

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E HUMANIDADES

DOUGLAS WILLIAN NOGUEIRA DE SOUZA

**MOBILIZAÇÃO DO LETRAMENTO ESTATÍSTICO ARTICULADO AO
CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Humaitá – AM

2018

DOUGLAS WILLIAN NOGUEIRA DE SOUZA

**MOBILIZAÇÃO DO LETRAMENTO ESTATÍSTICO ARTICULADO AO
CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente como requisito ao título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades.

Orientador: Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz

Humaitá - AM

2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S729m Souza, Douglas Willian Nogueira de
Mobilização do Letramento Estatístico articulado ao Contexto
Socioambiental / Douglas Willian Nogueira de Souza. 2018
175 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Marcos André Braz Vaz
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Humanidades) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Educação Ambiental. 2. Engenharia Didática. 3. Educação
Estatística. 4. Teoria dos Campos Conceituais. 5. Teoria das Situações
Didáticas. I. Vaz, Marcos André Braz II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

DOUGLAS WILLIAN NOGUEIRA DE SOUZA

**MOBILIZAÇÃO DO LETRAMENTO ESTATÍSTICO ARTICULADO AO
CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente como requisito ao título de Mestre em Ensino de Ciências e Humanidades.

Orientador: Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz

Humaitá – AM, 23 de Novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz (Orientador)
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. José Luiz Magalhães de Freitas (Membro)
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS

Prof. Dra. Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira (Membro)
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dra. Eliane Regina Martins Batista (Suplente)
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dra. Fabiana Soares Fernandes (Suplente)
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

DEDICATÓRIA

*A todos os militantes que anseiam por uma educação
de qualidade, gratuita e acessível a todos!*

AGRADECIMENTOS

Ao Papai do céu, que mesmo sem eu merecer continuou importando-se comigo. Sua força e carinho em nosso jardim secreto me serviram como bálsamo para horas onde a luz parecia não mais existir.

Aos meus pais, que deram-me seus sorrisos quando a tristeza batia em minha porta, seus pés quando os meus já estavam cansados e suas forças, quando as minhas esvaíram-se. Papai e mamãe vencemos mais uma. A conquista é nossa!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades - PPGECH do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, por me conceder a honra de fazer parte de um começo de uma linda história de vitórias e conquistas que o PPGECH trará ao município de Humaitá - AM no que cerne a nossa educação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo fomento disponibilizado para a realização da pesquisa.

Ao professor Dr. Marcos André Braz Vaz por me desafiar todos os dias, em uma tentativa de dizer a mim: “Você pode!” “Você consegue!” “Você é capaz!” Obrigado, meu orientador.

Aos alunos do Programa de Atividade Curricular de Extensão, com o projeto: “Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica” do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, por me auxiliarem no desenvolvimento dos materiais didáticos para a realização da pesquisa.

Aos meus familiares e amigos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui. Márdila Alves Bueno, amo-te para sempre, obrigado por tudo!

À minha “coorientadora”, Dayanne de Souza Carvalho, pelo amor, dedicação, carinho, atenção, incentivo, broncas, risadas, puxões de orelhas, advertências quando eu não sabia conjugar o verbo corretamente e pelas madrugadas afora em que ficamos escrevendo e fazendo “nossa filha crescer”. Foram mais que “coorientações”, foram provas que uma amizade é capaz de tudo e que, principalmente, está acima de tudo. Eu nunca serei bom o suficiente em fazer algo que seja capaz de agradecer o que a mim fizeste. Poderia arriscar dizendo: “Valeu!”, “Obrigado!” ou até mesmo, “Deus te pague”. Porém, eu arrisco, dizendo: “Te amo!”.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental. De forma a obter êxito em nosso objetivo, utilizamos a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, pois esta nos proporcionou um quadro teórico acerca do desenvolvimento cognitivo do sujeito em meio a situações de aprendizagem e a Teoria das Situações Didáticas desenvolvida por Brousseau, em que exploramos as situações didáticas. Para a elaboração, desenvolvimento e análise de nossa sequência didática, utilizamos a Engenharia Didática como referencial metodológico. Os sujeitos de nossa pesquisa foram cinco alunos, sorteados aleatoriamente, do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada no município de Humaitá - AM. A construção e análise dos dados foram realizadas por meio dos protocolos de produção e gravações audiovisuais das conversas dos alunos durante quatro encontros previstos. Em cada um deles, foi articulado o letramento estatístico com o contexto socioambiental, através das seguintes atividades propostas: “Coleta Seletiva na escola”, “Horta vertical com garrafas PET” e “Piquenique Sustentável” com os alunos. Deste modo, com base na elaboração de seis teoremas-em-ação relacionados com os três níveis de letramento estatístico, pudemos afirmar que a articulação com o contexto socioambiental promoveu a mobilização dos níveis, cultural, funcional e científico, evidenciando conceitos como relação de ordem e entre conjuntos, cálculo mental, operação matemática e conceito de arranjos simples. Assim, mediante as reflexões acerca das escolhas teórico-metodológicas, verificamos que as propostas socioambientais apresentam-se tanto como propostas de sensibilização quanto de integração curricular.

Palavras-Chave: Educação Ambiental. Engenharia Didática. Educação Estatística. Teoria dos Campos Conceituais. Teoria das Situações Didáticas.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze if the statistical literacy occurs in students of the 5th year of elementary school through articulation with the socio-environmental context. In order to succeed in our objective, we used the Vergnaud Conceptual Field Theory, as it provided us with a theoretical framework about the subject's cognitive development in the midst of learning situations and the Theory of Didactic Situations developed by Brousseau, in which we explore the didactic situations. For the elaboration, development and analysis of our didactic sequence, we used didactic engineering as a methodological reference. The subjects of our research were five students, randomly selected, from the 5th year of elementary school of a public school located in the municipality of Humaitá - AM. The construction and analysis of the data were performed through the protocols of production and audio-visual recordings of the conversations of the students during four meetings. In each of them, the statistical literacy was articulated with the socio-environmental context, through the following proposed activities: "Selective Collection in school", "Vertical vegetable garden with PET bottles" and "Sustainable Picnic" with the students. Thus, based on the elaboration of six theorems-in-action related to the three levels of statistical literacy, we could affirm that the articulation with the socio-environmental context promoted the mobilization of the cultural, functional and scientific levels, showing concepts such as relation of order and between sets, mental calculation, mathematical operation and simple arrangement concept. Thus, through the reflections on the theoretical-methodological choices, we verified that the socio-environmental proposals are presented as both awareness-raising and curricular integration proposals.

Keywords: Environmental Education. Didactic Engineering. Statistical Education. Conceptual Field Theory. Theory of Didactic Situations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico adaptado do livro do Bonjorno, Azenha e Gusmão (2014).....	39
Figura 2 - Esboço da constituição de um esquema proposto por Gérard Vergnaud (1996).....	40
Figura 3 - Esboço do Campo Conceitual: Letramento Estatístico.....	41
Figura 4 - Exemplo de tabela.....	58
Figura 5 - Exemplo de gráfico de colunas.....	59
Figura 6 - Exemplo de gráfico de barras.....	59
Figura 7 - Modelo de pictograma.....	58
Figura 8 - Atividade socioambiental do L1 - crescimento de plantas.....	63
Figura 9 - Atividade socioambiental do L2 - reciclagem.....	65
Figura 10 - Atividade socioambiental do L3 - coleta de papel para a reciclagem.....	67
Figura 11 - Atividade socioambiental do L4 - quantidade de resíduos coletados.....	70
Figura 12 - Atividade socioambiental do L5 – Consumo de água.....	72
Figura 13 - Coleta Seletiva do projeto piloto.....	75
Figura 14 - Horta vertical com garrafas PET do projeto piloto.....	76
Figura 15 - Esboço da constituição dos sujeitos de pesquisa.....	82
Figura 16 - Coleta Seletiva da Escolad da Pesquisa.....	86
Figura 17 - Horta Vertical com garrafas PET da escola da pesquisa.....	87
Figura 18 - Piquenique da Escola da Pesquisa.....	89
Figura 19 - Tábua de Gráficos.....	92
Figura 20 - Gráfico desenvolvido de acordo com a Est₁	97
Figura 21: Gráfico desenvolvido de acordo com a E₁	98
Figura 22 - Gráfico desenvolvido de acordo com a E₂	99
Figura 23 - Gráfico desenvolvido de acordo com a E₃	99
Figura 24 - Gráfico desenvolvido de acordo com a E₄	100
Figura 25 - Gráfico desenvolvido conforme a Est₁ e com o E₂	105
Figura 26 - Gráfico desenvolvido conforme a Est₂ e com o E₁	105
Figura 27 - Gráfico desenvolvido conforme a Est₁ e Est₂	106
Figura 28 - Gráfico desenvolvido conforme a Est_a	106
Figura 29 - Gráfico elaborado de acordo com a Est_b	107
Figura 30 - Esboço do problema 4.....	114
Figura 31 - Esboço da estratégia Est_{10.1}	117

Figura 32 - Esboço da estratégia Est10.2	117
Figura 33 - Exemplo da Est11.1	119
Figura 34 - Exemplo da Est11.2	119
Figura 35 - Exemplo da Est11.3	120
Figura 36 - Exemplo da Est11.4	120
Figura 37 - Exemplo da Est12	121
Figura 38 - Exemplo da E9	123
Figura 39 - Exemplo da Est10.2	124
Figura 40 - Exemplo da Estc	125
Figura 41 - Exemplo da Est10	126
Figura 42 - Exemplo da Esta	127
Figura 43 - Exemplo da Este	128
Figura 44 - Exemplo da Est14	131
Figura 45 - Exemplo de gráfico com uso da Est11.4	132
Figura 46 - Primeira tentativa do aluno ao construir a escala.....	133
Figura 47 - Segunda tentativa do aluno ao construir a escala.....	133
Figura 48 - Exemplo de gráfico de colunas com uso da Est11.4	134
Figura 49 - Exemplo de tabela com uso da Est14	135
Figura 50 - Primeira tentativa do aluno Fisher.	136
Figura 51 - Gráfico desenvolvido pelo aluno Fisher.	136
Figura 52 - Exemplo de tabela simples com uso da Est14	138
Figura 53 - Gráfico elaborado sem a presença dos eixos cartesianos.	139
Figura 54 - Gráfico produzido pelo aluno Newton.....	140
Figura 55 - Exemplo do E10	144
Figura 56 - Gráfico de barras do aluno Newton.....	147
Figura 57 - Gráfico de barras do aluno Fisher.....	148
Figura 58 - Gráfico de barras do aluno Poisson.....	148
Figura 59 - Gráfico de barras do aluno Pearson.....	149
Figura 60 - Gráfico de barras do aluno Gauss.....	149
Figura 61 - Quantidade de lanches consumidos pela turma.....	150

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Níveis de leitura proposto por Curcio (1989).....	28
Quadro2: Livros didáticos analisados.....	59
Quadro 3: Composição da sequência Didática.....	91
Quadro 4: Teoremas em ação mobilizados pelos alunos nas situações estatísticas.....	156

LISTA DE SIGLAS

ABE – Associação Brasileira de Estatística
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem
CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente
d - Dificuldade
E – Erro
EA – Educação Ambiental
ED – Engenharia Didática
EE – Educação Estatística
Est - Estratégia
GT12 – Grupo de Trabalho na Área de Educação Estatística
IEAA – Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC – Ministério da Educação
N – Nível de Letramento Estatístico
ONU – Organização das Nações Unidas
PCN's – Parâmetro Curriculares Nacionais
PET - Politereftalato de etileno
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
p – Problema
SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática
T – Teorema-em-ação
TCC – Teoria dos Campos Conceituais
TI – Tratamento da Informação
TSD- Teoria das Situações Didáticas
UFAM – Universidade Federal do Amazonas
v – Variável Didática

Sumário

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 - CONCEPÇÕES INICIAIS DA PESQUISA	22
1.1 Educação Estatística: definição e perspectivas	22
1.2 A Educação Estatística proposta em documentos oficiais	24
1.3 Letramento estatístico: um olhar para a interpretação de gráficos	27
1.4 Interpretação de Gráficos: uma abordagem para ir além dos dados	30
1.5 Educação Ambiental: algumas considerações acerca do contexto socioambiental	32
1.5.1 Contexto socioambiental: perspectivas e ações	35
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	38
2.1 Teoria dos Campos Conceituais - TCC	38
2.1.1 O letramento estatístico como campo conceitual	43
2.2 Teoria das Situações Didáticas - TSD	45
2.2.1 Situações Adidáticas	47
2.3 Engenharia Didática - ED	50
2.3.1 Etapas da Engenharia Didática	51
2.4 Relacionando a Teoria dos Campos Conceituais e Teoria das Situações Didáticas com o objeto de estudo	54
CAPÍTULO 3 - CONSTITUIÇÃO DO QUADRO TEÓRICO-DIDÁTICO	56
3.1 Aspectos históricos	56
3.2 Conceitos estatísticos como objeto matemático	59
3.3 Uma análise sobre os Livros Didáticos	62
3.3.1 Análise do L1	63
3.3.2 Análise do L2	65
3.3.3 Análise do L3	67
3.3.4 Análise do L4	69
3.3.5 Análise do L5	72
3.4 Projeto piloto: uma constituição das análises <i>a priori</i>	75
3.5 Variáveis Didáticas	77
3.6 Uma síntese dos resultados do projeto piloto: os teoremas-em-ação	78
CAPÍTULO 4 - TECENDO AS ESCOLHAS METODOLÓGICAS	82
4.1 Sujeitos e Universo da Pesquisa	82
4.2 Sequência Didática	85
4.3 Esboço da Sequência Didática	91

4.4 Descrição do Material Manipulativo	93
CAPÍTULO 5 - ANÁLISES A PRIORI E A POSTERIORI.....	95
5.1 Encontro zero	95
5.2 Primeiro Encontro	97
5.2.1 Análise <i>a priori</i> do primeiro problema	97
5.2.2 Análise <i>a priori</i> do segundo problema	101
5.2.3 Análise <i>a priori</i> do terceiro problema	102
5.2.4 Experimentação	105
5.2.5 Análise <i>a posteriori</i> do primeiro problema	105
5.2.6 Análise <i>a posteriori</i> do segundo problema	108
5.2.7 Análise <i>a posteriori</i> do terceiro problema.....	113
5.2.8 Considerações do primeiro encontro	115
5.3 Segundo Encontro	116
5.3.1 Análise <i>a priori</i> do quarto problema	116
5.3.2 Análise <i>a priori</i> do quinto problema	118
5.3.3 Análise <i>a priori</i> do sexto problema.....	119
5.3.4 Análise <i>a priori</i> do sétimo e oitavo problemas	122
5.3.5 Experimentação	124
5.3.6 Análise <i>a posteriori</i> do quarto problema.....	125
5.3.7 Análise <i>a posteriori</i> do quinto problema.....	129
5.3.8 Análise <i>a posteriori</i> do sexto problema	132
5.3.9 Análise <i>a posteriori</i> do sétimo problema	141
5.3.10 Análise <i>a posteriori</i> do oitavo problema.....	142
5.3.11 Considerações do Segundo Encontro	143
5.4 Terceiro Encontro	144
5.4.1 Análise <i>a priori</i> do nono problema	144
5.4.2 Análise <i>a priori</i> do décimo e décimo primeiro problemas.....	145
5.4.3 Análise <i>a priori</i> do décimo segundo problema	146
5.4.4 Análise <i>a priori</i> do décimo terceiro problema	147
5.4.5 Experimentação	147
5.4.6 Análise <i>a posteriori</i> do nono problema.....	148
5.4.7 Análise <i>a posteriori</i> do décimo e décimo primeiro problemas	152
5.4.8 Análise <i>a posteriori</i> do décimo segundo problema.....	154
5.4.9 Análise <i>a posteriori</i> do décimo terceiro problema.....	154
5.4.10 Considerações do Terceiro Encontro	156

5.5 Teoremas-em-ação mobilizados pelos alunos: uma síntese da sequência didática...	156
CAPÍTULO 6 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
ANEXO A - PROTOCOLOS DOS ALUNOS - TABELAS	172
APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ÁUDIO E IMAGEM	173
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENOR DE IDADE	174

INTRODUÇÃO

O raciocínio estatístico será um dia tão necessário à cidadania eficiente como a capacidade de ler e escrever". (H.G.Wells)

A atual sociedade é cercada por informações e acontecimentos que chegam até nós como uma avalanche de informações todos os dias. Lopes (1998) discorre que a disciplina de Matemática enfrenta o desafio, nos dias atuais, de ensinar não apenas o domínio dos números e das operações, mas a ler e interpretar dados, possibilitando ao aluno realizar inferências sobre estes frente a tantas incertezas e acontecimentos que os cerca. Dessa forma, é preciso preparar o aluno para posicionar-se de maneira crítica e participativa em nosso contexto social.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) afirma que habilidades estatísticas como coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados precisam ser desenvolvidas, com o intuito de utilizá-las visando a explicação e previsão de fenômenos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) no bloco Tratamento da Informação (TI) orienta que o ensino de Estatística deve ocorrer em qualquer nível de escolaridade, levando em consideração situações reais de sua comunidade, apresentando esses conceitos como ciência em constante construção. Nesse sentido, Silva (2013) elenca a formação de cidadãos críticos como um dos papéis fundamentais da escola.

Conforme Lopes (2010), após anos da publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997), atualmente a implementação das temáticas trazidas por este documento apresenta-se, ainda, como um desafio para a escola atual.

Buscamos identificar, por meio da análise em documentos educacionais orientativos e normativos educacionais, o caminho escolar percorrido pelo aluno desde dos anos iniciais até o Ensino Médio, além do seu primeiro contato com os conceitos estatísticos. Diante dos resultados dessa análise e da investigação de Souza e Vaz (2017), percebemos que a formação inicial e continuada dos professores que ministram os conceitos estatísticos, na disciplina de Matemática, apresenta-se como um desafio a ser superado.

Nessa perspectiva, corroboramos com autores como Lopes (1998), Batenero (2002) e Gal (2002) e acreditamos que o ensino de Estatística deva ser mais explorado nos anos iniciais. Bruner apud Kishimoto (1999) considera este fato uma potencialidade maior em trabalhar Estatística durante a infância, ao enfatizar que a curiosidade da criança a move e instiga, criando um ambiente propício para a investigação. Smith (1998) comenta que situações onde o aluno

coleta, organiza, apresenta e interpreta resultados têm se apresentado de forma frutífera diante dessa perspectiva. Porém, concordamos com Batenero (2002) ao enfatizar que a explanação de ideias estatísticas na educação básica não tem o intuito de formar “estatísticos aficionados”, em vez disso, o objetivo é auxiliar os sujeitos a tornarem-se aptos a compreender e analisar decisões diárias, tendo como plano de fundo essas ideias.

A Educação Estatística (EE), que, segundo Cazorla et al. (2017), tem como objetivo compreender como as pessoas aprendem e ensinam Estatística, apresenta-se como um caminho de possibilidades para uma aprendizagem crítica do estudante, visto que volta-se à problematização de contextos sociais e baseia-se na investigação.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9.394/96 - LDB e suas alterações (BRASIL, 2017b) aponta os Temas Transversais como possibilidade de integração no ensino regular. Entre estes, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1998) apresentam o Tema Transversal “Meio Ambiente”, no qual declara a importância da inclusão do “Meio Ambiente” nos currículos escolares em todas as esferas de ensino, sendo essencial considerar a articulação dos conteúdos acadêmicos ao “Meio Ambiente”, com o intuito de capacitar os estudantes para o exercício da cidadania.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a, p. 9) aponta como uma das competências gerais da Educação Básica o uso do senso crítico frente a tomada de decisões “que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta”.

Ao considerar o fato de estarmos inseridos no coração da maior floresta tropical do mundo, Floresta Amazônica, é nosso direito e dever cuidar de nossa biosfera em meio ao cenário de degradação que encontra-se o meio ambiente. Guerra (2007) visualiza as crianças como futuras gerenciadoras do planeta, sendo necessária a sensibilização delas diante da problemática ambiental. Porém, é preciso considerar que o ensino não é propedêutico, ou seja, conforme Bujes (2001), os estudantes são sujeitos que constroem e modificam a sociedade na qual estão inseridos. Assim, além de prepará-las para o amanhã (futuro), se faz necessário conscientizá-las para a transformação do hoje (presente), isto é, o agora.

Assim, buscamos em nossa pesquisa de mestrado mobilizar o letramento estatístico¹ por meio da articulação com o contexto socioambiental, tendo em vista que a Educação Ambiental

¹ Será apresentada a definição do termo “letramento estatístico” no item 1.3.

é vista como uma possibilidade de sensibilização ambiental, além de tratada nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) no tema transversal "Meio Ambiente".

Dessa forma, o problema científico de nossa pesquisa é: *diante da articulação do contexto socioambiental é possível mobilizar o letramento estatístico com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental?* Nesse sentido, temos o objetivo de responder a três questões norteadoras:

- *Quais os níveis de letramento estatístico que são mobilizados pelos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental no decorrer da sequência didática²?*
- *Durante o desenvolvimento da sequência didática é possível que os alunos empreguem conceitos de medida, relação entre conjuntos, cálculo mental e algoritimização das operações básicas?*
- *Como os alunos superam as possíveis dificuldades apresentadas durante a sequência didática?*

Para responder às questões norteadoras, temos como objetivo geral: *Analisar se o letramento estatístico ocorre com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental.*

Para atingirmos esse objetivo geral, elencamos três objetivos específicos. O primeiro consistiu em: *identificar o nível do letramento estatístico mobilizado pelos alunos durante o desenvolvimento da sequência didática.*

Shamos (1995) organizou o letramento estatístico em três níveis: cultural, funcional e científico, que são descritos no item 1.4. Sendo assim, tínhamos como propósito, no decorrer da sequência didática, identificar qual deles seriam mobilizados.

O segundo objetivo foi *analisar se há possibilidades de empregarem conceitos de medida, relação entre conjuntos, cálculo mental e algoritimização das operações básicas no decorrer da execução da sequência didática.* Durante a elaboração da sequência didática, pudemos perceber que o emprego de tais conceitos favoreceria a leitura e interpretação de gráficos de modo significativo. Dessa forma, propomos analisar se essa possibilidade é verdadeira ou não, uma vez que estes conceitos são oriundos de séries anteriores.

O terceiro e último objetivo foi *compreender a superação de possíveis dificuldades apresentadas pelos alunos diante da sequência didática apresentada.* Tal objetivo específico foi traçado com base nas dificuldades apresentadas na pesquisa de Souza e Vaz (2017). Assim, não queríamos que a pesquisa apresentasse apenas um diagnóstico. Nesse olhar, tal objetivo

² Será apresentada a definição do termo "sequência didática" no item 2.2.

além de colaborar na compreensão dessas dificuldades, nos possibilitou analisar se a escolha da sequência didática contribuiu para a superação delas.

Utilizamos durante o desenvolvimento de nossa pesquisa a Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1996, 2009) e a Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 1996, 2008) como nossos referenciais teóricos. Para a elaboração e análise de nossa sequência didática apoiamos-nos na Engenharia Didática (ARTIGUE, 1996).

A pesquisa desenvolveu-se, primeiramente, mediante a execução de um projeto piloto³ com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, oriundos de uma sala de aula de uma escola do município de Humaitá - AM e foi composta de 4 encontros. Neles tínhamos como objetivo obter os elementos constituintes da segunda etapa da metodologia adotada, onde estes são definidos no item 2.3.1. Posteriormente, foi realizada em outra escola, previamente sorteada e sob as mesmas considerações da escola do projeto piloto, a construção dos dados da pesquisa.

A dissertação está estruturada em seis capítulos, nos quais apresentamos em caráter de síntese nesse momento:

No Capítulo 1 expomos, de maneira breve, algumas considerações que acreditamos serem pertinentes em nossa investigação, como a definição e perspectivas da Educação Estatística e do letramento estatístico, proposto por Shamos (1995). Apresentamos também de que modo a Educação Ambiental e o contexto socioambiental são tratados em documentos oficiais.

No Capítulo 2 apresentamos nossos referenciais teóricos, a Teoria dos Campos Conceituais, elaborada por Gérard Vergnaud, a Teoria das Situações Didáticas proposta por Guy Brousseau e a Engenharia Didática, nosso referencial metodológico, descrita por Michèle Artigue.

No Capítulo 3 expomos a construção de nosso quadro teórico-didático acerca do conteúdo de Estatística. Nele trazemos um panorama do desenvolvimento histórico da temática, buscando elencar a Estatística como um objeto matemático; apresentamos uma análise⁴, realizada com base na adaptação do método de Lima (2015), com o objetivo de verificar os níveis de letramento que podem ser mobilizados durante as atividades que são propostas nos livros didáticos de Matemática do 1º, 2º, 3º, 4º e 5º anos, enfatizando as que estavam articuladas ao contexto socioambiental. Apresentamos também uma síntese do projeto piloto, o qual nos

³ Consiste na execução prévia das atividades propostas para a pesquisa.

⁴ A análise realizada serviu de base para a construção do quadro teórico-didático, nela não foram abordados aspectos gerais de uma análise, pois não trata-se de nosso objetivo.

auxiliou na modelagem das estratégias, dificuldades, teoremas-em-ação, variáveis didáticas e erros que os alunos podem mobilizar durante a fase de experimentação da pesquisa.

No Capítulo 4, tecemos nossas escolhas metodológicas. Nesse capítulo apresentamos os sujeitos e o universo da pesquisa, o desenho da sequência didática, bem como as situações-problema que constituem cada atividade desta.

O Capítulo 5 contém as análises *a priori*, a experimentação e análise *a posteriori* de cada encontro desenvolvido com os sujeitos de pesquisa. Dessa forma, estruturamos o capítulo por encontros, no qual cada um deles é organizado em três fases: as concepções e análises *a priori*, experimentação e análise *a posteriori*. Além disso, pontuamos algumas considerações dos encontros.

Por fim, o capítulo 6 representa as considerações finais acerca da investigação, bem como algumas considerações dos encontros que julgamos ser pertinentes para os participantes e que contribuíram para nossa formação profissional.

CONCEPÇÕES INICIAIS DA PESQUISA

Aos educadores e pesquisadores que assumem o compromisso com uma Educação Matemática e uma Educação Estatística como direito de todas as pessoas. Lopes, Coutinho e Almouloud (2010).

No presente capítulo buscamos compreender como é encaminhada a Educação Estatística (EE) em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) e a Lei nº 9.394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 2017b), tendo em vista que estes são documentos orientativos e normativos da educação brasileira, respectivamente. Discorreremos sobre os aspectos iniciais de nossa pesquisa, acerca da definição e diferença entre Estatística e Matemática, Estatística e Educação Estatística. Expomos também algumas considerações sobre a Educação Ambiental e de que maneira o contexto socioambiental é discutido nesses documentos. Além disso, comentamos a definição do letramento estatístico e sua importância na leitura e interpretação de gráficos.

1.1 Educação Estatística: definição e perspectivas

Atualmente, destaca-se a importância do estudo da Estatística na educação escolar devido, em grande parte, à aplicação cotidiana que encontramos dessa ciência. Para muitos estudiosos saber ler, interpretar, manusear gráficos e tabelas é hoje essencial para poder se comunicar e entender as informações e, principalmente, tomar decisões, tendo em vista que nossa sociedade organiza parte de suas atividades com base nesses conhecimentos.

A Estatística tem suas raízes voltadas ao controle da economia do estado, ou seja, organização e sistematização de informações. No século XX, foram incorporados à pesquisa científica alguns de seus métodos e técnicas (CAZORLA; KATAOKA; SILVA, 2010). A partir de então, a disciplina passou a constituir a matriz curricular de cursos técnicos nível médio, de graduação e pós-graduação.

A Educação Estatística surgiu na década de 1970 como possibilidade de rompimento do caráter rígido da disciplina de Matemática bem como o uso de técnicas estatísticas. Esse

movimento mundial buscava refletir sobre as perspectivas didáticas e teve sua influência no Brasil no final da década de 90 (CAZORLA; KATAOKA; SILVA, 2010).

O objeto de estudo da Educação Estatística consiste no ensino e aprendizagem da Estatística, da Probabilidade e da Combinatória, ponderando as “[...] interfaces existentes nos raciocínios necessários ao estudo dessas temáticas” (LOPES, 2010, p. 1).

Ao elucidar o conceito de Educação Estatística, percebe-se que este está ligado aos processos de ensino e aprendizagem, conseqüentemente, está intimamente relacionado aos fatores internos e externos da sala de aula. Nesta perspectiva, vêm sendo desenvolvidas duas correntes de pesquisa em Educação Estatística (CAZORLA; KATAOKA; SILVA, 2010).

A primeira corrente de pesquisa em Educação Estatística é constituída por pesquisadores ligados à Educação Matemática⁵ e áreas afins, ou seja, pesquisadores referentes aos cursos de Licenciatura em Matemática ou Pedagogia e cursos de Pós-Graduação em Educação Matemática ou áreas congêneres. Tais pesquisadores, em 2000, criaram um Grupo de Trabalho dentro da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, chamado de GT12 - Ensino de Probabilidade e Estatística, o qual tem por objetivo debater tópicos pertinentes ao ensino de Probabilidade, Combinatória e Estatística em diferentes esferas do ensino.

Diferentemente da primeira corrente, a segunda corrente de pesquisa em Educação Estatística é composta pelos professores, em sua maioria bacharéis, que ensinam Estatística em cursos de Graduação e Pós-Graduação. Alguns destes pesquisadores apresentam-se ligados à Associação Brasileira de Estatística - ABE. Nota-se que estes não são necessariamente formados em Estatística e Matemática.

Neste momento, destacamos as definições e a diferença entre Estatística e Educação Estatística. Entendemos Estatística como “uma ciência que tem como objetivo desenvolver métodos para coletar, organizar e analisar dados” (CAZORLA; KATAOKA; SILVA, 2010, p. 22). Já Educação Estatística como:

[...] a área de pesquisa que tem como objetivo estudar e compreender como as pessoas ensinam e aprendem Estatística, o que envolve aspectos cognitivos e afetivos do ensino-aprendizagem, além da epistemologia dos conceitos estatísticos e o desenvolvimento de métodos e materiais de ensino etc., visando o desenvolvimento do letramento estatístico. Para tal, a Educação Estatística utiliza-se de recursos teórico-metodológicos de outras áreas, como Educação Matemática, Psicologia, Filosofia e Matemática, além da própria estatística (CAZORLA; KATAOKA; SILVA, 2010, p. 22-23).

⁵ É um campo do conhecimento que tem por objetivo estudar questões relativas ao ensino/aprendizagem de Matemática.

Corroborando com Lopes (2010), é visível que a Educação Estatística possibilita aparatos em que o sujeito é capaz de analisar e relacionar de maneira crítica os dados, indagando até mesmo sua veracidade e não apenas o auxilia na leitura e interpretação de dados.

Após apresentarmos a distinção entre Estatística e Educação Estatística, achamos pertinente diferenciarmos, neste momento, duas importantes ciências: Matemática e Estatística.

Segundo Campos, Wodewotki e Jacobini (2013) e Lopes (2010), apesar da Estatística estar inserida dentro da disciplina de Matemática, muitos acreditam que seu desenvolvimento didático/pedagógico é análogo, isto é, que o raciocínio estatístico assemelha-se ao da Matemática. Porém, segundo Lopes (2010, p. 52) o “[...] enfoque sobre a variabilidade dos dados é o que diferencia a Estatística da Matemática”. Campos, Wodewotki e Jacobini (2013) afirmam que princípios de aleatoriedade e da incerteza são distintos dos aspectos mais lógicos ou determinísticos da Matemática.

Holmes et al. (2005) afirmam que a Estatística por meio do uso e do desenvolvimento de habilidades matemáticas pode mobilizar elementos importantes para a aprendizagem no campo da Matemática.

Diante do exposto, nossa investigação encontra-se com um pé na Educação Estatística e outro na Educação Matemática, uma vez que a primeira faz uso de teorias e recursos metodológicos da Educação Matemática. Portanto, usamos em nosso trabalho a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1996), a Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau (1996) e a Engenharia Didática de Michèle Artigue (1996) como referenciais teórico-metodológicos oriundos da Educação Matemática que são apresentados no capítulo 2. Outro ponto a ser comentado é que, diante das duas correntes de pesquisa existentes na EE, a presente investigação encontra-se imersa na primeira corrente de pesquisa da EE.

1.2 A Educação Estatística proposta em documentos oficiais

A Educação Estatística, atualmente, configura-se em funções duplas: compreender as peculiaridades de nossa sociedade imediatista e globalizada e auxiliar nas tomadas de decisões regadas pelas incertezas e variabilidade de dados.

Em vias oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) discorrem que no Ensino Fundamental I, os objetos de conhecimento do estudo de conceitos estatísticos são: coleta, organização de dados em tabelas de frequência simples e de dupla entrada, representação de

gráficos de colunas, de barras, pictóricos e de linha, assim como a leitura e interpretação de dados, levando em consideração situações reais do aluno.

Como propostas metodológicas, os currículos enfatizam que é preciso aproveitar os interesses reais dos alunos para coletar e organizar os dados. Nesse sentido, Lopes (2010, p. 52) enfatiza “que nada adianta os estudantes realizarem atividades relacionadas a esses objetivos, se isso não for feito para solucionar situações que tenham sido problematizadas por eles.”.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) e os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) normatizam e orientam, respectivamente, a inserção da Estatística e da Probabilidade desde o 1º ano do Ensino Fundamental, possibilitando ao aluno inserir-se em um processo de indagação com seu cotidiano, justificando que tal formação é necessária para um melhor posicionamento frente às condições de incertezas presentes no dia a dia, isto é, a relação e análise crítica dos dados apresentados, tendo como base os conhecimentos estatísticos e probabilísticos, a fim de indagar e analisar a veracidade ou não dos dados.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) do Ensino Fundamental (anos iniciais), os conhecimentos matemáticos estão divididos em quatro blocos: Números e Operações; Espaço e Forma; Grandezas e Medidas e Tratamento da Informação (TI). Neste último bloco, estão presentes os estudos relativos às noções de Estatística de probabilidade e análise combinatória, os quais permitirão ao indivíduo tratar as informações que recebe cotidianamente, aprendendo, assim, a lidar com dados estatísticos, tabelas e gráficos.

Podemos perceber que o TI trata-se de um tema muito rico e interdisciplinar, pois além de permitir o desenvolvimento da capacidade de questionar, de levantar hipótese e de estabelecer relações entre dados, está ligado a outros conceitos da Matemática, como números, operações, geometria e escalas, assim como outros campos do conhecimento, por exemplo, a Geografia, política, Física, Meio Ambiente e etc. Nessa perspectiva, por tratar-se de um campo que abrange uma diversidade de conteúdos, esse bloco pode desenvolver:

Também algumas ideias ou procedimentos matemáticos, como proporcionalidade, composição e estimativa, são fontes naturais e potentes de inter-relação e, desse modo, prestam-se a uma abordagem dos conteúdos em que diversas relações podem ser estabelecidas.

A proporcionalidade, por exemplo, está presente na resolução de problemas multiplicativos, nos estudos de porcentagem, de semelhança de figuras, na matemática financeira, na análise de tabelas, gráficos e funções. O fato de que vários aspectos do cotidiano funcionam de acordo com leis de proporcionalidade evidencia que o raciocínio proporcional é útil na interpretação de fenômenos do mundo real. (BRASIL, 1997a, p. 38).

Na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) os conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental I são sistematizados em: Números, Álgebra, Geometria e Medidas e, por fim, Estatística e Probabilidade. Nesse último tema abarca-se o estudo da incerteza e tratamento dos dados, onde os primeiros passos envolvem o trabalho com a coleta e a organização de dados de uma pesquisa de interesse dos estudantes, bem como compreender o papel da Estatística no cotidiano dos alunos.

Com a inserção da Estatística e da Combinatória nos documentos oficiais torna-se visível a ligação entre seus métodos e técnicas com outras disciplinas, assim como no trabalho com os Temas Transversais. Em nossa investigação faremos esta articulação com o contexto socioambiental, ou seja, com o tema transversal “Meio Ambiente”.

Diante disso, podemos perceber que é necessário mostrar aos alunos que a Matemática, assim como a Estatística não é uma ciência neutra. A problematização deve partir dos alunos, isto é, de sua realidade, como forma de fazê-los posicionarem-se criticamente diante dos contextos sociais (ENGLISH, 2005; LOPES, 2010).

Silva (2013, p. 50), tendo como plano de fundo as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), comenta uma maneira de trabalhar essa questão social com alunos a partir do 5º ano do Ensino Fundamental. O autor aconselha que na faixa etária compreendida entre 10 e 14 anos de idade, iniciem-se pesquisas envolvendo a comunidade na qual eles estão inseridos. Como exemplo, podemos citar uma visita ao posto de saúde que atendem o bairro no qual a escola está situada, com o objetivo de responder possíveis indagações, como: “Quais doenças são mais comuns? Há relação entre determinadas doenças e a idade dos pacientes?”.

Uma outra sugestão seria investigar quais são os hábitos alimentares dos alunos fora do ambiente escolar ou sobre a alimentação destes na própria escola. Posteriormente, tais dados podem ser tratados por meio de tabelas e gráficos, comparando as informações nutricionais relevantes com pesquisas realizadas que salientam o hábito alimentar ideal.

No entendimento de Silva (2013, p. 42), as propostas de contextualização trazidas pelo documento orientativo não se resumem em “calcular medidas de tendência central e dispersão da altura dos estudantes de determinada sala de aula ou desenhar gráficos de diversos tipos, a partir de dados de pesquisa feita com estudantes”. O autor atribui a essas contextualizações o entendimento, o questionamento e a apresentação de soluções para contextos sociais.

Nesse sentido, os PCN's (BRASIL, 1997a) afirmam que essa aproximação dos alunos com a pesquisa os ajudam a compreenderem as finalidades das tabelas e gráficos, bem como

pontuar os aspectos relevantes dessas representações permitindo-os estabelecer relações entre acontecimentos e, em alguns casos, fazer estimativas.

Segundo a Lei nº 9.394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (BRASIL, 2017b), o ensino tem por intuito a garantia da continuidade dos estudos, assim como a preparação para o mercado de trabalho e sua participação ativa e crítica na sociedade em que vive. Tendo em vista que a criticidade é um princípio abordado na Educação Estatística e está presente como objetivo na Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 2017b) percebemos a importância que estes documentos trazem ao elucidarem conceitos de Estatística interligados ao processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, encontramos uma possibilidade de investigação na área de Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental.

1.3 Letramento estatístico: um olhar para a interpretação de gráficos

Soares (1999) discorre que a palavra letramento foi inserida no vocabulário da Educação e das Ciências na segunda metade dos anos 80 e, desde então, vem sendo utilizada por muitos pesquisadores dessa área.

Etimologicamente, a palavra letramento, segundo Soares (1999), é uma variação da palavra de língua inglesa *literacy* e Soares (2003, p. 95) o coloca como processo contínuo.

[...] letramento é também um contínuo, mas um contínuo não linear, multidimensional, ilimitado, englobando múltiplas práticas com funções, com múltiplos objetivos, condicionadas por e dependentes de múltiplas situações e múltiplos contextos, em que, conseqüentemente, são múltiplas e muito variadas as habilidades. Conhecimentos, atitudes de leitura e de escrita demandadas, não havendo graduação nem progressão que permita fixar um critério objetivo para que se determine que ponto, no contínuo, separa letrados de iletrados (SOARES, 2003, p. 95).

Na busca de um termo harmônico com nosso objeto de estudo encontramos muitos autores que, apesar da aproximação semântica, os definem de maneira distinta. Conforme Soares (1999, p. 16), alfabetização é a “ação de alfabetizar, de propagar o ensino de leitura”, e o letramento, “capacidade de ler e de escrever ou de interpretar o que se escreve”. Nesse sentido, Lopes (2003, p. 58) define “literacia” como sendo “a capacidade para interpretar argumentos estatísticos em jornais, notícias e informações diversas”.

Apesar de haver uma singularidade semântica entre as palavras “alfabetização”, “letramento” e “literacia”, fizemos uso da palavra letramento, pois a julgamos ser a mais pertinente ao contexto de nossa pesquisa.

Fonseca (2004, 2009) e Conti e Carvalho (2010) têm se dedicado em ampliar o termo letramento para outras áreas de conhecimento, principalmente, a Estatística. Segundo Gal (2002, p. 1) é uma “habilidade-chave esperada de cidadãos em sociedade sobrecarregadas de informação, frequentemente vista como um resultado esperado da escolaridade e como componente necessário do letramento e da numeracia de adultos”. Assim, quanto à expressão “letramento estatístico”, usamos as concepções propostas por Gal (2002), Wallman (1993 apud Gal, 2002) e Shamos (1995).

Gal (2002) entende o letramento estatístico como um conjunto de competências mínimas de conceitos e o uso de técnicas básicas estatísticas. Corroborando com o autor, Lopes (2004, p. 188) salienta que o letramento estatístico “permite que a pessoa seja capaz de utilizar ideias estatísticas e atribuir significados à informação estatística”. Os autores Garfield e Gal (1999) definem que a forma de pensar essas ideias estatísticas são elucidadas como raciocínio estatístico, possibilitando a realização de inferências dos resultados.

Os autores apresentam diversos tipos de raciocínio, apresentamos quatro deles, pois julgamos que estes são pertinentes para nossa investigação, sendo: o raciocínio sobre os dados; raciocínio sobre a representação de dados; raciocínio sobre a incerteza e o raciocínio sobre as amostras.

O raciocínio sobre os dados surge durante a classificação dos dados, já o raciocínio sobre a representação dos dados é visível quando o leitor desenvolve a leitura do gráfico. O raciocínio sobre as amostras é abordado quando o sujeito quantifica os números de elementos em questão e, por fim, o raciocínio da incerteza é obtido quando, além dos dados presentes, o sujeito consegue estabelecer uma compreensão com dados não explícitos naquela situação.

Wallman (1993 apud Gal 2002), em sua definição, elenca elementos como compreensão e análise crítica dos dados em nosso cotidiano, bem como a inferência dos resultados frente à tomada de decisões coletivas e individuais. Shamos (1995 apud Morais, 2006) define o letramento estatístico organizado em três níveis: cultural, funcional e científico.

O primeiro, considerado básico, é o letramento cultural, referindo-se às pessoas que compreendem termos básicos usados comumente nos meios de comunicação diante de assuntos relacionados à ciências. O segundo, chamado de letramento funcional, relativo à capacidade do sujeito de conversar, ler e escrever informações utilizando termos científicos coerentes. O terceiro e último, é o letramento científico [...] nessa fase, o indivíduo age com autonomia e segurança [...] na capacidade de analisar dados considerando-se a variabilidade existente (MORAIS, 2006, p. 24).

Com base no autor, quando lemos informações que estão descritas em gráficos ou tabelas, possuímos o nível cultural. No nível funcional, é possível não apenas ler dados explícitos nessas representações, mas também mensurar dados implícitos nelas, levando em consideração a variação da análise desses dados

Quando for possível ir além das competências supracitadas, realizar inferências e até mesmo prever sobre o fenômeno em questão, considerando a variabilidade dos dados apresentados, obtemos, então, o nível científico.

Diante disso, para que seja feita a mobilização do nível funcional e científico se faz necessário possuir certas competências harmônicas com o nível de letramento estatístico respectivo proposto por Shamos (1995 apud MORAIS 2006):

[...] 1) habilidade de a pessoa interpretar, criticar e avaliar a informação estatística com argumentos relacionados ou aos fenômenos estocásticos⁶ que podem ser encontrados em diversos contextos; 2) a habilidade de discutir e comunicar suas reações perante tal informação estatística; 3) a compreensão dos significados da mesma, bem como opiniões sobre as implicações desta informação, ou dos interesses a respeito do acesso às conclusões obtidas (MORAIS, 2006, p. 24).

Com base no autor, consideramos um sujeito letrado estatisticamente aquele que desenvolve atitudes, capacidades e conhecimentos estatísticos, os quais o possibilite a posicionar de forma crítica e reflexiva frente às informações e representações que lhe são dadas.

Havendo uma distinção entre conhecimento estatístico de conhecimento matemático, consideramos, nesse momento, que seja necessário apresentá-la. Segundo Shamos (1995) apud Morais (2006), o conhecimento matemático são os conceitos, teorias, teoremas, métodos e técnica, isto é, mecanismos matemáticos cruciais no desenvolvimento de habilidades estatísticas. Nesse sentido, o autor também define conhecimento estatístico como os conceitos, propriedades, métodos, técnicas e representações peculiares da Estatística. Assim, podemos perceber que tal conhecimento abrange o reconhecimento de representações em gráficos ou tabelas e o entendimento das possíveis inferências realizadas. Dessa maneira, podemos perceber a relação existente entre conhecimentos matemáticos e conhecimentos estatísticos, onde um é complementar do outro.

⁶ Fenômenos estocásticos, segundo Lopes (2003), são aqueles em que há uma relação entre a teoria da Probabilidade, a Estatística e suas aplicações. De acordo com o Dicionário Michaelis (2002), etimologicamente, a palavra “estocástico” vem do grego Stokhastiké. Isto é, trata-se de um estudo com a finalidade de aplicar cálculo de probabilidades e dados estatísticos, com o intuito em determinar a presença de variáveis permanentes e regulares, cuja ação implica em uso de fatores esporádicos.

