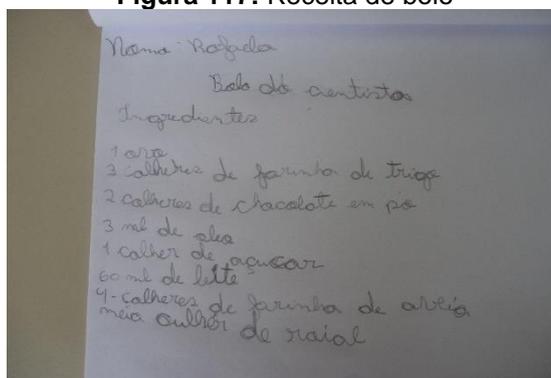
Fonte: dupla **R.** e **I.** (2019).

**Figura 116:** Bolo enfeitado



Fonte: dupla **R.** e **I.** (2019).

**Figura 117:** Receita de bolo



Fonte: dupla **R.** e **I.** (2019).

Perguntei à estudante **N.** e ao estudante **J.P.** o que acharam do bolo deles. **N.** respondeu que o bolo deles também tinha ficado grande e fofo.

Perguntei que nome eles tinham escolhido para o bolo. O estudante **J.P.** respondeu que era “*Nega maluca do cientista*”. Pedi à dupla que lesse a receita de bolo. A estudante **N.** pegou o caderno no qual tinham anotado os ingredientes e começou a ler para a turma. Quando terminou questionei como tinham medido  $\frac{2}{5}$  de farinha de trigo. O estudante **J.P.** explicou que tinham colocado umas 10 colheres de farinha de trigo. Questionei novamente: “se utilizaram a colher para medir, por que não colocaram na receita?”. Eles se olharam e não responderam. Também pedi que me explicassem como tinham medido  $\frac{1}{2}$  colher de leite e se fora apenas essa medida que tinham utilizado no bolo. A estudante **N.** explicou que utilizaram metade do leite que estava no copo e que não usaram a colher para medir. Olhando para o bolo deles, perguntei o que eram aqueles pontos brancos no bolo. A estudante **N.** respondeu: “Falei para o **J.P.** que precisava mexer mais o bolo”. Perguntei se era farinha de trigo. “Sim, a farinha de trigo não se misturou”, explicou **N.**

**Figura 118:** Bolo pronto



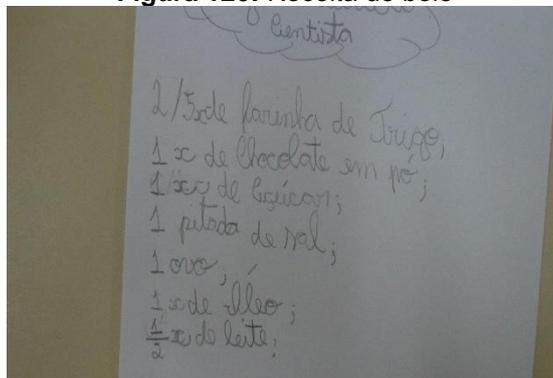
Fonte: dupla **N.** e **J.P.** (2019).

**Figura 119:** Bolo enfeitado



Fonte: dupla **N.** e **J.P.** (2019).

**Figura 120:** Receita de bolo



Fonte: dupla **N.** e **J.P.** (2019).

*Para finalizar a atividade, expliquei às crianças que a proposta da atividade era elaborar uma receita de bolo de caneca e preparar esse bolo seguindo sua receita, de forma que pudessem entender algumas características do trabalho de um cientista num laboratório. Ressaltei que nenhum cientista trabalha sozinho, mas sim interagindo com equipes e, por isso, deveriam trabalhar em duplas e discutir os resultados com a turma. Disse também que todo conhecimento científico é construído por meio de levantamento de hipóteses, de explicações e de testes em experimentos, e que, por esse motivo, deveriam planejar uma receita de bolo e para testá-la, deveriam preparar o bolo.*

Portanto, destacamos aqui a presença dos indicadores *Comunicação* e *registro de um fenômeno*, que emergiram a partir da condução da retomada de ideias dos estudantes e das fotografias produzidas por ele. Os indicadores e seus efeitos estão expostos no Quadro 21:

**Quadro 21:** Indicadores identificados no Episódio 3 e seus efeitos.

<b>Indicadores</b>	<b>Efeitos Observados</b>
Comunicação	Retomar uma ideia.  Apresentar dados da observação, selecionando os elementos que estão relacionados com o problema colocado.  Respeitar a vez de quem fala.
Registro de um fenômeno	Auxiliar a observação por meio de instrumentos que ampliam a visão.

**Fonte:** autoria própria (2019)

O primeiro exemplo apresentado nos mostra o momento que a pesquisadora retoma a ideia proposta no problema: “como preparar um bolo de caneca?”. O objetivo era começar a discussão por dupla participante e, posteriormente, finalizar junto à turma. De acordo com Carvalho (2013),

Vemos que todo o trabalho da professora é feito com base na tentativa de criação de um ambiente de aprendizagem que envolva vários alunos no trabalho. As respostas são construídas pelo grupo, inicialmente em equipes menores e, depois, o grupo todo, o que reforça a dimensão coletiva do trabalho em sala de aula, e, implicitamente, do trabalho científico. Constata-se que a professora, ainda, distribui as responsabilidades do ambiente de aprendizagem com os estudantes

ao levá-los a contribuir para a solução de problemas (CARVALHO, 2013, p. 121).

Ao perguntar às crianças como tinham feito para chegar à solução do problema, questionando “como que ficou o bolo?”, alguns descreveram características do tipo grande, fofo, despedaçado, bonito. Outros estudantes apontaram que faltara açúcar, chocolate, que deveriam ter mexido mais a massa para resolver o problema. Assim, as crianças apresentaram dados da observação, selecionando os elementos que estavam relacionados com o problema colocado.

A pesquisadora, então, fez outros questionamentos e pediu explicações sobre a receita de bolo. Ao serem questionados sobre as quantidades e proporções dos ingredientes os estudantes informaram os instrumentos de medição que tinham utilizados, alguns adequados, como a proveta para medir o leite, e outros não, como o béquer para medir a quantidade farinha. Vimos também que alguns tinham usado a colher para medir. Quando cada grupo falou sobre sua receita, observamos a coletividade das duplas no planejamento e na realização do bolo. Outro ponto a ser destacado foi que, quando questionados, souberam respeitar a vez de quem estava falando. É importante ressaltar, nesse momento, que embora algumas ações realizadas no experimento não tenham sido apropriadas, o importante que é que eles tenham compreendido, ainda que de forma elementar, algumas características do trabalho científico. Todos esses aspectos aqui levantados evidenciaram o indicador *comunicação*.

Mais uma vez, ressaltaram-se as fotografias produzidas pelas crianças, que apresentaram elementos semelhantes entre os grupos: uma foto do registro do bolo pronto na caneca, retratando o momento em que a professora/pesquisadora retirou o bolo da caneca do micro-ondas e o colocou sobre um prato para que esfriasse. A segunda foto que as crianças registraram foi do bolo com cobertura, que foram eles mesmos que enfeitaram. E, por último, registraram a receita de bolo que elas mesmas tinham elaborado. Lembrando que em nenhum momento a professora/pesquisadora disse quais registros deveriam ser feitos, deixando as crianças livres para fotografar tudo que achassem que fosse importante para registrar a observação referente ao experimento. Assim, evidenciamos o indicativo *registro de um fenômeno*.