Destarte, buscamos por meio da articulação com o contexto socioambiental mobilizar os três níveis de letramento estatístico proposto por Shamos (1995). Para tanto, os níveis de letramento estatístico envolvem leitura e interpretação de gráficos, assim, utilizamos alguns indicadores que nos nortearam na identificação e análise desses níveis. Dessa forma, usamos os níveis de interpretação gráfica de Curcio (1989) para identificar a compreensão gráfica explicitada pelos alunos durante o desenvolvimento de nossa sequência didática⁷.

1.4 Interpretação de Gráficos: uma abordagem para ir além dos dados

Nos dias atuais, saber ler e interpretar gráficos vai muito além de identificar os extremos dos mesmos. Se faz necessário, cercado em meio de tantas incertezas, que um sujeito saiba ler os dados, ler entre os dados e realizar inferências sobre estes, ou seja, analisar as avalanches de informações que permeiam nossa sociedade. Nesse momento, buscamos trazer uma abordagem além dos dados na leitura e interpretação desses.

Carvalho, Monteiro e Campos (2010) discorrem que a interpretação de um gráfico mobiliza estratégias que abrangem noções matemáticas relacionadas com medida, proporção, formas e experiências prévias, de forma a atribuir significado a sua interpretação.

Conforme os autores acima, usamos o termo mobilização, devido ao fato de acreditarmos que este termo destaca que o leitor envolvido na interpretação gráfica não “transfere” ou “aplica” sem desvios seus entendimentos e suas experiências prévias. Consideramos que essa “mobilização” ocorre juntamente com a atribuição de novos significados. Nessa perspectiva, percebemos que interpretar um gráfico é um processo interativo entre aspectos visuais e conceituais (MONTEIRO, 2005).

Atualmente, em meio às informações, as imagens são mais atrativas que os textos, como é o caso do *meme*⁸. Em nosso objeto de estudo, os autores Carvalho, Monteiro e Campos (2010, p. 216) discorrem que “essa preferência por gráficos no lugar de textos seria fundamentada pelo fato de que os aspectos visuais dos gráficos constituiriam representações figurativas das situações do mundo real”. Assim, Larkin e Simon (1987) enfatizam que os gráficos são dinâmicos, pois transformam as informações indiretas dos textos em dados diretos. Isto é, os gráficos se constituem em representações simbólicas.

⁷Segundo Pais (2001, p. 102), “Uma sequência didática é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo conceitos previstos na pesquisa didática.”

⁸O significado de meme é “imitação”. É um termo muito visualizado em ambientes virtuais, referente à frases, imagens e vídeos, por exemplo, que chegam a muitas pessoas, isto é, que “viralizam” (SIGNIFICADOS, 2015).

Diante disso, como explicar os erros e as falhas cometidas na interpretação de gráficos? Por muito tempo a interpretação desses era observada como uma atividade direta da recepção de dados. Porém, trabalhos como o de Curcio (1989) possibilitaram uma nova visão na interpretação de gráficos.

O autor evidencia que por meio dos gráficos é possível comunicar e classificar dados, possibilitando realizar comparações e exibir relações matemáticas. Para Curcio (1989) a leitura de dados explícitos é uma habilidade importante na compreensão dos gráficos, porém, somente quando o leitor é capaz de extrapolar os dados, isto é, inferência, é que ele atinge seu potencial máximo. Assim, Curcio (1989) classificou três níveis hierárquicos para a compreensão gráfica.

No primeiro nível, chamado de *leitura de dados*, o sujeito simplesmente lê os dados explicitamente não havendo uma interpretação e a compreensão é uma atividade de nível cognitivo muito baixo.

No segundo nível, *leitura entre os dados*, o leitor é capaz de ler dados implícitos, sendo capaz de combinar e integrar os mesmos, além de identificar as relações matemáticas expressas nestas representações e explicitar as propriedades do gráfico.

No terceiro e último nível, proposto por Curcio, o leitor é apto em realizar inferências sobre dados, sendo capaz de extrapolá-los. O quadro abaixo sintetiza a proposta de Curcio (1989), quanto ao nível de interpretação gráfica.

Quadro 1: Níveis de leitura proposto por Curcio (1989)

Níveis de leitura	Habilidades
N1	Ler os dados
N2	Ler entre os dados
N3	Inferência dos dados

Apesar da importante contribuição de Curcio (1989), a abordagem sistemática por ele realizada salienta apenas fatores técnicos, isto é, os aspectos do contexto não são levados em consideração. Dessa forma, é possível desenvolver os três níveis de leitura empregando apenas dados aleatórios. Gal (2002) comenta que dependendo do contexto no qual o sujeito está inserido, este pode apresentar diversos processos de interpretação de gráficos, chamando estes contextos de “investigativos” e de “leitura”, tendo como base os autores Wild e Pfannkuch (1999).

Os sujeitos são “produtores de dados” nos contextos investigativos, isto é, leem seus próprios dados, como um pesquisador de diferentes áreas. Já os contextos de “leitura” são

referentes a situações do cotidiano, como as interpretações de gráficos exibidos em televisão, jornais e etc. Apesar de apresentar esses dois contextos, Gal (2002) afirma que uma pessoa pode ser um leitor e produtor simultaneamente, dependendo de seu engajamento em uma situação/contexto particular.

Diante do exposto, podemos dizer que a interpretação de gráficos é um processo interativo e dinâmico, em outras palavras, constitui-se de processos visuais e conceituais, mobilizando experiências que atribuem significados. Assim, Carvalho, Monteiro e Campos (2010, p. 226) discorrem que “o processo de interpretação de gráficos não é espontâneo, mas depende de uma organização do ensino.”

Desse modo, o gráfico simplesmente exposto não facilitará a leitura e interpretação de dados (CARVALHO; MONTEIRO; CAMPOS, 2010). Em nossa investigação buscamos inserir os sujeitos de pesquisa no contexto “investigativo” com o intuito de minimizar os efeitos técnicos dos níveis propostos por Curcio (1989) e inseri-los em uma situação de coleta, organização e representação de dados desenvolvidos por eles.

1.5 Educação Ambiental: algumas considerações acerca do contexto socioambiental

A relação homem e natureza não é uma novidade do século atual. Desde os primórdios o homem mantém uma relação com o meio em que vive. No decorrer dessa relação, o homem se perdeu em seu caminho, e atualmente a crise ambiental que vivemos é fruto de uma irresponsabilidade nata nesse processo. Em meio a esse cenário, surge um questionamento: “Ainda há o que fazer?”. Muitos perceberam que para sobreviver como espécie é preciso tomar a prática da solidariedade e conservação ambiental (MIRANDA et al., 2004).

Segundo Morin (1997), o desenvolvimento do homem em seu progresso tanto na área técnica como industrial colaborou para a degradação do meio ambiente, sendo esse comparsa para o envenenamento do meio em que vivemos. Nesse sentido, Morin (1997) e Miranda et al. (2004) discorrem sobre uma possibilidade para tal mudança, a consciência ambiental. Diante disso, a disseminação da Educação Ambiental (EA) apresenta-se como um componente forte na constituição dessa sensibilização, pois, contribui para o entendimento da relação homem e sociedade.

Segundo o contexto histórico, a institucionalização da EA fundamenta-se em discussões ocorridas em escalas mundiais. Já no Brasil, a Constituição de 1988, Art. 225, capítulo IV - Do Meio Ambiente, inciso VI, afirma a necessidade de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (BRASIL,

2016).” Nesse sentido, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9.394/96 - LDB (BRASIL, 2017b) também argumenta que esta educação seja uma diretriz na educação fundamental. Como consequência, o Ministério da Educação - MEC organizou os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997b), os quais apresentam o tema transversal “Meio Ambiente”.

No final da década de 90, o Brasil instituiu a Lei nº 9.795 de 1999, na qual elenca os objetivos e princípios da EA. Segundo esta lei, a Educação Ambiental é um elemento essencial para a educação nacional, devendo estar presente em todas as esferas de ensino.

A inserção da EA visa um trabalho interdisciplinar, tendo como intuito o desenvolvimento do processo contínuo de reflexões acerca dos impactos, das ações e intervenções humanas no meio ambiente. Isto é, a discussão dessa temática socialmente e ambientalmente importante sugere uma integração curricular. Nesse sentido, as autoras Lopes e Macedo (2011) trazem o seguinte agrupamento:

Podemos agrupar as diferentes propostas de integração curricular em três modalidades diversas organizadas em função dos princípios utilizados como base da integração: integração pelas competências e habilidades a serem formadas nos alunos; integração de conceitos das disciplinas mantendo a lógica dos saberes disciplinares de referência; integração via interesses dos alunos e buscando referência nas demandas sociais e, eventualmente, nas questões políticas mais amplas (LOPES; MACEDO, 2011, p. 123).

Assim, podemos perceber que o trabalho da EA em um contexto interdisciplinar aproxima-se do terceiro agrupamento descrito pelas autoras. Nessa matriz curricular, as finalidades sociais definem as disciplinas escolares. Toda a atenção é centrada nas problemáticas sociais, com o objetivo de formar indivíduos ativos, participantes e criativos em sua sociedade. Nesse mesmo sentido, Beane (2003) discorre que o tema “Meio Ambiente” integra o currículo escolar com o mundo em geral, quando ele define integração curricular e aprendizagem integradora.

Os PCN's (BRASIL, 1997b) sugerem essa integração entre as disciplinas escolares com os Temas Transversais, ou seja, um ensino pautado em temáticas relevantes como: Ética; Meio Ambiente; Orientação Sexual; Pluralidade Cultural e Saúde. Nos PCN's (BRASIL, 1997b) o tema transversal “Meio Ambiente” indica um leque de conteúdos de caráter socioambiental que estão dispostos em três blocos: ciclos da natureza; manejo e conservação ambiental e sociedade e meio ambiente, onde estes discorrem acerca dos conteúdos comuns a todos os blocos, como:

Formas de estar atento e crítico com relação ao consumismo; valorização e proteção das diferentes formas de vida; a valorização e o cultivo de atitudes de proteção e conservação dos alimentos e da diversidade biológica e sociocultural; o zelo pelos direitos próprios e alheios a um ambiente cuidado limpo e saudável; o repúdio ao desperdício em suas diferentes formas; a apreciação dos aspectos estéticos da natureza, incluindo os produtos da cultura humana; a participação em atividades relacionadas a melhoria das condições ambientais da escola e da comunidade local (BRASIL, 1997b, p. 46).

O bloco manejo e conservação ambiental tem por finalidade fazer menção que o homem é um ser constituinte da natureza. Aborda-se a importância de conhecer as maneiras de conservar os recursos naturais renováveis. Segundo Currie (1998):

[...] para garantir a sobrevivência da espécie precisamos desenvolver o respeito mútuo entre os diferentes membros da espécie e uma compreensão global da fundamentada importância de todas as formas de vida coexistentes em nosso planeta. As crianças de hoje precisam desenvolver essas atitudes básicas, durante sua permanência na escola, para poder contribuir amanhã, de forma consciente, para a melhoria de nossa aldeia global como adultos, cidadãos plenos do mundo (CURRIE, 1998, p. 178).

Os PCN's (BRASIL, 1997b) selecionam os conteúdos referentes a cada bloco com base na importância destes para uma visão integrada da realidade sob a luz do contexto socioambiental. Para tanto, os itens abaixo envolvem elementos que permeiam essa perspectiva:

- [...] a necessidade e as formas de coleta e destino do lixo; reciclagem; os comportamentos responsáveis de “produção” e “destino” do lixo em casa, na escola e nos espaços de uso comum;
 - [...] principais atividades locais que provocam poluição (indústrias, mineração, postos de gasolina, curtumes, matadouros, criações, atividades agropecuárias, em especial as de uso intensivo de adubos químicos e agrotóxicos, etc.);
 - [...] necessidade e formas de uso de insumos agrícolas; cuidados com a saúde;
 - noções sobre procedimentos adequados com plantas e animais; [...] a necessidade e as principais formas de preservação, conservação, recuperação e reabilitação ambientais, de acordo com a realidade local;
 - alguns processos simples de reciclagem e reaproveitamento de materiais;
- (BRASIL, 1997b, p. 46).

Percebemos que o tema transversal “Meio Ambiente” no Ensino Fundamental tem por objetivo, conhecer e compreender as noções básicas acerca do Meio Ambiente, assim como a adoção de uma postura ética, socialmente e ambientalmente para com o meio ambiente dentro e fora da escola e compreender a necessidade de conhecer algumas técnicas de manejo e conservação de nossa biosfera. Nessa perspectiva, o documento salienta:

[...], a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade

socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global. (BRASIL, 1997b, p. 25).

Nesse sentido, Beane (2003) comenta algumas possibilidades para a integração do tema “Meio Ambiente”. Segundo o autor, os alunos poderiam realizar um levantamento na escola ou na comunidade acerca da percepção ambiental dos sujeitos, poderiam testar água ou solo, preparar apresentações sobre poluição dentre outras infinitudes de possibilidades.

Diante do exposto, buscamos discutir algumas articulações com o contexto socioambiental e a Educação Estatística a fim de mobilizar os níveis de letramento estatístico proposto por Shamos (1995).

1.5.1 Contexto socioambiental: perspectivas e ações

Diante das orientações trazidas pelos documentos orientativos e normativos, pelo livro didático adotado em sala de aula e pelas considerações dos pesquisadores da área da Educação Ambiental, apresentamos nossas atividades socioambientais, as quais articulamos com a mobilização do letramento estatístico. Sendo elas: “Coleta seletiva na escola”, “Horta vertical com garrafas PET” e “Piquenique sustentável”.

De acordo com Vilhena e Polite (2000), desde a Revolução Industrial, no século XIX, houve um aumento no consumo de recursos naturais, como consequência gerou-se mais resíduos em nossa sociedade. A produção de resíduos não deveria apresentar-se como uma problemática nos dias atuais, se a quantidade e a toxicidade não extrapolassem a capacidade de absorção pelos ambientes naturais. Esses problemas surgem quando há um desequilíbrio nessa relação.

Em ambientes urbanos, a maior problemática é o destino dos resíduos sólidos, considerando o tempo de decomposição. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2012), resíduos sólidos são definidos como:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2012, p. 11).

Silva, Leite e Aguiar (2007) afirmam que em cidades brasileiras observa-se um baixo investimento em saneamento básico, seja no abastecimento de água, na coleta regular de esgoto e resíduos sólidos, dentre outros. Nesse sentido, ainda é possível perceber que o destino adequado dos resíduos sólidos não acontece. Em muitas cidades estes são depositados em lixões, locais que contribuem para a proliferação de vetores, poluição do ar e dos lençóis freáticos.

Muitos são os programas que estão se mobilizando para contornar tal problemática, como o Plano Global de Ação para reconciliar o desenvolvimento com as preocupações ambientais - a Agenda 21 - ONU (1995). Esta destaca que o gerenciamento de resíduos sólidos em zonas urbanas deve abranger não só a coleta desses resíduos, mas um gerenciamento integral do ciclo de vida. O Governo Federal, por meio do Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 (BRASIL, 2006), instituiu a obrigatoriedade da separação dos resíduos recicláveis. Tal atitude, mesmo que tardia, foi uma das primeiras atitudes responsáveis por parte do governo.

Feitas tais considerações, abordamos, tendo como bases temáticas a reciclagem e a coleta seletiva de resíduos, nossa proposta intitulada: “Coleta Seletiva na escola”.

Existem duas formas de separar os resíduos. A primeira consiste em separar os resíduos secos (papeis, plásticos, vidros e alumínio) dos resíduos úmidos (restos de alimentos). A segunda, considerada a mais completa, consiste na segregação dos diversos tipos de resíduos, onde estes são colocados em recipientes pintados com sua cor específica, tais como: azul para papel, verde para vidro, amarelo para metal, vermelho para plástico e marrom para material orgânico (CEMPRE, 2014).

Assim, a proposta da Coleta Seletiva na escola tem como intuito integrar temas relacionados com EA e os conceitos estatísticos, mais especificamente, a mobilização do letramento estatístico. Uma vez que a Educação Estatística, assim como a Educação Ambiental têm como plano de fundo a problematização de contextos sociais, preparando o aluno para a participação ativa e crítica em sua realidade.

De acordo com Miranda et al. (2004) aprender a viver de forma sustentável significa:

[...] levar em consideração o mundo complexo de sistemas de vida existentes, as teias de vida presentes, os princípios da ecologia profunda, a mudança de objetos, para as relações, a matéria e forma, a educação para uma vida sustentável, as tecnologias e a aprendizagem de novas práticas para educação ambiental, - horta escolar, agricultura orgânica, senso de lugar, crescimento e desenvolvimento -, bem como a devida integração do currículo para se converter no eixo principal dos processos educativos ambientais rumo a uma melhor qualidade de vida basicamente social e comunitária (MIRANDA et al., 2004, p. 85).

Diante dessa perspectiva, nossa segunda proposta articulada com o contexto socioambiental é o desenvolvimento de uma horta vertical com garrafas PET. Segundo Miranda et al. (2004, p. 87), a implementação dessa atividade restabelece “a conexão das crianças com os fundamentos da vida” podendo experimentar, pesquisar e compreender o ciclo da natureza enquanto cuidam da horta. Percebemos que a fundamentação dessa ação está ligada com as temáticas do tema transversal “Meio Ambiente”.

A consciência da qualidade de vida para com o consumo sustentável de alimentos não é algo corriqueiro como mostram Miranda et al. (2004). Segundo os autores, a merenda escolar servida aos alunos não leva em conta os aspectos nutricionais dos estudantes da escola. As embalagens vazias não são devidamente colocadas nos coletores, o que gera uma contaminação ambiental desse material sem destino.

Sendo um fator ambientalmente e socialmente pertinente nos dias atuais, onde o consumo desenfreado do homem vem gerando inúmeros problemas no ambiente, nossa última proposta trata-se de um piquenique sustentável que foi realizado com o objetivo de discorrer acerca do consumo sustentável de alimentos, alimentação saudável e reciclagem.

Assim, buscamos com estas temáticas socioambientais trazidas pelos PCN's (BRASIL 1997b) e pelo livro didático, adotado pela turma investigada, mobilizar o letramento estatístico proposto por Shamos (1995), sob uma perspectiva de integração curricular como mostram os autores Beane (2003) e Lopes e Macedo (2011).

REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Aos estudantes, que têm o direito de educar-se matematicamente e estatisticamente. Lopes, Coutinho e Almouloud (2010).

Apresentamos nessa seção a constituição de nosso referencial teórico. A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) elenca as ideias como as de invariantes operatórios e conceito, os quais nos possibilitará compreender o desenvolvimento do letramento estatístico. A Teoria das Situações Didáticas (TSD) discorre acerca das situações adidáticas e meio adidático, a qual nos ajudou na elaboração e aplicação de nossa sequência didática, onde esta poderá permitir a autonomia dos alunos na construção de seus saberes. Por fim, apresentamos nosso referencial metodológico, a Engenharia Didática (ED), que nos orientará na elaboração, aplicação, desenvolvimento e análise da sequência didática.

2.1 Teoria do Campos Conceituais - TCC

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) é uma teoria cognitivista que nos permite estudar, por meio de um quadro teórico, os princípios que norteiam a compreensão no desenvolvimento e na aprendizagem das competências complexas do sujeito (VERGNAUD, 1996). A TCC torna-se útil nesse estudo, dado que possibilita entender o desenvolvimento cognitivo dos alunos, ou seja, como eles aprendem e operam o conhecimento em questão, quando estão inseridos em um ambiente de ensino. Vale destacar que essa característica não a faz uma teoria didática. Pois, por meio de experiências vividas, a aprendizagem acontece através de um processo de adaptação (VERGNAUD, 2009). O autor valoriza tais experiências quando comenta:

[...] os conhecimentos dos alunos são formados pelas situações com que eles se depararam e que progressivamente dominaram, nomeadamente pelas primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e aos procedimentos que se pretende ensinar-lhes (VERGNAUD, 1996, p. 171).

Percebemos que ao elucidar a forma como esses conhecimentos são formados, a definição de situação se faz necessária. Vergnaud (1996) denota a seguinte diferenciação de situações para um sujeito:

- 1- classes de situações para as quais o sujeito dispõe, no seu repertório, num dado momento do seu desenvolvimento, e em determinadas circunstâncias, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação;
- 2- classes de situações para as quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que obriga a um tempo de reflexão e de exploração, a hesitações, a tentativas abortadas, conduzindo-o, quer ao êxito, quer ao fracasso (VERGNAUD, 1996, p. 156).

Assim, acentuamos o destaque da experiência para a aprendizagem, visto que apenas por meio dela o sujeito desenvolverá as competências necessárias para mobilizar os esquemas, um dos princípios centrais da TCC. Vergnaud (2009, p. 21) define esquema como “uma organização invariante da atividade para uma classe de situações dadas”. Sendo constituído por quatro componentes:

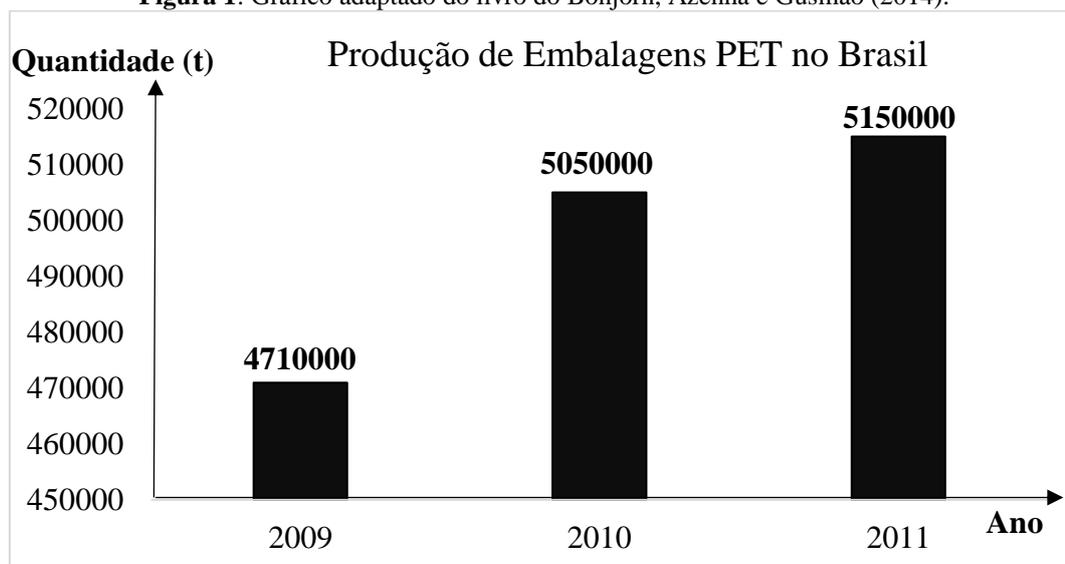
- Um objetivo, subobjetivos e antecipações.
- Regras em ação de tomada de informação e de controle
- Invariantes operatórios: conceitos em ação e teoremas-em-ação
- Possibilidade de inferências em situação. (VERGNAUD, 2009, p. 21).

Na tentativa de resolução de um problema, o aluno mobiliza esquemas que já foram utilizados por ele em outras situações, e que podem ser reutilizados em situações análogas. Tais esquemas o orientam durante a resolução do problema, o que pode levá-lo à mudança de estratégias. Por meio de esquemas, é possível reconhecer a forma invariante e operatória do conhecimento no decorrer da ação do sujeito, ou seja, os elementos cognitivos [conhecimentos-em-ação] que norteiam a ação do aluno durante o desenvolvimento da sequência.

Para um melhor entendimento dos princípios da TCC, tomemos um problema⁹ de interpretação de gráficos retirado e adaptado de uma bibliografia complementar usado pela turma analisada (Figura 1). Usamos esta bibliografia, pois a análise da bibliografia base adotada pela turma da pesquisa é discutida no 3.3.5. Dessa forma, julgamos ser pertinente trazer um problema da bibliografia complementar, tendo em vista que esta é também utilizada pela turma.

⁹ Problema adaptado da bibliografia complementar usado na sala investigada: BONJORNIO, J. R.; AZENHA, R.; GUSMÃO, T. **Novo Girassol Saberes e Fazeres do Campo**: Matemática 5º ano. São Paulo: FTD, 2014.

Figura 1: Gráfico adaptado do livro do Bonjorn, Azenha e Gusmão (2014).



Tomemos a seguinte questão como o problema a ser resolvido pelo aluno: “Qual foi a produção total de embalagens PET de 2009 a 2011 no Brasil, em toneladas, de acordo com o gráfico?”

Diante disso, cogitemos a possibilidade do sujeito apresentar o objetivo a ser atingido: “descobrir a produção total de embalagens PET de 2009 a 2011 no Brasil, em toneladas”. Caso esse objetivo seja atingido, segundo Curcio (1989), as habilidades estatísticas do aluno permeiam-se no segundo nível de compreensão gráfica, o que podemos afirmar, de acordo com Shamos (1995), que ele encontra-se no nível funcional do letramento estatístico.

Assim, para obter êxito em tal objetivo, o sujeito pode ancorar-se em outros subobjetivos, em que nos possibilita extrair algumas antecipações. Ou seja, um subobjetivo a ser mobilizado seria: “obter a frequência absoluta para cada ano, respectivamente”.

Segundo Vergnaud (2009), o objetivo é parte intencional em um esquema, sendo assim, não pode ser posposto. Devemos nos ater que o esquema é constituído pelas regras-em-ação do tipo “se... então...”, nas quais o indivíduo recolhe informações e controla o problema, assim, com base em seus conhecimentos em ação e objetivos, concebe uma sequência de ações.

Uma possível regra em ação seria os alunos verificarem que para atingir o objetivo precisaria juntar a produção de cada ano, isto é, efetuar a adição: $471000 + 505000 + 515000$. Em outras palavras, é compreender que, quando o enunciado questiona: “Qual a produção total de embalagens PET de 2009 a 2011?”, este está solicitando a soma total das frequências e não apenas do ano de 2009 e 2011. Vergnaud (2009) afirma que:

[...] essas regras são totalmente condicionadas pela representação do objetivo a ser atingido e pelas conceitualizações que permitem identificar os objetos presentes, suas propriedades e relações, as transformações ocorridas em função da conduta do sujeito (VERGNAUD, 2009, p. 22).

Outro componente referente à composição dos esquemas são os invariantes operatórios do sujeito em uma determinada classe de situações, chamados de conhecimentos em ação. Os invariantes operatórios são conceitos primordiais da TCC, pois por meio deles o sujeito extrai informações da situação em questão e estabelece os procedimentos, nos quais fará uso. Constituem-se em conceitos-em-ação e teoremas-em-ação. De acordo com Vergnaud (2009, p. 23) “um conceito-em-ação é um conceito pertinente na ação em situação. Um teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira na ação em situação.”. É importante salientar que tanto os conceitos-em-ação quanto os teoremas-em-ação não têm a necessidade de serem, respectivamente, conceitos e teoremas matemáticos.

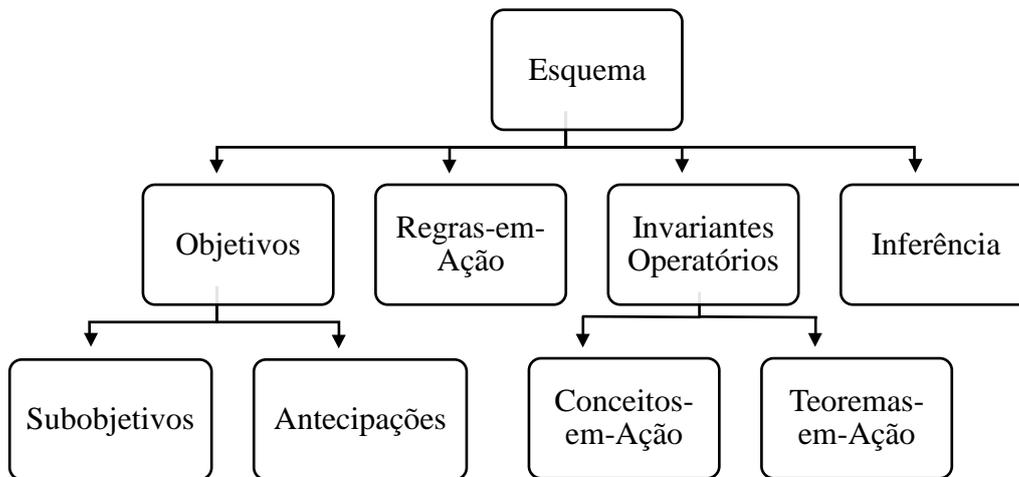
Voltando ao problema das garrafas PET, um exemplo de conceito-em-ação que pode ser utilizado pelos alunos seria: “o uso correto do algoritmo da adição”, que é ensinado na escola. Os conceitos-em-ação são elementos fundamentais para a composição das proposições, pois por meio deles, é possível diferenciar e interpretar objetos e informações, respectivamente. Em nosso exemplo, se faz pertinente que os alunos tenham conceitos de números e suas propriedades, operações aritméticas, frequências simples, agrupamento, relação entre conjuntos, entre outros, para assim, compreender e buscar solução para o problema.

Já um exemplo de teorema-em-ação seria: T_3 . *É possível denotar o total de observações dos elementos por meio da soma de todas as frequências.* Queremos a quantidade de produção total de embalagens PET de 2009 a 2011, para tanto, será necessário somar a frequência absoluta dos anos de 2009, 2010 e 2011.

Uma forma de analisar o desenvolvimento do letramento estatístico em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental é estudar os invariantes que os mesmos mobilizam ao resolver problemas que envolvam a temática. Assim, o quarto elemento que gera o esquema são as inferências, responsáveis pelas escolhas em função do objetivo a ser atingido e até mesmo pela redefinição de um novo encaminhamento. Elas estão em íntima ligação com as antecipações e as regras-em-ação.

Construímos a Figura 2, na qual é apresentado um mapa conceitual a partir das definições de esquema descrito por Gérard Vergnaud (1996).

Figura 2: Esboço da definição de esquema descrito por Gérard Vergnaud.



A Teoria dos Campos Conceituais enfatiza a importância dos alunos vivenciarem diversas situações, o que possibilitará a mobilização de esquemas. Nesta perspectiva, Vergnaud (2009) admite que um aluno, apenas conhecendo a definição, compreenderá o conceito. O autor define conceito (C), sendo este formado pela tríade {S, I, L}, ou seja, $C = \{S, I, L\}$, sendo S – o conjunto das situações, I - dos invariantes e L - das linguagens.

No que diz respeito à definição dos elementos da tríade {S, I, L}, já discorremos acerca do conjunto das **situações - S**, sendo este o que fornece sentido ao conceito, onde o aluno poderá vivenciar diversas situações, possibilitando-lhe a formação de novos conhecimentos.

Os **invariantes operatórios - I** (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação), também já definidos, são os responsáveis pela organização da atividade do sujeito. Ou seja, em cada situação, os sujeitos mobilizam invariantes operatórios, onde é possível organizar sua ação e alcançar seu objetivo.

O último elemento da tríade é o conjunto das **representações linguísticas e simbólicas - L**. Vergnaud (1996) salienta a importância da linguagem na

[...] ajuda à designação e, portanto à identificação dos invariantes: objetos, propriedades, relações, teoremas; ajuda ao raciocínio e à inferência; ajuda a antecipação dos efeitos e dos objetivos, à planificação e ao controle da ação. (VERGNAUD, 1996, p.180).

A linguagem tem sua devida importância, visto que possibilita aos alunos verbalizarem seus pensamentos, fato este que nos auxilia a entender algumas relações ligadas aos processos cognitivos. Assim, é necessário que o meio onde o aluno está inserido seja propício para que este expresse seus pensamentos.

Acreditamos que dividir os alunos em grupo durante as atividades seja um meio propício para que a interação com os demais alunos aconteça, evidenciando a socialização de ideias e tomadas de decisões. O aluno, em sua ação de escrita, ao realizar murmúrios durante a resolução dos problemas propostos, organiza seu pensamento para o desenvolvimento da escrita. Desse modo, são as formas de linguagens que irão possibilitar ao aluno expressar alguns indicadores dos níveis de letramento estatístico.

Diante de tais conceitos e afirmações, fica evidente que para analisar um esquema, é necessário levar em consideração os quatro constituintes do mesmo. Porém, durante o desenvolvimento da presente pesquisa, cingimo-nos apenas às análises dos invariantes operatórios, mais especificamente, aos teoremas-em-ação. Discorremos alguns possíveis teoremas-em-ação que poderão ser mobilizados pelos alunos no estudo do letramento estatístico no item 3.6.

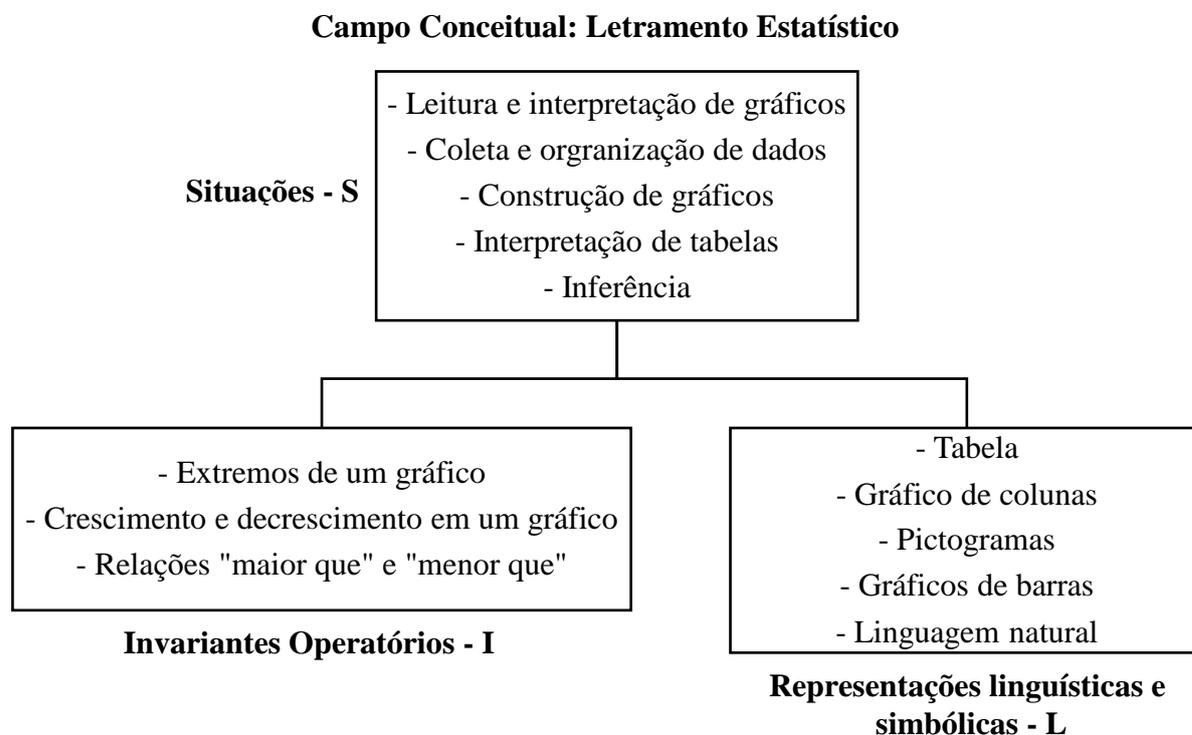
2.1.1 O letramento estatístico como campo conceitual

Sob o olhar da Teoria dos Campos Conceituais, a compreensão de um conceito só alcança êxito quando o sujeito vivencia diferentes situações, nas quais estão presentes as representações e os invariantes. É possível perceber, então, que há uma relação entre diferentes conceitos, situações, invariantes e representações. Nesse sentido, Vergnaud (2009) discorre a ideia de campo conceitual como sendo:

[...]o conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão; o conjunto de conceitos que contribuem com o domínio dessas situações. (VERGNAUD, 2009, p.29).

Nesse momento, relacionando a TCC com nosso objeto de estudo, o letramento estatístico, o tratamos como um campo conceitual e identificamos nele os elementos da tríade, conjunto de situações, invariantes operatórios e representações linguísticas e simbólicas. A seguir, com base no trabalho de Santos (2003), apresentamos nosso esquema representando a tríade $C = \{S, I, L\}$ relacionado ao nosso objeto de estudo.

Figura 3: Esboço do Campo Conceitual: Letramento Estatístico
Fonte: Adaptado de Santos (2003)



Articulado ao letramento estatístico, o conjunto de situações abrange: a leitura e interpretação de gráficos, situações em que o aluno coleta os dados, os organiza em tabelas, e posteriormente, constrói diferentes tipos de gráficos, usando, para isso, material manipulativo ou papel milimetrado a fim de realizar a inferência sob os dados coletados.

No conjunto dos invariantes: temos elementos como a localização dos extremos de um gráfico, o crescimento e decréscimo do mesmo, as relações "maior que" e "menor que" e parte/todo, ao calcular proporções das frequências absolutas.

Por fim, o conjunto de representações linguísticas e simbólicas é usado para pensar e falar sobre conceito em questão. Relacionando com o letramento estatístico temos as tabelas, gráfico de colunas, pictogramas¹⁰, gráficos de barras e linguagem natural.

Conforme Vergnaud (1990) apud Franchi (1999), havendo uma interligação entre os elementos da tríade, ocorre a formação de um conceito. Assim, na presente pesquisa, procuramos investigar essa interligação com relação à leitura e interpretação de gráficos, associados à definição de letramento estatístico adotada.

¹⁰ Modelo de representação gráfica, na qual usa desenhos para representar os dados relacionados à pesquisa (FOLLADOR, 2012).

2.2 Teoria das Situações Didáticas - TSD

A Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida pelo educador e matemático francês Guy Brousseau (1996, 2008), firma um contrato didático entre aluno e professor, onde o aluno é convidado a construir saberes inerentes a um conceito matemático e durante o processo, o papel do professor é de um mediador, isto é, não há interferência direta dele nessa construção.

Antes de tecermos algumas considerações e reflexões sobre a TSD, acreditamos ser pertinente definir alguns conceitos previamente.

Segundo Brousseau (1986), Comenius definia didática em sua obra *Didacta Magna*, como sendo “a arte de ensinar”. Na visão de Comenius seria um único método para todas as disciplinas. Já Brousseau (1986) define a Didática como uma relação específica entre o conteúdo de ensino e os métodos utilizados. Nesta perspectiva, o autor desenvolve a Teoria das Situações Didáticas para compreender as relações que circundam os alunos, o professor e o saber em sala de aula.

Para Brousseau (1996, p. 35), a Didática da Matemática “estuda as atividades didáticas, ou seja, as atividades que têm como objeto o ensino, evidentemente naquilo que elas têm de específico para a Matemática”. Dessa forma, para responder aos objetivos da presente investigação, apoiamos-nos nas concepções da Teoria das Situações Didáticas, proposta por Guy Brousseau (1996), pois esta possui uma diferenciação das demais teorias pedagógicas, pois contempla a especificidade do saber matemático (FREITAS, 2012, p. 77). Assim, consideramos que tal escolha seja condizente no que se refere aos nossos objetivos e à interpretação dos dados dessa pesquisa.

Diante dessa nova perspectiva, apoiado nos trabalhos de Piaget, Brousseau (1996) diferencia o trabalho do matemático, do aluno e do professor ao desenvolver um trabalho didático tendo como plano de fundo a problematização matemática.

Conforme Brousseau (1996, p. 37), o matemático é visto como produtor do saber, onde este “despersonaliza, destemporaliza e descontextualiza o máximo possível os seus resultados”. Para obter êxito na solução de seu problema, o matemático percorre por várias reflexões, sendo, muitas vezes, necessário refutar e até mesmo reformular suas concepções iniciais e, assim, organizar os resultados encontrados.

O trabalho do aluno, de acordo com o autor, não deve se prender a definições ou saber usar aquele ou este teorema quando lhe for conveniente, mas deve ser comparável a atividade

científica, isto é, é preciso que ele vivencie o caminho percorrido por um matemático de modo que “aja, formule, prove, construa modelos, linguagens, conceitos, teorias, os troque com outros, reconheça aqueles que não são conformes à cultura, retire desta aqueles que lhe são úteis, etc.” (BROUSSEAU, 1996, p. 38). Nessa vertente, fica claro, devido aos conhecimentos prévios de cada um, que os processos vivenciados pelo aluno serão diferentes ao do matemático além de ser preciso haver um certo equilíbrio no modelo de situação proposta pelo professor ao aluno.

Com o escopo de possibilitar a aprendizagem, o professor deve realizar o caminho inverso do trabalho do matemático. Assim, ele tem que contextualizar, personalizar e temporalizar o saber, de forma que os alunos possam interagir com o meio. Promovendo um meio propício onde este seja capaz de construir aquele conhecimento matemático, estabelecendo sempre que possível uma simulação de um ambiente científico, no qual o aluno possa ser estimulado a investigar e criar suas próprias hipóteses, refazendo, em parte, o caminho do cientista.

Continuando a tecer as considerações sobre a TSD, Freitas (2012) a define como um referencial que:

[...] por um lado, valoriza os conhecimentos mobilizados pelo aluno e seu envolvimento na construção do saber matemático e, por outro, valoriza o trabalho do professor, que consiste, fundamentalmente, em criar condições suficientes para que o aluno se aproprie de conteúdos matemáticos específicos (FREITAS, 2012, p. 78).

Neste momento, para uma melhor compreensão da TSD, dois termos fundamentais serão apresentados: as ideias de meio e situação.

Entendemos que o meio é formado, também, pelo conjunto de situações propostas pelo professor, isto é, “O meio é onde ocorrem as interações do sujeito, é o sistema antagonista no qual ele age” (FREITAS, 2012, p. 79). Brousseau (1996, p. 49) afirma que “o aluno aprende adaptando-se a um meio que é fator de contradições, de dificuldades, de desequilíbrios, [...]”. Dessa forma, a aprendizagem ocorre em meio a desequilíbrio no sistema didático (aluno, professor, saber) decorrente do meio. Tal mudança pode ser fruto de novos problemas, novas situações que requerem novos conhecimentos.

Já a situação, Brousseau (2008, p. 19) a denomina como sendo “o modelo de interação de um sujeito com um meio específico que determina um certo conhecimento, como o recurso de que o sujeito dispõe para alcançar ou conservar, nesse meio, um estado favorável”.

Vale ressaltar que há uma distinção entre situação utilizada na TCC, onde esta compete a uma tarefa ou atividade, e situação na TSD, pois esta refere-se às interações dos sujeitos realizadas no meio didático.

De posse dessas definições, é possível compreender o conceito de situação didática. Brousseau (1986, apud Freitas, 2012) a define como sendo:

Um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição (BROUSSEAU, 1986, p. 8, apud FREITAS, 2012, p. 80).

Dessa forma, tanto um professor que planeja sua aula de maneira axiomática, quanto aquele que valoriza o processo de construção dos conhecimentos dos alunos, ambos têm suas aulas consideradas como uma situação didática, pois nelas há intenção de ensino.

2.2.1 Situações Adidáticas

Brousseau (1996), dentre muitas de suas contribuições com o desenvolvimento da Teoria das Situações Didáticas, traz um conceito de grande importância para a aprendizagem dos alunos, na qual nomeia de situação adidática. Brousseau (2008) caracteriza situação adidática como sendo:

As concepções atuais do ensino exigirão do professor que provoque no aluno - por meio da seleção dos “problemas” que propõe - as adaptações desejadas. Tais problemas, escolhidos de modo que o estudante os possa aceitar, devem fazer, pela própria dinâmica, com que o aluno atue, fale, reflita e evolua. Do momento em que o aluno aceita o problema como seu até aquele em que produz a resposta, o professor se recusa a intervir como fornecedor dos conhecimentos que quer ver surgir. O aluno sabe que o problema foi escolhido para fazer com que ele adquira um conhecimento novo, mas precisa saber, também, que esse conhecimento é inteiramente justificado pela lógica interna da situação e que pode prescindir das razões didáticas para construí-lo. Não só pode como deve, pois não terá adquirido, de fato, esse saber até que o consiga usar fora do contexto de ensino e sem nenhuma indicação intencional. (BROUSSEAU, 2008, p. 34-35).

Percebemos nesta afirmação que o aluno tem um papel ativo no processo de sua aprendizagem, isto é, posiciona-se como um pequeno pesquisador frente à atividade que foi proposta pelo professor. Durante esse processo, para que o aluno vivencie a situação adidática, a devolução do problema proposto é fundamental. Segundo Freitas (2012, p. 85), “a devolução

de uma situação consiste no conjunto de condições que permitem que o aluno se aproprie da situação”, isto é,

A devolução, aqui, tem o significado de transferência de responsabilidade, uma atividade na qual o professor, além de comunicar o enunciado, procura agir de tal forma que o aluno aceite o desafio de resolvê-lo, como se o problema fosse seu e não somente porque o professor quer (FREITAS, 2012, p. 83).

Incumbido em propor um problema, seja ele um jogo ou até mesmo uma atividade que mobilize no aluno seu caráter investigativo, o professor, sabendo que a aprendizagem decorre de desequilíbrios cognitivos, cria um meio antagônico no qual seja possível o aluno estabelecer novamente o equilíbrio.

Assim, a principal característica da devolução, segundo Brousseau (2008), é o aceite do aluno, em tomar parte da responsabilidade da situação em que lhe foi proposta, buscando traçar solução para a mesma.