Assim, encerramos a atividade de Nível 3 de investigação. Aqui a intenção da professora/pesquisadora foi que as crianças compreendessem como é o trabalho científico realizado por um cientista. E para assimilar essa situação foi proposto às crianças uma atividade na qual elas deveriam preparar um bolo de caneca, devendo, para isso, propor um procedimento e chegar na solução do problema. A partir disso formulamos a seguinte pergunta de investigação “*Quais ingredientes e quantidades são necessários para preparar um bolo de caneca?*”. As crianças teriam de propor o processo, pensar na hipótese, que nesse caso era a elaboração de uma receita de bolo, e testar na prática se a receita daria certo ou não. Como as crianças se sentiram muito desafiadas com a investigação proposta, se mantiveram focadas em resolver o problema. Com isso, utilizaram a câmera fotográfica apenas para registrar alguns momentos específicos, como: os ingredientes do bolo, a receita, a massa do bolo, o bolo pronto na caneca e o bolo enfeitado. Não evidenciamos nenhum registro que não fizesse parte do experimento, como por exemplo, as *selfies*. O que nos chamou a atenção foi o fato de que, embora essa atividade tenha sido realizada no refeitório da escola, as crianças não registraram especificamente o ambiente, apenas o seu experimento.

Como elas deram conta de levantar hipóteses (ao final do processo), planejar um procedimento e chegar na solução do problema, passamos para a próxima etapa, que consistia em propormos um tema para que as crianças desenvolvessem um projeto, cabendo a elas planejar e elaborar uma questão, um procedimento e levar a solução do problema, enfim, uma atividade investigativa de Nível 4.

#### **4.4 Atividade experimental investigativa de Nível 4: reciclagem e/ou reutilização de restos de alimentos**

A quarta atividade experimental, que passamos a descrever aqui, traz uma análise do quarto nível de investigação (conhecida como investigação aberta) cujo objetivo é fornecer apenas um tema aos estudantes para que possam planejar uma **Questão**, um **Método** e uma **Solução**.

Resumidamente, propusemos uma Feira de Ciências, na qual cada estudante (individualmente) deveria desenvolver um trabalho investigativo. Como as três primeiras atividades investigativas (dos níveis 1, 2 e 3) tinham abordado assuntos relacionados a um tipo de alimento, a atividade de Nível 4 de investigação também teria esse perfil. Dessa forma, propusemos às crianças que cada um deveria elaborar um projeto envolvendo o tema reciclagem e reutilização de restos de alimentos. Individualmente e na data marcada pela professora/pesquisadora eles deveriam apresentar o seu trabalho investigativo, o qual deveria considerar: uma questão investigadora, um procedimento de como se pode reutilizar e/ou reciclar restos de alimentos que não fossem mais utilizados em suas casas e mostrar como tinham chegado à solução. Além disso, deveriam escrever um texto sobre o que tinham realizado, que deveria ser entregue à pesquisadora. Pedimos também que cada estudante utilizasse uma câmera fotográfica para registrar todo o percurso. Como essa atividade deveria ser desenvolvida em casa, as crianças poderiam contar com a ajuda de seus pais no planejamento e no desenvolvimento da tarefa.

A forma como os estudantes responderam à proposta da Feira de Ciências revelou com clareza os diferentes graus de apropriação de uma atividade investigativa de Nível 4. Dos onze estudantes que formam a turma do 3º e 4º ano, oito crianças que participaram da Feira de Ciências. No quadro abaixo apresentamos os trabalhos propostos:

**Quadro 22:** Trabalhos apresentados na Feira de Ciências.

<b>Número de Estudantes participantes da feira</b>	<b>Título dos trabalhos</b>
1	Como reduzir a poluição?
2	Como reutilizar a casca do coco?
3	Como fabricar sabão?
4	Dá para usar borra de café?
5	Como fazer adubo orgânico?
6	Ela cresce?
7	Como reutilizar talos de verdura
8	Remédio Natural

**Fonte:** autoria própria (2020)

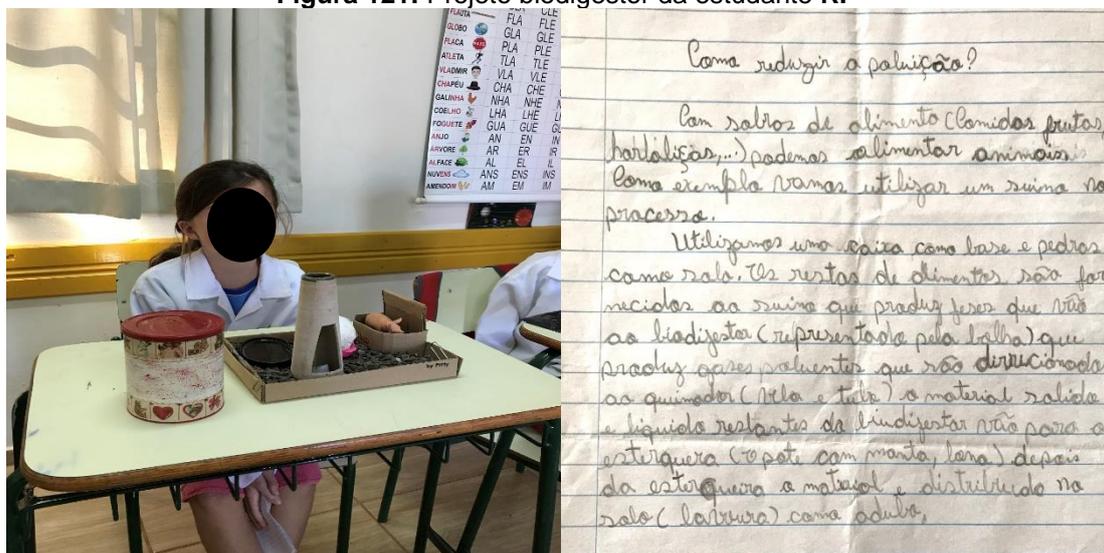
Dentre os oito trabalhos apresentados na feira, abordaremos em nossa pesquisa apenas os quatro primeiros listados no Quadro 22, incluindo uma foto do dia da apresentação acompanhada de uma imagem do texto que escreveram.

Esses estudantes fizeram o trabalho completo, apresentaram o experimento no dia da feira e entregaram o texto escrito abordando uma questão de investigação, um procedimento e a solução. Assim, justificamos a seleção desses trabalhos, considerando que os demais não atenderam às exigências definidas na proposta. O trabalho 5, intitulado “Como fazer adubo orgânico?”, não foi apresentado no dia da feira, uma vez que o estudante o esquecera no carro de sua mãe, apresentando apenas o texto escrito. O trabalho 6, intitulado “Ela cresce?”, dizia respeito à reutilização de uma casca de laranja como vaso de planta. Em seu texto a estudante apenas apresentava os materiais e o modo de preparo. O trabalho 7, com o título “Como reutilizar talos de verdura”, também não atendeu à proposta de apresentar um experimento que reutilizasse restos de alimentos. Aqui, a estudante propôs utilizar talos de verduras para fazer farofa. Nesse caso, não houve uma reutilização. Por fim, em relação ao trabalho 8, intitulado “Remédio Natural”, o estudante apresentou apenas a lista de materiais utilizados no preparo do remédio. A seguir apresentamos considerações acerca dos trabalhos selecionados:

#### 4.4.1 Como reduzir a poluição?

O primeiro trabalho investigativo que apresentamos foi o proposto pela estudante R.:

Figura 121: Projeto biodigestor da estudante R.



Fonte: produção da estudante R. (2019)

Conforme apresentado no texto da estudante **R.**, a questão que deu início a sua investigação foi “*Como reduzir a poluição?*”. Para atender à proposta da Feira de Ciências de “como reutilizar e/ou reciclar restos de alimentos” a estudante propôs o aproveitamento de restos de alimentos (comidas, frutas, hortaliças) para alimentar os suínos e a utilização de suas fezes como substratos em biodigestores de forma a reduzir a poluição.

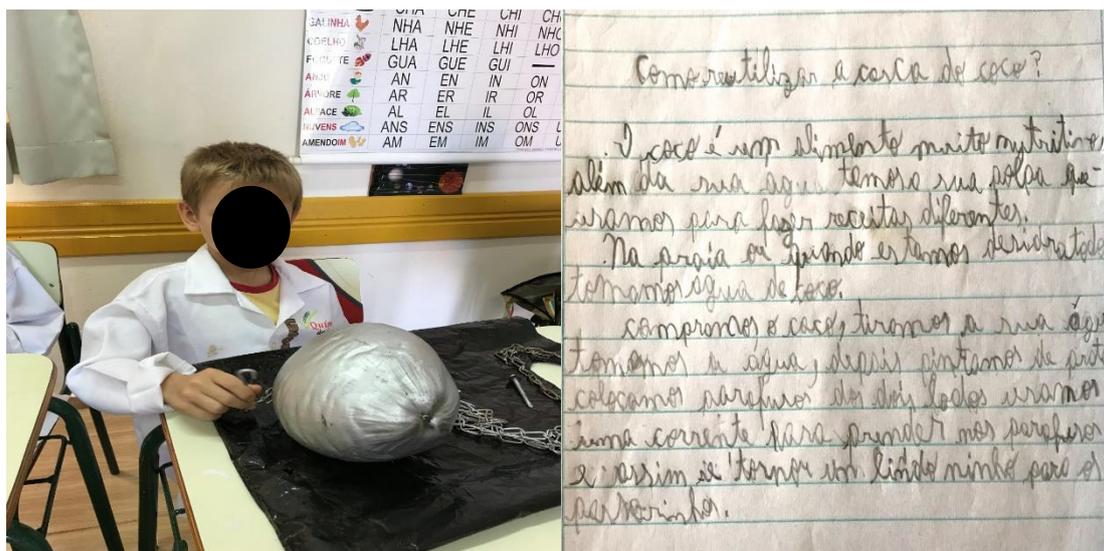
Como os dejetos excretados pelos suínos liberam gases tóxicos para o meio ambiente a proposta para reduzir esse impacto ambiental é que esses dejetos sejam introduzidos em um fermentador, para que passem por um processo de biodigestão, produzindo *biogás*, que pode ser convertido em energia, e *resíduos líquidos*, que podem ser utilizados como fertilizante na lavoura.

Para representar esse processo, a estudante optou por montar uma maquete que explicasse o funcionamento de um biodigestor. Para confeccionar sua maquete, ela utilizou materiais de fácil acesso: uma caixa de papelão para montar uma baia de papel; um porquinho de brinquedo para representar um suíno se alimentando e liberando dejetos; também utilizou um balão de festa cheio de ar para representar a formação de um biogás; um cone de papelão como fermentador, demonstrando o processo de queima dos gases tóxicos liberados pelos dejetos. Salientamos que em algumas propriedades rurais da região é possível observar grandes biodigestores, o que pode ter influenciado a estudante **R.** a apresentar essa proposta na Feira de Ciências.

#### **4.4.2 Como reutilizar a casca do coco?**

A seguir, apresentamos o trabalho de investigação do estudante **N.**:

**Figura 122:** Projeto ninho de passarinho do estudante **N.**



Fonte: produção do estudante N. (2019)

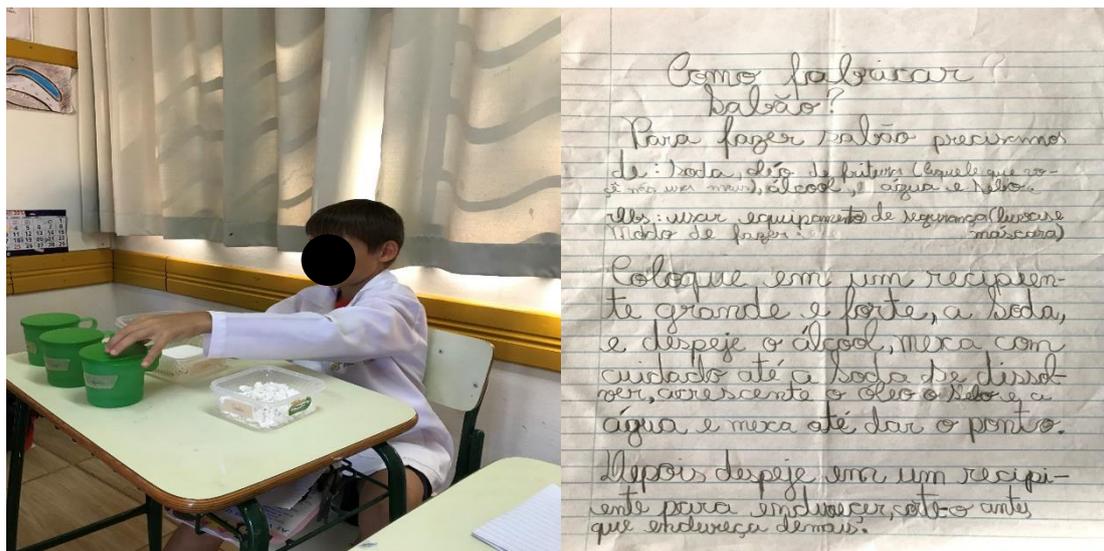
Conforme exposto no seu texto, o estudante **N.** propôs como pergunta investigadora do seu trabalho, “*Como reutilizar a casca do coco?*”. Como hipótese, e para solucionar o problema proposto, de reutilizar restos de alimentos, ele sugeriu utilizar a casca do coco como ninho para passarinhos.

**N.** explicou que a fruta traz muitos benefícios à saúde e, que depois de nos hidratarmos com a água de coco, pode reutilizar sua casca. Nesse caso, ele pintou a casca com tinta cinza e colocou parafusos para colocar uma corrente, para que pudesse ser pendurado em algum suporte, e fez uma entrada para que os passarinhos pudessem fazer ninho dentro do coco. Considerando que na região não há produção de coco, esse estudante fez o aproveitamento de algo que não fazia parte do ambiente próximo, mas que a família poderia comprar em mercado da cidade.