Desse modo, tendo acontecido a devolução, os alunos passam a relacionar-se com o meio, isto é, iniciam as situações adidáticas. Nesta perspectiva, para Brousseau (2008):

As relações de um aluno com o meio podem ser classificadas, no mínimo, em três grandes categorias:

- troca de informações não codificadas ou sem linguagem (ações e decisões);
- troca de informações codificadas em uma linguagem (mensagens);
- troca de opiniões (sentenças referentes a um conjunto de enunciados que exercem o papel de teoria) (BROUSSEAU, 2008, p. 27).

Durante o desenrolar de uma situação adidática os alunos devem percorrer três tipos de situações que a compõem: situação de ação, de formulação e de validação. É importante salientar que essas três categorias “são estritamente encaixadas umas nas outras, porque uma troca de juízo é uma troca de informações particulares, e esta é um tipo particular de ação e de decisão” (BROUSSEAU, 1996, p. 95). Entendemos aqui que tais situações estão relacionadas entre si, onde não há uma necessidade de que uma ordem seja seguida.

Na **situação adidática de ação**, o aluno busca soluções para o problema que lhe foi proposto. Porém, suas respostas são dadas possuindo uma característica empírica, ou seja, de uma maneira operacional. Estando ele inserido em um meio adidático, realiza ações mais experimentais e observadoras, na qual não há preocupação em elucidar ou fundamentar sua resposta.

Brousseau (2008) afirma que quando o aluno começa a justificar sua resposta, mesmo não havendo muito rigor matemático, isto é, de caráter mais teórico, constitui uma **situação adidática de formulação**. Nesse momento, o aluno desenvolve conjecturas que o possam auxiliar em sua resolução, e segundo o autor, ele deve comunicá-la para outro sujeito, seja ele real ou fictício (BROUSSEAU, 2008).

A **situação adidática de validação** possui uma abordagem mais científica, o aluno utiliza além dos mecanismos presentes no meio que está inserido esquemas de provas que possam verificar a validade de suas conjecturas iniciais. Segundo Freitas (2012, p. 98), “nessas situações, é preciso elaborar algum tipo de prova daquilo que já se afirmou, de outra forma, pela ação”.

Diante do exposto, podemos tecer algumas considerações sobre essa fase. Ao vivenciar uma situação adidática o aluno realiza descobertas que envolvem um saber matemático, e Freitas (2012, p. 86) afirma que “as situações adidáticas representam os momentos mais importantes da aprendizagem, pois o sucesso do aluno nelas significa que ele, por seu próprio mérito, conseguiu sintetizar algum conhecimento”.

Outro ponto importante diz respeito ao papel do professor durante as etapas da situação adidática. O fato do aluno ser ativo na construção do seu conhecimento não significa dizer que o professor encontra-se ausente durante esse processo. Pois, além de elaborar o meio adidático, bem como os problemas a serem propostos aos alunos, durante o processo de investigação destes, o professor atua como mediador, isto é, realiza indagações, sem envolver-se diretamente na construção do conhecimento, de forma a possibilitar que eles não desanimem e prossigam uma situação adidática.

No final dessa fase, “como a produção de conhecimentos [...] é ampla, faz-se necessária uma **fase de institucionalização** do saber, que deve ser conduzida pelo professor” (FREITAS, 2012, p. 93, grifo do autor).

Segundo Brousseau (2008):

A institucionalização acontece tanto em uma situação de ação – quando se reconhece o valor de um procedimento que se tornará um meio de referência – como em uma formulação. [...] Nas situações de prova também: deve-se identificar, dentre as propriedades encontradas, quais serão mantidas (BROUSSEAU, 2008, p. 102-103).

A fase de institucionalização não era considerada no modelo inicial da TSD, porém o autor verificou a importância de organizar os resultados que foram encontrados na situação adidática. Assim, a institucionalização é um momento que se explica o conhecimento em jogo

aos alunos, ou seja, sistematiza o que eles já realizaram e institucionaliza as novas regras. Esse passo é importante, para que eles percebam o que se engendrou com um novo saber. Nesse momento, estamos em uma situação didática, pois tanto o aluno quanto o professor são protagonistas nessa fase, fato este que a diferencia das demais.

2.3 Engenharia Didática - ED

Com a finalidade de descrever nosso desenho metodológico, utilizamos a Engenharia Didática (ED), descrita por Michèle Artigue (1996), como metodologia de pesquisa, a qual nos norteará na elaboração, aplicação e análise da sequência de atividades.

A ED se configura como uma técnica de organização dos procedimentos metodológicos executados durante a pesquisa, abrangendo tanto a dimensão teórica como experimental, isto é, segundo a autora, interliga as considerações teóricas ao desenvolvimento e análise da experimentação. Assim, esta metodologia caracteriza-se pelo “registro no qual se situa e pelos modos de validação que lhe são associados” (ARTIGUE, 1996, p. 196-197).

Nos anos 70, na França, surgiram muitas pesquisas sobre o processo de ensino de aprendizagem da Matemática. Tais pesquisas buscavam analisar a realização de sequências didáticas na sala de aula. As metodologias na época, oriundas da educação, não atendiam às especificidades do contexto matemático e às questões didáticas.

Mesmo não havendo uma metodologia de pesquisa que considerasse tais especificidades, as “experimentações” baseavam-se na perspectiva da construção do conhecimento como apresenta Brousseau (1986). Na década de 70, alguns trabalhos sobre a ED foram publicados e nos anos 80 esse estudo passou a ser sistematizado pelos pesquisadores Guy Brousseau, Yves Chevallard e Régine Douady.

No final da década de 80, Michèle Artigue publicou o artigo *Recherches em Didactiques de Mathématiques*¹¹ que sistematizou e possibilitou a disseminação dessa metodologia em outros países, não apenas na França.

A autora justifica o nome dado a essa metodologia ao comparar o trabalho do pesquisador com o trabalho de um engenheiro na elaboração de uma obra arquitetônica. No entanto, é preciso que tal obra seja compreendida em sua totalidade, ou seja, não se trata de uma metodologia fechada e mecanizada, visto que, segundo Artigue (1996), o pesquisador,

¹¹ Uma versão em português pode ser encontrada em Artigue (1996).

havendo necessidade durante a execução da ED, tem a autonomia em retomar às fases anteriores e refazê-las, tendo como plano de fundo o êxito em seus objetivos.

Desse modo, análogo ao processo explorado pelo engenheiro, o pesquisador, com base no método científico, arquiteta e executa sua sequência didática, fornecendo subsídios aos alunos para que experimentem diversas situações. Na presente pesquisa, faremos uso das situações didáticas como possibilidade de experimentação. Nesta perspectiva, podemos perceber que “a engenharia didática vista como metodologia de investigação, caracteriza-se antes de mais por um esquema experimental baseado em <<realizações didáticas>> na sala de aula, isto é, na concepção, na realização, na observação e na análise de sequências de ensino” (ARTIGUE, 1996, p. 196).

Bittar (2017) discorre que a escolha de um tema no qual verifica-se que aprendizagem não ocorre como desejado, deve apresentar-se como um ponto inicial de partida na elaboração de uma engenharia didática. Isto é, “trata-se então, de estudar condições que possam favorecer essa aprendizagem e é justamente para o estudo de condições que podem favorecer a aprendizagem que a engenharia didática aparece como ferramenta metodológica pertinente” (BITTAR, 2017, p. 104).

Ainda nesse sentido, Artigue (1996, p. 197) discorre que, entre outros objetivos, a ED pode ser utilizada em pesquisas que tenham como escopo a análise dos processos de aprendizagem de um dado conceito. Portanto, escolhemos esta metodologia, tendo em vista que o nosso objetivo geral é analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental.

2.3.1 Etapas da Engenharia Didática

A Engenharia Didática se constitui em quatro etapas: *i.* análises preliminares; *ii.* Concepção e análise *a priori*; *iii.* Experimentação; *iv.* Análise *a posteriori* e validação.

Conforme Pais (2001), nas análises preliminares elabora-se um quadro teórico-didático do objeto matemático em questão. Bittar (2017) comenta que esta etapa concede ao pesquisador aparatos para o desenvolvimento da sequência didática. Desta forma, de acordo com Artigue (1996), a fase de análise preliminar abrange:

[...] a análise epistemológica dos conteúdos visados pelo ensino; a análise do ensino habitual e dos seus efeitos; a análise das concepções dos alunos, das dificuldades e obstáculos que marcam a sua evolução; a análise do campo de constrangimentos no

qual virá a situar-se a realização didática efetiva; e, naturalmente, tendo em conta os objetivos específicos da investigação (ARTIGUE, 1996, p. 198).

Nesse olhar, realizamos um levantamento acerca dos aspectos históricos e epistemológicos da Educação Estatística e da Educação Ambiental, com o objetivo de entender como decorreu o seu desenvolvimento, assim como identificar as dificuldades presentes nesse caminho.

Fizemos um estudo bibliográfico sobre a temática de forma a colaborar com a constituição do quadro teórico-didático. Foram analisadas as orientações propostas sobre o conteúdo de Estatística nas séries iniciais em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a, 1997b), a e Base Nacional Comum Curricular - BNCC (2017).

Ainda nesta etapa, foi realizado um estudo dos assuntos de Estatística presentes nos livros didáticos do 1º, 2º, 3º, 4º e 5º anos do Ensino Fundamental, destacando as propostas de âmbito socioambiental. Buscamos, com base em Shamos (1995) e Gal (2002), estudar se as atividades que envolvem leitura e interpretação de gráficos possibilitam a mobilização do letramento estatístico, além de compreender se elas permitem mobilizar os níveis cultural, funcional e científico.

A segunda fase da Engenharia Didática é considerada, segundo Artigue (1996), a essência dessa metodologia, devido à sua importância na elaboração e desenvolvimento da sequência didática, tendo como base as variáveis de comando. Artigue (1996, p. 205) destaca que esta análise é “centrada nas características de uma situação didática que se pretendeu constituir e que se vai procurar devolver aos alunos”.

Conhecida como concepção e análise *a priori*, nessa etapa o “investigador toma a decisão de agir sobre um determinado número de variáveis do sistema não fixadas pelos constrangimentos: variáveis de comando, que ele supõe serem variáveis pertinentes para o problema estudado” (ARTIGUE, 1996, p. 202).

Essa fase é tecida em dois momentos distintos e complementares. Conforme Artigue (1996), um momento descritivo, onde o pesquisador, a partir da análise preliminar, retrata o desenho de suas escolhas na sequência didática, ou seja, as variáveis didáticas e as atividades que a compõe.

O outro momento é o preditivo, em que o pesquisador fará previsões das possíveis estratégias utilizadas e até mesmo prováveis dificuldades apresentadas pelos alunos no decorrer

das atividades. Bittar (2017) enfatiza a relevância dessa etapa, pois a partir dela, o pesquisador pode compreender o desenrolar da sequência, além de intervir se houver necessidade.

Dessa forma, segundo Artigue (1996), o objetivo dessa análise é a descrição das escolhas efetuadas, bem como as características das situações adidáticas, prevendo os comportamentos possíveis, buscando apresentar de que forma a análise realizada possibilitará controlá-los com o propósito de aplicação do conhecimento em questão.

Tendo como escopo analisar se ocorre o letramento estatístico em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental, se faz necessário, tendo como aporte a ED, além da elaboração do quadro teórico-didático de Estatística, a realização de um projeto piloto junto aos alunos do município de Humaitá - AM, considerando as especificidades de pesquisas em Educação Estatística, sob outras perspectivas.

Para tanto, desenvolveu-se um projeto piloto com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental no município de Humaitá - AM e um Programa de Atividade Curricular de Extensão¹² - PACE, com nove professores do referido ano de ensino do município supracitado, intitulado “Educação Estatística articulado ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica”. Os resultados dessas atividades, além da análise dos livros didáticos e documentos oficiais, nos auxiliaram na elaboração das escolhas das variáveis de comando, erros, estratégias e teoremas-em-ação mobilizados durante o desenvolvimento da sequência didática proposta. Tais resultados são descritos no capítulo III.

A terceira etapa da ED consiste na aplicação da sequência didática com os alunos, constituindo a fase da experimentação. Nessa etapa, Artigue (1996) afirma que o pesquisador poderá refletir se seus problemas estão ligados aos seus objetivos iniciais. Machado (2012) salienta que a experimentação de Artigue (1996):

É a fase da realização da engenharia com uma certa população de alunos. Ela se inicia no momento em que se dá o contato pesquisador/professor/observador (es) com a população de alunos, objeto da investigação. A experimentação supõe: a explicitação dos objetivos e condições de realização da pesquisa à população de alunos que participará da experimentação; o estabelecimento do contrato didático; aplicação dos instrumentos de pesquisa [...] (MACHADO, 2012, p. 244).

De acordo com nosso referencial metodológico, Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau (1996) - TSD, usamos como técnica de observação, uma observação não

¹²É uma categoria de projetos extensionistas oferecidos pela UFAM, onde é disponibilizado um valor monetário para seu desenvolvimento. Nesse projeto, os discentes participantes são creditados com 60 horas de atividades complementares.

participante, pois durante as situações adidáticas de ação, de formulação e de validação, o professor não interfere explicitamente na construção do conhecimento do aluno, ou seja, este é o protagonista da situação, e o professor atua como um mediador do processo. Nesse sentido, buscamos desenvolver no aluno uma posição de autonomia, caracterizando assim o que o autor chama de situação adidática. Somente na situação de institucionalização, fase caracterizada como uma situação didática, que as intervenções foram tomadas, com o objetivo de construir, junto com o saber do aluno, o conhecimento científico.

Durante o desenvolvimento das sequências, foram observados os comportamentos, a socialização, a fase de devolução, proposta por Brousseau (1996), os possíveis erros, as estratégias, os teoremas-em-ação, propostos por Vergnaud (1996), mobilizados no decorrer da sequência didática. Assim como, se a mudança das variáveis didáticas implica em alterações nas estratégias dos alunos.

A etapa análise *a posteriori* e validação “[...] se apoia no conjunto dos dados recolhidos aquando da experimentação: observações realizadas nas sessões de ensino, mas também produções dos alunos na sala de aula ou fora dela.” (ARTIGUE, 1996, p. 208).

Nessa etapa, de posse das hipóteses elaboradas na análise *a priori* com os dados da análise *a posteriori* foi realizado um confronto com esses resultados, determinando a validação da Engenharia Didática de Michèle Artigue (1996). Segundo a autora, nessa etapa deve-se tomar cuidado para que os confrontos dos resultados não apresentem distorções ao serem validados. Pois, tal validação “consiste em fundar-se implicitamente no princípio de que as diferenças mensuráveis constatadas estão ligadas às variáveis de comando com as quais se jogou para diferenciar salas de aula experimentais e salas de aula testemunhas” (ARTIGUE, 1996, p. 208).

Percebemos, com base na autora, que tal metodologia de pesquisa diverge de outras metodologias. Não queremos com esta afirmação enaltecer a ED em relação às outras técnicas metodológicas, mas sim, destacar suas particularidades e especificidades no que diz respeito aos seus objetivos, procedimentos e à validação, na qual seu processo é interno, e não utiliza técnicas estatísticas ou comparações com grupo de controle e grupo experimental, ou seja, é fundamentada no confronto entre a análise *a priori* e a análise *a posteriori*.

2.4 Relacionando a Teoria dos Campos Conceituais e Teoria das Situações Didáticas com o objeto de estudo

Expomos até o presente momento as escolhas de nossos referenciais teóricos e metodológicos que nos nortearam no planejamento, execução e análise de nossa investigação. Tendo como objeto de estudo a identificação dos níveis de letramento estatístico propostos por Shamos (1995), apoiamo-nos no estabelecimento de situações adidáticas tecidas em um meio adidático no qual possibilite aos estudantes construir esse conhecimento em questão. Contudo, a TSD não nos fornece aparatos que permitem compreender o processo cognitivo do aluno em questão.

Nesta perspectiva, adotamos a Teoria dos Campos Conceituais, por se tratar de uma teoria cognitivista de aprendizagem, na qual permite ao pesquisador reconhecer e analisar elementos cognitivos implícitos à ação do aluno. A Engenharia Didática, associada à TSD e à TCC, é uma escolha pertinente, pois nos permitiu colocar em prática tais estudos, de forma que buscamos meios para elaborar, estruturar e analisar situações adidáticas com o escopo da concretização da aprendizagem, como propõe Brousseau (1996).

CONSTITUIÇÃO DO QUADRO TEÓRICO-DIDÁTICO

“Não se conhece completamente uma ciência, a menos que se saiba sua história.”

Auguste Comte¹³

No presente capítulo, realizamos um estudo do desenvolvimento histórico da Estatística, aspectos matemáticos acerca do tema, análise dos livros didáticos do 1º, 2º, 3º, 4º anos e, principalmente, no livro do 5º ano, visto que este referido ano de escolaridade trata-se de nosso estudo central. Apresentamos também os resultados do projeto piloto, os quais contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa, possibilitando modelarmos teoremas-em-ação que podem ser mobilizados no decorrer da sequência didática, assim como as variáveis didáticas tomadas ao longo de sua elaboração.

3.1 Aspectos históricos

Neste primeiro tópico, expomos alguns elementos que abrangem o surgimento da Estatística como ciência, apresentando alguns acontecimentos, marcos teóricos e estudiosos que com base em seus trabalhos auxiliaram o desenvolvimento de tal ciência.

Conhecer a história de qualquer ramo do conhecimento não é uma tarefa fácil, este fato depende do conceito que damos a ele que espontaneamente evoluirá no decorrer do tempo. A história da Estatística é um exemplo disto, principalmente nos dias atuais, onde a palavra “estatística”, em termos de conceito, ainda, em muitos casos, elucida apenas a estatística descritiva (MEMÓRIA, 2004).

A origem etimológica da palavra nos apresenta um reflexo de nossa asserção. Usada para indicar a coleta e apresentar os dados que eram do interesse do Estado, a palavra vem do latim *status* (estado). Porém, atentar-se apenas à coleta e descrição desses dados pode nos deixar distantes da essência que esta ciência pode nos apresentar.

Ao olhar a história, percebemos que as informações acerca das finanças, fins militares e tributários foram de grande interesse do governo. Registros mostram que há mais de 2000

¹³ Do Cours de Philosophie Positive. Citação extraída do livro Histoire de la Démographie de Jacques et Michel Dupâquier – Paris: Librairie Academique Perrin, 1985. p. 17

anos a.C. Confúcio desenvolveu levantamentos estatísticos feitos na China. Pesquisas arqueológicas apresentam que o caráter estatístico era evidenciado nas sistematizações das informações no antigo Egito assim como nas civilizações pré-colombianas, como os incas e os maias.

Durante o império, depois da invasão da Inglaterra, no século XI, o rei ordenou que o inventário, *Doomsday Book*, realizasse um levantamento das propriedades conquistadas a fim de inteirar-se de suas riquezas.

Com o Renascimento, vieram as aplicações no setor da administração pública, e vale mencionar que a Igreja Católica Romana realizava os registros de batismos, casamentos e óbitos dessa época. Medeiros (2007) sistematizou tais acontecimentos históricos, dentre outros, e os denominou de Primeira Fase da Estatística.

Atribui-se a criação do vocábulo (“estatística”) a Gottfried Achenwall (1719-1772), professor da Universidade de Göttingen. Porém, referir a gênese da história da Estatística a esses fatos é não compreender seu significado real. Dessa forma, podemos afirmar que o desenvolvimento dessa ciência teve origem nas aplicações, pois esta possui um caráter interdisciplinar e daí a sua importância como ferramenta auxiliar em pesquisas científicas (MEMÓRIA, 2004).

As primeiras conclusões a partir de dados quantitativos foram realizadas no século XVII na Inglaterra por John Graunt (1620-1674). Por meio de análises, ele observou regularidade estatística em um grande número de dados e, assim, elaborou uma tábua de vida rudimentar, baseada apenas na sobrevivência nas idades de 6 a 76 anos (MEMÓRIA, 2004). Segundo Medeiros (2007), esses acontecimentos constituem-se como a Segunda Fase da Estatística.

A Estatística também auxiliou trabalhos do ramo da Astronomia. Entretanto, apenas no século XVIII alguns trabalhos como os de Pierre Simon, Marquês de Laplace (1749-1827) e Carl Friedrich Gauss (1777-1855) introduziram um tratamento que conduziu à curva de frequência dos erros acidentais.

De acordo com Memória (2004), Adolphe Quételet traz novamente a preocupação com o social oriundo da Escola de Aritmética Política ao representar a nova influência oriunda das ciências sociais (chamadas, na época, de “morais”), percebendo que a Estatística deveria ter como base as noções de probabilidade. Medeiros (2007), sistematizando esses fatos, chamou-os de Terceira Fase da Estatística.

Um dos marcos da história da Estatística é a Escola Biométrica, fundada na Inglaterra, entre 1890 e 1920 na qual tinha como representante principal Karl Pearson (1857-1936). A

escola trata-se de um período formativo da história da Estatística, pois houve a “predominância das técnicas de correlação e ajustamento de curvas, denotáveis resultados na descrição das grandes amostras” (MEMÓRIA, 2004, p. 26).

Memória (2004) discorre que durante a Fase de Experimentação, R. A. Fisher torna-se uma figura importante por criar métodos modernos da Análise e Delineamento de Experimentos. Um exemplo de suas repercussões é a Análise de Variância (Anova), um dos métodos estatísticos de maior visibilidade e singularidade em pesquisas científicas, dado a Fisher a patente de sua criação. Dessa forma, Medeiros (2007) denominou essa época de Quarta Fase da Estatística.

Na última fase, a Estatística deixou o seu caráter apenas descritivo e começou a preocupar-se com as interpretações e conclusões sobre o todo. Nesse sentido, Crespo (1995) discorre que “a Estatística é uma parte da Matemática Aplicada que fornece métodos para a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados e para a utilização dos mesmos na tomada de decisões” (CRESPO, 1995, p. 13).

Podemos entender os elementos que compõem a Estatística a partir de uma “Pirâmide da definição”, onde na base compreende-se a coleta dos dados, a outra parte dessa pirâmide é a organização destes, posteriormente a descrição dos mesmos, uma outra parte é a análise e o topo é a interpretação os dados. A “Pirâmide da definição” da Estatística nos revela que o topo constitui-se como a parte mais importante. Porém, comumente as pessoas limitam o termo “Estatística” apenas à estatística descritiva, não sabendo que o “[...] o aspecto essencial da Estatística é o de proporcionar métodos inferenciais, que permitam conclusões que transcendam os dados obtidos inicialmente” (CRESPO, 1995, p. 13).

Possuindo um caráter interdisciplinar, não nos restam dúvidas quanto “à sua fértil aplicação no campo educacional, como ferramenta para a formulação de planos, programas e projetos nos sistemas de ensino, bem como, no interior da própria escola” (BRASIL, 2007, p. 20).

Lopes e Meirelles (2005) discorrem que para compreendermos a Estatística hoje se faz necessário a retomada na era moderna da Estatística, compreendida entre 1900 e 1950. Com a virada do século, a estatística inferencial começou a ser constituída. Dessa forma, podemos entender a Estatística como “a arte e a ciência de coletar, analisar e fazer inferências a partir de dados” (LOPES; MEIRELLES, 2005, p. 3). Acreditamos, assim, ser crucial atentar-se para essas considerações históricas ao se pensar na inserção dessa ciência no contexto escolar a fim de não vê-la apenas como um aporte da Matemática ou ainda como uma ciência neutra.

3.2 Conceitos estatísticos como objeto matemático

Depois de um estudo acerca da evolução histórica da Estatística, nesse ponto apresentamos esta ciência como objeto matemático, ou seja, suas definições, conceitos e outras considerações que utilizamos durante a pesquisa.

A Estatística está voltada para o tratamento de fenômenos através de métodos científicos, visando a tomada de decisões, abarcando duas etapas: Estatística Descritiva e Estatística Indutiva ou Inferencial. A Estatística Descritiva busca coletar, criticar, apurar e expor os dados. Enquanto que na Estatística Indutiva procura-se realizar a análise e interpretação de um determinado fenômeno, com o objetivo de obter conclusões e desenvolver previsões (VIEIRA, 2012).

Em nossa pesquisa atentamo-nos à Estatística Descritiva, principalmente no que se refere à tabelas e gráficos, pois tais conteúdos são abordados no 5º ano do Ensino Fundamental, onde ambos consistem em formas de apresentação de dados estatísticos.

Vieira (2012) comenta que uma melhor forma de organizar os dados coletados pode ser feita por meio de tabelas, seguindo alguns critérios e normas pré-estabelecidas. Devendo conter um título, a parte que explica o assunto que é tratado na tabela. Os dados sistematizados e organizados em colunas (verticalmente) e linhas (horizontalmente) que se interceptam consititui-se o corpo da tabela, o ponto de intercepção é conhecido como célula (Figura 4).

Figura 4: Exemplo de tabela.

Fonte: Dante (2014e).

Cinco primeiros colocados

Nome do piloto	Tempo de prova	
Piloto A	1 h 32 min 54,359 s	5º
Piloto B	1 h 32 min 53,702 s	3º
Piloto C	1 h 32 min 53,366 s	2º
Piloto D	1 h 32 min 53,342 s	1º
Piloto E	1 h 32 min 54,010 s	4º

Atualmente, os gráficos constituem-se como uma forma de ilustração mais usual por nossa sociedade, pois ele facilita a leitura e compreensão dos dados em questão. Devendo apresentar título e escalas, onde estas redimensionam o tamanho do gráfico. As legendas devem ser explicativas e, preferencialmente, ficam do lado direito do gráfico, onde este deve ser numerado ao longo do texto (VIEIRA, 2012).

Os dados quantitativos são melhores apresentados em gráficos de colunas, podendo ser plotados em três dimensões. Em caso dos nomes das categorias serem extensos, utiliza-se a barra na posição horizontal, nesse caso os gráficos de colunas são denominados gráficos de barras ou gráficos de colunas (VIEIRA, 2012). Porém, havendo uma mudança na posição do eixo das categorias chamamos esse tipo de gráfico de gráficos de barras.

O exemplo de gráfico de coluna (Figura 5) apresenta a pontuação correspondente a 4 letras entre A e N com o intuito de registrar pontos obtidos em 7 rodadas. O gráfico de barras (Figura 6) mostra a pontuação das infrações de trânsito.

Figura 5: Exemplo de gráfico de colunas.
Fonte: Dante (2014e).

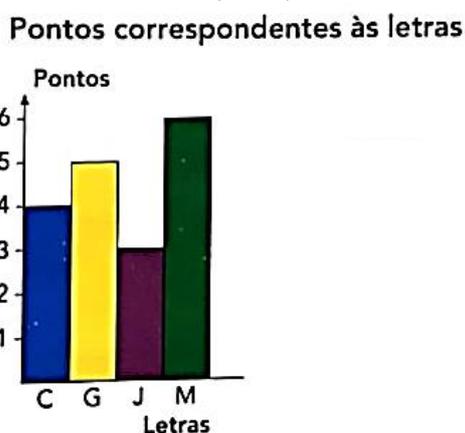


Figura 6: Exemplo de gráfico de barras.
Fonte: Dante (2014e).



Por possuir uma forma sugestiva e atraente, os pictogramas são os gráficos de maior aceitação pela sociedade, de acordo com Medeiros (2007). Pois, em sua representação encontram-se desenhos ou figuras em quantidades dos dados de cada variável (categoria). Tomemos um exemplo disposto no livro didático editado por Matricardi (2014), adotado como material de apoio pelos professores do 2º ano da escola da pesquisa, tendo em vista que os livros do 1º ao 5º ano da Coleção Ápis não exibe este modelo de gráfico.

A atividade propõe a medição de objetos com o auxílio das mãos. As medidas foram organizadas em um pictograma, mediante as figuras abaixo (Figura 7):

Figura 7: Modelo de pictograma.
Fonte: Matricardi (2014).



Podemos observar que as mãos representam uma unidade numérica, referindo-se às medidas de cada objeto. Posicionadas no gráfico, as mãos tornam-se um padrão de medida. Nessa perspectiva, “na confecção de gráficos pictóricos temos que utilizar muita criatividade, procurando obter uma otimização na união da arte com a técnica” (CRESPO, 1995, p. 49).

Em nossa pesquisa, destacamos os gráficos de barras, de coluna e pictograma, uma vez que estes tipos são orientações da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) e os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a). Destacamos que durante nossa análise, os livros didáticos da coleção Ápis não apresentam, do 1º ao 5º ano, gráficos de pictogramas, apenas gráficos de barras, colunas, setores e de segmentos, mesmo estes sendo orientações dos documentos orientativos e, por este motivo, buscamos elencar em nossa pesquisa.

3.3 Uma análise sobre os Livros Didáticos

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN' (BRASIL, 1997a), em meio ao ambiente de ensino e aprendizagem, o livro didático constitui-se como uma ferramenta complementar à prática docente do professor.

Megid Neto e Fracalanza (2003) discorrem que o professor utiliza o livro didático como material de apoio ao seu trabalho, na elaboração de metodologias, de atividades e exercícios como recurso para a sua prática escolar. Nesta perspectiva, a utilização das metodologias, por vezes pautadas em orientações do livro didático, interfere na aprendizagem do aluno (LIMA, 2015). Assim, acreditamos ser pertinente realizar uma análise das propostas, apresentação e aplicação dos conceitos estatísticos apresentados no livro didático adotado pela turma da pesquisa. Além desse nível de escolaridade, analisamos também os livros do 1º, 2º, 3º e 4º anos da mesma escola da pesquisa, com o objetivo de verificar os mesmos elementos da análise em séries anteriores. Os livros selecionados para a análise se encontram no quadro a seguir:

Quadro2: Livros didáticos analisados.

	Livro	Autor	Edição Editora Ano	Coleção
L1	Alfabetização Matemática - 1º ano	Luiz Roberto Dante	2ª. Ática. 2014	Ápis
L2	Alfabetização Matemática - 2º ano	Luiz Roberto Dante	2ª. Ática. 2014	Ápis
L3	Alfabetização Matemática - 3º ano	Luiz Roberto Dante	2ª. Ática. 2014	Ápis
L4	Alfabetização Matemática - 4º ano	Luiz Roberto Dante	2ª. Ática. 2014	Ápis
L5	Alfabetização Matemática - 5º ano	Luiz Roberto Dante	2ª. Ática. 2014	Ápis

A análise dos livros terá como base as adaptações das escolhas de Lima (2015), onde nela nos atemos a alguns elementos, sendo eles: a introdução e problematização do conteúdo, a organização dos conceitos estatísticos no decorrer do capítulo e as propostas metodológicas para trabalhar-se a Estatística no referido ano de escolaridade. Uma atenção maior será dada a tópicos que contém tabelas de entrada simples, gráficos de barras, colunas e pictogramas. Pois, estes fazem parte dos conceitos estatísticos adotados em nossa sequência didática.

3.3.1 Análise do L1

Ao analisarmos o livro didático “Alfabetização Matemática - 1º ano” observou-se que o autor apresenta atividades que envolvem o cotidiano do aluno como, visita ao parque, escolha da cor, fruta e livro preferido, jogo de pontuação utilizando palitinhos, jogo de gincana, preços de brinquedos e aferição do crescimento de plantas (altura em centímetros).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), é objetivo do primeiro ciclo para a Matemática identificar o uso das representações gráficas, bem como interpretar as informações, de modo a promover a comunicação dos dados coletados. Porém, nenhuma das doze situações que envolvem o uso de tratamento da informação propõe a etapa da coleta dos dados. Todas as atividades são propostas por pesquisas já realizadas pelo autor, isto é, o aluno é apenas o leitor dos dados. Segundo English (2005) e Lopes (2010), para obter melhores rendimentos é preciso que a criança vivencie as etapas de coleta, organização e apresentação em tabelas e gráficos, além da interpretação dos dados coletados. Em outras palavras, é necessário que ela seja produtora dos dados.

Dois tipos de gráficos são empregados nas atividades propostas pelo livro didático, entre eles, o gráfico de barras e de colunas, além do uso de tabelas simples. Com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), esse conceitos estatísticos são as orientações dadas a esse nível de escolaridade. Podemos observar também que as atividades mobilizam conceitos matemáticos, como pontos de máximo e mínimo, relação entre conjuntos, além do conceito estatístico de frequências simples.

Quanto ao nível de letramento estatístico, segundo Shamos (1995), apenas duas das doze atividades (16,7%) mobilizam o nível funcional do letramento, as demais mobilizam apenas o nível cultural.

Dentre as atividades propostas por Dante (2014a) envolvendo conceitos estatísticos, apenas uma (18,3%) articula-se ao contexto socioambiental. Ligada ao tema transversal “Meio Ambiente”, a proposta é realizada na aula de Ciências, onde os alunos aprenderam a plantar e os dados são estudados na aula de Matemática. Desse modo, eles utilizaram um gráfico de coluna para apresentar o crescimento de cada planta. O gráfico apresentado foi desenvolvido por um grupo composto por quatro alunos.

Os questionamentos referentes ao gráfico tinham como objetivo identificar: o aluno que tem a planta mais alta, mais baixa e com nove centímetros. Podemos perceber que nestes três questionamentos é necessário o conhecimento de conceitos prévios, como pontos de máximo e

mínimo, relação entre conjuntos e frequência absoluta, características do primeiro nível de letramento estatístico. É importante destacar que a análise foi realizada a partir do livro do manual do professor. Onde esta atividade é acompanhada por orientação e que norteia o professor a realizar questionamentos referentes ao segundo nível de letramento, dentre eles, “A planta mais alta tem quantos centímetros a mais do que a mais baixa?” (DANTE, 2014a, p. 201), como pode ser visto na figura abaixo (Figura 8):

Figura 8: Atividade socioambiental do L1 - crescimento de plantas.
Fonte: Dante (2014a).

13 MEDIDAS EM GRÁFICO

OS ALUNOS DO 1º ANO FIZERAM UMA EXPERIÊNCIA NA AULA DE CIÊNCIAS E APRENDERAM A PLANTAR.

PARA ACOMPANHAR O CRESCIMENTO DE CADA PLANTINHA, ELES USARAM UM GRÁFICO. VEJA COMO O GRUPO DE RENATO FEZ.

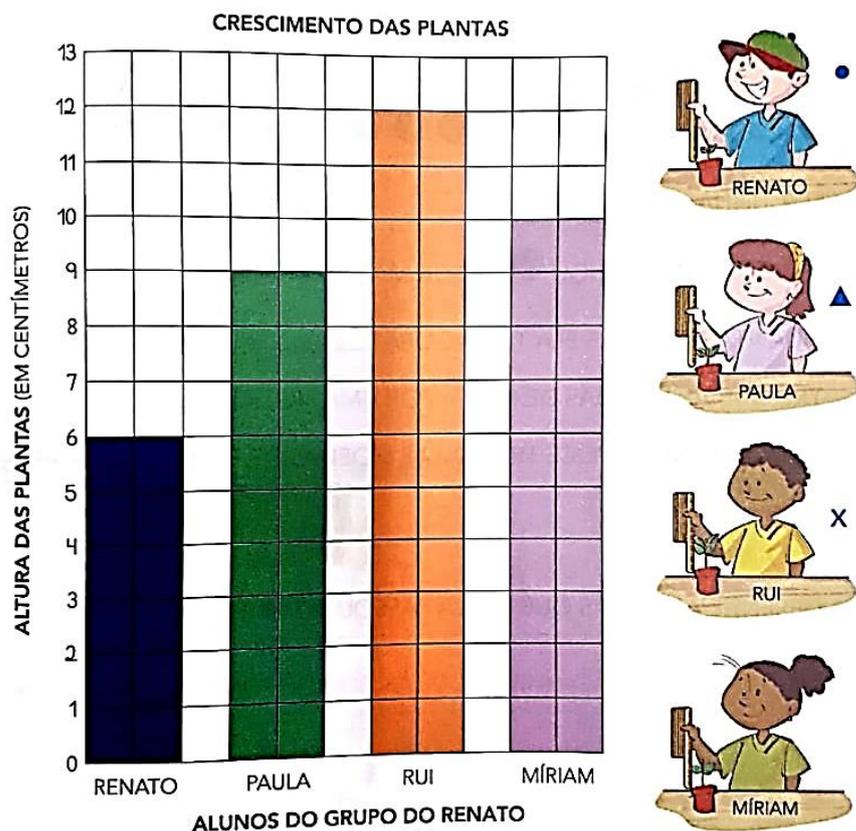


GRÁFICO ELABORADO PARA FINS PEDAGÓGICOS.

Faça e estimule os alunos a fazerem outras perguntas a partir do gráfico, para a classe responder. Por exemplo: “Quantos centímetros tem a planta de Míriam?”; “Qual planta é mais alta: a de Paula ou a de Míriam?”; “Qual planta tem exatamente 11 centímetros?”; “Quais plantas têm mais de 5 centímetros?”; “A planta mais alta tem quantos centímetros a mais do que a mais baixa?”

ANALISE O GRÁFICO. EM SEGUIDA:

- COLOQUE X NO ALUNO QUE TEM A PLANTA MAIS ALTA.
- COLOQUE ● NO ALUNO QUE TEM A PLANTA MAIS BAIXA.
- COLOQUE ▲ NO ALUNO QUE TEM A PLANTA DE 9 CENTÍMETROS.

3.3.2 Análise do L2

Ao analisarmos o livro didático “Alfabetização Matemática - 2º ano” observamos que o autor apresenta atividades que envolvem tabelas simples, gráficos de barras, de colunas e de setores com o cotidiano dos alunos, como doação de livros, idade das crianças, quantidade de animais no sítio, escolha da cor e suco preferido, ausência de alunos do 2º ano, coleta de materiais recicláveis e o meio de transporte utilizado por alunos para irem até a escola. Além de propor a construção de gráficos e tabelas acerca de pesquisas realizadas pelos alunos, como os temas: a brincadeira que adultos mais gostavam quando crianças, passeio escolar, onde os alunos escolheram de quatro sugestões de lugares, qual eles gostariam de ir e o dia da semana que caiu ou que cairá o aniversário dos alunos.

Dante (2014b) expõe 15 atividades envolvendo conceitos estatísticos e matemáticos, como frequência absoluta, pontos de máximo e mínimo, relação entre conjuntos e operações matemáticas básicas, respectivamente. Dentre as 15 propostas, 7 atividades podem mobilizar o primeiro e o segundo nível de letramento de Shamos (1995), 7 podem mobilizar apenas o primeiro nível, de acordo com os questionamentos que são feitos nelas e uma atividade que pode mobilizar o três níveis de letramento estatístico.

Diante do exposto, é possível perceber que há concordância com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a) quanto suas orientações e o que encontramos nas propostas do livro didático analisado, principalmente, no que diz respeito à aproximação do aluno na coleta de dados da pesquisa, ou seja, propor ao aluno a apresentação dos dados pelos quais ele fez parte desde a coleta.

Salientamos a única atividade que faz a articulação com o contexto socioambiental e conceitos estatísticos, sendo nosso objeto de análise neste momento.

A atividade inicia-se com três questionamentos: “O que é material reciclável?”, “Qual a vantagem de reciclar papel?”, “Existe um material que não pode ser reciclado?”.

Percebemos que o autor propõe uma busca de conhecimentos prévios acerca da temática com os alunos em uma tentativa de inseri-los na atividade proposta. Além de almejar identificar elementos sobre reciclagem, especificamente, do papel. De acordo com English (2005) e Lopes (2010), tal atividade poderia gerar mais discussões se os alunos realizassem a pesquisa, por exemplo, na escola onde eles estudam.

A atividade (Figura 9) apresenta 4 questionamentos, onde segundo Shamos (1995), fazem parte do primeiro e segundo nível de letramento, pois as respostas estão vinculadas a

dados explícitos, como identificação de pontos de máximo e mínimo, além de dados implícitos, como comparação de frequências presentes no gráfico. É proposta também uma discussão acerca do que está representado em cada eixo do gráfico, o que Garfield e Gal (1999) chamam de raciocínio sobre os dados.

Figura 9: Atividade socioambiental do L2 - reciclagem.

Fonte: Dante (2014b).

BATE-PAPO

O que é material reciclável?
Materiais que podem ser reaproveitados

Qual é a vantagem de reciclar papel?
Evitar o corte de muitas árvores

Existe material que não pode ser reciclado?
Sim, o lixo hospitalar, por exemplo

Trabalhadores fazem separação de material reciclável em empresa de São José dos Campos, SP, em 2014.



9 Os alunos da classe de Gino recolheram jornais durante a semana de coleta de material reciclável da escola.

Analise as informações e complete o gráfico.

- Terça-feira: o triplo da segunda-feira.

$$3 \times 20 = 60$$

- Quarta-feira: a metade da terça-feira.

$$60 \div 2 = 30$$

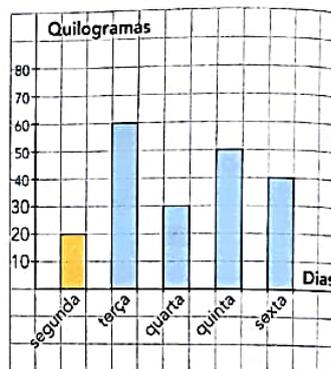
- Quinta-feira: 10 quilogramas a menos do que na terça-feira.

$$60 - 10 = 50$$

- Sexta-feira: 10 quilogramas a mais do que na quarta-feira.

$$30 + 10 = 40$$

Coleta de jornal



Converse com os colegas sobre o que está representado em cada eixo do gráfico.

Eixo horizontal: dias da semana;
eixo vertical: quantidade de quilogramas

10 Atividade em dupla

a) Analisem os dados do gráfico da atividade anterior e respondam:

- Em que dia se recolheu mais jornal? Terça-feira.
- Quantos quilogramas foram recolhidos na terça-feira e quarta-feira juntas?

90 quilogramas.

$$60 + 30 = 90$$

b) Formulem mais uma questão e passem para a classe responder.

Resposta pessoal. Por exemplo: Quantos quilogramas foram recolhidos no dia de menor arrecadação? (20 quilogramas na segunda-feira.)

3.3.3 Análise do L3

No L3 foram encontradas atividades que abordam sobre esporte, sabor de sorvete e programa de TV favorito, produção de resíduos sólidos urbanos, quantidade de alunos em uma turma do 3º ano, coleta de papel para reciclagem e o remanescente após o gasto de cada criança. São propostas nove atividades acerca do Tratamento da Informação, destas três atividades propõem a realização de uma pesquisa. Porém, ainda há uma predominância de pesquisas onde o aluno é somente o leitor dos dados. As atividades nesse ano de escolarização apresentam gráficos de setores e de barras, contudo, sete atividades apresentam apenas gráficos de coluna. Segundo Freitas (2005), o gráfico de setores é pouco usado pelos autores nos primeiros ciclos do Ensino Fundamental, por apresentar uma leitura horizontal dos dados.

No que diz respeito aos conceitos matemáticos e estatísticos são abordados os mesmos que foram apresentados nos dois últimos livros analisados. Entretanto, busca-se, com maior frequência, a relação entre conjuntos, apresentando problemas que visem a mobilização do segundo nível de letramento estatístico, tanto que nenhuma das atividades visa apenas o primeiro nível, todas buscam ir além dos dados explícitos ao gráfico.

Outra diferença que o livro “Alfabetização Matemática - 3º ano” traz é a integração curricular com o tema transversal “Meio Ambiente” como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997b) orientam. Das nove atividades, quatro refletem preocupações socioambientais, dentre elas destacamos uma abaixo (Figura 10).

Figura 10: Atividade socioambiental do L3 - coleta de papel para a reciclagem.
Fonte: Dante (2014c).

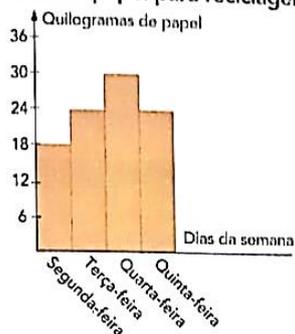
10 Gráfico e tabela

Na gincana da escola do Lurdes, uma das provas consistia em coletar papel para reciclagem. As equipes Joia e Fora foram as que mais arrecadaram nos quatro dias da gincana. Veja no gráfico e na tabela quanto arrecadou cada uma dessas equipes. Depois, responda.



Equipe Joia

Coleta de papel para reciclagem



Equipe Fora

Coleta de papel para reciclagem

Dias da semana	Quilogramas de papel
Segunda-feira	22
Terça-feira	23
Quarta-feira	13
Quinta-feira	31

Situações elaboradas para fins pedagógicos.

- Quantos quilogramas de papel a equipe Joia arrecadou na terça-feira?
- Em que dia a equipe Fera arrecadou 22 quilogramas?
- Na quinta-feira, qual das duas equipes arrecadou mais? Quantos quilogramas a mais?
- Qual equipe venceu essa prova da gincana?

18	22
24	23
30	13
24	31
96	89

VOCE SABIA OU... ... alguns tipos de vidro, metal, plástico e papel são considerados materiais recicláveis porque podem ser reaproveitados. A reciclagem do papel, por exemplo, evita o corte de muitas árvores e colabora para a preservação do meio ambiente.

Dante (2014c) exhibe uma atividade acerca da coleta de papel para a reciclagem já realizada. Duas equipes participaram da pesquisa, chamadas de Joia e Fera, onde os dados foram apresentados em forma de gráfico de barras (quilograma de papel x dia da semana) e em tabela simples, respectivamente. Além das comparações de categorias dentro da equipe, a atividade sugere a comparação entre equipes, buscando saber quem venceu a gincana.