#### 4.4.3 Como fabricar sabão?

A seguir, expomos o trabalho investigativo do estudante **J.G.**:

Figura 123: Projeto sabão caseiro do estudante **J.G.**



Fonte: produção do estudante J.G. (2019)

O estudante J.G. propôs como questão investigadora “Como fabricar sabão?”. Pela elaboração da sua pergunta, não tínhamos compreendido como poderíamos reaproveitar e reutilizar restos de alimentos para fabricar sabão, proposta descrita em seu texto, e como essa temática poderia fazer parte da feira.

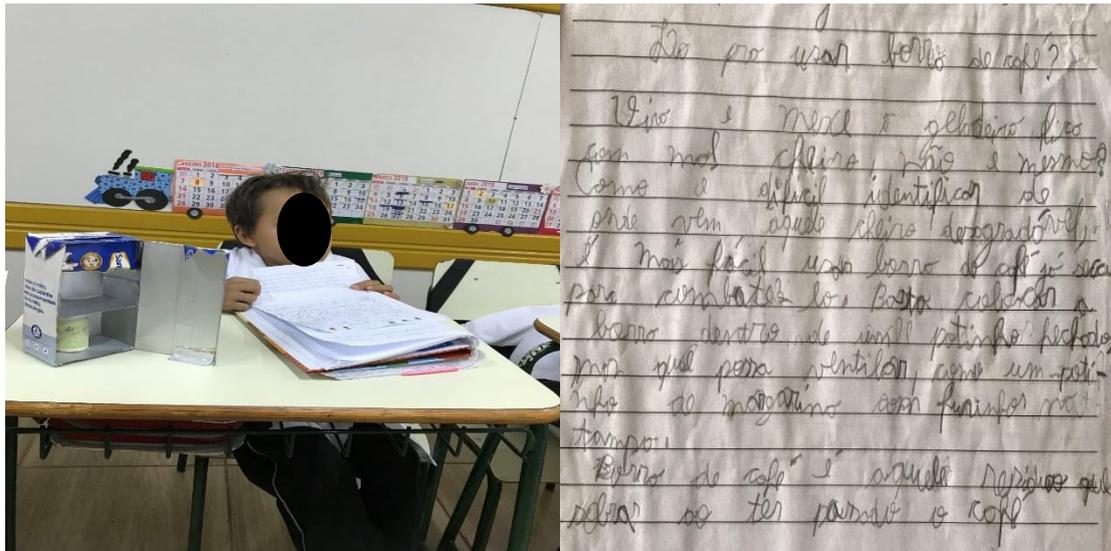
Em sua apresentação, ele trouxe os ingredientes para preparar um sabão caseiro. Explicou que esse sabão reaproveita o óleo (gordura) de cozinha utilizado em frituras, e assim identificamos a sua hipótese para resolver o problema. Inferimos que a família deveria fabricar sabão a partir do resíduo do óleo utilizado na alimentação.

O estudante explicou resumidamente o preparo do sabão, observando que além do óleo de cozinha eram utilizados soda cáustica, álcool e água. Como pesquisadora/professora de Química adverti as crianças de que esse sabão deveria ser feito por um adulto, pois seu de preparo envolve um sistema de aquecimento e também o uso da soda cáustica, que pode liberar gases prejudiciais à saúde.

#### 4.4.4 Dá para usar borra de café?

O trabalho que expomos a seguir é do estudante M.:

Figura 124: Projeto borra de café do estudante M.



Fonte: produção do estudante M. (2019)

Conforme exposto no texto, a questão investigadora que M. propôs foi “Dá pra usar borra de café?”. A hipótese pensada pelo estudante foi que a borra de café que não é mais utilizada pode ser reaproveitada para eliminar o mau cheiro que às vezes aparece dentro da geladeira.

Para mostrar esse processo, o estudante utilizou uma caixinha de leite vazia e uma tesoura para confeccionar uma geladeira e, em seguida, colocou em um pote de plástico a borra do café.

Portanto, na atividade de Nível 4 de investigação, deixamos que as crianças desenvolvessem uma questão, um procedimento e a solução, por meio do projeto de Feira de Ciências. Uma vez que as crianças tinham conseguido concluir as atividades dos níveis 1, 2 e 3, acreditávamos que as crianças estivessem preparadas para enfrentar o desafio um projeto cujo tema era a “reutilização e reciclagem de restos de alimentos”.

Nenhuma das crianças que participou da Feira de Ciências registrou seu processo de construção do que seria exposto, conforme havíamos orientado, mostrando assim que, quanto mais aberta a atividade (nível mais elevado e complexo), menor a possibilidade da fotografia se fazer presente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“Todo grande progresso da Ciência resultou de uma nova audácia da imaginação.”*  
(John Dewey)

A presente pesquisa teve como interesse promover um estudo sobre a realização de atividades experimentais em quatro níveis progressivos de investigação em uma turma multisseriada de crianças de 8 e 9 anos do Ensino Fundamental. Essa sequência de atividades teve como foco uma abordagem tendo os alimentos como temática. Para que pudéssemos considerarmos uma atividade como investigativa propusemos situações de ensino como *Questão*, *Procedimento*, *Solução* e *Observação*, envolvendo quatro níveis progressivos de investigação. Nas atividades de Nível 1, o professor fornece todas as situações de ensino; nas de Nível 2, o professor fornece, estruturados, a *Questão* e o *Procedimento*; nas de Nível 3, o professor guia por meio de uma questão; e, por fim, nas de Nível 4 de investigação, o professor dispõe um tema abertamente, sem fornecer nenhuma situação de ensino, observado que a *Observação* é realizada pelos estudantes em todos os níveis. Dessa forma, à medida que o nível de investigação avança, os estudantes são cada vez mais exigidos, até que tenham condições de guiarem uma atividade investigativa sozinhos. Esse esforço teve como objetivo investigar as contribuições dessas atividades para a iniciação científica escolar, sob a ótica de uma “grelha de indicadores” proposta por Astolfi *et al.* (1998).

A iniciação à Ciência que aqui destacamos é aquela cujo objetivo consiste em promover atividades experimentais como estratégia de ensino com intuito de guiar os estudantes para uma investigação científica. De acordo com nossa concepção, trabalhar os níveis progressivos de investigação em atividades experimentais pressupõe a inserção do aprendizado de Ciências, visto que se trabalhadas desde os anos iniciais elas podem proporcionar aos estudantes uma preparação mais efetiva para a criação de projetos de Ciências mais dinâmicos e inovadores, como por exemplo, trabalhos em feiras de Ciências. Nesse sentido, à medida que os estudantes vão praticando e avançando nos níveis de investigação, mais consciente será o entendimento a respeito do trabalho da Ciência (BANCHI; BELL, 2008).

Isso não significa assumir uma postura intransigente em relação às atividades experimentais, tratando as aulas práticas como a única possibilidade de *aprender fazer Ciência* na escola (HODSON, 1992). Procuramos defender a realização de atividades que insiram as crianças numa investigação, não necessariamente envolvendo experimentos, sendo importante que proporcione “[...] a criação de uma certa atitude científica, o domínio de ferramentas metodológicas, o hábito do debate científico” (Astolfi *et al.*, 1998). Também defendemos que o ensino associado a uma abordagem investigativa que envolva basicamente um percurso que contemple etapas como a proposição de um problema, a discussão de conhecimentos prévios, o levantamento e o teste de hipóteses, a construção de uma explicação, entre outros (SASSERON, 2013, p. 43), não conduzindo os estudantes de imediato para uma investigação científica. Ou seja, os estudantes precisam praticar progressivamente cada um desses passos para desenvolver as habilidades investigativas, de forma que consigam colocar em prática, por conta própria e com eficiência, todos esses passos.

Consideramos que a realização de atividades que promovam uma Questão, Procedimento, Solução e Observação, deve proporcionar situações de ensino que conduzam a um “novo estilo” de pensamento e comportamento em relação à natureza da ciência, por meio da resolução de problemas que vinculem o conhecimento científico ao mundo cotidiano que nos cerca (POZO; CRESPO, 1998). Nesse contexto, inicialmente deve ser colocada uma questão científica, o que envolve perguntas para aguçar a curiosidade e instigar os estudantes em uma investigação. O passo seguinte consistiu no planejamento do procedimento indicando o caminho para coleta, análise e registro de dados. Realizado o procedimento era chegado o momento de expor os resultados e as conclusões, ou seja, a solução. E enfim, a observação, processo de acompanhamento e registro de dados valendo-se de um instrumento ótico, em nosso caso a câmera fotográfica. Entendemos que esse percurso permitiu um maior comprometimento por parte dos estudantes no que diz respeito à participação e ao aprendizado que cada uma dessas etapas proporciona no ensino de Ciências.

Destacamos uma “grelha de indicadores” que permitisse observar e analisar todo o andamento das atividades, não de forma exaustiva, mas pontuando os momentos que mais se destacaram. Essa espécie de pontos de referências que estabelecemos em um formato de quadro, nos auxiliou a acompanhar melhor o

desenvolvimento do que se passou durante as atividades, de maneira que pudéssemos diagnosticar de forma mais precisa o momento em que os estudantes se encontravam durante a investigação.

Nos desdobramentos que realizamos na construção de atividades em níveis progressivos de investigação, apontamos possibilidades para inserir a iniciação científica com as crianças. Como foi ressaltado, um dos caminhos foi a escolha do tema norteador envolvendo o tema “alimentos”, o que permitiu a discussão de assuntos referentes aos métodos de conservação, os constituintes do leite, a proporção adequada para o preparo de um bolo e a destinação apropriada aos restos de alimentos. Afinal, cada uma dessas atividades, permitiu a discussão de vários assuntos conectados aos problemas sociais. Delizoicov e Angotti (1994) defendem que quando os conteúdos de Ciências Naturais são correlacionados, o seu conhecimento não fica fragmentado e, portanto, as crianças conseguem estabelecer relações com o cotidiano com mais facilidade, o que é propício para o conhecimento científico escolar.

Com isso, muitos foram os esforços, ações, recursos investidos e intencionalidades para promover um ambiente de construção de conhecimento que nos permitisse fazer algumas reflexões, culminando em considerações importantes acerca da iniciação à ciência por meio das atividades experimentais em níveis progressivos de investigação em uma turma de crianças. Assim, concordamos com as reflexões de Astolfi *et tal.* (1998), no sentido de que, para as crianças aprenderem Ciências, é necessário conceber e desenvolver práticas de investigação que ocasionem o estímulo intelectual que ultrapasse as suas possibilidades conceituais do momento. Diante da análise realizada em cada uma das quatro atividades desenvolvidas, com base na “grelha de indicadores” identificamos os momentos nos quais as crianças se encontravam concentradas na investigação. Destacaremos a seguir o que mais nos chamou a atenção na situação de ensino e o respectivo indicador, em relação a cada uma das atividades.

Na primeira atividade, a de Nível 1 de investigação, na qual fornecemos o problema a ser investigado, o procedimento e o resultado, o objetivo foi que as crianças testassem na prática alguns métodos de conservação de alimentos em amostras de maçãs. Propusemos métodos de conservação que já faziam parte do cotidiano delas, de forma que pudessem refletir e identificar as transformações

sofridas por cada uma das amostras. Nesse sentido, construímos um território conceitual de Ciências para que as crianças pudessem dar sentido e significado ao que estavam vivenciando. Para tanto estabelecemos um quadro de referência observacional, com base nos registros fotográficos feitos por elas, para que pudessem acompanhar todo o processo. Notamos que as crianças exploraram intensamente o experimento, respondendo aos questionamentos, participando das discussões e manipulando os materiais/reagentes/soluções de laboratório. Dentre as situações de ensino, o destaque nessa atividade foi para a **Observação**, o que levou ao apontamento do indicador **Registro de um fenômeno**. Admitimos que a criação de um ambiente instigador oportunizou que tal fato se materializasse pelos registros efetuados com o auxílio de um instrumento ótico, a câmera fotográfica. Nesse sentido, em vários momentos as crianças observaram e registraram todo o percurso que seguiram durante a aula. Polanyi (1973), citado por Coutinho *et al.* (2014), alerta que “[...] existem dificuldades imensas no processo de aprender a “ver” através de um instrumento científico” (p. 393). Dessa forma, as crianças apontaram a câmera fotográfica para as coisas já conhecidas por elas, como os materiais escolares, os colegas, a professora, entre outros. O que mais nos chamou a atenção foi o fato de que as crianças faziam questão de aparecer nos registros produzidos, organizando-se entre as duplas para registrar sempre que possível o colega ordenando, segurando ou até mesmo manipulando os materiais de laboratório. As *selfies* marcaram presença nos registros fotográficos. Considerando que essa foi a primeira vez que as crianças participaram e realizaram uma atividade experimental na aula de Ciências e, ainda mais, com o uso de uma câmera fotográfica, e por ser uma novidade a promoção desse ambiente organizado, concluímos como natural toda a empolgação que isso causou nas crianças, as quais participarem ativamente de tudo que foi proposto pela pesquisadora durante a atividade.

Na segunda atividade, a de Nível 2 de investigação, dentre as situações de ensino apresentadas às crianças, destacamos a situação de ensino que ocorreu envolvendo o **Procedimento**. Como a atividade tinha o objetivo de identificar os componentes presentes no leite, as crianças foram instruídas passo a passo pela pesquisadora, por meio de um procedimento fechado. Logo, verificamos a presença do indicador **Atividade investigadora e exploradora de dados**, que nos mostrou como as crianças deram conta da organização e da distribuição das responsabilidades

durante o desenvolvimento da prática de laboratório. Com isso, as crianças aprenderam várias técnicas de laboratório, a exemplo da manipulação de materiais experimentais, conseguindo, assim, atingir o objetivo da aula, ou seja, chegar na solução do problema por meio da coleta e análise dos dados. Diante disso, observamos que as crianças apresentaram um comportamento mais centrado no experimento, com poucas ocorrências de “brincadeiras” entre eles e de conversas “paralelas”. Participando ativamente da atividade, as crianças, além de levantarem hipóteses para os questionamentos feitos pela pesquisadora, já conseguiam elaborar perguntas e mostrar suas dúvidas. Vale destacar que, diferentemente da atividade anterior, a situação de ensino que envolveu a **Observação** refletiu no comportamento das crianças quanto ao uso da câmera fotográfica, no caso quando foi proposto um procedimento já prescrito pela pesquisadora: “nesta investigação, você irá separar a proteína do leite (albumina) adicionando 10 mL de vinagre...”. Percebemos que as crianças foram mais cautelosas em suas observações e seletivas nos registros fotográficos, além de se mostrarem mais preocupadas em registrar os fenômenos que foram se apresentando do que registrar o ambiente ao seu redor. Outro detalhe a destacar é que identificamos nas fotografias um reduzido número de *selfies* e de elementos que não fizessem parte diretamente no experimento. Nessa atividade eles não fizeram tanta questão em aparecer no percurso dos registros fotográficos, até pelo fato de a fotografia já não se apresentar como uma novidade nesse espaço.