São realizados quatro questionamentos que podem mobilizar o primeiro e o segundo nível de letramento estatístico propostos por Shamos (1995), como:

*Quantos quilogramas de papel a equipe Joia arrecadou na terça-feira?
Em que dia a equipe Fera arrecadou 22 quilogramas?
Na quinta-feira, qual das duas equipes arrecadou mais? Quantos quilogramas a mais?
Qual a equipe venceu essa prova da gincana?* (DANTEc, 2014, p. 105).

Percebemos que as duas primeiras questões podem mobilizar os dois níveis de letramento por se tratar de dados explícitos no gráfico. Os dois últimos questionamentos referem-se ao segundo nível de letramento estatístico, pois trata-se de dados implícitos na representação gráfica.

No final da atividade, o autor exalta a curiosidade ao informar que determinados tipos de vidro, papel, metal e plástico são compreendidos como materiais recicláveis devido ao fato de serem reaproveitados. Além de enfatizar que a reciclagem do papel pode colaborar para a redução dos altos índices de desmatamento e contribui para a preservação da natureza.

3.3.4 Análise do L4

Dos livros da coleção analisada, o livro “Alfabetização Matemática - 4º ano” constitui-se como o que mais apresenta atividades tanto que envolvem conceitos estatísticos quanto que se entrelaçam com as preocupações ambientais. De 22 propostas de atividades, 6 (27,3%) são articuladas com o contexto socioambiental. Além de possuir uma seção intitulada “Adeus, sujeira”, que destaca como os alunos, ao reduzirem, reutilizarem e reaproveitarem produtos, ajudam na conservação do meio ambiente e também enfatiza de que modo a Matemática pode estar relacionada a tal assunto.

Essa seção é dividida em 5 partes. A primeira é denominada “Quanto mais cedo, melhor!”. Nela, o autor abarca sobre os resíduos sólidos, os quais considera como um dos principais problemas a nível mundial, em razão do fato da possibilidade de provocarem impactos ambientais negativos e de oferecer riscos para a saúde pública, sendo necessária a sensibilização da população quanto à redução da produção de resíduos. E ainda, a sobra destes se constitui em fonte de renda para os coletores. Dessa forma, a coleta seletiva pode ser empregada, visando a separação dos resíduos em recipientes próprios.

Essa atividade é pautada em uma proposta de pesquisa, onde foi solicitado que cada aluno realizasse uma pesquisa com sua família em relação à produção de lixo seco (papel, plástico, metal, vidro, etc) durante uma semana. As quantidades diárias que eram descartadas foram anotadas em uma tabela de entrada simples. Percebe-se que essa proposta aproxima o aluno dos contextos sociais dos quais ele faz parte, além de proporcioná-lo a vivenciar as etapas constituintes de uma pesquisa, no que diz respeito à coleta, organização e apresentação dos dados.

O novo conceito estatístico é inserido nesse ano de escolaridade, que é a estimativa. Nessa atividade, os alunos são instigados a estimar o quanto de lixo seco será produzido em sua família, evidenciando a mobilização do terceiro nível de letramento estatístico (nível científico), o qual é a extrapolação dos dados.

A segunda parte apresenta como título: “Para grandes males, grandes remédios”. Neste tópico, o autor salienta a estimativa da produção de cada brasileiro, ou seja, 1,2 kg de lixo por dia. Com base nesse contexto passado, o autor faz um questionamento referente a uma estimativa para toda a população do Brasil. Também mostra o tempo de decomposição de alguns materiais geradores da degradação ambiental e a importância da reciclagem, visto que reduz a poluição do ar, da água e solo, incluindo a quantidade de resíduos em aterros sanitários, proporciona benefícios à saúde pública, a economia de energia e geração de empregos.

Uma outra atividade, intitulada “De grão em grão a galinha enche o papo”, é proposta pelo autor na terceira parte da seção. Dante (2014d) enuncia que a classe de Caio havia obtido lucro com a venda de lixo reciclável. Os alunos foram instigados a montar uma tabela que apresentasse a quantidade dos materiais arrecadados e valor de cada unidade. Em seguida, os alunos devem responder a três questionamentos, referentes a dados presentes na tabela, que podem mobilizar o segundo nível de letramento estatístico. Ao fim da atividade, o autor sugere que seja feita uma prática de campo na escola referente à coleta de jornal e latas de alumínio. Percebemos que apenas a coleta de dados é pedida nessa atividade, deixando de lado outras etapas de uma investigação que julgamos ser uma possibilidade para mobilizar os níveis de letramento estatístico.

Na quarta parte, o autor elenca alguns passos para a fabricação de papel reciclável. Na última parte, ele discorre acerca da importância da utilização dos três “R”s e finaliza orientando os alunos a praticarem a reciclagem com moradores do bairro.

Dentre as atividades apresentadas, julgamos ser propício nesse momento expor uma atividade com maior riqueza de detalhes (Figura 11). Nesta atividade, há registro, por meio de gráfico, da quantidade de resíduos recicláveis coletados no período de um mês em uma empresa.

Figura 11: Atividade socioambiental do L4 - quantidade de resíduos coletados.
Fonte: Dante (2014d).

11 Estatística

Adílson trabalha numa empresa de reciclagem. Ele registrou no gráfico abaixo a quantidade de lixo reciclável coletado durante um mês nessa empresa.

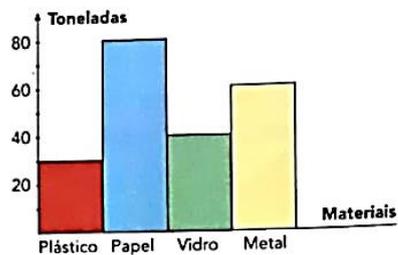


Gráfico elaborado para fins pedagógicos.



Usina de triagem e reciclagem de lixo. Rio de Janeiro, RJ. 2013

Quantidade de lixo reciclável coletada no mês				
Material	Plástico	Papel	Vidro	Metal
"Peso" (em toneladas)	30	80	40	60

- Responda no caderno:
 - Qual foi o material mais coletado? *Papel.*
 - Qual foi o material menos coletado? *Plástico.*
 - Quantas toneladas de vidro foram coletadas? *40 toneladas.*
 - Quantos quilogramas de plástico foram coletados? *30 000 quilogramas (30 toneladas).*
 - No total, foram coletadas mais ou menos do que 200 toneladas de lixo reciclável? *Mais do que 200 t (30 + 80 + 40 + 60 = 210 toneladas).*
- Agora, construa em seu caderno uma tabela com os dados do gráfico. ←



- O que significa lixo reciclável?
É o lixo que pode ser reaproveitado
- Na sua cidade é feita coleta de lixo reciclável?
Resposta pessoal
- Você já participou de alguma campanha de coleta de lixo reciclável?
Resposta pessoal
- Por que os recipientes para a coleta de lixo reciclável trazem sempre as mesmas cores?
Para facilitar a coleta



Latas de coleta seletiva de lixo

Quanto aos questionamentos que podem mobilizar os níveis de letramento estatístico, listamos abaixo as cinco indagações trazidas por Dante (2014d).

Qual foi o material mais coletado?
Qual foi o material menos coletado?
Quantas toneladas de vidro foram coletadas?
No total, foram coletadas mais ou menos do que 200 toneladas de lixo reciclável?
(DANTE, 2014d, p. 256).

Percebemos que as três primeiras questões referem-se ao primeiro nível de letramento, envolvendo conceitos de ponto de máximo, mínimo e frequência absoluta, respectivamente. A última indagação pode mobilizar o segundo nível, por se tratar de dados implícitos ao gráfico. Por fim, o autor propõe um bate-papo a ser realizado com os alunos acerca da coleta dos resíduos para serem reaproveitados.

3.3.5 Análise do L5

A partir desse ano de escolaridade, no Bloco Tratamento da Informação orientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), os conceitos envolvem elementos mais abstratos, deixando de serem visuais. Diferente dos outros livros da coleção Ápis, no livro “Alfabetização Matemática - 5º ano” uma única unidade é destinada a tratar apenas desses conceitos. Nela, o autor discorre acerca de tabelas, gráfico de barras, de setores e de segmento, sendo este um elemento gráfico novo nesse ano escolar. Percebemos que o autor não define os elementos citados anteriormente, apenas os apresenta em meio a situações-problemas e, a partir disso, realiza questionamentos, onde estes estão relacionados aos níveis de letramento.

Os objetivos dessa unidade são construir tabelas e gráficos por meio de pesquisas, onde os alunos são produtores e leitores dos dados; entender o conceito de média entre mais de dois números e apresentar soluções dos problemas que fazem uso de representações gráficas.

As pesquisas propostas tem como temas centrais aqueles que fazem parte do universo das crianças, como: “Animal doméstico favorito”, “Quantidade de filmes vistos nas férias” e “Time de futebol pelo qual torce”. São apresentados gráficos com a ideia de vendas diárias de CDs, a evolução da temperatura de uma cidade e número de meninas nas salas de aula.

Assim como as definições para as representações gráficas, o conceito de média não é elucidado, este é definido de forma a usar meios concretos, como livros, modelando ao aluno questionamentos, na perspectiva dele construir seu conhecimento acerca desse novo conceito.

Um outro fato interessante é que as atividades propostas podem mobilizar os três níveis de letramento estatístico, uma vez que os conceitos de estimativas, questionamentos com resposta de cunho pessoal e média são mais presentes nesse ano de escolaridade.

Apesar de termos uma unidade específica para o tratamento da informação podemos encontrar outras atividades ao longo do livro. No total, são apresentadas 25 propostas para se estudar conceitos estatísticos, como pontos de máximo e mínimo, frequência absoluta, média, estimativa e porcentagem. Apesar do aluno ser leitor dos dados em muitas atividades, o autor orienta para que estas sejam desenvolvidas em um meio no qual o aluno é produtor dos dados.

Diferente dos exemplares anteriores, o presente livro analisado traz em suas páginas apenas três articulações socioambientais com conceitos estatísticos. Destacamos, a seguir, uma para maiores análises (Figura 12).

Figura 12: Atividade socioambiental do L5 - Consumo de água.
Fonte: Dante (2014e).

4 Desafio

Danilo resolveu viajar de Cuiabá (MS) para Porto Seguro (BA). Durante os quatro dias que viajou, ele planejou gastar R\$ 20,00 por dia, em média, com alimentação. Os gastos dele foram: no 1º dia, R\$ 18,00, no 2º dia, R\$ 24,00 e no 3º dia, R\$ 17,00. Para não ultrapassar a média planejada, quanto ele pôde gastar no 4º dia?
R\$ 21,00 no máximo ($4 \times 20 = 80$; $18 + 24 + 17 = 59$; $80 - 59 = 21$; verificação: $18 + 24 + 17 + 21 = 80$ e $80 \div 4 = 20$).

- 5** Uma pesquisa sobre a cor favorita foi feita com 32 alunos da classe de Mauro. O resultado está registrado no gráfico de setores ao lado. Quantos votos teve cada cor?
Azul: 16 votos ($32 \div 2 = 16$); rosa: 8 votos ($32 \div 4 = 8$ ou $16 \div 2 = 8$); verde: 8 votos.

Cor favorita dos alunos



Gráfico elaborado para fins pedagógicos.

6 Atividade em grupo

A partir dos dados da conta de água de sua casa, Alex elaborou o gráfico de segmentos a seguir.

Consumo de água

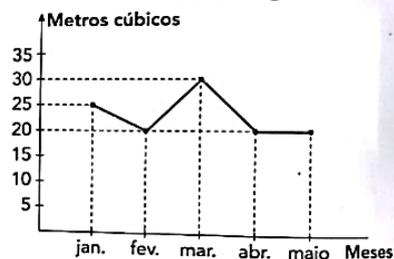


Gráfico elaborado para fins pedagógicos.

- Respondam oralmente: Comente que 1 metro cúbico corresponde à capacidade de um cubo com arestas de 1 metro.
 - O que está representado no eixo horizontal? *Os meses de janeiro até maio.*
 - O que está representado no eixo vertical? *O consumo de água em metros cúbicos.*
 - O que o gráfico está mostrando? *O consumo de água de uma casa, em metros cúbicos, nos meses de janeiro a maio.*
- Agora respondam no caderno:
 - Quantos metros cúbicos de água foram consumidos em março? *30 metros cúbicos.*
 - Quais os meses que tiveram consumos iguais? *Fevereiro, abril e maio.*
 - Em que mês o consumo foi menor do que 20 metros cúbicos? *Em nenhum.*
 - Qual foi a média mensal de consumo nesses cinco meses? *23 metros cúbicos ($25 + 20 + 30 + 20 + 20 = 115$; $115 \div 5 = 23$).*
 - De janeiro para fevereiro, o consumo aumentou ou diminuiu? Quanto? *Diminuiu, 5 metros cúbicos ($25 - 20 = 5$).*
- Finalmente, elaborem uma questão a partir do gráfico e respondam no caderno. Deem para outro grupo conferir. Vocês conferem a resposta do outro grupo.
Resposta pessoal. Por exemplo: Qual mês teve o maior consumo? Março.



A economia no consumo de água é fundamental para evitar a falta desse precioso recurso natural no futuro.

Faça um levantamento com os colegas de pelo menos três situações do dia a dia em que podemos economizar água.

Resposta pessoal. Por exemplo: no banho, ao lavar a louça, ao escovar os dentes, etc.

A atividade em grupo está voltada para a elaboração de gráficos de segmentos utilizando dados da conta de água da casa de um aluno. Antes dos questionamentos acerca dos níveis de letramento, três indagações são propostas oralmente para o aluno acerca do que é apresentado em cada eixo de coordenadas, bem como no gráfico em si.

No tocante aos níveis, podemos perceber que os três podem ser mobilizados, pois estabelecem relações com dados implícitos e explícitos, além do autor propor estimativas e questionamentos pessoais.

No final da atividade, Dante (2014e) discorre que é imprescindível economizar um de nossos recursos finitos e renováveis mais valiosos, que é a água. Finaliza propondo um levantamento acerca da economia de água.

3.4 Projeto piloto: uma constituição das análises *a priori*

Com o intuito de selecionar as variáveis didáticas, os erros, as estratégias e as dificuldades dos alunos, aplicamos um projeto piloto em uma sala do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal no município de Humaitá - AM, a fim de constituir a análise *a priori* de nossa metodologia. A escolha da escola e da sala se deu por meio de um sorteio prévio realizado pelo pesquisador.

Optamos por desenvolver esse projeto inicial, ao invés de relacionarmos resultados provenientes de pesquisas desenvolvidas em outras localidades e sob outras perspectivas, pois julgamos ser pertinente considerarmos a influência dos aspectos socioeconômicos e políticos dos sujeitos de pesquisa em questão. Além do fato de acreditarmos que estes fatores podem influenciar na mobilização dos níveis de letramento estatístico.

A sequência didática adotada no projeto piloto e na coleta de dados da pesquisa foram análogas. No entanto, vale destacar que a sequência didática da pesquisa sofreu leves alterações decorrentes das análises do projeto piloto, como pode ser verificado no item 4.2.

Após a escolha da escola e da sala de aula, uma reunião com o pesquisador, direção da escola, pais e responsáveis dos alunos foi agendada. Nela, foram discutidos os detalhes burocráticos, como a Autorização para uso de Som e Imagem (APÊNDICE A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE para menores de idade (APÊNDICE B).

A sequência didática fora elaborada sob a luz da TCC de Vergnaud (1996) e TSD de Brousseau (1996). Seguindo os passos da metodologia, ED de Artigue (1996), foram adotadas variáveis didáticas, erros, estratégias e dificuldades *a priori*. Porém, como não é nosso objetivo validar os resultados dessa etapa da pesquisa (projeto piloto), não os mencionamos. Tendo em vista que não foram as análises *a priori* do projeto piloto que serviram de base para a constituição dos elementos da análise *a priori* da pesquisa, e sim, os resultados encontrados nele.

No encontro zero¹⁴, exibimos um vídeo da Turma da Mônica: “Um plano para salvar o planeta”, com o propósito de sensibilizar os alunos para com as temáticas que foram abordadas. Após o vídeo, damos início à prática de sementeira da atividade “Horta vertical com garrafas PET”, a fim de garantir o tempo de germinação de cada cultura para a atividade subsequente.

No primeiro encontro, desenvolvemos a atividade “Coleta Seletiva na escola”, de modo que o aluno tivesse conhecimento em relação à separação correta dos resíduos sólidos em cinco coletores com cores específicas, contribuindo para a sensibilização dele quanto à redução e destinação adequada dos resíduos e, portanto, para a minimização de problemas de âmbito socioambiental. Através do “Caça ao Tesouro”, os grupos coletaram, separaram e colocaram os resíduos em seus respectivos coletores, isto é, realizaram a coleta de dados com o objetivo de construir gráficos de colunas (pictogramas) na “Tábua de Gráficos¹⁵” (Figura 13).

Figura 13: Coleta Seletiva do projeto piloto.



No segundo encontro, damos continuação à atividade “Horta vertical com garrafas PET”. Os alunos, por meio de uma contagem simples, aferiram a quantidade de cada cultura que haviam germinado e, em seguida, construíram tabelas e gráficos (cultura *versus* quantidade) com o uso do papel milimetrado (Figura 14).

¹⁴ A escolha desse nome está descrita no item 4.2.

¹⁵ Descrito no item 4.4.

Figura 14: Horta vertical com garrafas PET do projeto piloto.



No terceiro e último encontro, realizamos um piquenique sustentável com os alunos, onde levamos alguns alimentos (descritos no item 4.2), onde o aluno escolhia o que mais lhe agradava. Assim foi construída a tabela de entrada simples. Os gráficos elaborados nessa etapa da pesquisa referem-se a gráficos de barras (alimento *versus* quantidade), os quais foram construídos com o uso de papel milimetrado.

3.5 Variáveis Didáticas

Na segunda fase da Engenharia Didática, Artigue (1996) destaca que o pesquisador, com o intuito de alcançar seu objetivo, estabelece um certo número de variáveis de comando durante sua pesquisa. Bittar (2017) enfatiza que tais variáveis influenciam e implicam na estratégia utilizada pelos alunos durante o desenvolvimento das atividades. É importante destacar que as variáveis didáticas são elementos imprescindíveis para a elaboração da sequência didática, podendo ser macrodidáticas ou microdidáticas.

No presente trabalho, nos detemos às micro variáveis, pois estas estão relacionadas à organização local da ED, ou seja, à organização de um encontro de uma sessão ou de uma fase. A variação delas poderá influenciar no comportamento dos alunos frente a determinadas situações propostas no que se refere à organização do meio. Conforme Almouloud (2007, p. 36), as variáveis didáticas são “aquelas para as quais a mudança de valores provoca modificações nas estratégias ótimas, o que a torna um ponto importante no estudo de modelos de aprendizagem”.

Analisando o quadro teórico-didático, foi possível identificar, com base nos resultados do projeto piloto, que o meio (tábua de gráficos e papel milimetrado), onde os alunos construíram os gráficos, poderia apresentar-se como uma variável didática na construção dos

dados da pesquisa. Uma vez que no papel milimetrado era preciso estabelecer relação entre escala do eixo das ordenadas com o tamanho das colunas, nomear os eixos cartesianos e fornecer um título ao gráfico. Dessa forma, chamamos tal variável de **v₁: Meio onde o aluno constrói o gráfico**, constituindo-se como uma variável didática de nossa sequência didática.

Baseado na pesquisa de Janvier (1981), na qual analisou-se a importância dos elementos simbólicos na leitura e interpretação de gráficos por meio de um estudo com alunos de 11 a 15 anos, fora proposto aos estudantes interpretar diferentes tipos de gráficos representando diversas situações. O autor verificou que em vez dos alunos interpretarem o gráfico como um todo, em termos simbólicos, estes tomaram como base as suas respostas em parte da informação. Nessa perspectiva, Monteiro (1998) e Bittar e Freitas (2005) afirmam que, para uma mesma situação, as diversas formas de representação tornam-se essenciais para uma real construção do conceito. Com base nisso, fizemos uso de diferentes modelos de gráficos em nossa investigação, como: gráficos de barras, de coluna e pictogramas. Chamamos essa variável de **v₂: Tipo do gráfico**.

A partir da escolha dessas variáveis didáticas é possível analisarmos o desenvolvimento do letramento estatístico em diferentes situações no meio proposto. Pois, acreditamos que tais escolhas podem influenciar na determinação das estratégias a serem mobilizadas pelos alunos frente às situações propostas.

3.6 Uma síntese dos resultados do projeto piloto: os teoremas-em-ação

Conforme Vergnaud (2009, p. 23) “[...] em uma dada situação o sujeito dispõe de vários tipos de conhecimentos para identificar objetos e suas relações e definir, a partir disso, objetivos e regras de condutas pertinentes.”. Nesta perspectiva, entendemos que dado um teorema-em-ação, este pode possibilitar mudanças nas tomadas de decisão que o aluno realiza durante uma situação. É importante levar em conta a não aleatoriedade das estratégias mobilizadas, visto que estas estão relacionadas com situações anteriores e semelhantes, nas quais o aluno experimentou.

Assim, relacionamos as principais estratégias mobilizadas pelos alunos no projeto piloto (descritas no capítulo 5) ao construir, ler e interpretar gráficos estatísticos e as articulamos com os teoremas-em-ação que foram modelados a partir das análises do projeto piloto.

Tendo como plano de fundo a Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1996), modelamos seis possíveis teoremas-em-ação que podem ser mobilizados pelos alunos, quando

estes estão frente a problemas de leitura e interpretação gráfica. A modelagem desses teoremas nos auxiliaram no momento da análise dos níveis de letramento estatístico, assim como das dificuldades que os alunos apresentaram durante o desenvolvimento de nossa sequência didática. Apresentamos os teoremas-em-ação que modelamos:

T₁: Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer os extremos do gráfico.

Esse teorema-em-ação foi modelado em virtude da mobilização da estratégia **Est₃**¹⁶: *Relação entre conjuntos para localização dos extremos no gráfico* e a estratégia **Est₄**: *Comparação numérica para localização dos extremos no gráfico*, nas quais os alunos, por meio da relação de conjuntos, nos forneciam dados que estavam presentes explicitamente no gráfico. A relação era realizada fazendo uso da ordem de maior e menor, onde são evidenciados os pontos de máximo e mínimo do gráfico.

Vergnaud (2014, p. 132) destaca que “a relação ‘tem maior número de elementos que’ é uma relação de equivalência entre conjuntos”. Vale destacar que esse teorema é verdadeiro para gráficos de barras, colunas e pictogramas. Contudo, como as frequências do gráfico de setores são relativas, temos que este teorema torna-se ineficaz. É possível perceber que este teorema-em-ação está relacionado com o primeiro nível de letramento estatístico (nível cultural). Assim, modelamos o seguinte teorema, análogo ao **T₁**:

T₂: Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer dados implícitos do gráfico.

Tal teorema foi mobilizado em decorrência da mobilização das estratégias **Est₅**: *Cálculo mental, usando a operação da multiplicação*, **Est₆**: *Cálculo mental usando estruturas aditivas*, **Est₇**: *Fazer uso do algoritmo das operações básicas*, **Est₈**: *Fazer uso dos dedos para realizar as operações* e **Est₉**: *Fazer uso das figuras imantadas para realizar as operações*. Assim, operando estruturas aditivas por meio do uso do cálculo mental, dos dedos e do algoritmo, foi possível o aluno fornecer suas respostas.

Dessa forma, relacionamos a modelagem do **T₂** ao segundo nível de letramento estatístico (nível funcional). Vale ressaltar que, apesar deste teorema ser verdadeiro para gráficos de barras, colunas e pictogramas, este torna-se ineficaz ao gráfico de setores, onde são apresentadas somente as frequências absolutas.

Ainda para o segundo nível de letramento estatístico, outros três teoremas foram mobilizados, dentre eles:

¹⁶ As estratégias mencionadas no item 3.6 são detalhadas no capítulo 5.

T_{2.1}: É possível denotar o valor da frequência absoluta por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas.

Modelamos este teorema em virtude da verificação das **Est₄** e **Est₁₃**, em que os alunos evidenciavam dados implícitos no gráfico por meio da observação do valor correspondente da categoria no eixo das ordenadas. Tal teorema é verdadeiro para gráficos de barras, colunas e pictogramas, porém, não é para o gráfico de setores.

T_{2.2}: É possível denotar valor da frequência absoluta de uma categoria por meio da contagem de figuras imantadas dispostas no gráfico.

Os teoremas estão ligados às estratégias desenvolvidas pelos alunos e estas são tomadas com base na vivência destes (VERGNAUD, 1996). Assim, de acordo com a estratégia tomada pelo aluno, este teorema pode tornar-se irrelevante. Podemos exemplificar o caso em que o aluno realiza a contagem das figuras imantadas no gráfico de pictograma para determinar a quantidade de itens em uma categoria, sem considerar o eixo das ordenadas. Vale destacar que este teorema é verdadeiro apenas para gráficos de pictogramas.

Com relação ao terceiro nível de letramento (nível científico) foram modelados dois teoremas-em-ação. Porém, não foi possível mobilizar este nível no projeto piloto, por conta da amplitude do gráfico. Assim, pequenas modificações na atividade “Piquenique Sustentável” são descritos no item 4.2, assim como as análises prévias como erros, estratégias e dificuldades são descritas no capítulo 5.

Nessa perspectiva, modelamos estes dois teoremas com base nas análises do livro didático adotado pela turma. Tendo em vista que Dante (2014e) propõe atividades que mobilizam o terceiro nível de letramento, quando as articula com conceitos de estimativa. Nesse sentido, modelamos:

T₃: É possível denotar o total de observações dos elementos por meio da soma de todas as frequências. Modelamos este teorema em uma tentativa de observar se o aluno é capaz de perceber que os dados coletados em sala de aula não possuem um caráter generalizado. Porém, tal que este seja possível, acreditamos que o aluno deva conhecer o número da sua amostra e a população em questão, nesse caso o total de alunos da escola.

Vale destacar que o uso da estratégia **Est₁**: *Considerar a quantidade de figuras imantadas como contagem dos itens encontrados* e das estratégias já mencionadas, como as **Est₅**, **Est₆**, **Est₇**, **Est₈**, e **Est₉**, contribuíram para a modelagem deste teorema, no qual é

verdadeiro para todos os gráficos trabalhados, exceto para os gráficos de setores. Assim, modelamos:

T_{3.1}: Não é possível estimar, com os dados coletados, um valor que represente toda a escola. Tendo em vista que o terceiro nível está relacionado à extrapolação dos dados, modelamos este teorema com base nos livros didáticos e nas estratégias supracitadas com o objetivo de verificar o senso crítico da criança, dado que a criticidade frente aos dados é um elemento presente no terceiro nível de letramento estatístico.

TECENDO AS ESCOLHAS METODOLÓGICAS

*A educação é a grande colaboradora na formação de mentes críticas,
e o veículo de preparação do ser humano à cidadania real e atuante.
Mônica Christi.*

Apresentamos no capítulo 2 o nosso referencial metodológico, a Engenharia Didática (ED), a qual nos proporciona um quadro teórico para a elaboração, aplicação e análise de nossa sequência didática. Denotamos, nesse momento, as escolhas metodológicas que auxiliaram no delineamento da presente pesquisa, como os sujeitos e universo da pesquisa, a composição da sequência didática e a descrição do material manipulativo (Tábua de Gráfico).

4.1 Sujeitos e Universo da Pesquisa

Considerando que o objetivo da nossa pesquisa é *analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação do contexto socioambiental*, a presente investigação teve como cerne os alunos de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental da área urbana do município de Humaitá - AM. Para tanto, utilizou-se um recorte, onde os sujeitos de pesquisa foram cinco alunos da turma selecionada.

O município supracitado possui em sua área urbana sete escolas municipais, quatro escolas estaduais que ofertam o Ensino Fundamental público regular e uma de iniciativa privada. A escola da pesquisa foi previamente sorteada pelo pesquisador com o auxílio do software Excel versão 2016, e convidada a participar de forma anônima e voluntária da pesquisa.

A fim de manter sigilo da referida escola, usamos o codinome: “Escola Sustentável de Humaitá - AM¹⁷”, onde esta possuía duas turmas de 5º ano, sendo uma no período matutino e outra no vespertino. Definida a escola, usamos o critério anterior para escolha da turma na qual iríamos investigar, sendo definida a do período matutino. Tais escolhas são justificadas em uma tentativa de minimizar os possíveis vieses que poderiam apresentar-se durante a seleção da escola.

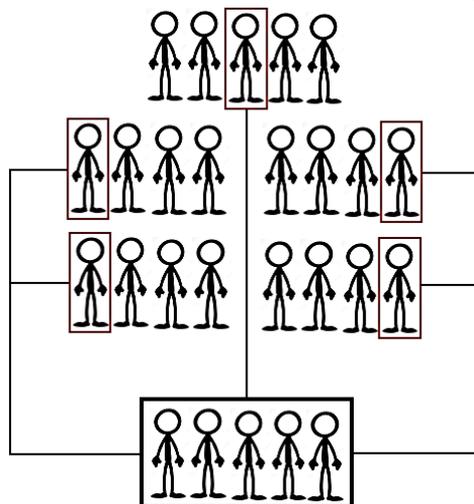
¹⁷ Em virtude da problemática ambiental discutida nas atividades de nossa sequência didática, optamos por esse codinome, porque acreditamos que a sustentabilidade é um dos principais meios para a preservação e conservação ambiental, visando as gerações atual e futura.

A turma em questão possuía vinte e um alunos entre dez e quinze anos, com média de onze anos. As meninas correspondiam a maior parte dos alunos, com 52,4%. Durante as atividades, os alunos foram divididos em cinco grupos: quatro com quatro alunos e um grupo com cinco alunos. É importante salientar que os alunos foram os que definiram os participantes dos grupos. A formação de grupos na sala de aula foi caracterizada acreditando que este caminho poderia possibilitar a socialização dos sujeitos de pesquisa, o que contribuiria para as fases da situação adidática.

Com os cinco grupos formados, um aluno de cada grupo foi selecionado por meio de um sorteio, no qual apenas os pesquisadores tinham conhecimento, de modo a compor os sujeitos de pesquisa. Estes alunos tinham entre dez e onze anos, com média de onze anos, sendo três meninas e dois meninos. Tal metodologia é sustentada pelo embasamento teórico referente à escolha do referencial metodológico utilizado na pesquisa, a Engenharia Didática. Pois, segundo Artigue (1996), a ED fundamenta-se em registro com poucos indivíduos, isto é, sua sustentação é específica, restrita ao cenário da experiência realizada.

Para um melhor entendimento, segue abaixo um esquema que sintetiza a escolha dos sujeitos da pesquisa (Figura 15). Com um intuito de manter sigilo quanto à escolha dos nomes dos alunos, usamos os codinomes¹⁸: Gauss, Pearson, Poisson, Newton e Fisher.

Figura 15: Esboço da constituição dos sujeitos de pesquisa.



¹⁸ Escolhemos esses codinomes em virtude de serem alguns importantes estatísticos que contribuíram para o aperfeiçoamento da Estatística.

A escolha do nível de escolaridade, e não por outro, deve-se à nossa inquietação quanto às dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio com relação aos conhecimentos estatísticos, como mostram as pesquisas de Andrade (2007) e Lopes (1998, 2003).

Dessa forma, buscamos mobilizar o letramento estatístico por meio da articulação do contexto socioambiental no último ano do Ensino Fundamental I com a investida em contribuir no desenvolvimento de habilidades referentes a conceitos estatísticos e, assim, possibilitar a minimização dos déficits encontrados em séries subsequentes. Vale salientar que os conteúdos propostos nas atividades, para este referido nível de escolaridade, estão de acordo com as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN's (BRASIL, 1997a), a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017a) e o livro didático adotado pela turma em questão.

É válido ressaltar que antes do contato com os alunos, alguns passos burocráticos foram tomados. O projeto passou pela aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos - CEP da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, gerando assim o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE com o seguinte registro: 88387418.9.0000.5020. Após a devida aprovação, a direção da escola e o professor responsável pela turma pesquisada foram devidamente esclarecidos quanto aos objetivos e atividades que viriam a ser desenvolvidas.

Uma reunião com os pais ou responsáveis pelos alunos foi agendada, na qual alguns pais compareceram. Aos demais, marcamos, com base em informações fornecidas pela escola, o dia e o horário para que a Autorização para Uso de Som e Imagem (APÊNDICE A) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para menor de idade (APÊNDICE B) fossem devidamente assinados de forma voluntária. Nenhum pai ou responsável se recusou a participar da pesquisa.

Em seguida, os alunos foram esclarecidos acerca do desenvolvimento das atividades que seriam realizadas, porém palavras como “pesquisa”, “análise”, “sujeitos de pesquisa” ou quaisquer outras que remetessem a ideia de “investigação” não foram mencionadas em sala de aula. Pois, tínhamos como objetivo criar um meio no qual os alunos pudessem sentir-se o mais à vontade possível, para tanto, foram realizados previamente três encontros antes do desenvolvimento da sequência didática, com o intuito de ganhar a confiança dos sujeitos de pesquisa. Não queríamos já no primeiro contato com os alunos desenvolver a sequência didática, de forma que os pequenos não se sentissem seguros com nossa presença em sala. Nesse sentido, optamos em estar com eles três aulas antes da experimentação ocorrer.

Realizamos quatro encontros, os quais os nomeamos de Encontro zero, Primeiro, Segundo e Terceiro encontro, sendo que cada encontro teve duração de 2h (horário de aula) distribuídos conforme a necessidade do pesquisador e permissão da escola e do professor responsável pela turma.

4.2 Sequência Didática

Conforme os resultados encontrados na análise preliminar da Engenharia Didática e o objetivo da pesquisa, elaboramos uma sequência didática com o intuito de possibilitar ao aluno experimentar diferentes situações de ensino como propõem Brousseau (1996) e Vergnaud (1996), com o objetivo de construir conceitos estatísticos de forma a identificarmos os níveis de letramento.

Nessa perspectiva, a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1996) elenca a constituição de um meio didático, no qual o aluno possa tornar-se um agente ativo, podendo construir seu conhecimento. Diante de nossos referenciais teóricos, a Educação Estatística busca educar/letrar cidadãos estatisticamente em uma sociedade cada dia mais imediatista e globalizada, onde diante das informações veiculadas na mídia é preciso tomar decisões com base nelas. Os PCN's (BRASIL, 1997a) discorrem que, atualmente, ser alfabetizado

[...] supõe saber ler e interpretar dados apresentados de maneira organizada e construir representações, para formular e resolver problemas que impliquem o recolhimento de dados e a análise de informações (BRASIL, 1997a, p. 84).

Com base nas análises dos documentos orientativos e normativos, podemos perceber que o bloco Tratamento da Informação (TI) pode ser integrado com maior potencialidade em projetos interdisciplinares, levando em conta o contexto no qual a escola está inserida. Assim, concordamos com Silva (2013, p. 42) que tais contextualizações não devem ser inseridas de maneira superficial, como apenas “calcular medidas de tendência central e dispersão da altura dos estudantes de determinada sala de aula ou desenhar gráficos de diversos tipos, a partir de dados de pesquisa feita com estudantes.” Diante de tais considerações, sugerimos o entendimento, a problematização e a proposta de soluções para contextos socioambientais, considerando a realidade escolar.

Desse modo, frente a esse desafio, que é educar a sociedade mediante os problemas ambientais, o tema “Meio Ambiente” é colocado como tema transversal pelos PCN's (BRASIL, 1997b). Ligados aos blocos de conhecimentos trazidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, desde o início do Ensino Fundamental, a articulação com contexto socioambiental

vem apresentando-se com uma ferramenta complementar do processo de ensino e aprendizagem. Assim, a sequência que apresentamos é inspirada nos princípios da TCC e TSD, articuladas com o contexto socioambiental. Diante do cenário apontado, nossa sequência didática possui 4 encontros, sendo que cada um visa mobilizar pelo menos um nível de letramento estatístico descrito por Shamos (1995).

Intitulamos o encontro zero com este nome, pois nele não evidenciamos problema de construção, leitura e interpretação gráfica. Neste encontro tivemos como objetivo promover uma sensibilização ambiental nos alunos, além de inseri-los na problematização proposta. Dessa forma, foi apresentado aos alunos um vídeo¹⁹ de animação de Maurício de Souza intitulado: “Um Plano para Salvar o Planeta (Especial de férias 2011) | Turma da Mônica”, onde os personagens para cuidar, preservar e conservar o meio ambiente utilizam a regra dos três “R” s: reduzir, reutilizar e reciclar.

Após a apresentação, com os alunos divididos em grupos, promovemos um debate sobre os aspectos destacados pelos estudantes durante a exposição do vídeo. Cada comentário dos sujeitos de pesquisa foi gravado e analisado posteriormente pelo pesquisador. Em seguida, solicitamos aos grupos que nomeassem seus respectivos grupos, os quais foram definidos como: “Os Super Recicláveis”, “Ajudar o Mundo”, “Ajudando o Meio Ambiente”, “Os Cuidadores do Mundo” e os “Super Reciclantes”.

Ao fim dessa dinâmica, propusemos a prática da sementeira, referente ao segundo encontro a ser desenvolvido com os alunos, a “Horta vertical com garrafas PET”. Optamos em realizar a sementeira no encontro zero com o escopo de garantir o tempo ideal de germinação para cada uma das culturas, as quais são descritas no segundo encontro.

No primeiro encontro foi proposta uma atividade de caça ao tesouro realizada pelos alunos com a temática “Coleta Seletiva na Escola”. Com base na Resolução nº 275/2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2001), na qual determina qual resíduo deverá ser destinado de acordo com a cor de seu coletor correspondente, elaboramos cinco pistas, referentes aos cinco coletores usuais: metal, papel, vidro, plástico e orgânico e as espalhamos pelo perímetro da escola.

Um grupo, de cada vez, saía da sala de aula para a caça ao tesouro e o restante dos grupos permaneciam na sala com o professor responsável. O tempo de cada grupo foi cronometrado com o objetivo de premiar o grupo que desvendasse as pistas, encontrasse os

¹⁹ YOUTUBE. **Um Plano para Salvar o Planeta (Especial de férias 2011) | Turma da Mônica**. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=L3zaoUaHJhQ&t=744s>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

resíduos, os colocassem em seus coletores respectivos e montasse o gráfico de colunas com os dados de sua coleta em menor tempo. No que se refere ao gráfico proposto, Bittar e Freitas (2005) afirmam que este é o mais corriqueiro nos primeiros passos da aprendizagem, sendo este muito explorado em jornais e revistas, além de ser de fácil interpretação e construção pelos alunos.

Os cinco gráficos plotados com o auxílio da “Tábua de Gráficos” consistiam no gráfico “resíduos *versus* quantidade”. Os questionamentos referentes a essa atividade visavam a mobilização dos níveis cultural e funcional do letramento estatístico descritos por Shamos (1995). No esboço de nossa sequência apresentamos os possíveis erros, estratégias e teoremas-em-ação que podem ser mobilizados durante essa atividade.

Os coletores usados para essa atividade foram confeccionados pelos alunos do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, durante as atividades do Programa Curricular de Extensão - PACE “Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica”. Foram usados 20 pneus doados por borracharias do município. Conforme pode ser observado na figura abaixo (Figura 16).

Figura 16: Coleta Seletiva da Escola da Pesquisa.



Durante o desenvolvimento do caça ao tesouro, na construção, leitura e interpretação gráfica, foram observadas, especialmente, duas fases da TSD: a fase de devolução do problema, na qual o professor assume o papel de mediador durante o processo, não intervindo de modo direto na construção do conhecimento dos alunos e a fase de institucionalização, onde o professor pesquisador apresenta a definição e diferenças dos conceitos estatísticos abordados nesta atividade e configura um novo status a situação vivenciada.

Vale ressaltar que os responsáveis pelos alunos foram esclarecidos de tais atividades, nas quais tomamos o máximo de cuidado e precaução durante seu desenvolvimento. Foram

disponibilizadas luvas de látex (luvas para proteção contra agentes químicos), aprovadas pelo Ministério do Trabalho - CA 37560, nas cores amarela e azul, para cada aluno utilizar durante a atividade “Coleta Seletiva na Escola”.

No segundo encontro, foi proposta a prática de campo nomeada “Horta vertical com garrafas PET”, construída pelos alunos do curso de Agronomia do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, durante as atividades do Programa Curricular de Extensão - PACE “Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica”. Foram utilizadas cem garrafas PET oriundas tanto do descarte do restaurante universitário da supracitada universidade, quanto das casas dos alunos envolvidos no PACE.

A organização da horta se deu em cinco blocos 4x5, em outras palavras, cada bloco continha 5 colunas, sendo que cada coluna era composta por quatro garrafas PET (Figura 17).

Figura 17: Horta Vertical com garrafas PET da escola da pesquisa.



Diferentemente do projeto piloto, foram semeadas duas culturas em cada uma das três covas presentes em cada garrafa, com o objetivo de aumentar a probabilidade de germinação, tendo em vista que no projeto piloto foi semeada apenas uma semente em cada cova, resultando em uma taxa de germinação abaixo do esperado. As culturas germinadas foram: tomate santa cruz kada (paulista), coentro verdão, berinjela preta comprida, couve manteiga da Gegorgia e alface simpson. A escolha por essas culturas se deve ao fato do tempo de germinação ser distinto para cada cultura, a fim de obtermos diferentes frequências absolutas. O tempo de germinação de cada uma delas, segundo Isla (2018) é de 5 a 14 dias, 7 a 21 dias, 7 a 14 dias, 5 a 10 dias e 4 a 7 dias, respectivamente.

A escolha do local ideal para fixação da horta vertical na escola da pesquisa foi realizada com base nas análises de radiação solar na horta do projeto piloto, na qual as culturas não se

desenvolveram por conta da demasiada exposição solar, o stress hídrico provocado nas culturas, bem como a profundidade da cova não estar nos padrões ideais para que a cultura se desenvolvesse.

Assim, definimos um local propício para implantação da horta vertical onde a primeira irrigação foi realizada pelos alunos de Agronomia participantes do PACE. Os mesmos estiveram conosco no primeiro dia e, antes da prática da sementeira, deram orientações quanto à profundidade da cova e à quantidade ideal de irrigação diária aos alunos e aos servidores da escola, os quais seriam os responsáveis pela manutenção da horta.

Após o tempo de germinação, os alunos, em grupos, verificaram por meio de contagem a quantidade de culturas germinadas e anotaram esses resultados em uma tabela de frequência absoluta. Presamos pela mudança nas duas variáveis didáticas modeladas, o meio onde foi construído o gráfico e o tipo de gráfico, o qual optamos pelo de colunas (cultura *versus* quantidade), com a utilização de papel milimetrado, régua e lápis de cor.

Os questionamentos referentes a essa prática visavam mobilizar os níveis cultural, funcional e científico do letramento estatístico, proposto por Shamos (1995). Erros, estratégias e teoremas-em-ação relacionados a essas atividades são descritos no esboço de nossa situação didática.

No terceiro encontro, foi proposta a realização de um piquenique sustentável com os alunos, dentro do ambiente escolar, com a finalidade de abordar assuntos, como consumo sustentável de alimentos, alimentação saudável e coleta seletiva dos resíduos pós piquenique.

Os alimentos levados ao piquenique foram orientados pelo enfermeiro pediátrico Caio Betuel Silvério Neres²⁰ - COREN ENF GO 327603, participante como colaborador externo²¹ do PACE “Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica”. Dentre os alimentos haviam:

- Suco de maracujá, pois é uma fruta que contém uma grande quantidade de antioxidantes e fibras e auxilia no combate de inflamações;
- Gelatina, por se tratar de alimento rico em colágeno e fonte de hidratação, auxiliando no fortalecimento das unhas e cabelos;

²⁰ Possui graduação em Enfermagem pela Faculdade Montes Belos (2011). Especialista em Enfermagem do Trabalho pela UNINTER (2013) e Enfermagem em UTI, em Neonatologia e em Pediatria pela PUC-GO (2015). Atualmente é docente do Centro Educacional Profissional Gênese, Preceptor de estágios do Centro Goiano de Ensino, Pesquisa e Pós-Graduação - CGESP, e enfermeiro pediátrico do Hospital Materno Infantil - IGH/HMI. Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase em Pediatria e Neonatologia.

²¹ Profissional que não possui vínculo com a UFAM.

- Iogurte de maracujá, pois é fonte de probióticos, de vitaminas (B2, B6 e B12) e minerais (sódio, potássio, magnésio, cálcio e fósforo) além de ser refrescante;

- Salada de frutas, pois auxiliam no combate aos radicais livres, são fontes de vitaminas A, C e E, além de ser uma opção de baixas calorias. Usamos em nossa salada as seguintes frutas: banana, melão, tangerina, maçã, uva e morango.

- Bolo de cenoura com cobertura de chocolate amargo (100% cacau). Usamos esse alimento por se tratar de uma forma amigável de ver os legumes, sendo que este legume (cenoura), em especial, é uma fonte de vitamina A, betacaroteno e antioxidante. O chocolate amargo melhora o metabolismo, diminui o apetite, aumenta a sensação de bem estar, além de ser rico em antioxidantes.

- Sanduíche natural, que continha os seguintes componentes: pão preto integral, o qual é uma fonte de energia e fonte de fibras; patê de sardinha, pois trata-se de uma fonte de vitamina D, ômega 3 e proteínas; cenoura, por ser uma fonte de vitamina A, fibras e antioxidantes; alface, pois é uma fonte de vitaminas A, C e K, fibras e auxilia na sensação de bem estar; e azeitona por se tratar de fonte de sais minerais (ferro, zinco, potássio, silício), vitaminas (A, B1, B2, C e E), além de ter ações anti-inflamatória e antioxidante.

Levamos tais diferentes tipos de alimentos para o piquenique, onde os sujeitos de pesquisa puderam escolher os que mais os atraíssem. Realizamos questionamentos referentes aos objetivos dessa atividade antes e durante a construção de uma tabela de frequência do número de ocorrências de cada alimento selecionado (Figura 18).

Figura 18: Piquenique da Escola da Pesquisa.



Dessa forma, com a utilização da “Tábua de Gráficos” os alunos construíram um gráfico de colunas (alimentos *versus* quantidade) com os dados de toda a turma e um gráfico de barras (alimentos *versus* quantidade) com a utilização de papel milimetrado, régua e lápis de cor, porém, com os dados de seu grupo. Buscamos nessa atividade desenvolver os três níveis, dando maior ênfase ao terceiro nível de letramento estatístico, por se tratar de uma atividade na qual o meio nos proporcionava tal atitude.

No final dessa atividade, discutimos com os alunos assuntos acerca do consumo sustentável e coleta seletiva, ou seja, qual destino iríamos dar aos resíduos do piquenique. Registramos suas respostas e apresentamos no capítulo seguinte.

Vale destacar que durante todas as atividades os alunos estavam dispostos em grupos. Entretanto, os questionamentos análogos referentes aos níveis de letramento estatístico foi direcionado ao aluno pesquisado quando ele não era o autor da resposta da pergunta feita ao grupo.

Desta forma, julgando ter levado em consideração os diferentes tipos de situações propostas por Vergnaud (1996) em sua Teoria dos Campos Conceituais e proporcionando um meio adidático de aprendizagem, segundo a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1996, 2008), apresentamos a seguir um esboço de nossa sequência didática.

4.3 Esboço da Sequência Didática

Conforme exposto acima, nossa sequência didática foi estruturada em 4 encontros, onde cada encontro, com exceção do encontro zero, tinha por finalidade mobilizar pelo menos um dos três níveis de letramento estatístico apresentados por Shamos (1995).

Durante o desenvolvimento de nossa sequência didática, o encontro zero teve como intuito a sensibilização ambiental por parte dos alunos e a aproximação destes para com a situação socioambiental que lhe seriam apresentadas.

A seguir, expomos as atividades e as três situações-problema que foram desenvolvidas pelos alunos, bem como o nível de letramento estatístico, o tipo de gráfico em questão, a estratégia utilizada, as variáveis didáticas de cada problema, os possíveis teoremas-em-ação, erros e dificuldades que poderiam ser mobilizados. Vale destacar que estes elementos que compõem cada encontro foram pensados a partir da análise do livro e dos resultados do projeto piloto executado previamente pelo pesquisador (Quadro 3).

Quadro 3: Composição da sequência didática

Encontro	Atividade	Tipo do Gráfico	Conceitos Matemáticos e Estatísticos envolvidos	V₁	V₂	Nível do Letramento	Problemas	Estratégias	Erros	Dificuldades
Primeiro Encontro	Coleta Seletiva na Escola	Pictograma	Cálculo Metal, Relação entre grupos, Frequência absoluta e Extremos de um gráfico.			N₁ e N₂	p₁, p₂ e p₃	Est₁, Est₂, Est₃, Est₄, Est₅, Est₆, Est₇, Est₈ e Est₉	E₁, E₂, E₃, E₄, E₅ e E₆	d₁, d₂ e d₃
Segundo Encontro	Horta vertical com garrafas PET	Gráfico de colunas	Cálculo Metal, Relação entre grupos, Frequência absoluta, Extremos de um gráfico e inferência	X	X	N₁, N₂ e N₃	p₄, p₅, p₆, p₇ e p₈	Est₅, Est₆, Est₇, Est₈, Est₉, Est_{10.1}, Est_{10.2}, Est_{11.1}, Est_{11.2}, Est_{11.3}, Est_{11.4}, Est₁₂ e Est₁₄	E₅, E₆, E₇, E₈ e E₉	d₁, d₂ e d₃
Terceiro Encontro	Pequinique Sustentável	Gráfico de barras e de pictogramas	Cálculo Metal, Relação entre grupos, Frequência absoluta, Extremos de um gráfico e inferência.	X	X	N₁, N₂ e N₃	p₉, p₁₀, p₁₁, p₁₂ e p₁₃	Est₅, Est₆, Est₇, Est₈, Est₉, Est_{10.1}, Est_{10.2}, Est_{11.1}, Est_{11.2}, Est_{11.3}, Est_{11.4}, Est₁₂, Est₁₄, Est₁₅, Est₁₆, Est₁₈ e Est₁₈	E₅, E₆, E₇, E₈ e E₉, E₁₀ e E₁₁	d₁, d₂ e d₃

V – Variável Didática; N – Nível de Letramento; p – Problema; Est - Estratégia; E – Erro e d – Dificuldade.

4.4 Descrição do Material Manipulativo

Durante o desenvolvimento de nossa sequência didática, utilizamos alguns materiais que nos serviram de apoio. Sendo que assumimos a responsabilidade de fornecer todos os materiais que subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa. Nesse olhar, Lopes (2010) enfatiza que o:

O ensino de Estatística e da Probabilidade deve ocorrer através de experimentação, observação, registros, coletas e análise de dados de modo interdisciplinar, podendo gerar aos estudantes possibilidades de desenvolver o sentido crítico, aspecto essencial ao exercício de uma cidadania crítica, responsável e participativa. (LOPES, 2010, p. 59).

Dessa forma, usamos a experimentação articulada com o contexto socioambiental como possibilidade de mobilização do letramento estatístico, atribuindo-os da seguinte forma: no encontro zero usamos um vídeo da Turma da Mônica, data show, notebook, câmera, gravador de áudio, caneta e papel A4.

No primeiro encontro, foi feito uso do material manipulativo que foi constituído e adaptado com base no trabalho de Caetano (2004), o qual constitui-se em um quadro branco de zinco (1,5m x 1,0m), fixado sob uma armação de madeira e revestido com adesivo branco, onde foram fixados os eixos cartesianos. O eixo das ordenadas foi graduado de 0 a 25 unidades e o eixo das abscissas com espaços para cinco categorias. Por se tratar de um material manipulativo no qual o aluno constrói gráficos, a autora chamou de “Tábua de Gráficos” (Figura 19).

Figura 19: Tábua de Gráficos.



Esta foi construída por alunos dos cursos de Licenciatura em Pedagogia e Ciências: Matemática e Física do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, durante as atividades do Programa Curricular de Extensão - PACE “Educação Estatística articulada ao contexto socioambiental: uma proposta reflexiva e metodológica”.

Para a construção dos gráficos na “Tábua de Gráficos”, o aluno teve à sua disposição etiquetas imantadas que representavam os dados em questão, sejam as quantidades de cada resíduo sólido ou até mesmo os alimentos degustados no piquenique. Esse material foi colocado no centro do quadro branco da sala de aula, de maneira a tornar visível a todos os alunos (Figura 19):

ANÁLISES A PRIORI E A POSTERIORI

“Um trabalho tem sentido para uma pessoa quando ela acha importante, útil e legítimo.” Edgar Morin

Abordamos neste capítulo acerca dos problemas que constituem os encontros de nossa sequência didática, a análise *a priori* destes, as possíveis estratégias, erros e dificuldades, modelados a partir do resultado do projeto piloto realizado, que podem ser mobilizados durante a execução da sequência didática. Em seguida, apresentamos, em caráter de síntese, a experimentação ocorrida em cada encontro, bem como, algumas considerações quanto às análises *a posteriori*.

Conforme já mencionado, os 21 alunos foram organizados em 5 grupos, sendo 4 grupos com 4 alunos e um grupo com 5 alunos. Para o momento das análises, estes foram nomeados de acordo com os nomes escolhidos pelos integrantes dos grupos, a saber: “Os Super Recicláveis”, “Ajudar o Mundo”, “Ajudando o Meio Ambiente”, “Os Cuidadores do Mundo” e os “Super Reciclantes”.

Um aluno de cada grupo fora sorteado e constituiu-se, assim, os sujeitos da pesquisa. Cada qual recebeu um codinome relacionado com os nomes de importantes estatísticos, dentre eles: Gauss, Pearson, Poisson, Newton e Fisher.

Desse modo, o aluno do grupo “Os super Recicláveis” fora nomeado de Gauss, do grupo “Ajudar o Mundo” de Pearson, do grupo “Ajudando o Meio Ambiente” de Poisson, do grupo “Os Cuidadores do Mundo” de Newton e do grupo “Super Reciclantes” de Fisher.

5.1 Encontro zero

Neste encontro, exibimos o vídeo da Turma da Mônica “Um plano para salvar o planeta” e realizamos o início da prática “Horta vertical com garrafas PET”, por meio da semeadura das cinco culturas anteriormente citadas.

Após a exposição do vídeo, fizemos um questionamento aos grupos: “O que podemos fazer para ajudar o Meio Ambiente?”. Direcionamos tal pergunta com o propósito de o aluno

(sujeito da pesquisa) refletir sobre a relação entre o que ele observou no vídeo e sua realidade, de forma a propor medidas para minimizar os problemas ambientais atuais.

Com base nisso, os alunos Gauss, Pearson, Poisson, Newton e Fisher responderam da seguinte forma, respectivamente:

“Falar pra não jogar óleo no ralo da pia para minha mãe, porque ela faz isso”.

“Falar pra todos sobre a morte dos animais”.

“Falar pra todos não jogar lixo nas ruas e nos rios”.

“Parar com os incêndios nas estradas”.

“Não jogar lixo no mar”.

Antes da ida à escola, desenvolvemos uma pesquisa na turma analisada, visando compreender a relação do aluno com a natureza por meio de desenhos infantis. Para tanto, utilizamos as categorias referentes às concepções de Meio Ambiente na Educação Ambiental (SAUVÉ, 1997), dentre elas: Como Natureza, Como Recurso, Como Problema, Como Lugar para Viver, Como Biosfera e Como Projeto Comunitário. Tendo em vista que a percepção ambiental é um pressuposto da Educação Ambiental. Assim, conhecer, previamente, como o aluno concebe o Meio Ambiente em que vive, tornou-se imprescindível nesta etapa da pesquisa.

Os resultados dessa pesquisa apresentaram que 38% das crianças enxergam o Meio Ambiente como problema, o que indica que a degradação ambiental é perceptível mediante a vivência do aluno, impulsionando a sensibilização ambiental por parte dele. Nesta perspectiva, Telles e Silva (2012) elencam que dadas as experiências vividas pelo sujeito, estas servirão de base para a constituição do modo com este enxerga o meio que vive, visto que, segundo Machado (1996), “a superfície da Terra é elaborada para cada pessoa pela refração por meio de lentes culturais e pessoais, de costumes e fantasias”.

Esse resultado é evidenciado nas assertivas dos alunos quando estes mencionam acerca da problemática que os cercavam, como o descarte incorreto do óleo, disposição inadequada de resíduos sólidos, queimadas florestais, morte de animais e poluição hídrica. Quanto a este último impacto ambiental, percebemos que não faz parte da realidade local do aluno. Segundo o estudo prévio realizado, percebemos a influência da mídia nos desenhos infantis dos estudantes. No tocante ao comentário do aluno Fisher, podemos associá-lo tanto a essa influência da mídia, no que diz respeito à degradação ambiental, quanto às cenas do vídeo que ali foram apresentadas. Ao passo que o vídeo exibia cenas que mostravam a poluição hídrica. Desta forma, executamos um novo questionamento ao aluno Fisher:

Pesquisador: Por que “não jogar lixo no mar”, sendo que em nossa cidade não há mar?

Aluno Fisher: Porque o mar tem no mundo.

É possível perceber que a preocupação deste aluno é abrangente, transpassando os limites territoriais de sua localidade. Neste sentido, Carvalho (2003) acredita que os problemas ambientais também podem apresentar um caráter característico do modelo globalizado. De acordo com Santos (2011), as questões ambientais estabelecem uma compreensão completa dos recursos da biosfera em uma dimensão socioambiental, não apenas no âmbito naturalista ou conservacionista. Em outras palavras, o contexto socioambiental promove uma maior articulação entre a relação do homem com o meio ambiente.

Dessa forma, notamos que o vídeo apresentado pode tornar-se um meio de promover a sensibilização ambiental, uma vez que os sentimentos de empatia e altruísmo são evindenciados nas falas das crianças quando estas mencionam os impactos ambientais que as cercam, tanto em sua localidade, quanto em outras regiões do mundo.

Quanto ao início da prática da sementeira referente à atividade “Horta vertical com garrafas PET”, alguns questionamentos foram feitos durante a primeira etapa dessa atividade. Porém, acreditamos ser mais didático apresentá-los no item em que se encontra a descrição desta atividade.

5.2 Primeiro Encontro

Este encontro é constituído por três problemas, um sobre a construção do gráfico e dois quanto ao nível de letramento estatístico.

5.2.1 Análise *a priori* do primeiro problema

Inicialmente, no primeiro encontro foi definido o seguinte problema:

p1: *Desvendem as pistas e encontrem os resíduos sólidos correspondentes. Com base na quantidade encontrada de cada resíduo e utilizando figuras imantadas, construam um gráfico (pictograma) na “Tábua de Gráficos” e façam a separação adequada, colocando os resíduos em seus respectivos coletores.*

Neste problema de construção gráfica, relacionamos a atividade “Coleta Seletiva” com a brincadeira do caça ao tesouro, pois acreditamos que, por se tratar de uma brincadeira do

cotidiano dos alunos, seria possível desenvolver a socialização destes e a devolução proposta por Brousseau (1996), onde nesta o aluno busca estratégias para a solução do problema.

Por estar no primeiro encontro da sequência didática, não manipulamos nenhuma variável didática mencionada no item 3.5.

Mediante o problema proposto apresentamos as seguintes estratégias que podem ser mobilizadas:

Est₁: *Considerar a quantidade de figuras imantadas como contagem dos itens encontrados*

Nesta estratégia, o aluno por meio de contagem simples pode realizar a aferição da quantidade de resíduos encontrados e representá-la com o uso das figuras imantadas, construindo, assim, seu modelo de representação gráfica. Acreditamos que a presente estratégia seja a base para a resolução desta situação-problema (Figura 20).

Figura 20: Gráfico desenvolvido de acordo com a Est₁.
Fonte: Aluno do projeto piloto.



Est₂: *Considerar o eixos cartesianos*

Tal estratégia nos mostra que é preciso conhecer quais são as categorias que estão em jogo e onde estão, de forma a posicionar as quantidades de resíduos encontradas acima de cada uma dessas categorias, considerando o valor desta na escala no eixo das ordenadas. Esperamos que ao considerar os eixos cartesianos o aluno construa um pictograma com colunas verticais, conforme visualizado na Figura 20.

Diante das estratégias apresentadas, podemos citar alguns erros que podem ser mobilizados ao considerar pelo menos uma estratégia durante a realização da atividade “Coleta Seletiva na escola”.

E1: *Considerar a figura da legenda como contagem da frequência*

Neste erro, determina-se que a figura imantada abaixo do eixo das abscissas seja tomada como uma quantidade a ser contada na frequência da categoria em questão. Por exemplo, ao encontrar quatro resíduos de vidro, o aluno posiciona apenas três figuras imantadas, visto que considera a figura que está na legenda como item a ser contabilizado (Figura 21).

Figura 21: Gráfico desenvolvido de acordo com a E1.
Fonte: Aluno do projeto piloto.



E2: *Ignorar o eixo das ordenadas*

Neste outro erro, o aluno, durante a construção do gráfico, atenta-se a apenas um eixo de coordenada. Tal possibilidade poderá ser verificada quando o aluno colocar as figuras imantadas acima da categoria no eixo da abscissas e não fazer relação da quantidade destas com a escala do eixo das ordenadas, uma vez que as figuras são posicionadas de maneira avulsa na “Tábua de Gráficos” (Figura 22).

Figura 22: Gráfico desenvolvido de acordo com a E2.
Fonte: Aluno do projeto piloto.



E3: *Confundir gráfico de segmentos com gráfico de pictograma*

Neste erro, há possibilidade de confusão entre gráfico de pictograma e gráfico de segmentos. Ao cometer este erro o aluno, fazendo uso da **Est2**, posiciona apenas uma figura imantada, referente à categoria em questão, na intersecção das paralelas dos eixos de coordenadas traçadas em cada ponto (Figura 23).

Figura 23: Gráfico desenvolvido de acordo com a E3.
Fonte: Aluno do projeto piloto.



E4: *Transposição da coluna do pictograma*

Em tal erro, é possível que o aluno faça uso das **Est1** e **Est2**, contudo, a coluna das quantidades dos resíduos encontrados, ao invés de estar na posição vertical, é colocada de forma horizontal na Tábua de Gráficos. Todavia, este fato não caracteriza-se como um gráfico de barras, e sim, uma transposição da coluna de quantidades em 90° para a direita, no qual mantém-

se todos os outros elementos do gráfico intactos, uma vez que não há inversão no eixo das coordenadas, como é no caso do gráfico de barras (Figura 24).

Figura 24: Gráfico desenvolvido de acordo com a E4.
Fonte: Aluno do projeto piloto.



5.2.2 Análise *a priori* do segundo problema

p2: *Quais categorias de resíduos sólidos encontrados se tem em maior e menor quantidade, conforme disposto no gráfico?*

Em função da atividade de caça ao tesouro alguns tipos de resíduos foram colocados em maior quantidade que outros. Deste modo, com base no primeiro nível de letramento estatístico evidenciamos este problema com o intuito do aluno estabelecer relações entre conjuntos, de forma que seja possível encontrar os extremos do gráfico. Como ainda estamos desenvolvendo a atividade do primeiro encontro, não executamos nenhuma variável didática.

Possíveis estratégias:

Est3: *Relação entre conjuntos para localização dos extremos no gráfico.*

Esta estratégia está relacionada ao **T1**: *Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer os extremos do gráfico.* Nela, o aluno realiza comparações entre conjuntos (resíduos sólidos) com maior e menor quantidade. Dessa forma, analisando cada coluna, a criança faz o uso da relação de maior e menor, podendo nos dar a resposta. Ao usar tal estratégia o aluno

poderá apresentar o **E1**, caso este tenha considerado a legenda do gráfico na contagem da frequência absoluta.

Est4: *Comparação numérica para localização dos extremos no gráfico*

O teorema **T2.1:** *É possível denotar o valor da frequência absoluta, por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas* está associado a essa estratégia, uma vez que os alunos não comparam o tamanho das colunas, e sim, o valor correspondente de cada uma delas no eixo das ordenadas, ou por meio da escrita de seus valores acima de cada categoria, referentes às quantidades. Dessa forma, diferente da **Est3**, com base nos valores de cada categoria no eixo das ordenadas e realizando comparações entre números maiores e menores, é possível que eles apresentem suas respostas. Ao fazer uso desta estratégia o aluno poderá evidenciar o erro **E2**, caso tenha ignorado o eixo das ordenadas ao construir o gráfico na Tábua de Gráficos.

5.2.3 Análise *a priori* do terceiro problema

p3: *Quantas unidades a mais ou a menos tal categoria teve em relação a outra categoria?*

Elencamos este problema com o objetivo de mobilizar o segundo nível de letramento estatístico, onde por meio de relações entre conjuntos é possível obter dados implícitos do gráfico. Neste problema, tomam-se duas categorias com valores distintos e com base nelas são realizados questionamentos, nos quais o aluno poderá operar estruturas aditivas (soma e subtração). Generalizamos a escrita deste problema, na tentativa de reduzir os números de problemas listados nessa atividade, tendo em vista que ao questionar acerca da relação entre as categorias poderíamos descrever combinações de questionamentos cujo o objetivo é sempre o mesmo, isto é, a mobilização de dados implícitos.

Possíveis estratégias:

Vale destacar que as estratégias abaixo estão relacionadas ao **T2:** *Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer dados implícitos do gráfico*, no qual o aluno utiliza o cálculo mental, estruturas aditivas e até mesmo os dedos para apresentar dados implícitos do gráfico.

Também referem-se ao **E₁**, caso o aluno na construção do gráfico considere a legenda deste na contagem das quantidades de cada categoria. Percebemos que há relação entre o nível funcional do letramento estatístico com o **T₂**.

Est₅: *Cálculo mental, usando a operação da multiplicação*

Nela, o aluno operacionaliza o problema fazendo uso de cálculo mental e, posteriormente, usando a linguagem natural, nos fornece a resposta. Murmúrios (linguagem natural) durante o seu cálculo nos dão indícios de que sua operacionalização trata-se do uso de parcelas multiplicativas.

Est₆: *Cálculo mental, usando estruturas aditivas*

Nesta estratégia, o aluno operacionaliza da mesma forma que na estratégia anterior, porém, faz uso de somas ou subtrações sucessivas a fim de obter a solução.

Est₇: *Fazer uso do algoritmo das operações básicas*

Tal estratégia refere-se à utilização do algoritmo da soma, da subtração e da multiplicação para encontrar a resposta em questão.

Est₈: *Fazer uso dos dedos para realizar as operações*

Nesta estratégia, o aluno busca por meio de contagem simples com o uso dos dedos das mãos e dos pés fornecer a resposta solicitada.

Est₉: *Fazer uso das figuras imantadas para realizar as operações*

Em tal estratégia, o aluno, utilizando as figuras imantadas dispostas na “Tábua de Gráficos”, completava ou as retirava nas categorias de resíduos conforme era solicitado pelo problema. Assim, as figuras que precisavam ser retiradas ou acrescentadas em uma determinada categoria em questão serviram de base para a resposta, isto é, por meio de contagem simples destas nos era fornecida a resposta do problema.

Em relação às cinco estratégias, modelamos alguns erros que podem ser evidenciados, dentre eles:

Es: *Erro no cálculo mental*

Neste caso, percebemos que há erros na execução do algoritmo mental, ao subtrair, somar e multiplicar parcelas. Nele, o aluno não expressa, também, a ideia de sequência e progressão do número, fato este que poderá gerar confusões em suas respostas. Este erro está relacionado ao uso da **Est5**.

E6: *Erro na operacionalização do algoritmo*

Assim como foram modelados erros quanto ao cálculo mental, também é possível que sejam observados erros quanto à execução dos algoritmos da soma e da subtração. Assim, neste erro, o aluno ao operar as estruturas aditivas com o uso do papel exprime equívocos no que refere-se à operacionalização do algoritmo destas. Tal erro associa-se a **Est7**.

Diante destas estratégias, expomos nossa consideração para diferenciar erros de dificuldades. Tomamos como um erro cometido pelo aluno algum protocolo feito por ele que não esteja de acordo com o gabarito final, mesmo que o tenha feito e chegado ao fim. Diferente de erro, tomamos como dificuldades passos em que o aluno “trava” e não consegue mais prosseguir no desenvolvimento de sua solução. Assim, destacamos as dificuldades que podem ser encontradas nessa atividade:

d1: *Dificuldade com o uso das quatro operações*

É possível encontrar, ao longo do desenvolvimento de nossa sequência, alunos que possuem dificuldade e “travam” ao operacionalizar problemas que envolvem as quatro operações. Nesta dificuldade, os alunos não conseguem estabelecer uma sequência lógica, mental e concreta quando realizam operações básicas, ao passo que sua concentração é escassa e, às vezes, é preciso fazer uso de um novo mecanismo de solução, como o uso de “pausinhos”.

d2: *Não considerar o zero como nulo*

Apesar de, em muitos casos, tomarmos o zero na origem do sistema cartesiano, é possível que os alunos tenham dificuldades ao representá-lo ou não, em casos de frequências nulas, na “Tábua de Gráficos”, tal erro é apresentado na Figura 21.

Nessa atividade não levamos o papel como resíduo sólido a ser aferido, pois queríamos possibilitar a construção do conceito de frequência nula no gráfico. Porém, o aluno posiciona uma figura imantada anterior ao número 1, no eixo das ordenadas, com o objetivo de representar a frequência nula no gráfico.

d3: *Não saber do que se trata os eixos de coordenadas*

Neste erro, é expressa a dificuldade em não saber o que representa o eixo das ordenadas e o eixo das abscissas nos gráficos de barras, de colunas e pictogramas, ou seja, não são dadas respostas a questionamentos acerca da representação dos eixos cartesianos.

5.2.4 Experimentação

Este encontro ocorreu no dia 01 de agosto de 2018, das 9h às 11h, onde estavam presentes vinte e um alunos, que se dividiram em 5 grupos. Os alunos ficaram dentro da sala de aula com o professor responsável, e um grupo de cada vez saía junto com o pesquisador para participar da atividade do caça ao tesouro.

Quando todas as pistas eram solucionadas e os resíduos encontrados, caracterizando a coleta de dados, dava-se início à construção, à leitura e interpretação do gráfico. Para o desenvolvimento do encontro foi apresentado, primeiramente, o Problema 1, seguidos do Problema 2 e do Problema 3. Por fim, realizamos um momento onde os alunos apresentavam as estratégias mobilizadas nos três problemas, delineando elementos da institucionalização, descrita por Brousseau (1996). Neste encontro, foram mobilizados momentos de envolvimento dos alunos em situações adidáticas, esboçando que ocorreu a devolução dos problemas quando os alunos buscavam resolver os problemas em jogo.

5.2.5 Análise *a posteriori* do primeiro problema

Conforme foi apresentado na análise *a priori* do primeiro problema, os alunos poderiam usar duas estratégias, isoladas ou combinadas para a construção do gráfico de colunas (resíduo *versus* quantidade) na Tábua de Gráfico.

Durante a análise *a posteriori*, percebemos que o aluno Pearson do grupo “Ajudar o Mundo” fez uso da **Est₁**, contudo não considerou a graduação do eixo das ordenadas, apresentando o erro **E₂** (Figura 25).

Figura 25: Gráfico desenvolvido conforme a Est_1 e com o E_2 .
Fonte: Aluno Pearson.



Dando continuidade à análise *a posteriori*, o aluno Newton do grupo “Os cuidadores do Mundo” utilizou a Est_2 para construir a sua representação gráfica, porém, tomou a figura da legenda como item a ser contabilizado no momento de posicionar as figuras imantadas em cada categoria, caracterizando o E_1 (Figura 26).

Figura 26: Gráfico desenvolvido conforme a Est_2 e com o E_1 .
Fonte: Aluno Newton.



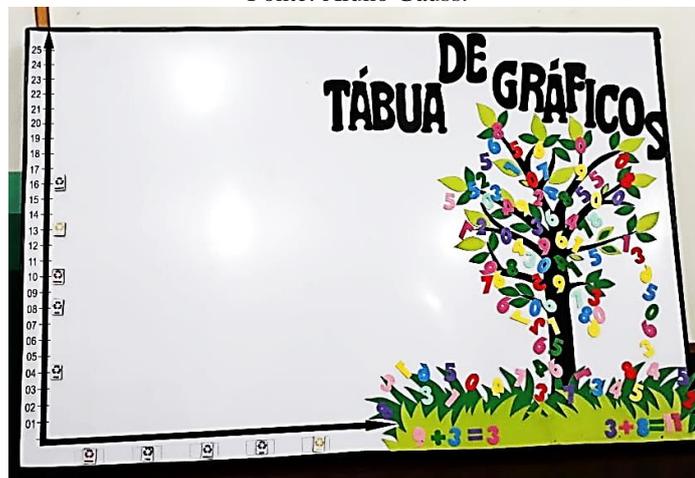
Já o aluno Poisson, pertencente ao grupo “Ajudar o Meio Ambiente”, em sua representação gráfica, combinou as duas estratégias que havíamos modelado na análise *a priori* do problema. Ou seja, considerou o mesmo número de figuras imantadas para a quantidade de resíduos encontrados, além de considerar os eixos cartesianos no momento de posicionar cada figura (Figura 27).

Figura 27: Gráfico desenvolvido conforme a Est₁ e Est₂.
Fonte: Aluno Poisson.



Todavia, não prevemos duas estratégias durante a análise *a priori*, utilizadas pelos alunos Gauss e Fisher que pertenceram aos grupos “Super Recicláveis” e “Super Reciclantes”, respectivamente. A primeira consistiu em ignorar o eixo das abscissas e utilizar o eixo das ordenadas como reta numérica, a qual intitulamos como Est_a:²²*Ignorar o eixo das abscissas*. (Figura 28).

Figura 28: Gráfico desenvolvido conforme a Est_a.
Fonte: Aluno Gauss.



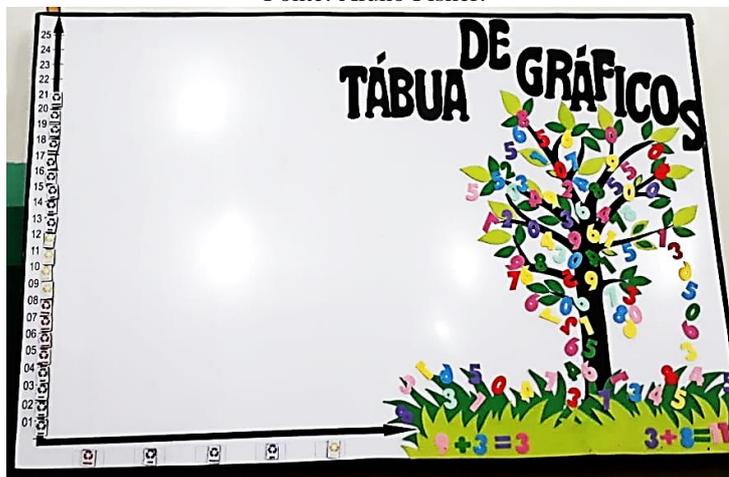
Enquanto que na segunda, o aluno Fisher desconsiderou o eixo das abscissas, contabilizando a quantidade anterior de figuras na contagem subsequente, e preencheu com as figuras o remanescente, até completar a quantidade encontrada para cada categoria, como pode

²² Optamos em denominar as estratégias *a posteriori* utilizando as letras do alfabeto como índice, com o objetivo de diferenciá-las das estratégias *a priori*.

ser visto na Figura 29. Denominamos tal estratégia de **Est_b**: *Acréscitar apenas figuras no eixo das ordenadas*.

Figura 29: Gráfico elaborado de acordo com a **Est_b**.

Fonte: Aluno Fisher.



Percebemos que a estratégia do aluno Gauss é similar à possibilidade da construção de um gráfico de segmentos, caso ele tivesse considerado os eixos cartesianos ao posicionar as figuras imantadas. Nesse sentido, a estratégia do aluno Fisher é semelhante a do aluno Gauss, uma vez que ambas desconsideram o eixo das abscissas. **Est_b** se difere da **Est_a** apenas no preenchimento, com as figuras imantadas, entre uma categoria e outra.

Dessa forma, percebemos que os alunos não haviam vivenciado situações análogas ao que fora proposto, dado que, segundo Vergnaud (1996, p. 171), “[...] os conhecimentos dos alunos são formados pelas situações com que eles se depararam e que progressivamente dominaram [...]”. Contudo, percebemos que o aluno ao fazer uso da estratégia **Est_a** elenca ideias de posição e relação de ordem (VERGNAUD, 2014), já na **Est_b** é possível identificar as noções de sequência numérica e soma de parcelas bem fundamentadas, no que poderia ser considerado um esquema, conforme os princípios da TCC.

5.2.6 Análise *a posteriori* do segundo problema

O problema **p₂** tratava-se da localização dos extremos no gráfico. Como já mencionado nas análises *a priori*, o aluno poderia fazer uso de duas estratégias. A primeira tratava-se da relação entre conjuntos e a segunda verificava o valor da quantidade da categoria, no eixo das ordenadas e não utilizava figuras dispostas no gráfico.

O aluno Gauss construiu sua representação gráfica usando a **Est_a** (Figura 28). No que diz respeito à leitura e interpretação gráfica, durante o questionamento que pretendia mobilizar o nível cultural, percebemos que o aluno fez uso do teorema **T₁**: *Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer os extremos do gráfico*. Neste sentido, como todos os valores dos resíduos estavam junto ao eixo das ordenadas, o teorema **T_{2.1}**: *É possível denotar o valor da frequência absoluta por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas* pôde ser verificado.

Pesquisador: Qual resíduo teve em maior quantidade? E em menor quantidade?

Aluno Gauss: Orgânico e o outro foi o vidro.

Pesquisador: Como você sabe disso?

Aluno Gauss: Porque olha aqui, 16 e 4.

Naquele instante, o aluno apontava para os valores de cada resíduo no eixo das ordenadas, evidenciando que naquele momento estava realizando relações entre os conjuntos (VERGNAUD, 2014) ali presentes (vidro = 4, papel = 8, plástico = 10, metal = 13 e orgânico = 16), estabelecendo os conjuntos de maior e menor quantidade, ou seja, a mobilização dos teoremas **T₁** e **T_{2.1}**.

Verificamos no diálogo acima que o aluno do Grupo “Os Super Recicláveis” buscava a resposta para a situação-problema que propusemos, caracterizando que a devolução ocorreu, pois houve por parte dele o envolvimento e o interesse em encontrar a solução (BROUSSEAU, 2008). Além disso, foi possível verificar que o aluno percorreu as fases de formulação e validação de sua resposta, de acordo como descreve o autor, ao justificar como chegou nela e o meio no qual utilizou.

O aluno Fisher fez uso da estratégia **Est_b** quanto ao nível de letramento (Figura 29). Como seu gráfico era similar ao gráfico do aluno Gauss, durante o diálogo foi mobilizado o **T_{2.1}**: *É possível denotar o valor da frequência absoluta por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas*, onde o aluno, com base nos valores dispostos no eixo das ordenadas nos fornecia a resposta, como pode ser visto em um trecho de nosso diálogo:

Pesquisador: Qual resíduo teve em maior quantidade? E em menor quantidade?

Aluno Fisher: Orgânico e o vidro.

Pesquisador: Como você sabe disso?

Aluno Fisher: Porque o orgânico bate no 21 e o vidro no 4.

Naquele momento, entendemos a lógica de construção gráfica utilizada pelo aluno e buscamos compreender como ele havia pensado na fase da construção. Com base em suas

explicações entendemos os motivos pela disposição das figuras umas acima das outras, tendo em vista que o aluno havia considerado as anteriores, já posicionadas, como itens a serem contabilizados. Destacamos que houve a devolução do problema (BROUSSEAU, 2008), visto que o aluno decidiu montar novamente o gráfico durante a fase de institucionalização, percorrendo a fase da formulação, de acordo com Brousseau (2008), com o objetivo de explicar-nos os passos que havia tomado para a construção. No tocante ao modelo do gráfico apresentado, questionamos:

Pesquisador: Você já fez outros gráficos antes?

Aluno Fisher: Não. Nunca fiz gráfico. Não sei nem o que é um gráfico.

Pesquisador: Mas você acha que está certo?

Aluno Fisher: Sim, porque olha. Tem 4 vidros, 15 papel, 8 plástico, 13 metal e 21 orgânico.

Percebemos que o aluno, apesar de não ter construído um gráfico antes, desenvolve os conceitos de tabela simples e frequência absoluta, mesmo que seu modelo não fora o que esperávamos. Neste sentido, Vergnaud (1996) discorre acerca das classes de situações em que o aluno possui em seu repertório e quais não dispõe. Dessa forma, enfatizamos que organizar e influenciar o meio adidático durante a construção de conhecimento do aluno torna-se imprescindível, pois “um meio sem intenções didáticas é incapaz de induzir o aluno a adquirir todos os conhecimentos culturais que se espera que obtenha” (BROUSSEAU, 2008, p. 34).

Durante a construção do gráfico, o aluno Newton fez uso da **Est2**. Porém, apesar de ter considerado os eixos cartesianos, utilizou a legenda da categoria na contagem do gráfico. Desta forma, procuramos entender como o aluno havia pensado para nos fornecer as respostas, o que ao nosso ver, continha erros tanto na construção gráfica quanto nas respostas dadas aos questionamentos realizados.

Pesquisador: Por que você colocou apenas três figuras de vidro, sendo que o grupo de vocês encontrou quatro vidros?

Aluno Newton: Mas a gente colocou quatro. Olha, tem um, dois, três, quatro.

Nessa atividade havíamos levado quatro objetos que representassem o vidro. Quando questionamos o aluno Newton acerca de como ele havia disposto as figuras no gráfico, em sua resposta, podemos observá-lo percorrendo as fases da formulação e da validação, como propõe Brousseau (2008). Entendemos neste momento que o aluno havia contado o total de figuras das quantidades encontradas com a figura da legenda do gráfico. Continuando com a situação, o questionamos novamente:

Pesquisador: Ah! Então, devemos usar esta figura aqui?

Aluno Newton: Sim, porque ela é igual às outras.

Pesquisador: E esses números aqui? O que eles querem dizer/representar? (Eixo das ordenadas)

Aluno Newton: O tanto de vidro que a gente encontrou.

Pesquisador: E olhando aqui para esses números, parece que vocês encontraram quantos vidros? (Eixo das ordenadas)

Aluno Newton: Parece que é três. [...] Então, não conta com essa figura, professor?

Pesquisador: Quantos vidros você encontrou?

Aluno Newton: 4 vidros.

Pesquisador: E olhando para esses números aqui, temos quantos vidros?

Aluno Newton: [pausa] Ah! Então, esse aqui é o modelo pra gente se guiar e colocar as outras?

Pesquisador: Teria outra maneira de organizar?

Aluno Newton: Esse números dizem os lixos. Então, os outros tão tudo errado, vou arrumar professor, pera aí.

Em nosso diálogo, questionamos o aluno acerca dos valores dispostos no eixo das ordenadas e buscamos que ele entendesse que estes serviam como uma escala a ser seguida durante a construção do gráfico, além disso, objetivamos auxiliá-lo no entendimento da legenda do gráfico no eixo das abscissas. Desta forma, consideramos este momento como sendo a institucionalização, pois nele tornamos válidas as estratégias usadas de forma correta e suprimimos as que não eram adequadas, além de concedermos um *status* ao momento descrito durante o encontro, servindo de base para que os alunos pudessem usá-lo novamente nos próximos encontros (BROUSSEAU, 2008).

No tocante aos questionamentos acerca do nível cultural de letramento estatístico, percebemos que o aluno Newton fez uso da **Est₃**, mobilizando o **T₁** ao passo que, como ele utilizou a **Est₂** na construção do gráfico, foi possível estabelecer relação entre conjunto para obter a solução.

Pesquisador: Qual resíduo teve em maior quantidade? E em menor quantidade?

Aluno Newton: Orgânico e o vidro.

Pesquisador: Como você sabe disso?

Aluno Newton: Porque o orgânico tem 22 figuras e o vidro só tem 4.

Neste sentido, Vergnaud (2014) apresenta duas formas de comparação de objetos: a primeira consiste em comparar diretamente os objetos entre si e a segunda, em comparar os números entre si. A utilização da **Est₃** e a mobilização do **T₁** nesta atividade caracterizam a comparação direta dos objetos entre si. Pois, o aluno em vez de comparar as categorias aferindo seu valor no eixo das ordenadas como fez o aluno Fisher, no qual usou comparação numérica entre si, realizou a comparação, a fim de obter os extremos de um gráfico, por meio da comparação direta de objetos. Deste modo, com base nos diálogos apresentados, destacamos

que para este aluno, foi possível verificar as fases da devolução, ação e formulação, segundo Brousseau (1996, 2008).

O aluno Pearson construiu seu gráfico com base na **Est₁**, contudo, apesar de ter considerado a quantidade de figuras que foram colocadas no gráfico como igual às quantidades dos resíduos encontrados, não atentou-se ao eixo das ordenadas, posicionando as figuras de maneira avulsa no gráfico, caracterizando o **E₂**. Antes dos questionamentos quanto ao nível do letramento estatístico, percorremos com o aluno a fase da institucionalização.

Pesquisador: Quantos plásticos vocês encontraram?

Aluno Pearson: 10.

Pesquisador: Como vocês sabem disso?

Aluno Pearson: Porque a gente contou. Olha, um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove e dez.

Pesquisador: E esses números aqui? O que eles querem dizer/representar?

Aluno Pearson: Deixa eu ver. [...] o tanto de lixo que a gente encontrou?

Pesquisador: Ele poderia ser outra coisa?

Aluno Pearson: Nosso gráfico tá errado, professor. Tem que olhar aqui mesmo nesses números aqui.

Pesquisador: Como você sabe disso?

Aluno Pearson: Eu e meus amigos achamos isso. Porque, porque esses números tão aí. Eles devem ser pra gente colocar as figuras.

Pesquisador: Isso aí!

Aluno Pearson: Xi! Vamos ter que arrumar logo, porque nosso tempo tá passando.

Percebemos que o aluno Pearson estava envolvido com o problema que queria resolvê-lo no menor tempo possível, este fato configura os momentos de ação, formulação, validação e devolução (BROUSSEAU, 2008). Desta forma, ao experimentarem os momentos adidáticos, os alunos do grupo “Ajudar o Mundo”, em meio a socialização, tiveram condições de debater sobre o uso das estratégias e traçar novas, ao perceberem que o eixo das ordenadas era um fator a ser considerado na construção.

Com o objetivo de não deixar cansativa a leitura da dissertação, no que se refere ao uso das estratégias evidenciadas durante os questionamentos acerca do primeiro nível de letramento estatístico, não mencionamos o diálogo do aluno Pearson, pois este, assim como o aluno Newton, fez uso da **Est₃**, mobilizando o **T₁**.

O aluno Poisson, pertencente ao grupo “Ajudar o Meio Ambiente”, durante a construção do gráfico usou a combinação das estratégias **Est₁** e **Est₂**. No que se refere à estratégia utilizada durante os questionamentos acerca do nível cultural do letramento estatístico, este fez uso da **Est₃**, evidenciando o **T₁**.

5.2.7 Análise *a posteriori* do terceiro problema

Com base nas análises *a priori*, o aluno diante do problema acerca dos dados implícitos, poderia usar as estratégias **Est5**, **Est6**, **Est7**, **Est8** e **Est9**. Assim, mediante a escolha de uma determinada estratégia o aluno poderia evidenciar os erros **E5** e **E6**, e a partir de suas vivências, apresentar as dificuldades **d1**, **d2**, e **d3**. Destacamos que nenhuma estratégia nova, além das que modelamos foi observada durante os questionamentos.

O aluno Gauss, no decorrer da construção de seu gráfico, evidenciou uma nova estratégia, a qual intitulamos de **Est_a**, e utilizou a **Est4**, na qual foi possível observar a mobilização dos teoremas **T1** e **T2.1**. No tocante ao questionamento referente ao nível funcional, o aluno nos deu sua resposta, tendo como base o cálculo mental operado em estruturas aditivas.

Pesquisador: Quantas unidades o papel tem a mais em relação ao metal?

Aluno Gauss: Não entendi, professor.

Este fato nos mostra que as relações entre grupos de ordem maior e menor, ou que a expressão “em relação” não faziam sentido ao aluno naquele momento. Fato este que nos fez mudar nosso questionamento, usando uma ideia de soma, neste caso, a de juntar objetos.

Pesquisador: Quantas figuras a gente teria que colocar aqui no papel para que ele ficasse do mesmo tamanho que o metal?

Aluno Gauss: Ah, sim! 5, professor.

Pesquisador: Você tem certeza?

Aluno Gauss: Sim, eu fiz na minha cabeça.

Vergnaud (2014) discute este fato ao discorrer acerca das leis de composições internas binárias a um conjunto ao descrever três aplicações que são apresentadas durante a aprendizagem da regra da adição, dentre elas, para agrupamento, para medida e para escrita. Neste sentido, Vergnaud (2014, p. 170) afirma que em dois conjuntos quaisquer e distintos A e B, “a representação do cardinal da união é o resultado da composição, pela regra de adição, das representações dos cardinais dos conjuntos A e B”.

Percebemos que o aluno percorre as fases da ação e da formulação ao nos fornecer sua resposta. Além de deixar evidente que fez uso do cálculo mental. Em outro momento, com base na construção de seu gráfico, foi possível verificar que o aluno aferiu o valor das categorias em questão, considerando os valores dispostos no eixo das ordenadas, pois durante a fase de validação ele nos deu a seguinte resposta:

Aluno Gauss: Olha, professor. Assim, o metal tá batendo no 13 e o papel bate no 8. Aí, se pegar mais 5 figuras e colocar no papel dá 13. Entendeu?

Mediante ao exposto, podemos verificar que o aluno fez uso da **Est₉** para validar sua resposta, mobilizando o teorema **T_{2.2}**, bem como houve a fase da devolução, pois vivenciando um meio adidático o aluno estava envolvido na situação proposta e procurava nos fornecer a resposta.

No que se refere às dificuldades que foram mobilizadas, o aluno Gauss não soube nos responder do que se tratava os eixos, isto é, o que eles representavam. Percebemos que houveram esforços do aluno, dado que ele refutou várias possíveis respostas, ao erguer a cabeça e demonstrar interesse em encontrar a solução. Relacionamos esta dificuldade ao erro do aluno em considerar uma estratégia, na qual desconsiderava o eixo das abscissas durante a construção gráfica. Contudo, como Vergnaud (1996) afirma acerca de classes de situações que o sujeito dispõe e as que não dispõe, pudemos perceber que o aluno, quanto a este questionamento, não tinha experimentado tal situação que pudesse, ao menos, servir de base para a construção de sua resposta.