Em relação à terceira atividade, a de Nível 3 de investigação, destacamos a situação de ensino que envolveu a busca pela **Solução** do problema proposto pela pesquisadora. Ao serem desafiadas a preparar um bolo de caneca, várias situações de ensino que faziam parte da atividade não ganharam a atenção devida pelas crianças, o que pôde ser observado nas seguintes situações: ao ser proposta a questão de investigação, apenas uma estudante levantou hipóteses; na elaboração da receita, o procedimento envolvido na atividade, escreveram sem refletir sobre as proporções e quantidades necessárias para o preparo do bolo; e o uso da câmera fotográfica para registrar três momentos específicos – os ingredientes, o preparo e a massa do bolo pronta. O anseio das crianças era conseguir preparar o bolo de caneca, por isso, toda a atenção delas estava centrada no preparo de uma massa que fosse homogênea e consistente. Quando a massa se apresentou muito mole ou dura, elas pediram ajuda aos colegas para conseguir “arrumar” a massa do bolo. Foi mais um

processo de ensaio e erro do que uma reflexão constante do processo. Logo, pela análise da “grelha de indicadores”, destacamos o indicador **comunicação**, considerando que sendo uma atividade que, em algum momento, já teria feito parte do cotidiano delas, as crianças se sentiram mais confiante em expor suas dificuldades e seus resultados.

Na quarta atividade, a de Nível 4 de investigação, propusemos uma Feira de Ciências, o que demandou toda a atenção das crianças para três situações de ensino – **Questão, Procedimento e Solução** do problema proposto, em relação ao problema proposto elas tiveram a liberdade de planejar e organizar uma investigação que envolvesse como tema a reciclagem/reutilização de alimentos. Quanto ao uso da câmera fotográfica, as crianças não realizaram registros fotográficos durante o seu percurso que indicassem o processo de **Observação**. É fato que algumas das crianças apresentaram dificuldades em desenvolver a investigação a que se propuseram. Para alguns estudantes, seria interessante trabalhar mais algumas atividades de investigação dos níveis 1, 2 e 3, para que então possam desenvolver por conta própria uma atividade de Nível 4. Entendemos que por elas estarem em processo de aprendizagem não será a participação em somente quatro atividades experimentais de Ciências que irá levá-las a conduzir uma investigação aberta.

Por último, ao longo deste estudo procuramos defender as atividades experimentais em níveis progressivos de investigação como uma abordagem privilegiada para promover uma iniciação à ciência escolar a partir de várias situações de ensino que encaminhem as crianças a construir sua própria investigação. Conforme Astolfi *et al.* (1998), o envolvimento em uma investigação dá a elas condições de construir os conceitos científicos das Ciências experimentais (problema, procedimento, solução e observação), valorizando a atitude/ação e, assim, tornando-as produtivas. Sem um entendimento efetivo de como um trabalho científico se constrói, não ocorre a ruptura dos obstáculos epistemológicos. Acreditamos que, com as atividades em níveis progressivos de investigação, as crianças possam entender que a Ciência busca resolver e melhorar situações reais e que por sua vez podem ser resolvidas de diversas maneiras. Acreditamos também que procedimentos são elaborados de forma intuitiva e tateável, que podem sofrer mudanças a todo momento por conta do confronto de ideais entre a teoria e a prática. Assim, para se chegar a uma solução é necessária uma tomada de decisões. Destacamos ainda que

o acompanhamento desse processo exige uma observação criteriosa e minuciosa, o que comprova a importância de que seja registrada. Dessa forma, as crianças se sentem confiantes dentro do processo, ao mesmo tempo em que desenvolvem a capacidade de iniciativa, de questionamentos e de criação.

E assim encerramos nossa pesquisa sobre as atividades experimentais em níveis progressivos de investigação, tendo a consciência de que muito ainda precisa ser feito e melhorado no que se refere ao envolvimento de crianças na iniciação à ciência escolar. Esperamos que nosso trabalho de investigação, mesmo que singelo, contribua para refletirmos e melhorarmos as nossas práticas pedagógicas em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

- ABID, M. L. V. S. Por que os objetos flutuam? Três versões de diálogos entre as explicações das crianças e as explicações científicas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- ASTOLFI, J. P.; PETERFALVI, B; VÉRIN, A. *Como as crianças aprendem as Ciências*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.
- BANCHI, H; BELL, R. THE MANY LEVELS OF Inquiry. *Science and Children*, v. 46, n. 2, p. 26-29, 2008.
- BELL, R. L.; SMETANA, L. BINNS, I. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, v. 72, n. 7, p. 30-34, 2008.
- BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. Problema, Teoria e Observação em Ciência: Para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. PESSOA DE CARVALHO, A. M.; PRAIA, J. VILCHES, A. (Org.). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005. 265 p.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- COSTA, C. Educação, Imagem e Mídias. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- COUTINHO, F. A.; GOULART, M. I. M.; MUNFORD, D.; RIBEIRO, N. A. Seguindo uma lupa em uma aula de Ciências para a educação infantil. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 2, p. 381-402, 2014.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J.A. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.
- FERNANDES, H. L. Decodificação fotográfica e ensino de Ciências. In: OLIVEIRA, C. I. C; SOUZA, L. H. P. (Orgs.). *Imagens na educação em Ciências*. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014.
- FLICK, U. *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- FLUSSER, V. *Filosofia da caixa preta*. São Paulo: Relume Dumará, 2002.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.

GEJÃO, N. G. *A produção do conhecimento histórico escolar mediada pelo o uso da imagem fotográfica: o governo de Getúlio Vargas e a relação com a classe trabalhadora (1930-1945)*. 2010. 228p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em História Social, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências. *Revista Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOUVÊA, G; OLIVEIRA, C. I. C; SOUZA, F. G. Representações imagéticas da técnica e da tecnologia em livros didáticos de física. In: OLIVEIRA, C. I. C; SOUZA, L. H. P. (Orgs.). *Imagens na educação em Ciências*. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014.

GUIDOTTI, C.; HECKLER, V. Investigação na educação em ciências: concepções e aspectos históricos. *Revista THEMA*, v. 14, n. 3, 2017.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no ensino de Ciências. Trad. De Paulo A. Porto. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, 1988.

KASSEBOEHMER, A, C; HARTWIG, D. R; FERREIRA, L. H. *Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

KOHNLEIN, M. M. SCHIMITT, F. E.; MAMAN, A. S.; GONZATTI, S. E. M. Componentes presentes no leite – análise de dados e experimentação. *REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS*, v. 5, n. 4, p. 145-152, 2013.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LOTERO, L. A. A. Si Galileo Galilei hubiera tenido una cámara digital: enseñando ciencias a una generación digital. *Enseñanza de las ciencias*, v. 1, n. 32, p. 243-261, 2013.