Durante a fase da institucionalização, validamos as estratégias usadas de forma correta e refutamos as que eram desnecessárias, assim como, auxiliamos o aluno na superação da dificuldade apresentada, fornecendo a este momento um elo, no qual o aluno pudesse usá-lo em outras situações.

Conforme já mencionado, o aluno Fisher fez uso da **Est₆** ao construir seu gráfico, quanto ao problema referente ao nível cultural fez uso da **Est₄**, evidenciando o **T_{2.1}**. No que diz respeito aos questionamentos que visavam mobilizar o nível funcional, o aluno Fisher utilizou a mesma estratégia que o aluno Gauss, a saber, **Est₉**. Como sua estratégia de construção gráfica é análoga a do aluno Gauss, percebemos que a mesma dificuldade foi evidenciada, a qual a associamos às mesmas considerações já listadas.

O aluno Newton desconsiderou o eixo das ordenadas durante sua construção gráfica, **Est₂**, evidenciando o **E₁**. No segundo problema, respondeu-o mediante a **Est₃**, mobilizando o **T₁**. Para o terceiro problema, fez uso da **Est₈**, quando buscava validar sua resposta ao questionamento:

Pesquisador: Quantas figuras a gente teria que colocar aqui no vidro para que ele ficasse do mesmo tamanho que o plástico?

Aluno Newton: Hum... Deixa eu ver. Tem quatro no vidro (posiciona quatro dedos na mão) e no plástico tem oito. Aí, se eu pegar mais quatro (adiciona mais quatro dedos nas mãos). Aí dá certo. Porque $4 + 4$ é oito.

Percebemos que o aluno formula e valida sua resposta usando as leis de composições internas binárias a um conjunto (VERGNAUD, 2014). Para tanto, utiliza um meio concreto, nesse caso, os seus dedos. Além de evidenciar a relação entre o número escrito e a quantidade que ele representa (VERGNAUD, 2014), dado que para apresentar as frequências absolutas das categorias em questão, o aluno fez uso da relação entre conjuntos, onde por meio da contagem de cada figura da categoria ele nos forneceu sua frequência absoluta. Vale destacar que a dificuldade **d₃** foi verificada.

O aluno Pearson, na construção do gráfico na Tábua de Gráfico, fez uso da estratégia **Est₁** e evidenciou o erro **E₂**. No problema de dados explícitos, fez uso da **Est₃**, mobilizando o **T₁**. Durante o problema que buscava mobilizar o nível funcional, a **Est₈** foi evidenciada, assim como para o aluno Newton. Entretanto, a **d₃** não foi mobilizada, como pode ser visto no diálogo abaixo:

Pesquisador: O que será que essas retas aqui querem dizer?

Aluno Pearson: Essas retas pretas?

Pesquisador: Sim. Esses números aqui? Essas figuras aqui? O que elas querem dizer?

Aluno Pearson: Hum... Vocês sabem? (Perguntou o aluno aos demais integrantes do grupo).

Alunos: Não!

Aluno Pearson: Hum... Professor eu acho que aqui deve ser o tanto de lixo que a gente pegou e aqui é os lixos que a gente achou. Porque aqui (eixo das ordenadas) tem os números e aqui (abscissas) tem os lixos.

O diálogo acima mostra a tentativa do aluno em aferir acerca das representações de cada eixo, Garfiel e Gal (2002) destacam esses elementos quanto à representação dos dados. Dessa forma, percebemos, com base em Brousseau (1996, 2008), que as fases de ação, formulação, validação e devolução foram mobilizadas no meio didático proposto.

O aluno Poisson mobilizou a combinação das estratégias **Est₁** e **Est₂** na construção gráfica, respondeu aos questionamentos sobre o nível funcional mediante a **Est₃**, mobilizando o **T₁**. Em relação ao terceiro problema, o aluno fez uso da **Est₆**, bem como o aluno Gauss.

5.2.8 Considerações do primeiro encontro

No primeiro encontro, percebemos o interesse e a participação dos alunos enquanto buscavam estratégias para solucionar as situações-problema que lhes eram propostas, fato este que caracteriza a devolução (BROUSSEAU, 2008). Apesar dos alunos relatarem que não conheciam gráficos ou não sabiam o que representava os eixos cartesianos, foi possível observar

que em meio as situações descritas no campo conceitual: Letramento Estatístico, as ideias de invariantes operatórios, relacionadas às representações linguísticas e simbólicas apresentadas, foram mobilizadas.

A divisão dos grupos favoreceu uma dessas representações, a saber, a linguagem natural, além de observarmos que os alunos tornaram-se mais participativos quando estiveram em grupos. Outro ponto a ser destacado refere-se à fase de institucionalização. Pois, os alunos discutiam suas perspectivas, justificando-nos suas resoluções ou estratégias adotadas, em uma tentativa de validar suas respostas perante a nós e aos demais alunos. Deste modo, diante deste meio antagônico, no qual houveram debates entre os alunos, argumentos e pontos de vista, foi possível a realização da institucionalização do encontro.

Destacamos neste momento um fato referente a essa prática, mas que estavam fora de nossas cogitações *a priori*. O encontro se deu no início do mês de agosto e, com base nos materiais acerca de reciclagem, alimentação saudável, manejo e conservação do solo, a escola escolheu o tema “Meio Ambiente” para o desfile do dia 7 de setembro que iria ocorrer. Com esse fato, percebemos o potencial de sensibilização que tais atividades podem desenvolver.

5.3 Segundo Encontro

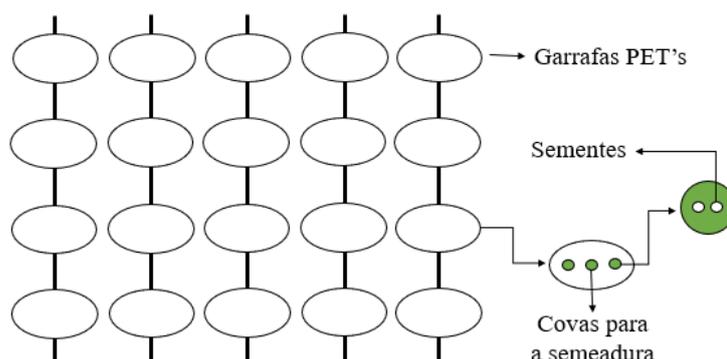
Este encontro é constituído por cinco problemas, um acerca da construção do gráfico, dois quanto ao nível de letramento estatístico e dois quanto à disposição de sementes na horta.

5.3.1 Análise *a priori* do quarto problema

Neste encontro, foi dado o seguinte problema aos alunos:

p4: *Vocês têm 5 tipos de “plantas” (culturas: tomate, couve, coentro, alface e berinjela) para plantar em cinco colunas de garrafas. Cada coluna possui quatro garrafas e em cada garrafa há três covas, onde em cada uma serão semeadas duas sementes. Como farão isso? (Figura 30):*

Figura 30: Esboço do problema 4.



Neste problema de construção gráfica, tínhamos como objetivo tornar autônoma a relação do aluno com o ciclo da vida da planta, desde o início da sementeira. Desta forma, por se tratar de uma atividade de prática de campo, optamos em deixar os alunos à vontade durante o processo, por este motivo, direcionamos a situação-problema acima. Com os alunos divididos em grupos, acreditamos que seja possível mobilizar a socialização e a devolução proposta por Brousseau (2008), na qual o aluno desenvolve estratégias com o objetivo de solucionar o problema. Nesta atividade, fizemos uso da v_1 , onde o aluno constrói o gráfico de colunas não mais na Tábua de Gráficos, e sim, fazendo uso do papel milimetrado.

Diante de tais considerações, expomos as estratégias que modelamos, as quais podem vir a ser usadas.

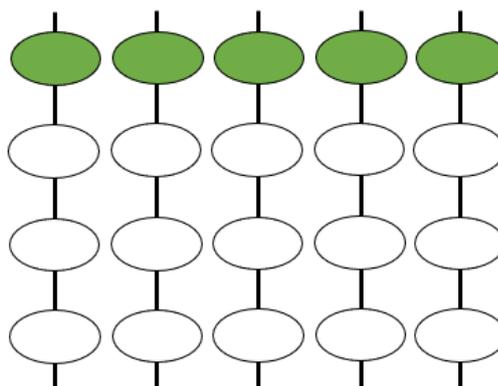
Est₁₀: *Igualdade no número de garrafas para todos os alunos.*

Nesta estratégia, o aluno leva em consideração apenas a mesma quantidade de garrafas dadas a todos. Os alunos podem realizar a divisão das garrafas e culturas para cada aluno, porém, atentam-se apenas para a igualdade no número de garrafas dadas aos alunos. Percebemos que ao fazer uso desta estratégia o aluno, por algum motivo individual ou tomado em grupo, opta pela distribuição igual de garrafas dadas a cada aluno. Tal estratégia pode ser verificada de duas formas:

Est_{10.1}: *Cultivar as culturas em fileiras horizontais.*

Percebemos que esta estratégia, caso seja mobilizada, assim como a primeira, possibilita diferentes tipos de arranjos de combinações, dependendo do número de integrantes em cada grupo (Figura 31).

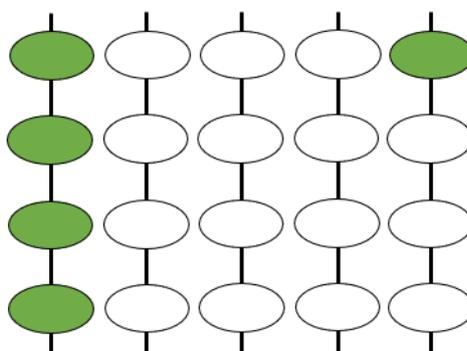
Figura 31: Esboço da estratégia **Est10.1**.



Est10.2: *Cultivar as culturas em cinco garrafas verticalmente*

Em casos de mobilização desta estratégia, será possível que seja evidenciada a operacionalização do algoritmo da divisão e diferentes tipos de combinação, estabelecendo a todos os alunos a mesma quantidade de garrafas e culturas dadas antes da sementeira (Figura 32).

Figura 32: Esboço da estratégia **Est10.2**.



5.3.2 Análise *a priori* do quinto problema

ps: *Sabendo que em cada garrafa há três covas, sendo que em cada uma delas são semeadas duas sementes, e que cada coluna é constituída por quatro garrafas, quantas sementes serão necessárias para que você possa fazer a sementeira em todas as colunas?*

Por se tratar de um problema, no qual faz uso de estruturas aditivas, os alunos podem vir a fazer uso das estratégias **Est5**, **Est6**, **Est7**, **Est8** e **Est9**. Assim como já foi evidenciado, ao

usar cada estratégia já mencionada e descrita anteriormente, os alunos podem cometer os mesmos erros associados a cada uma delas, da mesma forma que as mesmas dificuldades, já descritas, podem novamente ser evidenciadas.

5.3.3 Análise *a priori* do sexto problema

p6: *Construam uma tabela e um gráfico de barras utilizando o papel milimetrado com base nos dados das culturas que germinaram.*

No segundo encontro, solicitamos aos alunos que desenvolvessem a construção de uma tabela simples e um gráfico de barras no papel milimetrado, referentes às culturas que germinaram em um período de 7 dias. Neste problema, usamos as duas variáveis didáticas modeladas, o meio em que se construíram os gráficos e o tipo do gráfico. Diante deste problema, os alunos do projeto piloto estabeleceram algumas estratégias, as quais modelamos abaixo:

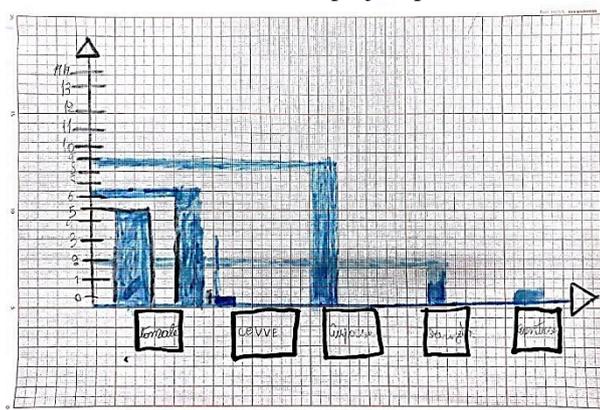
Est₁₁: *Construção de uma escala no eixo das ordenadas.*

Nesta estratégia, o aluno adota um modo no qual seja possível pontuar as quantidades de cada cultura no eixo das ordenadas. Neste sentido, tal estratégia pode ser evidenciada de quatro formas distintas.

Est_{11.1}: *Construção da escala aleatória.*

Nesta estratégia, os alunos não são criteriosos ao adotar uma escala no eixo das ordenadas. Percebemos que estes riscam de modo aleatório os espaçamentos entre um número e outro no eixo das ordenadas (Figura 33).

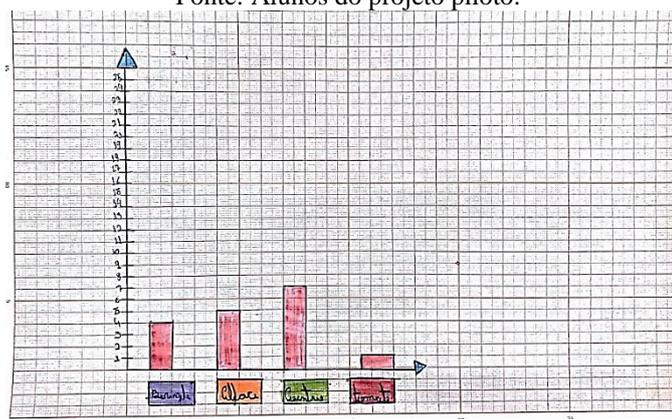
Figura 33: Exemplo da **Est11.1**.
Fonte: Alunos do projeto piloto.



Est11.2: *Para cada meio centímetro adotar uma unidade*

Em casos de mobilização desta estratégia, poderemos observar que, em alguns grupos, os alunos adotam uma escala onde as subdivisões numéricas no eixo das ordenadas são as mesmas. Nesta estratégia, diferente da **Est11.1**, os alunos têm a preocupação em posicionar cada unidade no eixo das ordenadas com o mesmo espaçamento entre elas. Ou seja, a cada meio centímetro o aluno adota um valor que corresponda à quantidade de cultura que havia germinado. E assim, a cada meio centímetro subsequente, um novo valor (sucessor do anterior) é posicionado no eixo, construindo, então, sua escala para o eixo das ordenadas (Figura 34).

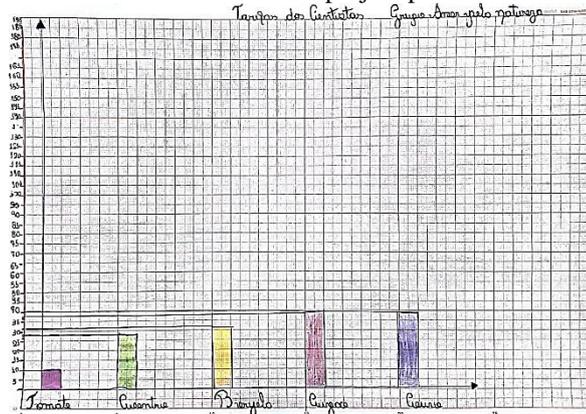
Figura 34: Exemplo da **Est11.2**.
Fonte: Alunos do projeto piloto.



Est11.3: *Para cada meio centímetro adotar cinco unidades*

Análoga a **Est11.2**, nesta estratégia o aluno, ao construir sua escala, adota para cada meio centímetro no papel milimetrado 5 unidades, ou seja cinco culturas que germinaram (Figura 35).

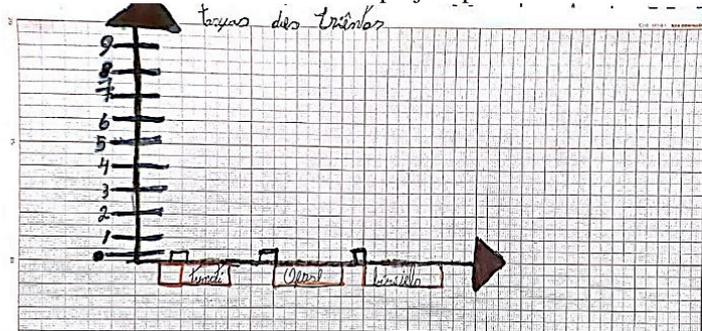
Figura 35: Exemplo da Est11.3.
 Fonte: Alunos do projeto piloto.



Est11.4: Para cada centímetro adotar uma unidade (Figura 36)

Semelhante as duas estratégias anteriores apresentadas, nesta o aluno adota a cada centímetro no papel milimetrado uma unidade para as culturas que germinaram.

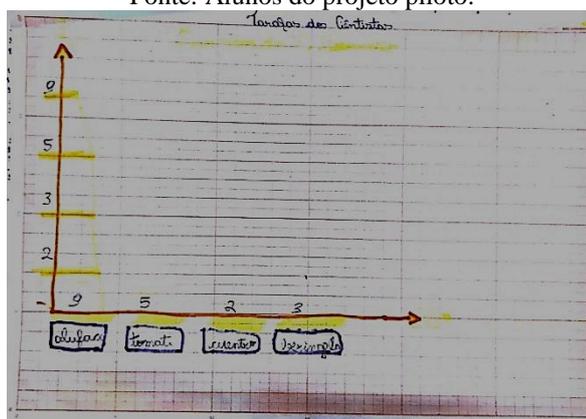
Figura 36: Exemplo da Est11.4.
 Fonte: Alunos do projeto piloto.



Est12: Adotar uma única coluna vertical.

Nesta estratégia, os alunos, ao invés de criarem colunas para cada categoria em questão, adotaram apenas uma única coluna vertical, onde nela foram marcados os valores de culturas germinadas referentes a cada categoria. Acima de cada categoria das culturas, no eixo das abscissas, colocaram apenas os valores das quantidades de culturas que haviam germinado, ou seja, sem a presença de colunas verticais, apenas os valores numéricos, uma vez que a coluna representando todas as outras já havia sido construída (Figura 37).

Figura 37: Exemplo da Est₁₂.
Fonte: Alunos do projeto piloto.



5.3.4 Análise *a priori* do sétimo e oitavo problemas

No tocante aos níveis de letramento estatístico, listamos algumas estratégias que se diferem das demais já mencionadas. Vale ressaltar que o sétimo e oitavo problemas, referentes aos níveis de letramento estatístico são análogos aos **p₂**, e **p₃**, respectivamente, e com o escopo de não deixar a narrativa demasiadamente longa, elucidaremos apenas as novas estratégias que forem aparecendo durante o desenvolvimento do encontro.

Est₁₃: *Traçar paralelas sob o eixo das abscissas*

Com o objetivo de identificar a quantidade de culturas germinadas nos eixos das ordenadas, os alunos traçaram uma paralela ao eixo das abscissas da extremidade da coluna em questão até o valor numérico correspondente no eixo vertical. Chamamos esta estratégia de **Est₁₃** como pode ser visto na Figura 35.

No que se refere à construção de tabelas, tendo em vista que não foi possível mobilizar a construção destas no projeto piloto, tomamos como base os trabalhos de Carraher, Brizuela e Earnest (2001), Carraher, Brizuela e Schliemann (2000), Carraher, Schliemann e Brizuela (2001) e Schliemann, Carraher e Brizuela (2001), os quais corroboramos em acreditar que as tabelas construídas pelas crianças podem nos fornecer como elas operam as informações tabulares em seu pensamento.

Est₁₄: *Inserir os dados verticalmente*

Nesta estratégia, o aluno insere os valores no espaço entre o cruzamento de linhas e colunas, de forma vertical. Nela os valores de cada categoria são apresentados de forma absoluta, como pode ser visto na Figura 4.

Diante das estratégias apresentadas, podemos elucidar alguns erros que foram encontrados. Estes, muito comuns nessa atividade, referentes ao raciocínio sobre dados, segundo Garfield e Gal (1999), constituem um questionamento explorado pelos livros didáticos adotados pela escola, que quando respondido nos fornecem indícios acerca do primeiro nível de letramento estatístico, dentre eles:

E7: *Não apresentar o título do gráfico*

No que diz respeito ao erro **E7**, é possível que os alunos em suas representações gráficas não apresentem títulos nos eixos de coordenadas.

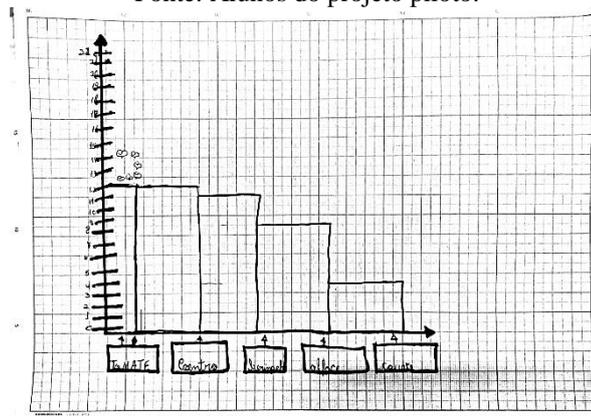
E8: *Não nomear os eixos de coordenadas*

No tocante ao **E8**, o aluno poderá não nomear os eixos das ordenadas e abscissas, o que poderá gerar dificuldades em saber do que se trata tais eixos, em casos de questionamentos. Percebemos que tal erro está ligado a **d3**. Dependendo do aluno e experiências que este viveu ou não, como descreve Vergnaud (1996), erro e dificuldade podem apresentar-se com caráter ambíguo. Desta forma, modelamos o **E8**, mesmo este sendo tão similar a **d3**, pois levamos em consideração as especificidades e experiências de cada aluno.

E9: *Confundir linhas verticais com colunas.*

Outro erro que poderá ser mobilizado diz respeito à construção do gráfico. Em casos de mobilização, será possível percebermos que os alunos, ao invés de construírem colunas, desenham linhas paralelas ao eixo das ordenadas, partindo da origem da categoria no eixo das abscissas até a altura correspondente do valor da quantidade de culturas germinadas no eixo das ordenadas. É possível perceber que este erro faz uso, em parte, da **Est13**, pois, neste caso, o aluno não prolonga a paralela traçada até o valor correspondente no eixo das ordenadas (Figura 38).

Figura 38: Exemplo da E₉.
Fonte: Alunos do projeto piloto.



E₁₀: *Não considerar o zero como nulo*

Na mesma perspectiva da modelagem do E₉, este fato evidencia o conceito estatístico de frequência nula. Contudo, é possível que o aluno crie uma representação para o “vazio”, para o “nada”, ou seja, para a frequência nula referente a essas culturas, na Tábua de Gráficos, como pode ser verificado na Figura 36.

5.3.5 Experimentação

Este encontro ocorreu no dia 20 de agosto de 2018, das 9h às 11h, onde estavam presentes vinte e um alunos, que se dividiram em 5 grupos. Antes da prática, os alunos do curso de Agronomia, participantes do PACE, deram algumas orientações aos alunos quanto à profundidade da cova e a irrigação diária necessária, pois durante a execução do projeto piloto, por desconhecimento dos alunos quanto ao manejo agrícola, muitas sementes não germinaram, fato este que nos levou a propor aos alunos, antes do desenvolvimento dos problemas, vivenciarem uma situação didática.

Os alunos foram levados até o local onde foi implantada a horta e puderam observar a disposição das garrafas PET na parede. Semearam as culturas e após a germinação foi feita a contagem das que haviam germinado e construída uma tabela e um gráfico de coluna no papel milimetrado.

Para o desenvolvimento do encontro foi apresentado, primeiramente, o Problema 4, seguido dos Problemas 5, 6, 7 e 8. Para encerrar, realizamos um momento em que os alunos puderam expor as estratégias mobilizadas nos cinco problemas, delineando elementos da institucionalização, descrita por Brousseau (1996). Vale destacar que neste encontro foram

evidenciados momentos de envolvimento dos alunos em situações adidáticas, configurando a devolução dos problemas.

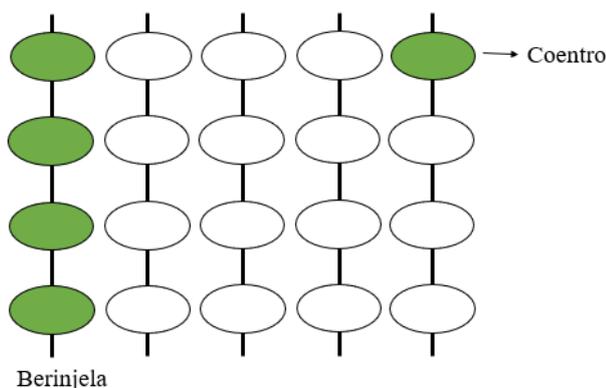
5.3.6 Análise *a posteriori* do quarto problema

Conforme foi descrito nas análises *a priori*, diante da situação-problema proposta, o aluno poderia escolher em semear as culturas nas garrafas de modo que fosse tomado o mesmo número de garrafas para todos os alunos, assim como semear com a igualdade no número de sementes e garrafas distribuídas a todos os alunos.

Deste modo, modelamos, tendo como base os resultados do projeto piloto, as estratégias **Est₁₀**, **Est_{10.1}** e a **Est_{10.2}**.

O aluno Poisson, juntamente com o seu grupo, decidiu plantar os cinco tipo de culturas de modo que cada aluno recebesse a mesma quantidade de garrafas. O grupo, no qual o aluno era integrante, chamava-se “Ajudar o Meio Ambiente”. Este grupo era composto por 4 alunos, onde estes tinham à sua diposição 20 garrafas distribuídas em 5 colunas com 4 garrafas em cada. Deste modo, ficou decidido que cada aluno teria disponível uma coluna com quatro garrafas e optaria em plantar a cultura do seu gosto. No entanto, restaria uma fileira. Assim, cada aluno receberia uma garrafa dela e todos semeariam a mesma cultura nesta filiera remanescente. Deste modo, cada aluno receberia 5 garrafas. Destacamos abaixo o esboço da disposição das culturas do aluno Poisson (Figura 39):

Figura 39: Exemplo da **Est_{10.2}**.
Fonte: Aluno Poisson.



Percebemos que a estratégia mobilizada refere-se a **Est_{10.2}**. Deste modo, questionamos o aluno quanto à escolha dessa cultura:

Pesquisador: Porque você quis plantar berinjela?

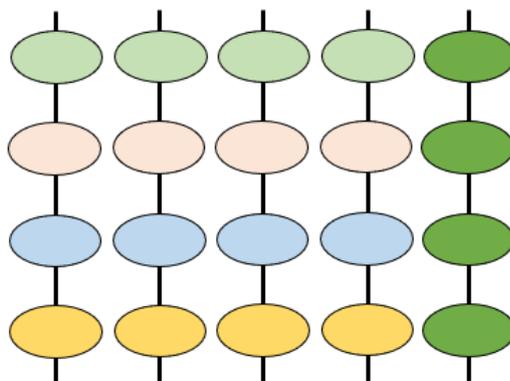
Aluno Poisson: Porque eu quis plantar? Porque a minha vó faz chá com ela.

O aluno respondeu ao nosso questionamento com a certeza e segurança daquilo que ele queria. O fato de ter um familiar que fazia uso de tal legume como chá, o instigou a ponto de plantar tal cultura. Assim como foi evidenciado na análise *a priori*, o motivo pela escolha de uma determinada cultura, nesse caso, se deu por uma razão pessoal.

O aluno Gauss, do grupo “Os Super Recicláveis”, optou por uma estratégia similar às estratégias **Est**_{10.1} e **Est**_{10.2}. O grupo tinha 4 integrantes, assim, cada aluno ficou com uma fileira para semear, contudo, haviam 5 tipos de culturas para serem semeadas. Desta forma, fazendo uma combinação entre as estratégias **Est**_{10.1} e **Est**_{10.2}, os alunos semearam uma única cultura em quatro garrafas de uma fileira e na última garrafa da fileira em questão semearam outra cultura, onde esta era igual a todos os outros alunos. Chamamos esta estratégia de **Est**_c: *Cultivar em linhas horizontais e verticais* (Figura 40). Cada cor escolhida representa uma das cinco culturas.

Figura 40: Exemplo da **Est**_c.

Fonte: Aluno Gauss.



É possível perceber que o aluno Gauss, juntamente com o seu grupo, fez uso da divisão para com as tomadas de decisão, onde cada aluno recebeu a mesma quantidade de garrafas. Nesta disposição, o aluno Gauss plantou alface em quatro garrafas e em uma, tomate. Questionamos o aluno quanto a sua escolha:

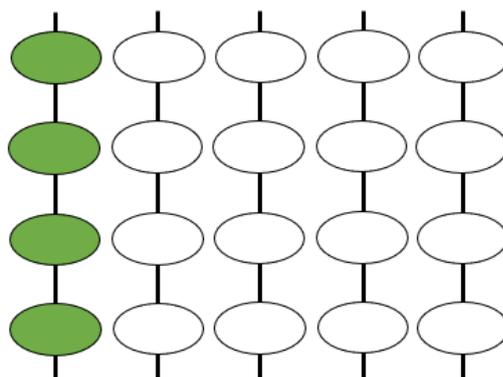
Pesquisador: Porque você quis plantar alface e tomate?

Aluno Poisson: Porque a gente quis deixar tudo bem organizado.

É possível perceber que o aluno estava envolvido com a situação, na qual a organização era um fator que o preocupava, o que caracteriza a devolução (BROUSSEAU, 2008). Deste modo, destacamos que em nossas análises prévias não havíamos cogitado a possibilidade de mobilização da **Est_c**, nem que a organização das garrafas quanto às culturas fosse um fator que o aluno consideraria.

O aluno Fisher, do grupo “Os Super Reciclantes”, tinha disponível a mesma quantidade de garrafas, todavia, o seu grupo era constituído por 5 alunos. Assim, no momento da escolha, quanto à disposição da sementeira, foi dada a cada aluno uma única coluna, contendo 4 garrafas, para semear uma única cultura. O aluno Fisher plantou em sua coluna a cultura do tomate (Figura 41).

Figura 41: Exemplo da **Est₁₀**.
Fonte: Aluno Fisher.



Quanto a sua escolha, destacamos:

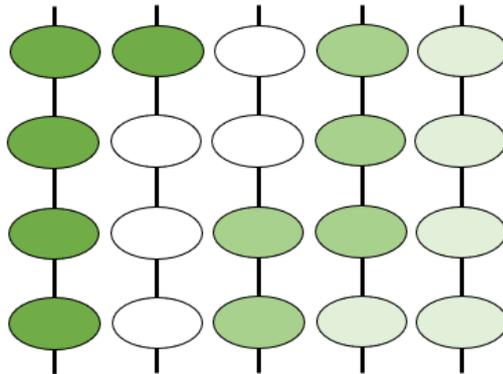
Pesquisador: Porque você quis plantar tomate?

Aluno Fisher: Porque ele nasce rápido, lá em casa tem tomate.

Percebemos naquele momento, que as decisões em relação às culturas estavam sendo tomadas com base nas vivências de cada aluno, fato este que é discorrido por Vergnaud (2014) ao descrever quanto às classes de situações. Assim, percebemos que a escolha do aluno Fisher relaciona-se com a estratégia **Est₁₀**.

O grupo do aluno Newton “Os cuidadores do Mundo” era formado por 4 integrantes e evidenciaram um nova estratégia, intitulada de **Esta**: *Cultivar em 5 garrafas seguidas verticalmente*. Esta estratégia é similar a **Est_{10.2}**, contudo, os alunos seguiram uma sequência de cinco garrafas ao distribuí-las aos demais integrantes do grupo (Figura 42).

Figura 42: Exemplo da **Est.**
Fonte: Aluno Newton.



Como esta estratégia não havia sido cogitada nas análises *a priori*, questionamos:

Pesquisador: Como que vocês decidiram plantar?

Aluno Newton: Assim, professor. A gente é 4 e tem 20 garrafas, aí cada aluno fica com 5. Eu fico com 5, ele com 5, ele fica com 5 e ele fica com 5.

Pesquisador: E aí, vai dar certo?

Aluno Newton: Vai! Porque, olha, um, dois, três, quatro, cinco pra mim. Aí um, dois, três, quatro, cinco pra ele, um, dois, três, quatro, cinco pra ele, e um, dois, três, quatro, cinco pra ele. Viu? Todo mundo fica com a mesma quantidade.

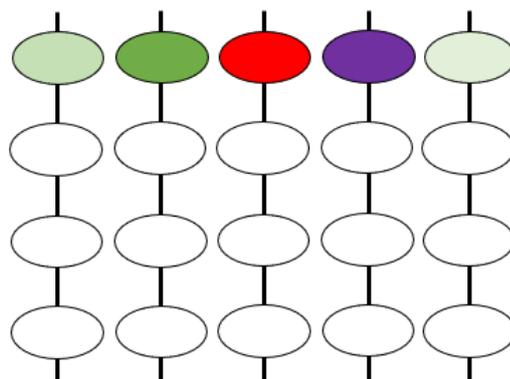
Pesquisador: Legal! E como vão plantar?

Aluno Newton: Nessas aqui (as quatro primeiras) eu vou plantar couve e nessa aqui a gente vai plantar coentro.

Percebemos que os alunos percorriam as fases da ação, formulação, validação e devolução do problema, segundo Brousseau (1996, 2008). Além de deixar evidente que fizeram uso da divisão, ao contar quantas garrafas eles tinham no total e dividir pela quantidade de alunos no grupo. Vergnaud (2014) afirma que a divisão implica nas operações subtração e multiplicação no plano das regras operatórias. Deste modo, consideramos que não apenas a operação da divisão foi evidenciada nesta estratégia, mas as operações de subtração e multiplicação.

Durante nossas análises *a priori* não levamos em consideração a igualdade tanto no número de garrafas quanto no número de culturas dadas a cada aluno. Neste sentido, o aluno Pearson do grupo “Ajudar o Mundo” considerou este fato. Chamamos a sua estratégia de **Est.:** *Semear com o mesmo número de garrafas e culturas* (Figura 43).

Figura 43: Exemplo da Est.
Fonte: Aluno Pearson.



A princípio, acreditávamos que tal estratégia era análoga a adotada pelo aluno Fisher, pois o padrão colorido na primeira linha repetia-se para as demais. Assim, acreditávamos que, em uma visão vertical, o aluno havia recebido uma coluna e nela semeado a mesma cultura. Porém, este último fato era o que fazia toda a diferença, ao passo que cada aluno recebeu a mesma quantidade de garrafas e culturas, tendo em vista que os alunos gostariam de semear todas as culturas que estávamos disponibilizando. Diante disso, em cada garrafa da primeira fileira, o aluno Pearson plantou nesta seguinte ordem: alface, coentro, tomate, berinjela e couve.

Nesta perspectiva, acreditamos que os integrantes deste grupo mostravam-se interessados na atividade, pois queriam não apenas plantar uma semente, mas todas que estavam à disposição, o que nos leva a concluir que houve devolução nesta fase, segundo Brousseau (2008).

5.3.7 Análise *a posteriori* do quinto problema

O quinto problema tratava-se de uma tentativa em mobilizar o nível científico em uma abordagem não gráfica. Para tanto, discorremos nas análises *a priori* que o aluno para resolver este problema poderia fazer uso das estratégias **Est5**, **Est6**, **Est7**, **Est8** e **Est9**.

O aluno Poisson fez uso da **Est10.2** para dispor suas sementes, quando perguntamos acerca do número de sementes que ele precisaria em sua coluna principal sua resposta foi:

Aluno Poisson: Tem três buracos, cada buraco vai 3 sementes. Aí tem 3 vezes 2 que dá 6 e $6 + 6$ é 12 e $12+12$ é 24.

Desta forma, percebemos que para resolver uma situação-problema acerca do letramento estatístico, a qual está inserida no campo conceitual de estruturas aditivas e multiplicativas, o aluno não precisa usar apenas conceitos específicos de Estatística, como média, estimativas ou frequência absoluta. Pois, corroboramos com Vergnaud (2009) ao discorrer acerca de determinados conceitos presentes em campos conceituais, os quais são constituídos por um “conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão” (VERGNAUD, 2009, p. 29). Neste sentido, percebemos que o aluno faz uso de estruturas aditivas (soma), bem como a soma sucessiva de parcelas, caracterizando a operação da multiplicação e o uso do cálculo mental com estruturas aditivas, ou seja, a **Est6**.

O aluno Fisher adotou a mesma estratégia do aluno Poisson, **Est6**, para solucionar o problema, operando da seguinte forma:

Aluno Fisher: Duas sementes em cada buraco e tem 3 buracos. Aqui nessa garrafa dá 6. Aí, $6 + 6$ é 12, $12 + 6$ é 18, $18 + 6$ é 24. 24 sementes de tomate, professor.

Deste modo, foi possível perceber que durante a solução do aluno Fisher, este fez uso da primeira categoria das relações aditivas, na qual duas medidas se compõem para resultar em uma medida (BROUSSEAU, 2014).

O aluno Fisher indagou-nos acerca das variáveis internas e externas (iluminação, irrigação e adubação) e o que poderia acontecer na falta ou na abundância destas em suas sementes. Desta forma, visualizamos uma oportunidade de trabalhar conceitos de estimativa. O aluno Fisher nos deu uma pequena amostra do que poderia chamar de nível científico.

Pesquisador: Fisher, o que você poderia dizer se todas as sementes nascessem?

Aluno Fisher: Aí eu plantei certo, professor.

Pesquisador: E se nenhuma nascesse?

Aluno Fisher: (risos) Aí eu plantei tudo errado.

Pesquisador: E se só metade nascesse?

Aluno Fisher: Se metade nascer é porque eu plantei meio certo, professor.

Percebemos que o aluno trabalhava com os conceitos de divisão, possibilidades, bem como ponderava as eventualidades que poderiam acontecer. Ele nos respondeu quanto ao fator que poderia influenciar na germinação ou não das culturas, tomando total responsabilidade em relação às eventualidades que poderiam ocorrer. É importante ressaltar que o estudante não considerou outros fatores externos e internos, os quais influenciam no manejo da planta. Vale

destacar que fizemos estes questionamentos aos demais alunos, entretanto, não obtivemos respostas.

Os alunos Newton e Pearson fizeram uso das estratégias **Esta** e **Este**, onde semearam as sementes em fileiras verticais e horizontais, respectivamente. Neste problema, utilizaram os dedos para nos responder o quinto problema, caracterizando o uso da estratégia **Ests**.

O aluno Gauss dispôs as sementes de forma horizontal, e as contava do mesmo modo que o aluno Fisher, ou seja adotava a estratégia **Ests**, contudo, sua atenção era escassa e, por vezes, tinha que recomeçar a sua conta.

Percebemos que o aluno fez uso de um sequência numérica falada como contagem, onde esta era acompanhada de gestos da mão e de movimentos dos olhos, os quais demonstraram que a criança estabelecia uma relação entre o conjunto dos objetos e a sequência falada. Nesse sentido, Vergnaud (2014, p. 126) destaca que ao adotar o cálculo mental “a criança se engana com muita frequência [...] na ausência de uma extrapolação sistemática, ocorre-lhe de contar duas vezes o mesmo objeto e esquecer o que fez”.

Antes de darmos início à análise *a posteriori* do sexto problema, destacamos alguns pontos que achamos ser pertinentes a esse encontro, no que diz respeito à fase de devolução, proposta por Brousseau (2008).

A proposta da “Horta vertical com garrafas PET” mobilizou a fase de devolução, pois os alunos se mostraram interessados em cuidar das “plantinhas”, como eles as mencionavam. Contudo, tínhamos um grande impasse, que era realizar as irrigações diárias, tendo em vista que não havia expediente na escola aos finais de semana, outro ponto era que o local escolhido para a implantação da horta ficava em um ambiente pertencente à escola, mas aberto à comunidade. Porém, nossas preocupações esvaíram-se quando as mencionamos aos alunos, pois ouvimos:

Aluno Fisher: Professor, pode deixar, eu vou vim todos os dias molhar minhas plantinhas.

Aluno Poisson: Eu vou cuidar das minhas plantinhas pra elas darem logo frutas.

Aluno Newton: A gente vem olhar, professor, a gente mora perto.

Percebemos que parte da responsabilidade foi tomada pelo aluno, caracterizando a devolução, proposta por Brousseau (2008), onde este estava interessado em prosseguir com o que eles chamavam de “experimento”, como podemos verificar no trecho abaixo:

Aluno Fisher: Professor, posso levar pra casa as sementes que sobrarem? Porque eu quero ver onde vai nascer mais rápido.

O diálogo acima nos mostra que eles estavam envolvidos com a situação a ponto de realizar o que poderíamos chamar de um “tratamento testemunha”, caso as mesmas condições de temperatura, radiação, irrigação, adubação e tempo fossem aplicados na casa do aluno. Contudo, sua atitude crítica, diante dos possíveis dados ali presentes, apresentaram-se como uma vertente a possibilidade de mobilização do nível científico, como propõe Shamos (1995).

5.3.8 Análise *a posteriori* do sexto problema

O sexto problema pedia uma tabela de entrada simples e um gráfico de colunas (cultura *versus* quantidade) a ser construído no papel milimetrado referente aos dados coletados das culturas que haviam germinado. Operando neste encontro as duas variáveis didáticas modeladas, os alunos poderiam fazer uso das 5 estratégias quanto à construção gráfica, a saber, **Est11.1**, **Est11.2**, **Est11.3**, **Est11.4** e **Est12**. O uso de uma determinada estratégia poderia fazer o aluno evidenciar erros, os quais modelamos **E7**, **E8**, **E9** e **E10**.

Ao verso do papel milimetrado, o aluno Poisson construiu uma tabela onde ele apresenta as frequências absolutas das culturas que germinaram. Com base em Lara-Roth (2006), percebemos que as crianças, ao construir tabelas e gráficos, indicam que tipo de informação tornaram explícita e implícita.

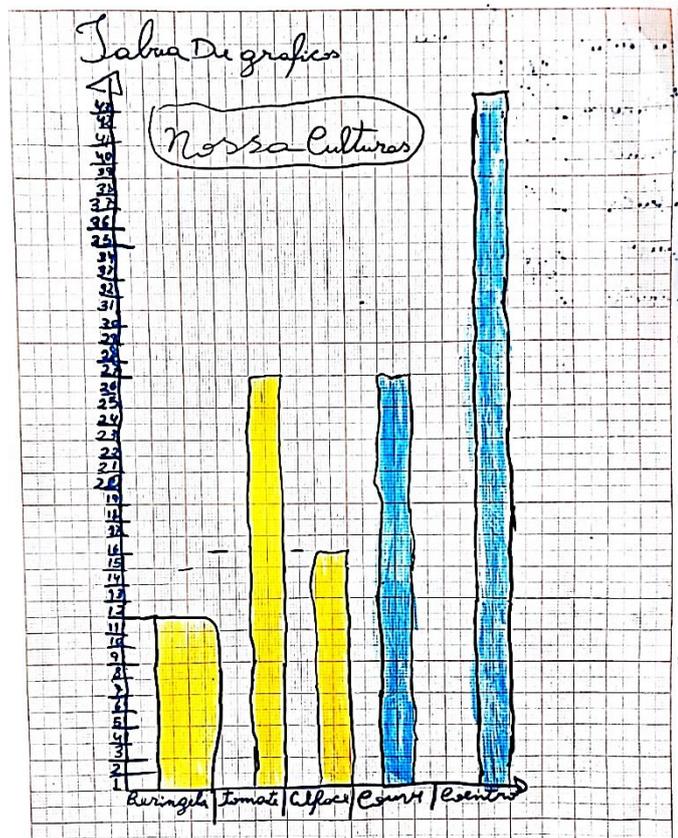
Para o aluno Poisson, a variável “tipo de cultura” é uma que precisa ficar extremamente explícita, além de em sua tabela apresentar relações aditivas, pois concentrava as quantidades totais de culturas que haviam sido germinado. Entretanto, a frequência total de todas as culturas não é evidenciada na tabela, apesar disso, sua tabela é semelhante a que modelamos na análise *a priori*, **Est14** (Figura 44).

Figura 44: Exemplo da **Est14**.
Fonte: Aluno Poisson.

Culturas	Tabela
Beringela	21
Tomate	26
Alface	15
Couve	26
Coentros	26
	113
	110

O aluno Poisson, para a disposição das sementes, fez uso da **Est10.2**, no segundo problema, resolveu-o mediante a **Est6**. No que se refere à construção gráfica, este utilizou uma escala na qual a cada meio centímetro no papel milimetrado ele adotou uma unidade, configurando a estratégia **Est11.4**. No entanto, a escala que o aluno adotou é obtida por meio da contagem de elementos, na qual começa-se a contagem a partir do número um, ou seja, o aluno estava contando unidades ao estabelecer as graduações no eixo das ordenadas. Apesar do gráfico apresentar título, este não continha os títulos dos eixos cartesianos, caracterizando o erro **E8**. Percebemos que o aluno não apresentou um padrão quanto ao desenho das barras que foram adotadas, constituindo-se como não uniformes até o ponto da ordenada (Figura 45).

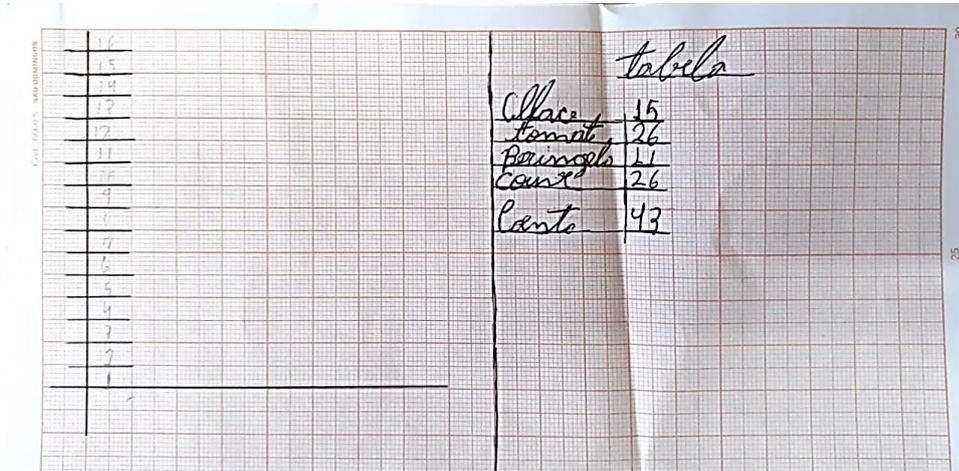
Figura 45: Exemplo de gráfico com uso da **Est11.4**.
Fonte: Aluno Poisson.



Um fato a ser destacado refere-se ao aluno Poisson que antes de apresentar o gráfico, como mostra na Figura 45 fez uso de duas estratégias, as quais foram refutadas, ao adotar uma escala que não contemplava o limite superior de seu rol de dados, como pode ser visualizado nas Figuras 46 e 47. Primeiramente, o aluno indagou-nos (Figura 46):

Aluno Poisson: Professor, o senhor pode me dar outra folha? Porque essa aqui eu errei. Olha, não deu, tem que ir até o 43 e só foi até o 16.

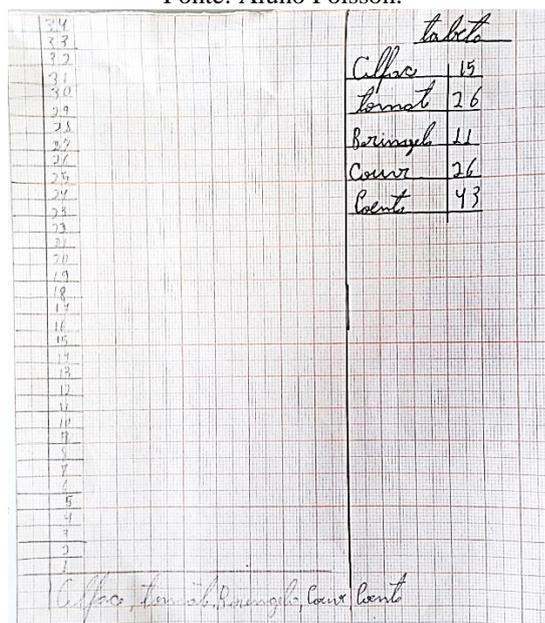
Figura 46: Primeira tentativa do aluno ao construir a escala.
Fonte: Aluno Poisson.



Percebemos no diálogo acima que o aluno estava desenvolvendo situações, percorrendo a fase da ação, como discorre Brousseau (2008). Assim, após sua primeira tentativa, ele voltou e questionou novamente (Figura 47):

Aluno Poisson: Professor, ainda não deu. Eu acho que eu tenho que começar bem de baixo pra poder dar certo, porque é muito coentro que nasceu. O senhor me dá outra folha aí?

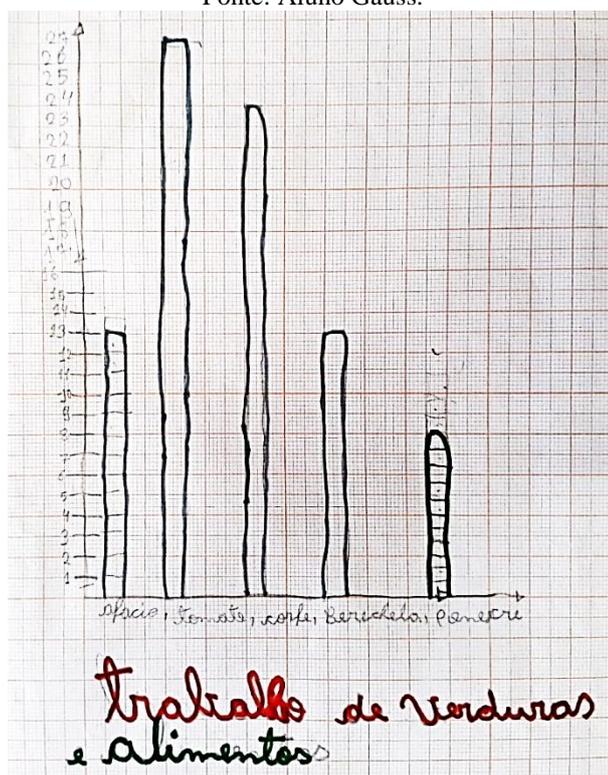
Figura 47: Segunda tentativa do aluno ao construir a escala.
Fonte: Aluno Poisson.



Percebemos a importância da criação de um meio adidático, no qual o aluno é o sujeito ativo da construção de seu conhecimento, pois, verificamos que este, então, formula e valida suas ações ao tomar uma escala que compreenda o limite inferior e superior de rol (BROUSSEAU, 2008), configurando um *status* a esta situação que poderá ser evidenciada, quando necessária, em situações análogas a esta.

O aluno Gauss, ao dispor as sementes na horta, fez uso de uma estratégia nova, a estratégia **Est_c**. No que se refere à quantidade de sementes, este utilizou a **Est₆**. Ao construir o gráfico, adotou a mesma estratégia do aluno Poisson, **Est_{11.4}**, entretanto, evidenciou dois erros, dentre eles, o **E₇** e **E₈**, além de começar a contar no número 1, pois considerou a contagem de elementos na composição da escala adotada no eixo das ordenadas (Figura 48).

Figura 48: Exemplo de gráfico de colunas com uso **Est_{11.4}**.
Fonte: Aluno Gauss.



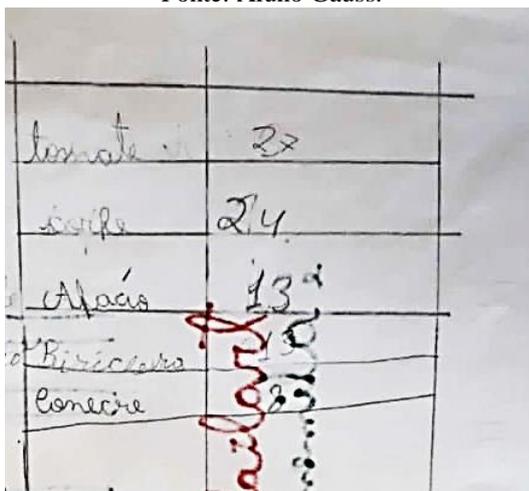
A tabela dos alunos Gauss, Fisher, Newton e Pearson, apesar de possuírem relações aditivas, não apresentaram títulos quanto às categorias que ali estavam dispostas. Entretanto, os tipos de culturas foram descritos como uma variável que deveriam ser estritamente explícitas. E o título para cada variável constituiu-se como uma variável que deveria ser implícita, uma vez que “as crianças incorporam suas notações características convencionais das tabelas e gráficos” (LARA-ROTH, 2006, p. 96). Neste sentido, apresentamos a tabela do aluno Gauss

(Figura 49) e as tabelas dos demais alunos encontram-se em anexo (ANEXO A), pois são dados similares.

Quanto à tabela do aluno Fisher, a apresentaremos quando for oportuno, pois nela foram evidenciados elementos dos quais merecem destaque ao nosso entendimento.

Figura 49: Exemplo de tabela com uso da **Est14**.

Fonte: Aluno Gauss.



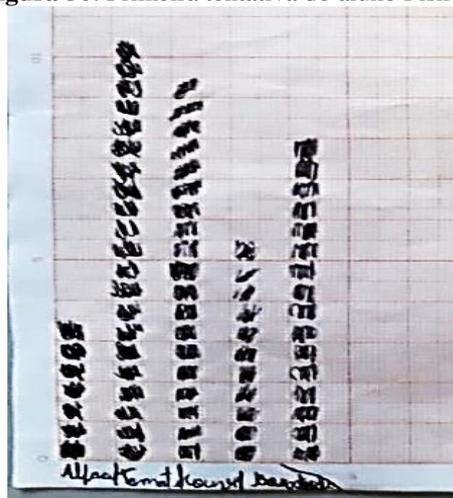
tomate	22
couve	24
Alpaca	13
Brinco de leite	10
Conete	22

O aluno Fisher fez uso da **Est10** para dispor as sementes na horta. Com base na **Est6**, nos forneceu a resposta para o problema da semente. Na construção do gráfico adotou uma escala aleatória para a graduação no eixo das abscissas, configurando a **Est11.1**, na qual foi evidenciado o erro **Es** em sua representação gráfica. Entretanto, alguns pontos merecem destaque, o aluno criou uma legenda para cada uma das culturas, adotando apenas as iniciais para cada cultura, além de usar as cores que se aproximam das cores dos legumes para pintar as colunas. Ao ser questionado acerca da escolha apenas das iniciais, o aluno respondeu:

Aluno Fisher: Professor, a gente tentou fazer com os nomes, mas ficou tudo errado. Aí, a gente fez atrás da folha mesmo, porque é mais fácil.

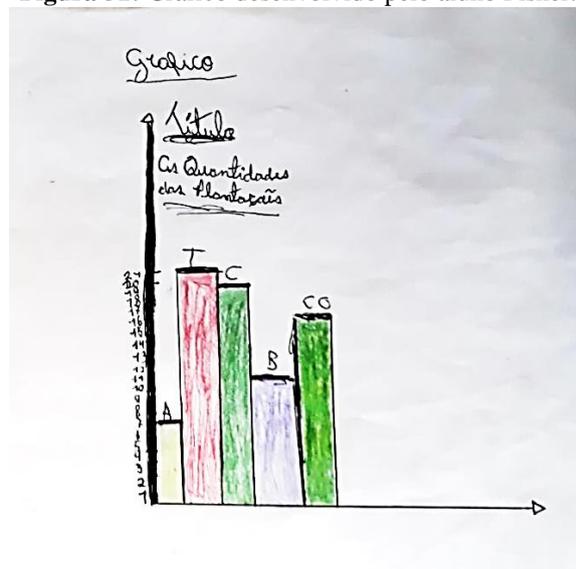
Percebemos que o aluno começou a construção do gráfico do lado direito do papel milimetrado, contudo, o espaço entre uma categoria e outra fora demasiadamente pequeno, resultando em um embolo das palavras (Figura 50).

Figura 50: Primeira tentativa do aluno Fisher.



Concordamos com Vergnaud (1996) ao mencionar acerca das classes de situações, nesta situação, pois percebemos que a primeira estratégia do aluno foi começar a construção do lado direito do papel milimetrado, no entanto, não havia em seu repertório situações das quais ele havia vivenciado que pudesse ser tomado como base. Dado que sua primeira tentativa foi frustrada, ele decidiu mudar de estratégia e virou o lado da folha, o que para ele tornou-se mais fácil, fornecendo a esta situação um *status* na qual pudesse servir de base em outras situações. Em sua nova tentativa, em vez de escrever o nome de cada cultura, ele decidiu apresentar apenas a inicial e como tentativa de tornar a leitura do gráfico de fácil compreensão adotou as cores dos legumes de cada cultura (Figura 51).

Figura 51: Gráfico desenvolvido pelo aluno Fisher.



No que se refere a sua escala, o aluno contou unidades, começando não do zero, e sim, da quantidade 1. Quanto a esse ponto, o questionamos e ele nos respondeu:

Pesquisador: Fisher, os números aqui começam no número 1?

Aluno Fisher: Porque não teve zero que nasceu, nenhuma que não nasceu.

O aluno no ímpeto nos justificou acerca de sua escolha, apresentando um fato completamente diferente do que havíamos cogitado. Pois, acreditávamos que o aluno não considerava o zero na contagem, porém, sua resposta nos revelou o contrário. Ele considerou o zero na contagem, contudo, estabeleceu relação entre o número escrito e os objetos do conjunto (frequência das culturas que germinaram), visto que havia percebido que não fazia sentido representá-lo (zero), tendo em vista que não houveram culturas com frequência nula.

Tal fato nos revelou que a compreensão dos protocolos dos alunos não devem restringir à análise da produção escrita do aluno, ao passo que os esquemas são produtos de ordem psicológica, apoiado em representação mental. Neste sentido, Muniz (2009, p. 44) afirma que “a fala do seu autor contribui com o processo de análise da produção de esquemas, permitindo ao mediador uma mais real compreensão dos reais significados das produções matemáticas”.

Em relação à tabela do aluno Fisher, percebemos que a tabela não era de entrada simples, pois relacionou três variáveis: aluno, cultura e quantidade. No entanto, a fim de manter sigilo quanto aos nomes dos alunos não os apresentamos. Desta forma, além de mostrar relações aditivas e concentrações de frequências absolutas, a tabela do aluno Fisher apresentou a relação com mais dois conjuntos. Vergnaud (2014) discorre este fato ao mencionar acerca do uso das relações ternárias entre conjuntos (Figura 52).

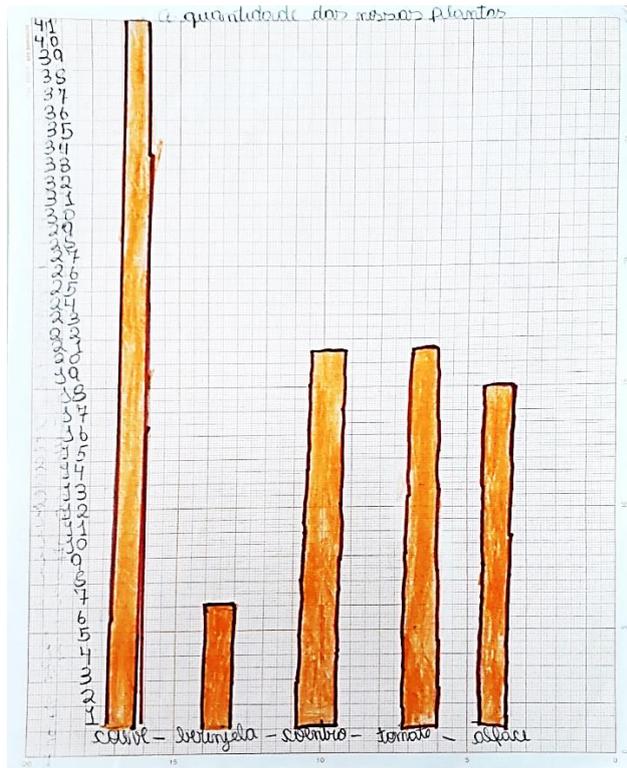
Figura 52: Exemplo de tabela simples com uso da Est14.
Fonte: Aluno Fisher.

Tabela

Alface	7 Alface
Tomate	27 tomates
Couve	49 couve
Brigola	71 brigola
Canstro	46 canstro
<u>Chefe e</u> <u>Chefe ni PAi</u>	

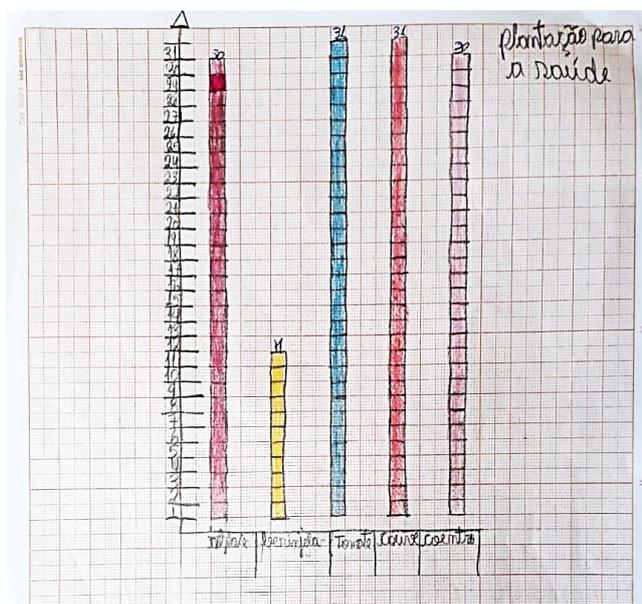
Relacionando os dados do aluno Fisher com os do aluno Pearson, verificamos que eles utilizaram a mesma estratégia para construir seus gráficos, a saber, a Est11.1, onde ambos evidenciaram o erro E8, entretanto, o aluno Pearson não apresentou os eixos em seu gráfico. Lara-Roth (2006) descreve acerca desta situação ao mencionanar que as tabelas e gráficos deixam evidente as variáveis que tornaram implícitas e explícitas. Neste sentido, percebemos que o aluno Pearson considerava os eixos cartesianos como uma variável implícita, uma vez que no papel milimetrado já apresentara as linhas que se assemelhavam aos eixos cartesianos, como eles nos afirmou durante a validação de sua estratégia, a fase de institucionalização (Figura 53).

Figura 53: Gráfico elaborado sem a presença dos eixos cartesianos.
Fonte: Aluno Pearson.



O aluno Newton usou elementos presentes no último encontro, pois ele adotou quadrinhos para compor a coluna do gráfico, o que nos remeteu às figurinhas que haviam sido dispostas no gráfico (resíduo *versus* quantidade). Adotando uma escala, onde a cada meio centímetro conferiu-lhe um valor de cultura germinada, verificamos que o aluno utilizou a estratégia **Est11.4**. Apesar de evidenciar o erro **Es**, podemos considerar que a situação vivenciada na prática “Coleta Seletiva” serviu de base para o aluno nessa atividade, como propõe Vergnaud (1996) (Figura 54).

Figura 54: Gráfico produzido pelo aluno Newton.



5.3.9 Análise *a posteriori* do sétimo problema

No que se refere aos problemas que buscavam mobilizar os níveis cultural e funcional, mobilizamos nas análises *a priori* apenas uma estratégia que poderia ser distinta das que já apresentamos. O sétimo problema em questão é análogo ao problema **p2**, assim como às estratégias, erros e dificuldades relacionados a ele. Sendo assim, questionamos o aluno sobre os extremos do gráfico.

No gráfico elaborado pelo aluno Poisson, percebemos que este fez uso da contagem de unidades na escolha de sua escala. No primeiro encontro, o aluno adotou a **Est3**, na qual estabelecia relação entre grupos para localizar os extremos de um gráfico, evidenciando o primeiro teorema-em-ação.

Nesta situação-problema, como mudamos as duas variáveis didáticas modeladas, o aluno utilizou uma nova estratégia, **Est4**, na qual para localizar os extremos de um gráfico este aferiu o valor na categoria no eixo das abscissas. Assim, verificamos:

Pesquisador: Qual foi a planta que mais nasceu e a que menos nasceu?

Aluno Gauss: A que mais nasceu foi o coentro e a que menos nasceu foi a berinjela.

Pesquisador: Como você viu isso?

Aluno Fisher: Aqui, professor. O coentro bate no 43 e a berinjela bate no 11.

Percebemos que o aluno relacionou a escrita do número com o objeto em si, como descreve Vergnaud (2014), ao aferir o valor de cada categoria no eixo das ordenadas,

estabelecendo uma relação de ordem entre o valor numérico e a quantidade que os conjuntos representavam. O aluno buscou a solução da resposta, mostrando-se empolgado enquanto percorria as fases da formulação e validação, segundo Brousseau (2008).

Os alunos Gauss, Newton, Fisher e Pearson fizeram uso da mesma estratégia, **Est4**, do aluno Poisson quanto a esse problema.

5.3.10 Análise *a posteriori* do oitavo problema

Decidimos neste item agregar as respostas com base nas estratégias usadas pelos alunos. O oitavo problema é semelhante ao problema **p3**. Entretanto, optamos em colocar em evidência a relação entre os extremos do gráfico, pois gostaríamos de verificar se os números mudavam em algum ponto no método de resposta do aluno. Neste sentido, os alunos Gauss e Fisher fizeram uso da estratégia **Est6**, onde, com base em cálculo mental, os alunos tentaram nos fornecer a resposta quanto ao questionamento.

Contudo, evidenciamos uma dificuldade que não havíamos modelado nas análises *a priori*, na qual o aluno expressou dificuldade em operar números altos. Chamamos tal dificuldade de **da**: *operar com números altos*. Nesta perspectiva, Vergnaud (2014, p. 212) discorre ao enfatizar acerca da maior e/ou menor facilidade do cálculo numérico que “os números grandes ocasionam mais dificuldade que os números pequenos”.

Desta forma, inseridos em um meio adidático, os alunos refutaram tal estratégia e buscaram outra com o objetivo de nos fornecer a resposta, caracterizando a devolução. Assim, os alunos Fisher, Poisson, Newton e Pearson elencaram a estratégia que faz uso dos dedos para operacionalização, a saber, **Est8**.

Já o aluno Gauss usou uma estratégia não modelada nas análises *a priori*, onde intitulamos de **Estf**: *Fazer uso de pausinhos*. Vergnaud (2014) comenta este fato quando elucida que a criança concomitantemente desenvolve a atividade da contagem com outros aspectos dos números, neste caso, a escrita em si. Deste modo, mesmo com toda a dificuldade acerca da operacionalização de números altos, o uso das estratégias mobilizadas evidenciaram os teoremas **T₂** e **T_{2.1}**.

Continuando nossas análises *a posteriori*, o aluno Poisson, junto com os outros integrantes do grupo, geraram a seguinte situação:

Pesquisador: Quantas berinjelas tem a menos que o alface?
Aluno Poisson: Quatro.

Pesquisador: Como você sabe disso?

Aluno Poisson: Porque o alface tem 15 e a berinjela tem 11. Aí, $11 + 4$ dá 15.

Aluno: Não é assim. É $15 - 11$ que dá 4. Não é soma, é de menos.

Pesquisador: Como sabe disso?

Aluno: Porque o senhor disse quantas berinjela tem a menos e não quantos alface tem a mais. Aí, é de menos a conta.

Este fato nos fez pensar no modo como direcionamos as perguntas, ou seja, em formular bons problemas. Pois, para o aluno a nossa expressão “a menos” remeteria e direcionava a usar a operação da subtração. Nesta perspectiva, Vergnaud (2014, p. 216) comenta que é um erro considerar a subtração como operação subordinada e secundária à adição, pois existem duas classes de problemas de relações aditivas, onde a segunda classe é resolvida por uma subtração. Nesta classe, percebemos que a “criança retira uma quantidade dada de uma quantidade inicial dada a ela”. Neste sentido, o autor discorre que as relações aditivas são ternárias, onde na segunda categoria uma transformação age sobre uma medida para resultar em outra medida.

Outro fato a ser destacado quanto aos protocolos de produção do aluno Poisson, trata-se do seu gráfico. Nele foi apresentada a escala adotada no eixo das ordenadas. Contudo, à primeira vista, ao realizarmos a leitura do gráfico (Figura 45), podemos perceber que germinaram 12 brotos de berinjela. Porém, na tabela (Figura 44) foi apresentado o valor absoluto de 11 brotos. Contudo, ao valiar sua estratégia o aluno mencionou:

Aluno Poisson: É 11, professor, ele bate na primeira linha.

Percebemos que o fato do aluno não ter considerado o zero em sua escala fez com que nossos “padrões” acerca de escala fossem confrontados, pois esperávamos que a escala adotada fosse aquela esperada pela escola, como discorre Muniz (2009). Tendo em vista que aferimos ao valor da frequência na linha superior no eixo das ordenadas e não na linha inferior, como foi realizado pelo aluno. Desta forma, acreditamos que a valorização desses esquemas seja uma vertente para entender o pensamento da criança, além do fato de que o uso da linguagem natural seja pertinente durante o processo.

5.3.11 Considerações do Segundo Encontro

Neste encontro, optamos em mudanças nas variáveis didáticas, onde o aluno desenvolveu o gráfico com o uso do papel milimetrado e o tipo do gráfico evidenciado foi o de colunas. Percebemos que a atividade foi propícia, motivadora e forneceu subsídios para que o

aluno pudesse construir seu conhecimento, ou seja, houve a devolução em todos os momentos da atividade que durou 7 dias.

Destacamos que houveram mudanças nas estratégias adotadas pelos alunos no que diz respeito às escolhas das variáveis didáticas. Além do fato de que a socialização entre os grupos foi algo que nos chamou a atenção.

No tocante aos teoremas, percebemos que quanto aos níveis cultural e funcional as modelagens foram observadas. Em relação ao terceiro nível, este foi mobilizado apenas por um aluno, porém, os teoremas quanto a este nível não foram mobilizados.

A atividade foi muito proveitosa, pois percebemos que junto ao meio adidático, vivenciando o ciclo da planta, a reciclagem e o manejo agrícola, o aluno buscou meios, estratégias e ações para chegar ao êxito final.

5.4 Terceiro Encontro

Este encontro é composto por 5 problemas, sendo 1 problema referente à construção gráfica e 4 acerca dos níveis de letramento estatístico.

5.4.1 Análise *a priori* do nono problema

ps: *Saboreiem os lanches que mais lhe agradarem, construam uma tabela com os lanches consumidos por todo o grupo e, em seguida, apresentem o gráfico de barras com esses dados para a turma.*

Neste último encontro direcionamos duas situações-problema. A primeira consistia em construir um gráfico de barras (lanches *versus* quantidade), no papel milimetrado com os dados dos grupos. A segunda tinha como objetivo construir um gráfico de pictogramas da mesma natureza, porém, com os dados de toda a sala. Nesta situação, fizemos uso das duas variáveis didáticas adotadas nas análises *a priori* e buscamos mobilizar os três níveis de letramento.

Percebemos que durante o piquenique os alunos permaneciam em grupos e, enquanto degustavam os lanches, anotavam as quantidades em uma folha de papel, com a finalidade de construir uma tabela com os dados dos grupos.

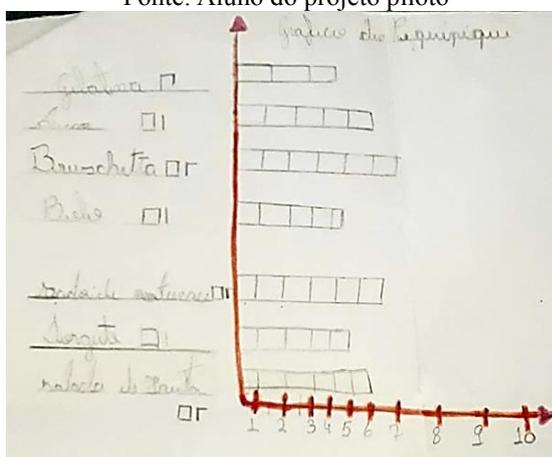
Para estas situações-problema, esperamos que os alunos façam uso das situações vivenciadas anteriormente, ou seja, usem situações prévias já dispostas em seu repertório para solucionar os problemas nesta situação.

Objetivamos compreender como o aluno supera as dificuldades que foram verificadas nos encontros anteriores. Deste modo, para construção do gráfico de pictogramas e para o gráfico de barras, modelamos as mesmas estratégias dos encontros anteriores, assim como as dificuldades e erros, exceto em um caso, o qual foi evidenciado no projeto piloto, e o apresentamos neste momento como análise *a priori*:

E11: Relação entre o tamanho da barra e a graduação

Percebemos que tal erro é semelhante ao erro E4. Contudo, nele percebemos que o desenho da barra do aluno não condiz com a graduação no eixo das abscissas adotada por ele. Os retângulos tomados como unidade na barra não são padronizados, fato este que poderá gerar diferenças em relação ao eixo das quantidades (Figura 55).

Figura 55: Exemplo do E10
Fonte: Aluno do projeto piloto



5.4.2 Análise *a priori* do décimo e décimo primeiro problemas

Os problemas décimo e décimo primeiro, análogos aos **p1** e **p2**, respectivamente, têm como objetivo mobilizar os níveis cultural e científico, respectivamente. Deste modo, destacamos as mesmas estratégias, erros e dificuldades utilizadas nas situações anteriores, a saber, **Est3**, **Est4**, **Est5**, **Est6**, **Est7**, **Est8**, **Est9**, **E5**, **E6**, **d1** e **d2** que poderão ser evidenciadas nesta situação.

5.4.3 Análise *a priori* do décimo segundo problema

p12: *Qual relação é possível estabelecer com os dados da turma e com todos os alunos da escola? O que podemos inferir?*

O problema em questão procura evidenciar a inferência da amostra sob a população. Em outras palavras, procuramos entender o que o aluno pode concluir a partir dos dados coletados em nossa pesquisa dentro da sala de aula se aplicássemos a pesquisa com todos os alunos da escola. Ou seja, posicioná-lo frente a uma situação em que a criticidade é necessária, uma vez que estamos inferindo sob uma determinada quantidade.

Tendo em vista que não foi possível mobilizar o terceiro nível de letramento no projeto piloto, por conta da amplitude do gráfico, destacamos as mesmas considerações que realizamos antes da ida a ele. Para tanto, tomaremos neste problema a ideia de estratégia como conclusão de um determinado problema, ao passo que o terceiro nível elenca conclusões acerca de um determinado assunto, dentre elas, destacamos:

Est15: *Não há relação*

Relacionada ao teorema **T3.1:** *Não é possível estimar, com os dados coletados, um valor que represente toda a escola*, a presente estratégia, em casos de mobilização, nos fornecerá subsídios para verificarmos a extrapolação dos dados, elemento presente no nível científico, tendo em vista que nela o aluno é capaz de perceber que nem sempre uma determinada amostra representará a sua população.

Est16: *Há relação de ordem entre os números*

Relacionada ao teorema **T3:** *É possível denotar o total de observações dos elementos por meio da soma de todas as frequências*, a presente estratégia busca, por meio da relação entre conjuntos, os possíveis valores da amostra e da população. Desta forma, conhecendo os valores destas o aluno pondera suas conclusões. Neste sentido, percebemos que a presente estratégia é pautada nas estratégias **Est3** e **Est4**.

5.4.4 Análise *a priori* do décimo terceiro problema

p13: *Dentre os lanches que vocês experimentaram, quais vocês gostariam que fossem para a cantina da escola? Por quê?*

O problema tinha como objetivo verificar se as justificativas dos alunos levariam em conta a representatividade dos dados da sala de aula para com os de todos os alunos da escola. Tendo em vista que as escolhas de cada um podem ser pessoais e a fim de discutir a criticidade, modelamos este problema com a investida de verificar se é possível o aluno manter-se distante de suas preferências e conseguir inferir sob a população. Neste sentido, modelamos:

Est17: *Existe pelo menos um aluno que não goste do lanche escolhido*

Nesta estratégia (conclusão), em casos de mobilização, será possível verificar que o aluno como leitor dos dados, afasta-se destes e infere acerca de uma determinada população, ao passo que sua justificativa elenca elementos não pessoais, e sim, de ordem científica.

Est18: *Todos os alunos escolheram o mesmo lanche*

Tal estratégia evidencia aspectos pessoais, mesmo sendo uma inferência, ao justificar a escolha do lanche. Nela, é apresentada a dificuldade do aluno em ponderar outras variáveis que podem condicionar os dados que estão em jogo.

5.4.5 Experimentação

Este encontro se deu entre os dias 27 e 28 de agosto de 2018, de 9h às 11h, onde estavam presentes vinte e um alunos, que se dividiram em 5 grupos. Considerando que a escola não possui área externa apropriada para a realização desta atividade, desenvolvemos a prática, que seria de campo, dentro da sala de aula, onde foram afastadas as cadeiras e mesa e uma toalha de piquenique foi posicionada no meio da sala. Pedíamos aos alunos que naquele momento imaginássemos que estivéssemos em uma área cercada por árvores, onde o vento sopra levemente.

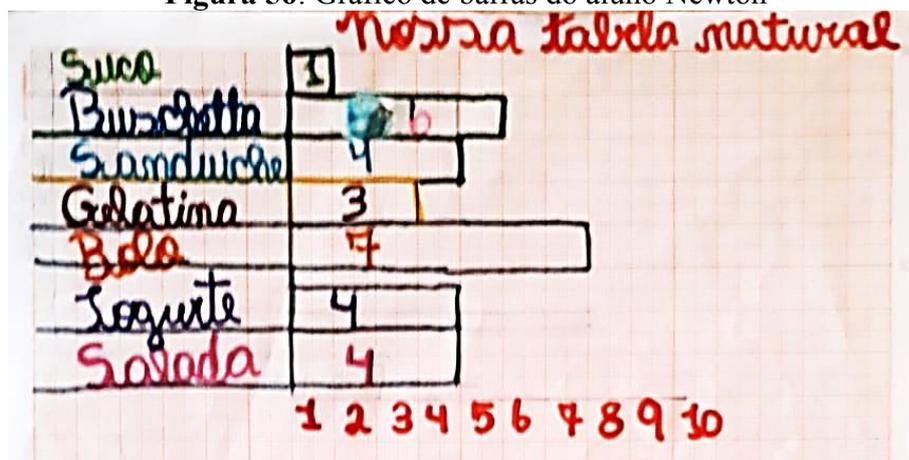
Para o desenvolvimento do encontro, os alunos, primeiramente, degustaram os lanches que foram levados e, assim, foi direcionado a eles o Problema 9, seguidos do Problema 10, Problema 11, Problema 13 e Problema 14. Para o encerramento, os alunos sugeriram algumas

ações que poderiam ser tomadas quanto aos resíduos sólidos, provenientes do piquenique. Neste momento, achamos oportuno validarmos as estratégias usadas, refutar as desnecessárias e fornecer um *status* a situação, delineando elementos da institucionalização, descrita por Brousseau (2008). Vale destacar que neste encontro, foram evidenciados momentos de envolvimento dos alunos em situações adidáticas, configurando a devolução dos problemas.

5.4.6 Análise *a posteriori* do nono problema

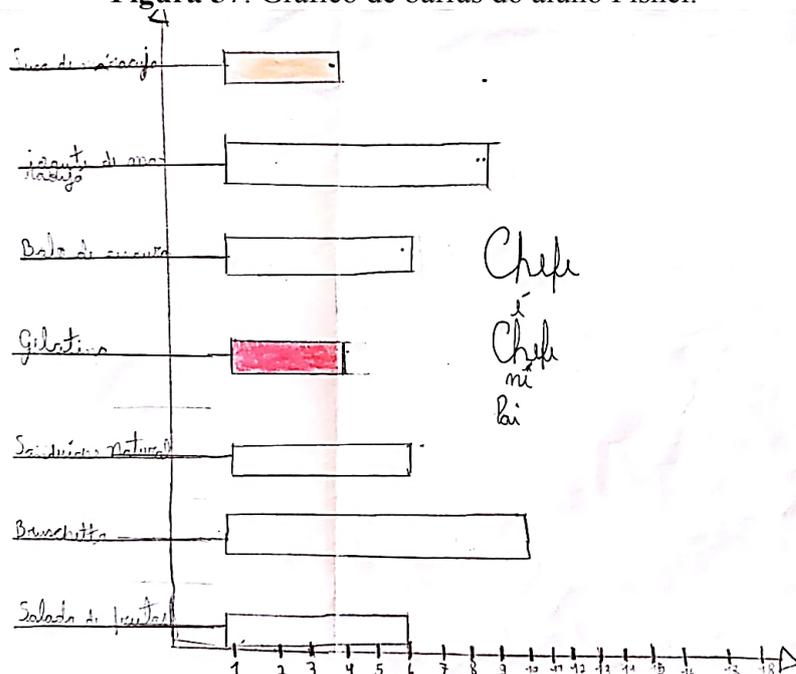
Foi possível perceber que todos os alunos adotaram uma escala aleatória no eixo das graduações numéricas, o que caracteriza a estratégia **Est_{11.1}**, contudo, apenas o aluno Newton, em sua escala adotada, fez uso da contagem de unidades, ou seja, os demais alunos inseriram o zero em sua escala (Figura 56).

Figura 56: Gráfico de barras do aluno Newton



Relacionamos estes fatos à disposição da Tábua de Gráficos na sala de aula nesse dia, o que pode ter feito com que eles a tomassem como modelo, pois nela há um espaço entre a origem e o número 1. O que foi verificado nas construções gráficas dos alunos, uma vez que não observamos escala no eixo das graduações, e sim, no eixo das categorias, ao passo que estas são posicionadas verticalmente nesse modelo de gráfico (gráfico de barras) e na Tábua de Gráficos o eixo vertical é graduado. Neste sentido, apenas o aluno Fisher gradua o eixo numérico, embora seja de forma aleatória (Figura 57).

Figura 57: Gráfico de barras do aluno Fisher.



Estas constatações nos levaram a afirmar que os alunos além de, possivelmente, terem tomado a Tábua de Gráficos como modelo, buscaram situações das quais já haviam em seu repertório (VERGNAUD, 1996). Verificamos também que apenas os alunos Newton e Pearson forneceram o título ao gráfico. Os demais evidenciaram o erro E7. Nesta perspectiva, todos os alunos mobilizaram o erro E8 quando não nomearam os eixos cartesianos. Os gráficos dos alunos são apresentados, a seguir, nas Figuras 58, 59 e 60.

Figura 58: Gráfico de barras do aluno Poisson

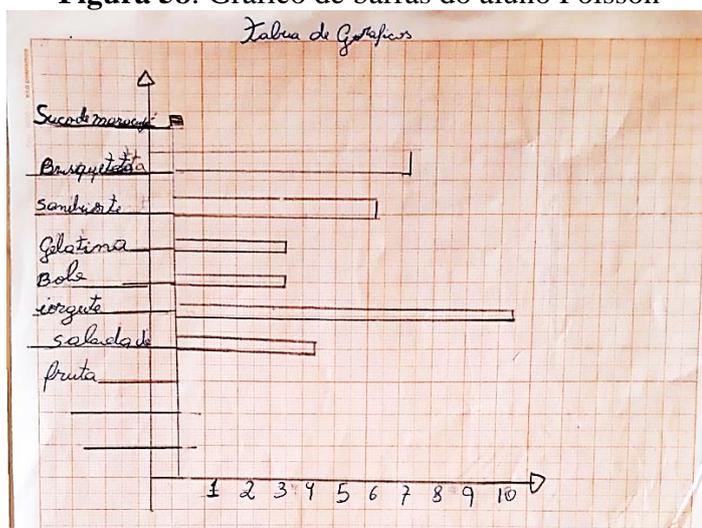
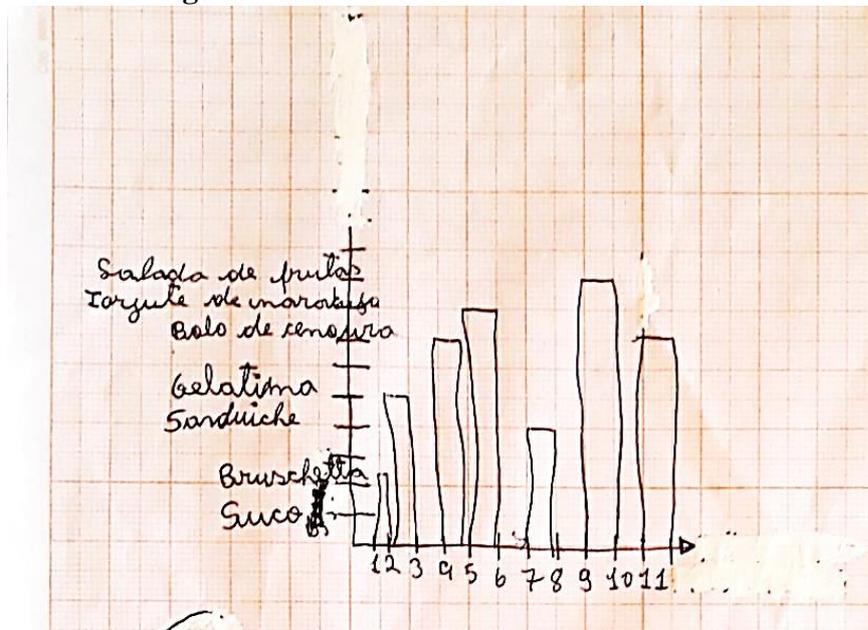


Figura 59: Gráfico de barras do aluno Pearson



Figura 60: Gráfico de barras do aluno Gauss



Ao analisarmos que a estratégia usada pelo aluno Gauss refere-se, em parte, ao erro E4 no qual o aluno ao construir um gráfico de colunas, as transpõe em 90° para a direita e mantém todos os outros elementos do gráfico. Analisando o protocolo desse aluno, percebemos que este, na tentativa de reproduzir um gráfico de colunas, fez uso de situações anteriores (VERGNAUD, 1996), onde as colunas eram posicionadas na vertical para a confecção de seu gráfico.

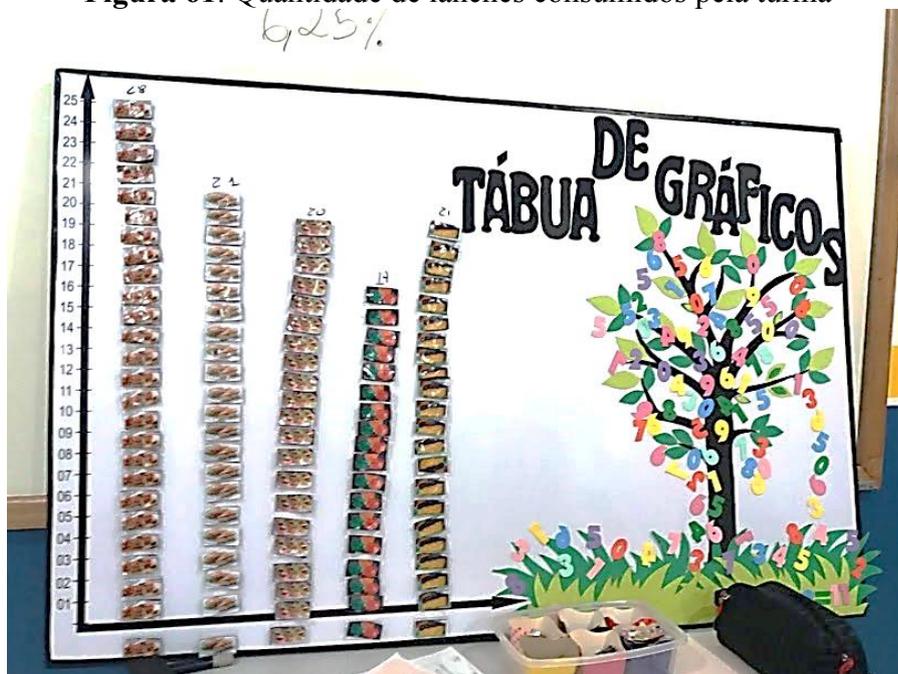
Percebemos que várias estratégias foram refutadas, pois houve o uso de corretivo e rasuras. O gráfico abarcou o erro E10, pois as “barras” não eram padronizadas quanto à graduação estabelecida. Contudo, validamos a estratégia do aluno quando este mencionava que a leitura podia ser feita por meio da relação entre a primeira categoria dos lanches com a

primeira coluna de quantidades. Enfatizamos o uso da linguagem natural nessa validação, pois somente através dela foi possível entender a representação gráfica do aluno (MUNIZ, 2009).

Para a construção do gráfico na Tábua de Gráficos, os alunos (sujeitos da pesquisa) eram convidados a ir até o centro do quadro branco, onde fora posicionada a tábua. Com base nos dados de seus grupos, eles acresciam os valores de cada categoria. Quanto a esse acréscimo, apenas o aluno Poisson fez uso da **Est6**, na qual desenvolvia o cálculo mentalmente. Quanto aos demais, estes fizeram uso da **Est8**, onde usaram os dedos para realizar as estruturas aditivas.

Quanto ao gráfico construído na Tábua de Gráficos, com os dados de toda a turma, percebemos que todos os alunos fizeram uso da estratégia **Est1** (Figura 61).

Figura 61: Quantidade de lanches consumidos pela turma



Todavia, erros e dificuldades que foram mobilizados no primeiro encontro não foram evidenciados no terceiro encontro, como pode ser visto neste comentário:

Aluno Fisher: A gente não pode contar a figura que tá aqui. Ela é o modelo.

Aluno Poisson: Tem que bater bem no número.

Os trechos acima são decorrentes da superação de erros e dificuldades apresentados no primeiro encontro, dentre eles, os erros **E1** e **E2** e a dificuldade **d2**. Neste sentido, verificamos que o uso de classes de situações, como propõe Vergnaud (1996), foi evidenciado, pois, segundo o autor, a aprendizagem ocorre por meio da adaptação.

5.4.7 Análise *a posteriori* do décimo e décimo primeiro problemas

O décimo e décimo primeiro problemas são análogos aos problemas **p2** e **p3**, referentes ao nível cultural e científico, respectivamente.