MAIA, P. F; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de Ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 431-450, 2008.

MAIA, M. I. M. C. M; SILVA, F. A. R. *Atividades investigativas de Ciências no ensino fundamental II: Um estudo sobre aprendizagem científica*. Curitiba: Appris editora, 2018.

MARTÍ, J. *Aprender Ciências em la educación primaria*. Barcelona: GRAÓ, 2012.

MORTIMER, E. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. 368 p.

PILLAR, A. D. *Desenho e escrita como sistemas de representação*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

POZO, J. I. *A solução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Trad. De Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. *Química nova*, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

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

SEDANO, L. Ciências e leitura: um encontro possível. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. 368 p.

SOUZA, L. H. P. Imagens científicas e ensino de Ciências: a construção de representação simbólica a partir do referente real. In: OLIVEIRA, C. I. C.; SOUZA, L. H. P. (Orgs.). *Imagens na educação em Ciências*. 1. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014.

SONTAG, S. *Sobre fotografia*. Trad. De Rubens Figueiredo. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

TIBALLI, E. F. A.; JORGE, L. E. A etnofotografia como meio de conhecimento no campo da educação. *Habitus*. v. 5, n. 1, p. 63-76, 2007.

XIMENES-ROCHA, S. H.; COLARES, M. L. I. S. A organização do espaço e do tempo escolar em classes multisseriadas. Na contramão da legislação. *Revista HISTEDBR*, v. 13, 2013, pp. 90-98-312.

ZANON, L. B; MALDANER, O. A. A Química Escolar na Inter-Relação Com Outros Campos de Saber. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. 368 p.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensino Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, 2011.

## ANEXO 1



### ANEXO IV

#### TERMO DE CIÊNCIA DO RESPONSÁVEL PELO CAMPO DE ESTUDO

**Título do projeto:**

**Pesquisadore(s):**

**Local da pesquisa:**

**Responsável pelo local de realização da pesquisa:**

O(s) pesquisador(es) acima identificado(s) está(estão) autorizado(s) a realizar a pesquisa e a coleta dados, os quais serão utilizados exclusivamente para fins científicos, assegurando sua confidencialidade e o anonimato dos sujeitos participantes da pesquisa segundo as normas da Resolução 466/2012 CNS/MS e suas complementares.

(local e data) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
(Nome(s) e assinatura(s) do(s) responsável pelo campo da pesquisa)

## ANEXO 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

**Título do Projeto:**  
**Pesquisador responsável:**  
**Colaborador:**

Convidamos o seu filho \_\_\_\_\_ a participar de nossa pesquisa que tem como objetivo desenvolver uma atividade experimental em aulas de Ciências, cuja proposta é estudar sobre a causa do escurecimento em frutas, tendo como ferramenta o manuseio de uma câmera digital para o registro. Durante a execução do projeto seu filho(a) poderá sentir algum constrangimento ou inibição na discussão da atividade, a qual, a qualquer momento, ele(a) poderá solicitar a pesquisadora a sua não participação. Para algum questionamento, dúvida ou relato de algum acontecimento os pesquisadores poderão ser contatados a qualquer momento, nos telefones indicados acima. Como benefício essa pesquisa irá contribuir para o ensino de Ciências na escola, por meio de atividades experimentais investigativas que fazem uso do recurso fotográfico. Esse termo será entregue em duas vias, sendo que uma ficará com o sujeito da pesquisa e a outra com a pesquisadora. O sujeito não pagará nem receberá para participar do estudo; será mantida a confidencialidade do sujeito e os dados serão utilizados só para fins científicos. O sujeito poderá cancelar sua participação a qualquer momento. O telefone do comitê de ética da Unioeste é (45) 3220-3272, caso o sujeito necessite de maiores informações. Ao término do projeto serão disponibilizados a escola e terão livre acesso a quem desejar consultá-lo. Qualquer imprevisto relativo a saúde do sujeito será direcionado a direção da escola, que tomará as devidas providências.

Declaro estar ciente do exposto e autorizo meu filho(a) \_\_\_\_\_ a participar da pesquisa.

Nome do responsável:  
Assinatura:

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que forneci todas as informações do projeto ao participante e/ou responsável.

Cascavel, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

## APÊNDICE 1

 <b>Métodos de conservação de alimentos</b> 	
<div style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;"> <b>EMBALAGENS</b> </div> <p>Protegem os alimentos de diferentes formas, inclusive do contato com o ar. A imersão em óleos ou gorduras é uma prática antiga e auxilia na conservação. Para a conservação do alimento deve impedir o contato com o ar. O oxigênio é essencial para o metabolismo da maioria dos microrganismos e participa de diversas reações de decomposição de alimentos. Uma forma de aumentar a vida útil de diversos alimentos é evitar seu contato com o oxigênio.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado no óleo ou na gordura:</b></p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;"> <b>SALGA</b> </div> <p>Dos processos de conservação de alimentos, a salga está entre os mais antigos e populares. A adição de sal ajuda na conservação dos alimentos porque desidrata e evita o desenvolvimento de microrganismos. A salga desidrata alimentos pelo processo de osmose. Popularmente, esse processo é feito com a adição de sal ou açúcar. Essas adições fazem com que a água, contida nas células de tecidos animais ou vegetais, saia das células por osmose e passe para a superfície do alimento, em seguida, evapora-se.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado no açúcar e no sal:</b></p>
<div style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;"> <b>REFRIGERAÇÃO E CONGELAMENTO</b> </div> <p>O congelamento aumenta muitas vezes a durabilidade de um alimento. A diminuição da temperatura torna as reações químicas mais lentas. Isso se aplica aos microrganismos, que tem seu metabolismo reduzido e sua reprodução inibida quando submetidos a baixas temperaturas.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado na refrigeração:</b></p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;"> <b>RETIRADA DE ÁGUA DOS ALIMENTOS</b> </div> <p>A secagem é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos. Desidratar os alimentos evita que eles se estraguem, pois interrompe a proliferação de microrganismos. A desidratação pode ser feita por secagem ao sol ou por meio de calor.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado pelo processo de desidratação:</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>DEFUMAÇÃO</b></p> <p>É um processo antigo de conservação de alimentos que foi descoberto logo após o início da utilização do fogo para preparar alimentos. A fumaça proveniente da queima da madeira é constituída por uma afinidade de substâncias. Muitas dessas substâncias têm efeito antimicrobiológico. O processo de defumação é, portanto, a exposição de determinados alimentos à fumaça. A defumação também propicia, o conservante, que se dá pela ação do calor e da desidratação e o flavorizante.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado pela defumação:</b></p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto 10px auto;"> <b>PASTEURIZAÇÃO</b> </div> <p>É um método em que o alimento é aquecido e mantido a uma certa temperatura durante uma certa temperatura durante um certo tempo e, a seguir, resfriado rapidamente. Nessas condições, diversos microrganismos não resistem e são eliminados.</p> <p><b>Cite um alimento que é conservado pela pasteurização:</b></p>

**Investigação de Confirmação (nível 1)**  
**Atividade experimental: conservação dos alimentos**  
**Local: Sala de aula**

**Questão**

Por que quando partimos a maçã com o tempo ocorre o escurecimento? É possível evitar esse escurecimento?