Durante as análises *a posteriori*, os alunos apresentaram uma outra estratégia relacionada a uma nova dificuldade. Percebemos que houve dificuldade quanto à leitura dos dados no gráfico, julgamos que esse motivo possa estar relacionado ao fato da leitura ter sido na horizontal, e não na vertical, como foi nos encontros anteriores, nos quais os gráficos tinham uma leitura vertical. Deste modo, uma nova estratégia fora evidenciada, na qual a intitulamos:

Est_f: *Fazer a leitura dos dados por meio da tabela*

Nesta estratégia, o aluno realizou a leitura do gráfico por meio da tabela de entrada simples, com o objetivo de aferir o valor da frequência absoluta. Neste sentido, destacamos que todos os alunos, apesar de terem desenhado os gráficos, por questões visuais, escolheram aferir os valores na tabela, ao invés de aferí-los no gráfico. Vergnaud (2014) comenta esse fato, quando menciona as relações entre o número escrito e a quantidade que este número representa.

Nesta perspectiva, concordamos com Vergnaud (1996) no que se refere às classes de situações já dispostas no repertório do aluno, ao passo que o gráfico de barras estava sendo o primeiro contato dos alunos, e a situação na qual eles já haviam experimentado era a leitura de tabelas no segundo encontro, tendo em vista que a leitura dos gráficos anteriores era de forma vertical. Assim, acreditamos que os alunos estavam construindo um novo conhecimento à medida que o conceito de gráfico era explorado mediante os problemas que eram fornecidos.

Desta forma, os extremos do gráfico foram apresentados por meio da tabela de frequências absolutas, evidenciando a mobilização do teorema **T₁**. Assim, as estratégias modeladas previamente foram refutadas e validamos na fase de institucionalização a **Est_f**, à medida que os alunos justificavam sua preferência pela tabela ao invés do gráfico.

No tocante às análises *a priori* do décimo primeiro problema, era possível que os alunos fizessem uso das estratégias **Est₅**, **Est₆**, **Est₇**, **Est₈** e **Est₉**. Contudo, durante as análises *a posteriori*, verificamos que os alunos Gauss, Fisher, Newton e Pearson apresentaram os dados implícitos do gráfico por meio da **Est₈**, onde as estruturas aditivas eram operadas com o uso dos dedos. Já o aluno Poisson operou estes dados por meio de cálculo mental, configurando o uso da **Est₆**, onde evidenciaram os teoremas **T₁** e **T_{2.1}**.

A fase de devolução foi verificada do início ao fim da atividade. Acreditamos que proporcionar um meio, no qual o aluno seja produtor de dados e não apenas leitor, apresenta-se como a justificativa desta constatação, ao passo que os alunos propuseram que verificássemos, com base nos dados dos grupos, elementos acerca dos três níveis de letramento, no gráfico de colunas. Vale destacar que em nossas análises prévias não cogitamos essa possibilidade.

Dessa forma, operando as estruturas aditivas os alunos usaram estratégias como a **Est6** e a **Est8** com o objetivo de verificar o grupo que havia consumido em maior ou menor quantidade um determinado lanche (nível cultural), qual era a diferença entre a quantidade de um determinado lanche do seu grupo em relação a de outro grupo (nível funcional) e o porquê de um determinado grupo ter consumido em maior quantidade um determinado lanche (nível científico). Percorrendo as fases de ação, formulação e validação, os alunos desenvolviam os problemas e os dava aos demais alunos.

Aluno Poisson: Ei, Fisher, quantas saladas de frutas os grupos de vocês comeram?

Aluno Fisher: A gente comeu 6. E vocês?

Aluno Poisson: Eita! A gente só comeu 4. Quem foi que comeu mais de uma aí?

Aluno Fisher: Foi o aluno b²³ ele comeu 3.

Aluno Poisson: Nossa! Por isso que deu 6.

Aluno Fisher: Cada um de nós comeu 1, mas o aluno b ele comeu 3. Eu só comi uma mesma por que eu não gosto muito de fruta. E você aí? Quem comeu mais?

Aluno Poisson: Foi eu. Eu comi 4.

Aluno Fisher: Eita! Eu pensei que cada um tinha comido uma.

Naquele momento, estávamos, simplesmente, observando e nos perguntando: como não havíamos cogitado esses questionamentos em campo tão frutífero? Percebemos que durante o diálogo, os alunos elencaram relações entre conjuntos, de ordem, conceitos de divisão, além de experimentarem uma situação em que foi necessário manter-se crítico diante dos dados de uma pesquisa, principalmente, no que se refere à confiabilidade dos dados.

Naquele instante, a responsabilidade tinha sido tomada pelos alunos e agora eles solucionavam os problemas não por obrigação imposta pelo professor, mas sim, porque eles queriam a resposta e sentiram-se intrigados ao estarem inseridos em um meio antagônico, no qual eles eram os sujeitos ativos do seus conhecimentos, configurando a fase de devolução, descrita por Brousseau (2008).

²³ Aluno que era sujeito de pesquisa.

5.4.8 Análise *a posteriori* do décimo segundo problema

Conforme exposto nas análises *a priori*, o seguinte problema procurava mobilizar o nível científico, por meio da relação entre a quantidade dos alunos da sala de aula e os alunos de toda escola. Para isso, os alunos poderiam evidenciar as estratégias **Est15** e **Est16**, relacionadas aos teoremas-em-ação **T3.1** e **T3**, respectivamente. Ao direcionarmos o problema aos alunos, obtivemos as seguintes respostas:

Aluno Poisson: Não tem nada a ver uma coisa com a outra, professor. Eles são muitos.

Aluno Gauss: Eu acho que tem a ver, porque eles também são alunos.

Aluno Fisher: Tem quantos alunos aqui na escola?

Aluno Newton: A escola tem muito aluno. A gente é pouco.

Aluno Pearson: Eu acho que depende se eles comerem muito.

É possível verificar que o aluno Poisson fez uso da combinação dos dois teoremas-em-ação que foram modelados, **T3** e **T3.1**, ao evidenciar as estratégias **Est15** e **Est16**. O aluno Gauss mobilizou apenas o **T3.1**, usando a **Est16**. Os alunos Fisher e Newton, ao adotarem a **Est16**, evidenciaram o teorema **T3.1**. Apesar da fala do aluno Pearson remeter a uma dúvida, ela relacionou-se à estratégia **Est15**, mobilizando o **T3.1**, identificando um dos cinco pensamentos estatísticos que Pfannkuch e Wild (2004) discorrem, sendo ele a consideração sobre a variação, ao identificar que a variação dos dados em uma situação real poderá influenciar nas estratégias utilizadas para estudá-los. Dessa forma, percebemos que a criticidade quanto à representatividade dos dados, à amostra e à população é apresentada em suas assertivas.

5.4.9 Análise *a posteriori* do décimo terceiro problema

No último problema apresentado ao aluno procuramos compreender como um aluno comportava-se frente à leitura de dados de uma representação gráfica. Para tanto, modelamos o problema **p13**, no qual o aluno poderia fazer uso das **Est17** e **Est18**. Ao direcionarmos a pergunta ao aluno, obtivemos as seguintes respostas:

Aluno Poisson: Eu acho que só não pode ser a bruschetta, porque não é muita gente que gosta de tomate.

Aluno Gauss: Eu queria que fosse salada de fruta, porque eu amo fruta. E é saudável.

Aluno Fisher: Bolo de chocolate, porque todo mundo ama chocolate.

Aluno Poisson: Mas esse chocolate é amargo.

Aluno Newton: Eu gostei. Eles também tem que experimentar. Eu não gosto de cenoura, mas eu gostei do bolo. Tava uma delícia. Eu acho que deve ser o bolo de

cenoura com chocolate. É só não falar que é amargo. Eles vão ver que é chocolate e vão comer. E é mais saudável.

Aluno Pearson: Eu acho que não poderia ser o sanduíche natural, porque sobrou muitos aqui na cesta.

Podemos perceber que apenas os alunos Poisson e Pearson usaram a **Est17**, por acreditarem que os dados de nossa pesquisa não representavam toda a escola, mobilizando o teorema-em-ação **T3.1**. Os demais usaram a estratégia **Est18**.

Ao final da atividade, os alunos sugeriram algumas medidas para o descarte dos resíduos que ali foram apresentados, durante o piquenique sustentável.

Aluno Poisson: A gente pode usar os copos da gelatina para plantar algumas plantas.

Aluno Gauss: A colher para cavar a cova para plantar, porque com a luva é difícil.

Aluno Fisher: As frutas que sobraram pode ser adubo.

Verificamos que os alunos abordaram elementos que remetiam à reciclagem e ao aproveitamento de matéria orgânica, configurando que houve uma sensibilização por parte dos alunos quanto ao cuidado e à preservação do meio ambiente.

Durante o desenvolvimento do encontro, os alunos permaneceram ativos e participantes, percorrendo as fases da ação, formulação e validação. No que se refere a esse ponto, destacamos:

Aluno Poisson: Olha aqui, professor, a escola tem 360 alunos e a gente é só 21.

Percebemos que o aluno procurou validar sua resposta, buscando com o secretário da escola a relação da quantidade total de alunos e mostrou a nós, em uma de nossas idas para a manutenção da horta. Mesmo depois da atividade já ter se encerrado, ele ainda estava envolvido com a situação, configurando elementos da devolução, como propõe Brousseau (2008).

Percebemos que o aluno apresenta o raciocínio sobre as amostras, como descreve Garfield e Gal (1999), ao relacionar a amostra e a população e compreender que grandes amostras representarão melhor a população e o que pode ser inferido acerca delas. Contudo, alguns elementos não foram considerados pelo aluno, pois a amostra precisa ser bem selecionada em relação à aleatoriedade, pois raciocínios incorretos, frequentemente baseados no senso comum são corriqueiros aos estudantes, como apotam Campos, Wodwotzki e Jacobini (2013). Nesta perspectiva, alguns desses raciocínio são discorridos por Kahneman, Slovic e Tvesky (1982), Knold (1989) e Lecourte (1992), onde apresentam o raciocínio incorreto sobre a amostragem, ao considerar que, para um amostra ser representativa, esta só precisa ser grande,

ou seja, comete-se o erro de negligenciar o processo de amostragem como fator imprescindível na representatividade da população.

5.4.10 Considerações do Terceiro Encontro

Durante o desenvolvimento da sequência, esta propiciou tanto a sensibilização ambiental dos alunos quanto a devolução do problema.

Quanto aos níveis de letramento estatístico, verificamos que foi possível mobilizar o primeiro e o segundo níveis, contudo, o nível científico só foi verificado nos protocolos de dois alunos. Shamos (1995) descreve acerca desse resultado, ao afirmar que o terceiro nível é passível de desafios e barreiras, pois o atual ensino não provoca e não instiga os alunos quanto às questões de aleatoriedade, possibilidades, eventualidades e criticidade frente aos dados.

5.5 Teoremas-em-ação mobilizados pelos alunos: uma síntese da sequência didática

Tendo em vista que o objetivo da nossa pesquisa é *analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º do Ensino Fundamental por meio da articulação do contexto socioambiental* e ao fim da análise da sequência didática voltados, expomos neste instante um quadro que contém os teoremas-em-ação que cada aluno mobilizou no decorrer das resoluções das situações-problema. Com o objetivo de acompanhar os alunos e sua evolução no decorrer da sequência didática de forma individual quanto a mobilização dos teoremas-em-ação, sendo eles:

T₁: Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer os extremos do gráfico.

T₂: Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer dados implícitos do gráfico.

T_{2.1}: É possível denotar o valor da frequência absoluta, por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas.

T_{2.2}: É possível denotar valor da frequência absoluta, de uma categoria por meio da contagem de figuras imantadas dispostas no gráfico.

T₃: É possível denotar o total de observações dos elementos por meio da soma de todas as frequências

T_{3.1}: Não é possível estimar, com os dados coletados, um valor que represente toda a escola.

Apresentamos o quadro dos teoremas-em-ação que os 5 alunos que analisamos ao longo do desenvolvimento da sequência didática mobilizaram para cada problema.

Quadro 4: Teoremas em ação mobilizados pelos alunos nas situações estatísticas

Alunos	Primeiro Encontro		Segundo Encontro		Terceiro Encontro			
	Problema do N ₁ na Tábua de Gráficos	Problema do N ₂ na Tábua de Gráficos	Problema do N ₁ no papel milimetrado	Problema do N ₂ no papel milimetrado	Problema do N ₁ no papel milimetrado e Tábua de Gráficos	Problema do N ₂ no papel milimetrado Tábua de Gráficos	Problema do N ₃ na Tábua de Gráficos	Problema do N ₃ na Tábua de Gráficos
Possibilidades de Teoremas	T₁ - T_{2.1} - T_{2.2}	T₁ - T_{2.1} - T_{2.2}	T₁ - T_{2.1} - T_{2.2} - T₃ - T_{3.1}	T₁ - T_{2.1} - T_{2.2} - T₃ - T_{3.1}				
Poisson	T₁	T₁	T₁ - T_{2.1}	T₂ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₃ - T_{3.1}	T_{3.1}
Gauss	T₁ - T_{2.1}	T_{2.2}	T₁ - T_{2.1}	T₂ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T_{3.1}	-
Fisher	T_{2.1}	T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₂ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T_{3.1}	-
Newton	T₁	T₁	T₁ - T_{2.1}	T₂ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T_{3.1}	-
Pearson	T₁	T₁	T₁ - T_{2.1}	T₂ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T₁ - T_{2.1}	T_{3.1}	T_{3.1}

Ao observarmos o quadro, elencamos o teorema-em-ação T_1 : *Por meio da relação entre conjuntos é possível fornecer os extremos do gráfico*, que no decorrer do desenvolvimento da sequência apresentou-se com maior frequência, seguido do teorema $T_{2.1}$: *É possível denotar o valor da frequência absoluta, por meio da verificação do seu valor correspondente no eixo das ordenadas*.

Inferimos que isso pôde ocorrer pelo fato dos alunos constatarem que era possível por meio da relação entre conjuntos estabelecer conclusões entre o número escrito e a quantidade que ele representava nas construções gráficas, além dessa verificação ser mais “rápida” do que contar as quantidades em cada categoria. Ou seja, verificamos que, com o desenvolvimento da sequência didática, os alunos perceberam que o valor de cada categoria poderia ser aferido no eixo das ordenadas. Desta forma, o teorema-em-ação T_2 foi utilizado com menor frequência.

Durante a execução do projeto piloto não foi possível mobilizar o terceiro nível de letramento estatístico, porém, este fato não ocorreu dentre os alunos, pois na última situação os alunos desenvolveram de maneira espontânea o nível científico, ao passo que estavam em meio a um situação adidática. Além de solucionar os problemas propostos, os quais tinham como objetivo verificar o terceiro nível de letramento.

Modelamos seis teoremas-em-ação relacionados aos três níveis de letramento, dentre eles: o teorema T_1 , relacionado ao nível cultural (primeiro nível), os teoremas T_2 , $T_{2.1}$ e $T_{2.2}$ associados ao nível funcional (segundo nível) e os teoremas T_3 e $T_{3.1}$, que correspondem ao nível científico (terceiro nível).

Desta forma, inferimos, então, que conseguimos atingir nosso objetivo geral, no qual desejávamos *analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental*. Tendo em vista que, pelo menos, um dos teoremas-em-ação, relacionados aos níveis de letramento, foi possível mobilizar.

Ao acompanharmos o desenvolvimento dos alunos durante o progresso da sequência didática, observamos que os alunos Poisson e Pearson mobilizaram o terceiro nível de letramento quanto aos problemas que propusemos. Os demais avançaram de forma similar, no tocante à mobilização dos níveis. Vale destacar que não queremos com esta assertiva realizar um comparativo entre os alunos, pois isso não é possível, ao passo que o aluno constrói o conceito com base em situações já vivenciadas e, neste sentido, cada aluno possui sua especificidade. Contudo, salientamos que nossos resultados corroboram com as afirmações de Shamos (1995), quando este discorre acerca do nível de letramento estatístico.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

“Se fere minha existência, eu serei resistência”.

Autor desconhecido

Os questionamentos acerca do ensino e a aprendizagem da Estatística e as dificuldades que os alunos desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, como apresentam os resultados da investigação de Souza e Vaz (2017), nos nortearam à realização desta pesquisa, porém com o foco no letramento estatístico. Para tanto, foram sorteados 5 alunos de uma escola pública municipal do município de Humaitá - AM, a fim de compor os sujeitos de pesquisa da nossa investigação. Assim, buscamos atingir o nosso objetivo geral: *Analisar se o letramento estatístico ocorre em alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação com o contexto socioambiental.*

Dado nosso objetivo, utilizamos como referencial teórico-metodológico a Teoria das Situações Didáticas, proposta por Brousseau (1996, 2008), com o intuito de levar os alunos a vivenciarem situações adidáticas e a Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Vergnaud (1996, 2009, 2014) com o escopo de propiciar ao aluno experimentar diversas situações-problema. Pautamo-nos na ideia de que o conceito (letramento estatístico) não se reduz apenas a uma definição, mas que é constituído pelo conjunto das situações, dos invariantes e das linguagens relacionados ao conceito.

Para nos fornecer um quadro teórico para a elaboração, desenvolvimento e análise de nossa sequência didática, percorremos as quatro fases que compõem a Engenharia Didática (ARTIGUE, 1996) como referencial metodológico.

Desta forma, com a investida de constituirmos um quadro teórico-didático acerca da Estatística e da Educação Estatística, realizamos a primeira etapa da Engenharia Didática, a análise preliminar, na qual observamos que a inserção dos conceitos de Estatística é imprescindível desde os primeiros anos escolares, como orientam e normatizam os documentos oficiais (BRASIL, 1997a, 2017a). Uma vez que esta apresenta-se como uma ciência interdisciplinar. Além de ser ferramenta importante para o cotidiano, pode contribuir para o desenvolvimento de outras habilidades, tais como, a criatividade, curiosidade, organização, raciocínio estatístico e a criticidade sobre os dados que são apresentados, como descreve Lopes

(2008). Posteriormente, executamos um projeto piloto com o objetivo de compor as variáveis de nossa sequência didática.

Nesse sentido, entendemos que o ensino de Estatística requer uma dinâmica pedagógica que explore a resolução de problemas em diversos contextos, proporcionando ao aluno a compreensão da diversidade e complexidades, as quais estão presentes em nossa sociedade atual, como discorre Lopes (2008, 2010 e 2016), acrescentando que um dos objetivos da Educação Estatística é possibilitar a formação de um sujeito estatisticamente competente, ou seja, crítico e reflexivo frente a informação que é veiculada.

Dessa forma, as recomendações curriculares orientam que é importante enfatizar os contextos sociais em que o aluno está inserido. Assim, articulamos o letramento estatístico com o contexto socioambiental, onde buscou-se por meio de três atividades socioambientais compreender a relação homem/natureza.

Em relação a estas atividades, percebemos que as atitudes humanas estão interligadas ao que podemos adquirir do meio ambiente, assim como nossas ações podem provocar impactos positivos e/ou negativos à natureza. A sensibilização ambiental é, portanto, um fator fundamental que deve estar presente desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, com vistas para o desenvolvimento sustentável, visando a conservação do meio natural e atendendo às necessidades da presente e futura gerações.

Diante desse cenário, sorteamos uma escola pública do município de Humaitá- AM, uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental e 5 alunos da referida turma. Estruturamos nossa sequência didática em 4 encontros. Além disso, adotamos duas variáveis didáticas (meio onde é construído o gráfico e tipo do gráfico), com as quais “jogamos” ao longo da sequência didática.

Percebemos que a identificação dos níveis de letramento estatístico (invariantes operatórios) apoiada na Teoria dos Campos Conceituais, nos revelou que alunos em situação de dificuldade de aprendizagem mostram-se, em muitos casos, em potencial matemático, ao passo que no final de nossas investigações tivemos acesso ao rendimento dos alunos, onde constatamos que estes não apresentavam resultados satisfatórios na disciplina de Matemática. Neste sentido, ouvimos do professor que muitos dos alunos considerados “bons” pelos padrões da escola não estavam no rol dos alunos sujeitos de pesquisa.

Nesta perspectiva, acreditamos que as produções de muitos alunos, por se afastarem das concepções do conhecimento matemático do professor, são omitidas. Assim, acreditamos que tais produções requerem uma aliança entre as pesquisas científicas e a epistemologia e

metodologia adotada pela escola. Visto que trata-se de um processo em que o professor poderá descobrir, em cada aluno, novas maneiras de pensar as situações matemáticas, além de construir possibilidades de argumentação lógica.

Outro fato que destacamos e enfatizamos é o uso da linguagem natural. Pois, acreditamos que o diálogo seja uma ferramenta que possa desilenciar as aulas de Matemática, ao passo que o aluno verbaliza acerca de suas produções ao validar suas estratégias. Desse modo, não queremos colocar apenas a TCC como a que “salvará” o ensino de Matemática, mas sim, discorrer que esta pode abrir novos horizontes para construções de novas práxis.

Verificamos que a atividade matemática em um ato de socialização tornou-se satisfatória à medida que os alunos interagiam, trocavam informações, validavam estratégias e compartilhavam suas experiências prévias com os demais.

A criação do meio antagônico proporcionou aos alunos vivenciar uma situação adidática, onde eles, agora, solucionavam os problemas porque foram encantados e sentem-se interessados em buscar a solução, pois eles requerem a resposta e não porque o professor estava pedindo.

A articulação com o contexto socioambiental pôde desenvolver nos alunos uma sensibilização em mudanças atitudinais frente ao cuidado e conservação do meio ambiente. Neste sentido, destacamos que o ensino de Estatística deva direcionar para a solução de problemas sociais, onde o aluno deva ser, preferencialmente, produtor dos dados, em outras palavras, que possa experimentar as etapas da pesquisa e não apenas seja apenas leitor de dados.

No tocante aos nossos objetivos, corroboramos com Vergnaud (2009, p. 29) quando afirma que os conceitos estão associados em campos conceituais, os quais são constituídos por um “conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão”.

Assim, conceitos prévios, como comparação de grupo, operações básicas, cálculo mental e até mesmo conceitos de combinatória foram evidenciados. Neste sentido, para resolver uma situação-problema de Estatística, a qual está inserida no campo conceitual de estruturas aditivas, o aluno não utiliza apenas conceitos específicos de Estatística, o que nos mostra que tais propostas podem regar outras áreas do conhecimento, por meio da interdisciplinaridade.

Não querendo que a investigação possuísse apenas um caráter diagnóstico, buscamos compreender como o aluno superava as dificuldades que lhes eram apresentadas ao longo da sequência. Desse modo, pudemos perceber que os alunos apoiavam-se em situações prévias ou

semelhantes a que lhes era apresentada. Assim, corroboramos com Vergnaud (1996) e Brousseau (2008), onde o primeiro discorre que a aprendizagem ocorre por meio de adaptações e o segundo, por meio do equilíbrio em situações de desequilíbrio.

Neste sentido, fazemos uma analogia com ondas marítimas, na qual o aluno percorre as ondas (problemas) através do conhecimento que já possui ou com base em outros exemplos semelhantes e a partir disso, estratégias são submergidas e outras emergidas, a fim de vencer a onda que se apresenta (desequilíbrios). Contudo, a perseverança dos alunos em persistir em tentativas nos mostrou que, além da devolução, houve um comprometimento para com as águas que vinham junto à onda, mas que os levaria de volta à praia (equilíbrio).

Deste modo, interpretamos os erros evidenciados pelos alunos não pela falta de conhecimentos, e sim, devido ao fato destes não se encontrarem dentro do seu domínio de validade. Logo, com o escopo de romper as dificuldades que são apresentadas, fornecendo ao aluno um meio onde ele possa construir seu conhecimento, volta-se para nós (professores e pesquisadores) a tarefa de propor situações favoráveis, isto é, despertar no aluno o espanto, o encantamento.

Com o desenvolvimento desta pesquisa, elencamos contribuições quanto às escolhas teóricas e metodológicas, tanto para a mesma, quanto para a formação do pesquisador. Pois, apesar de percorrermos as etapas da ED, houveram momentos em que fatos não cogitados eram evidenciados. Porém, com o intuito de analisar a mobilização do letramento estatístico, assumindo a postura teórica-metodológica, foi possível refletirmos acerca desses episódios, realizando as validações e adequações necessárias.

Diante do exposto, acreditamos que a presente pesquisa abre portas para futuras investigações, em que o trabalho seja desenvolvido com professores, inseridos em um processo de formação continuada. Desse modo, por meio da elaboração, desenvolvimento e aplicação de uma Engenharia Didática, com o conteúdo de Estatística em séries subsequentes, acreditamos que os professores teriam subsídios tanto de aprofundar estudos em conceitos estatísticos, como em desenvolver reflexões de cunho atitudinal em relação a sua epistemologia e prática pedagógica.

Acreditando que temos subsídios suficientes, podemos afimar, com base em Shamos (1995), que os níveis cultural, funcional e científico foram mobilizados durante as atividades propostas. Desta forma, inferimos a possibilidade da mobilização do letramento estatístico por meio da articulação com o contexto socioambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. 1 ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

ANDRADE, D. O. **Contando histórias: produção/mobilização de conceitos na perspectiva da resolução de problemas de matemática**. 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. (Org.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.

BATENERO, C. **Los retos de la cultura estadística**. 2002. Disponível em: <<http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/CULTURA.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2017.

BEANE, J. A. Integração curricular: a essência de uma escola democrática. In: **Currículo sem fronteiras**, v.3, n.2, p. 91-110, 2003. ISSN 1645-1348. Disponível em: <www.curriculosemfronteiras.org>. Acesso em: 09 abr. 2017.

BITTAR, M. Contribuições da teoria das situações didáticas e da engenharia didática para discutir o ensino de matemática. In: TELES, R. A. M.; BORBA, R. E. S. R.; MONTEIRO, C. E. F. (Org.). **Investigações em Didática da Matemática**. Recife: UFPE, 2017. p. 100-132. Disponível em: <http://www3.ufpe.br/editora/ufpebooks/outros/inv_dit_mat/>. Acesso em: 28 out. 2017.

BITTAR, M.; FREITAS, J. L. M. **Fundamentos e metodologia para os ciclos iniciais do Ensino Fundamental**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2005.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação, 2017a. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2018.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496 p.

_____. **Decreto Nº 5.940, de 25 de outubro de 2006**. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm>. Acesso em: 20 out. 2017.

_____. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho

- CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. 2017b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art2>. Acesso em: 03 jul. 2018.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997a. 142 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente, saúde**. Brasília: MEC/SEF, 1997b, 128 p.

_____. Resolução CONOMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Diário Oficial da União, Brasília, p.80, 19 jun. 2001. Seção 1.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches em didactique ds mathématiques**, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

_____. Fundamentos e Métodos da Didáctica da Matemática. In: BRUN, J. (Org.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 35-113.

_____. **Introdução ao Estudo das Situações Didáticas**: Conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

BUJES, M. I. E. Escola infantil pra que te quero? In: CRAIDY, C. M.; KAERCHER, G. E. P. **S. Educação Infantil pra que te quero?** Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 13-22.

CAETANO, S. S. D. **Introduzindo a estatística nas séries iniciais do Ensino Fundamental a partir de material manipulativo: uma intervenção de ensino**. 2004. 272 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Campinas, 2004.

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. **Educação Estatística**: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

CARRAHER, D. W.; BRIZUELA, B. M.; EARNEST, D. The reification of additive differences in early algebra. In: CHICK, H.; STACEY, K.; VINCENT, J.; VINCENT, J. (Eds.). **The future of the teaching and learning of algebra**: Proceedings of the 12th ICMJ Study Conference. Australia: University of Melbourne, 2001, p. 163-170.

CARRAHER, D. W.; BRIZUELA, B. M.; SCHLIEMANN, A. D. Bringing out the algebraic character of arithmetic: Instantiating variables in addition and subtraction. In: NAKAHARA, T.; KOYOAMA, M. (Eds.). **Proceedings of the 24th Conference of the International Group of the PME**. Hiroshima: Hiroshima University, 2000, p. 145-152.

CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D.; BRIZUELA, B. M. Reading algebraic meaning into the mathematics of young children. Paper presented at a symposium at the annual meeting of the American Educational Research Association. Montreal, 1999.

_____. Can young students operate on unknowns? In: HEUVEL-PANHUIZEN, M. van der (Ed.). **Proceedings of the 25th Conference of the International Group of the PME**. Utrecht: Freudenthal Institute, 2001. p. 130-140.

CARVALHO, L. M. T. L.; MONTEIRO, C.E. F; CAMPOS, T. M. M. Refletindo sobre a interpretação como uma atividade de resolução de problemas. In: LOPES, C. E; COUTINHO, C. Q. S; ALMOULOUD, S.A. (Orgs.) **Estudos e Reflexões em Educação Estatística**. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 213-227.

CARVALHO, V. S. A Educação Ambiental nos PCN. O Meio Ambiente como tema transversal. In: MACHADO, C. M.; SANCHEZ, C.; ANASTACIO FILHO, S.; CARVALHO, V. S.; DIAS, Z. P. **Educação Ambiental Consciente**. Rio de Janeiro: Wak, 2003, p.

CAZORLA, I.; MAGINA, S.; GITIRANA, V.; GUIMARÃES, G. **Estatística para os anos iniciais do Ensino Fundamental**. Brasília: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2017.

CAZORLA, I. M.; KATAOKA, V. Y.; SILVA, C. B. (Org.). Trajetória e Perspectivas da Educação Estatística no Brasil: um olhar a partir do GT12. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOULOUD, S. A. **Estudos e Reflexões em Educação Estatística**. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 19-44.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Guia da coleta seletiva de lixo**. 2014. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

CONTI, K. C.; CARVALHO, D. L. Movimento de letramento em aulas de estatística na educação de jovens e adultos. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOULOUD, S. A. (Org.). **Estudos e Reflexões em Educação Estatística**. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 245-260.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 13ª ed. São Paulo: Saraiva, 1995.

CURCIO, F. **Developing Graph Comprehension**. Nova York: National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

CURRIE, K. L. **Meio Ambiente: Interdisciplinaridade na prática**. Campinas: Papirus, 1998

DANTE, L. R. **Alfabetização Matemática – 1º ano**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2014a.

_____. **Alfabetização Matemática – 2º ano**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2014b.

_____. **Alfabetização Matemática – 3º ano**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2014c.

_____. **Alfabetização Matemática – 4º ano**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2014d.

_____. **Alfabetização Matemática** – 5º ano. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2014e.

DICIONÁRIO **Michaelis da Língua Portuguesa**. Versão Web. São Paulo: Melhoramentos, 2002.

ENGLISH, L. D. Combinatorics and the development of children's combinatorial reasoning. In: JONES, G. A. (ed.). **Exploring Probability in School: Challenges for teaching and learning**. Nova York: Springer, 2005, p. 121-144.

FOLLADOR, D. **Tópicos especiais no ensino de matemática**: Tecnologia e Tratamento da Informação. Curitiba: InterSaber, 2012.

FONSECA, M. C. F. R. Conceitos(s) de numeramento e relações com o letramento. In: LOPES, C. E.; NACARATO, A. M. (Org.). Campinas: Mercado de Letras, 2009.

_____, M. C. F. R. Educação Matemática e a ampliação das demandas de leitura e escrita da população brasileira. In: FONSECA, M. C. F. R. (Org.). **Letramento no Brasil**: Habilidades matemáticas. São Paulo: Global, 2004. p. 11-28.

FRANCHI, A. Considerações sobre a Teoria dos Campos Conceituais. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática**: Uma Introdução. São Paulo: EDUC, 1999. p. 155-195.

FREITAS, J. L. M. Teoria das Situações Didáticas. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. 3. ed. revisada. São Paulo: EDUC, 2012. p. 77-111.

GAL, I. Adult's Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. **Internacional Statistical Review**, v. 70, n. 1, p. 1-51, 2002.

GARFIELD, J.; GAL, I. Teaching and assessing statistical reasoning. In: STIFF, L. (Ed.). **Developing mathematical reasoning in grades K-12**. Reston: NCTM, 1999. p. 207-219.

GUERRA, R. T. A Educação Ambiental numa escola pública: erros e acertos de uma caminhada. In: PEDRINI, A. G. (Org.). **Metodologias em Educação Ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2007. p. 126-146.

HOLMES, P. et al. **Teaching Statistics across the 14 – 19 curriculum**. 2005. Disponível em: <<http://www.rss.org.uk/>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

ISLA. **Produtos hortaliças**. Disponível em: <<https://isla.com.br/>>. Acesso em 16 out. 2018.

JANVIER, C. Use of situations in Mathematics education. **Education Studies in Mathematics**, v. 12, n. 1, p. 113-122, 1981.

KAHANEMAN, D.; SLOVIC, P.; TVERSKY, A. **Judgment Under Uncertainty**: Heuristics and Biases. New York: Cambridge University Press, 1982.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1999.

KONOLD, C. Informal conceptions of probability. In: **Cognition and Instruction**. Academic Press, 1989. p. 59-98.

LARA-ROTH, S. Jennifer e seus colegas: tabelas de dados e relações aditivas. In: BRIZUELA, B. M. **Desenvolvimento matemático na criança** - Explorando Notações. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 82-96.

LARKIN, J. H.; SIMON, H. A. Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. **Cognitive Science**, v. 11, n. 1, p. 65-99, 1987.

LECOUTRE, M. P. Cognitive models and problems spaces in purely random situations. In: **Educational Studies in Mathematics**, 1999. p. 557-568.

LIMA, R. G. A. Problemas de combinatória: um estudo de conhecimentos mobilizados por licenciandos em matemática. 2015. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

LOPES, A.; MACEDO, E. **Teorias do Currículo**. São Paulo: Cortez, 2011. Disponível em: <[http://www.sa.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/201254104250192alice_lopes_e_elizabeth_macedo\(integracao_curricular\).pdf](http://www.sa.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/201254104250192alice_lopes_e_elizabeth_macedo(integracao_curricular).pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017

LOPES, C. E.; MEIRELLES, E. Estocástica nas séries iniciais. In: XVIII ENCONTRO REGIONAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA – LEM/IMECC/UNICAMP. **Anais...** São Paulo, 2005, 8p.

LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOULOUD, S. A. (Org). **Estudos e Reflexões em Educação Estatística**. São Paulo: Mercado de Letras, 2010.

LOPES, C. E. Literacia estatística e o INAF 2002. In: FONSECA, M. C. F. R. (Org.). **Letramento no Brasil: habilidades matemáticas**. São Paulo: Global, 2004. p. 187-197.

_____. **O conhecimento profissional dos professores e suas relações com estatística e probabilidade na educação infantil**. 2003. 290 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

_____. Reflexões teórico-metodológicas para a Educação Estatística. In: LOPES, C. A. E; CURRI, E. **Pesquisas em Educação Matemática: Um encontro entre a teoria e a prática**. São Carlos/SP: Pedro & João Editores, 2008. p. 67-86

_____. **Ensino de Estatística: Atitudes e Concepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2016, 169 p.

_____. **A probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular**. 1998. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

MACHADO, L. M. C. P. Paisagem valorizada: a Serra do Mar como espaço e como lugar. In: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

- MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: MACHADO, S. D. A. **Educação Matemática: uma introdução**. 3ª ed. São Paulo: EDUC, 2012. p. 197-208.
- MATRICARDI, C. **Projeto Lumirá: Alfabetização Matemática**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2014.
- MEDEIROS, C. A. **Estatística aplicada à educação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. 130 p.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p.147-157, 2003.
- MEMÓRIA, J. M. P. **Breve História da Estatística**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Disponível em: <http://www2.ee.ufpe.br/codec/historia_estatistica.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018
- MIRANDA, A. A. S. et al. **Educação Ambiental: estudos numa perspectiva para uma sociedade sustentável no município de Manaus**. Manaus: Edua, 2004.
- MONTEIRO, C. E. F. **Interpretação de gráficos sobre economia veiculada pela mídia impressa**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.
- MONTEIRO, C. E. F. **Investigating critical sense in the interpretation of media graphs**. Tese (Doutorado em) –The University of Warwick, Inglaterra, 2005.
- MORAIS, T. M. R. **Estudo sobre o Pensamento Estatístico: “Componentes e Habilidades”**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.
- MORIN, E. Por um pensamento ecologizado. In: CASTRO, E.; PINTON, F. (Org). **Faces do trópico úmido: conceitos e questões sobre o desenvolvimento e meio ambiente**. Belém: Cejup: UFPA/NAEA, 1997.
- MUNIZ, C. B. O conceito de “esquema” para um novo olhar para a produção matemática na escola: As contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. In: BITTAR, M.; MUNIZ, C. (Orgs). **A aprendizagem matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. Curitiba: Editora CRV, 2009. p. 36-52.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21**. 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.
- PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- PFANNKUCH, N.; WILD, C. Towards an understanding of Statistical thinking. In: **The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 17-46.

SANTOS, D. C. S. **O tema Transversal Meio Ambiente na Abordagem do Bloco Grandezas de Medidas: contexto ou pretexto no livro didático de matemática?** 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) –Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2011.

SANTOS, S. S. **O Desenvolvimento de Conceitos Elementares do Bloco Tratamento da Informação com o auxílio do Ambiente Computacional: um estudo de caso com uma professora do 1º e 2º ciclo do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestrado em São Paulo PUC, 2003.

SAUVÉ, L. **Pour une éducation relative à l'environnement.** 2ª ed. Montréal: Guérin, 1997.
SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy.** New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, E. R.; LEITE, M. C. A. M.; AGUIAR, M. R. M. P. A coleta seletiva em Educação Ambiental. In: PEDRINI, A. G. (Org.). **Metodologias em Educação Ambiental.** Petrópolis: Vozes, 2007. p. 181-207.

SILVA, M. A. Considerações sobre o Bloco Tratamento da Informação no currículos de Matemática: Refletindo sobre a seleção e a organização de conteúdos. In: COUTINHO, C. Q. S. (Org.). **Discussões sobre o Ensino e a Aprendizagem da Probabilidade e da Estatística na Escola Básica.** Campinas: Mercado de Letras, 2013. p. 39-57.

SMITH, G.; COLLEGE, P. **Learning Statistics By Doing Statistics.** 1998. Disponível em: <<https://ww2.amstat.org/publications/jse/v6n3/smith.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SOARES, M. Letramento e escolarização. In: RIBEIRO, V. M. (Org.). **Letramento no Brasil.** São Paulo: Global, 2003.

_____, M. **Letramento: um tema em três gêneros.** São Paulo: Autêntica, 1999.

SOUZA, D. W. N.; VAZ, M. A. B. . **Formação de professores: os desafios do ensino de estatística nas séries iniciais.** REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACION EN PSICOLOGIA Y EDUCACIÓN, v. Ext., p. 242-246, 2017.

TELLES, C. A.; SILVA, G. L. F. Relação criança e meio ambiente: Avaliação da percepção ambiental através da análise do desenho infantil. **Revista Technoeng,** Ponta Grossa, n.1, v. 6, p.45-71, 2012.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. (Org.) **Didáctica das Matemáticas.** Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 155-191.

_____, G. O que é aprender? In: BITTAR, M.; MUNIZ, C. (Orgs). **A aprendizagem matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais.** Curitiba: Editora CRV, 2009. p. 13-35.

_____, G. **A Criança, a Matemática e a Realidade.** Curitiba: Ed. da UFPR, 2014, 322 p.

VIEIRA, S. **Estatística Básica.** 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 192p.

VILHENA, A; POLITI, E. **Reduzindo, reutilizando, reciclando**: a indústria eficiente. São Paulo: Cempre, 2000.

WILD, C.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. **Internation Statistical Review**, v. 67, n. 3, p. 23-65, 1999.

ANEXO A

PROTOCOLOS DOS ALUNOS - TABELAS

Protocolo do aluno Newton

Tabela

	Total
alface	30
beringela	11
Tomate	31
couve	31
coentro	30

Protocolo do aluno Pearson

Tabela

	Total
couve	41
beringela	6
coentro	20
tomate	20
alface	38



Universidade Federal do Amazonas
Campus Vale do Rio Madeira
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Humanidades



APÊNDICE A

AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ÁUDIO E IMAGEM

Eu,, autorizo o uso de áudio e imagem do(a) aluno(a), o(a) qual está sob minha responsabilidade, na pesquisa “MOBILIZAÇÃO DO LETRAMENTO ESTATÍSTICO POR MEIO DA ARTICULAÇÃO DO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL” apenas para fins científicos. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: ____/____/____

Assinatura do responsável

Douglas Willian Nogueira de Souza



Impressão do dedo polegar
Caso não saiba assinar



APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENOR DE IDADE

Gostaríamos de obter seu consentimento para o menor _____, participar como voluntário e sem remuneração da Pesquisa intitulada “MOBILIZAÇÃO DO LETRAMENTO ESTATÍSTICO POR MEIO DA ARTICULAÇÃO DO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL”, sob a responsabilidade do pesquisador Douglas Willian Nogueira de Souza e orientação do Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz. Este estudo tem como objetivo analisar se o letramento estatístico ocorre com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por meio da articulação do contexto socioambiental. O desenvolvimento deste estudo contribui para o aperfeiçoamento da Educação Estatística no Ensino Fundamental, visando o desenvolvimento da conscientização socioambiental. Tendo em vista a importância do tema, a Escola Municipal Nossa Senhora do Carmo, no município de Humaitá - AM, foi selecionada por meio de um prévio sorteio entre todas as escolas que ofertam o 5º ano do Ensino Fundamental.

Durante a aplicação das atividades, para obter êxito em nosso objetivo geral, pretendemos identificar o nível de letramento estatístico mobilizado pelos alunos durante o desenvolvimento da sequência didática, bem como será analisado se há possibilidades de empregarem conceitos de medida, relação entre conjuntos e cálculo mental, envolvendo o conteúdo de operações no decorrer da execução da sequência didática e compreender a superação de possíveis dificuldades apresentadas pelos alunos diante da sequência didática apresentada. Você foi selecionado(a) por ser maior de idade e responsável pelo(a) aluno(a) sujeito da presente pesquisa para dar o consentimento da participação ou não do aluno no qual está sob sua responsabilidade.

As informações serão obtidas através de observações do pesquisador realizadas sempre no horário de aula da disciplina de Matemática previamente definido com o(a) professor(a) da referida disciplina. Pretendemos gravar todos os encontros em vídeo, para melhor análise dos dados. Seu consentimento com relação a esse ponto será importante e poderá ser impresso no



Universidade Federal do Amazonas
Campus Vale do Rio Madeira
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Humanidades



documento “Autorização para uso de áudio e imagem” que também vos será repassado em duas vias. O(a) Sr.(a) tem o direito ou não de consentir com a gravação dos mesmos.

As informações obtidas através desta pesquisa serão apenas de uso científico visando contribuir para o aperfeiçoamento da Educação Estatística tanto para a formação inicial e continuada de professores que ministram Estatística na disciplina de Matemática quanto para o desenvolvimento do processo de aprendizagem dos alunos participantes da pesquisa.

Serão realizados quatro encontros como os alunos. No primeiro, será problematizada a situação com os alunos por meio de apresentação de um vídeo da turma da Mônica, “Um plano para salvar o planeta”, disponível no site: <https://www.youtube.com/watch?v=L3zaoUaHJhQ&t=744s>. Ao final desse encontro, os alunos irão realizar o plantio de algumas culturas em uma horta vertical com garrafas PET, como feijão, milho, alface, etc., a fim de garantir o tempo ideal de germinação.

No segundo encontro, os alunos irão participar de uma atividade de coleta seletiva. Vale salientar que materiais cortantes não serão utilizados e os alunos usarão máscaras e luvas durante o desenvolvimento das atividades.

No terceiro encontro, os discentes irão verificar a taxa de germinação de cada cultura. Por fim, no último encontro os alunos serão convidados a participar de um piquenique sustentável. O pesquisador responsável irá levar os alimentos, como frutas e guloseimas, e cada aluno irá escolher o que mais lhe agrada. Não serão levados alimentos, caso houver, em que o(a) aluno(a) tenha intolerância ou alergia.

A participação nestas atividades não trará complicações legais e nenhum dos procedimentos utilizados oferece inconsiderações dignidade ao menor. Porém, considerando que todas as pesquisas com seres humanos envolvem riscos, na presente pesquisa os riscos envolvidos são possíveis constrangimentos nas atividades quanto à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do aluno participante durante o desenvolvimento das atividades. Serão empregadas providências para reparação de danos que esta possa acarretar, sendo garantido ressarcimento ou indenização diante de eventuais despesas tidas ou dela decorrentes. Se você aceitar participar, estará contribuindo com informações que poderão ser úteis para este estudo. O pesquisador responsável estará atento a qualquer reação emocional e ficarão à escuta de suas necessidades, dúvidas e/ou questionamentos caso existam. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem a todos os Critérios de Ética em Pesquisa



Universidade Federal do Amazonas
Campus Vale do Rio Madeira
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Humanidades



com Seres Humanos conforme a resolução N° 446/2012 do Conselho Nacional de Saúde, estando sujeitos a indenização material para reparação de danos caso houver.

Se depois de consentir a participação do(a) aluno(a) o(a) Sr.(a) desistir da autorização, o(a) Sr.(a) tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O(a) Sr.(a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo mantida em sigilo. Fotografias e filmagem do(a) aluno(a) sob sua responsabilidade somente serão feitas e divulgadas com sua autorização. Para qualquer outra informação, o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com o pesquisador e com o orientador no endereço: Universidade Federal do Amazonas - Rua 29 de Agosto, 786 - Centro, CEP: 69800-000, pelo telefone: (97) 3373-1180, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-1181, Ramal 2004.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado(a) sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: ____/____/____

Assinatura do responsável



Douglas Willian Nogueira de Souza

Impressão do dedo polegar
Caso não saiba assina