**Materiais**

- Câmera fotográfica
- Maçã
- Repolho roxo
- Suco de laranja
- Detergente neutro
- Leite de magnésia
- Açúcar
- Sal
- Óleo
- Grau e Pistilo
- Béqueres
- Tubo de ensaio
- Conta gotas
- Água quente

**Procedimentos**

1. Organizar a turma em grupos de duas a três crianças;
2. Entregar uma câmera fotográfica para cada grupo e orienta-los para registrar a atividade;
3. Corte a maçã e distribua sete pedaços iguais para cada grupo;
4. Primeiramente, realizar o teste ácido e base utilizando como indicador a solução de repolho roxo no suco de laranja, detergente neutro e leite de magnésia.
5. Em uma parte dos alimentos, adicione algumas gotas do suco de laranja.
6. Na segunda parte do alimento, adicione algumas gotas de detergente neutro.
7. Na terceira parte, adicione algumas gotas de leite de magnésia.
8. Na quarta parte, adicione açúcar.
9. Na quinta parte, adicione sal.
10. Na sexta parte, adicione óleo.
11. Na sétima parte, não adicione nada, apenas reserve-a.

**Sugestões de perguntas para análise de dados**

- Que diferenças você observou entre as partes do alimento com o passar do tempo?
- Que materiais permitiram o escurecimento mais rápido? O que pode ter influenciado?
- Que materiais não permitiram o escurecimento do alimento? Por quê?
- O que causou o escurecimento da fruta? Explique.

## APÊNDICE 2

### Investigação Estruturada (Nível 2) Atividade experimental: composição do leite Espaço: Cozinha

#### Questão

O que tem no leite?

#### Materiais e reagentes

- Câmera fotográfica
- Recipiente para aquecimento
- Sistema de aquecimento
- Funil
- 2 copos de 200 mL
- 1 proveta de 50 mL
- 2 pedaços de pano (malha de algodão)
- 1 grama de bicarbonato de sódio
- 1 limão
- 1 colher de Bicarbonato de sódio
- 1 leite desnatado
- 1 leite natural

#### Procedimento

Organizar em grupos de duas ou três crianças;

Entregar uma câmera fotográfica para cada grupo e orienta-los para registrar a atividade.

- Parte 1 – Extração da gordura do leite

1. No recipiente, aqueça o leite (natural e industrializado separadamente) até a sua fervura, não deixe derramar;
2. Apague o fogo, tampe o recipiente e aguarde um minuto;
3. Retire a tampa com cuidado, virando-a para cima. Na tampa houve a formação de gotículas.  
*De onde provêm essas gotículas observadas na tampa do recipiente?*
4. Aguarde o esfriamento do leite, durante esse esfriamento observe a camada superficial do leite.  
*O que surge sobre a superfície do leite fervido?*  
*Essa nata é qual componente do leite?*  
*Explique o que ocorreu para a nata se separar do restante do leite.*

#### Questões propostas

1. O que se observou na quantidade de gorduras nos diferentes tipos de leite?
2. Por que o leite derrama e a água não?
3. Do que restou, podemos separar alguma outra substância?

- Parte 2 – Extração da proteína do leite

1. Aqueça o leite no recipiente até ficar bem morno, mas sem ferver.
2. Retire do fogo e acrescente o vinagre aos poucos, até que se formem grumos de um material branco. (Esse material é uma das proteínas do leite: a caseína).  
*Peça para os estudantes descreverem o que está acontecendo.*
3. Após 5 minutos coe a mistura utilizando um dos pedaços de pano e coloque num dos béqueres de 250 ml, reserve, está massa. Coloque o líquido no outro béquer.  
*O que você separou no pano?*  
*O que aconteceu para a formação desta massa?*  
*Este líquido poderia ainda ser chamado de leite?*
4. Aqueça agora o soro, deixando-o ferver (após a fervura formam-se grumos que são constituídos por outra proteína do leite: a albumina).  
*O que está acontecendo? Explique.*  
*Você sabe o que está se formando?*

5. Tal como procedeu com a caseína, coe o material para reter a albumina no pano e recolha o soro em outro béquer.

*Qual é o nome da proteína que se formou agora?*

*Compare as duas quantidades de substâncias sólidas (caseína e albumina). Qual se formou em maior quantidade?*

*Quais componentes que ainda contém nesse líquido?*

Questões propostas

1. O que se observou na quantidade de proteínas nos diferentes tipos de leite?

- Parte 3 – Preparo da cola da proteína extraída do leite

1. As porções de caseína separadas no experimento anterior e quase secas, devem ser colocadas sobre um pedaço de papel toalha para que a umidade da massa obtida seja ainda mais reduzida.

2. Após a separação da caseína, que deverá ter uma consistência semelhante a de um queijo cremoso, adicione o bicarbonato de sódio e misture bem até se obter uma mistura homogênea.

*A reação do ácido do vinagre presente na caseína com o bicarbonato de sódio, produziu uma pequena quantidade de espuma que em pouco tempo irá se desfazer. Por que isso ocorreu?*

3. Acrescente aos poucos 10 ml de água e agite até que toda a massa se dissolva.

4. Utilize pequenos pedaços de papel para testar sua cola.

- Levar os estudantes para a sala de aula - Pesquisar os componentes do leite.

## APÊNDICE 3

**Investigação Orientada (Nível 3)**  
**Atividade experimental: Preparo do bolo de caneca**  
**Espaço: Refeitório**

### Questão

Quais ingredientes e quantidades são necessários para preparar um bolo de caneca?

### Materiais e reagentes

- Câmera fotográfica
- 5 canecas
- 5 ovos
- Leite
- Água
- Farinha de trigo, aveia, fubá e arroz
- Açúcar
- Óleo
- Fermento em pó
- Chocolate em pó
- Béquer
- Proveta
- Balança analítica
- Colheres

### Procedimento

1. Organizar em grupos de duas ou três crianças;
2. Entregar uma câmera fotográfica para cada grupo e orienta-los para registrar a atividade;
3. Disponibilizar os materiais e reagentes na mesa para cada grupo;
4. Solicitar as crianças que observem o material e reagente exposto na mesa;
5. Peça para as crianças discutir e elaborar em grupo uma receita para fazer um bolo de caneca, lembrando que devem anotar as quantidades e proporções de cada ingrediente.
6. Cada grupo deve elaborar o seu bolo seguindo a sua receita;
7. Levar o bolo ao forno de micro-ondas por 3 minutos;
8. As crianças devem analisar o bolo;
9. Por fim, o professor deverá discutir o resultado com cada um dos grupos.

### Sugestões de perguntas para discutir no final da atividade

- Qual é a receita do seu bolo?
- O que aconteceu com o seu bolo? Escreva as características do seu bolo.
- A quantidade de ingredientes foi correta? O que você registrou na sua fotografia?
- Por que foi importante registrar essa observação?
- Qual fenômeno do experimento chamou mais sua atenção?
- Teve algum fenômeno do experimento que você não conseguiu registrar com a fotografia?