



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ**

**IFCE CAMPUS FORTALEZA
DOUTORADO ACADÊMICO EM ENSINO
REDE NORDESDE DE ENSINO - RENOEN**

DINA SÉFORA SANTANA MENEZES LIMA

**PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE
PROFESSORES PEDAGOGOS: EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA INTEGRADA AO
ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA COMO POSSIBILIDADES PARA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**FORTALEZA/CE
2025**

DINA SÉFORA SANTANA MENEZES LIMA

PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES
PEDAGOGOS: EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA INTEGRADA AO ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino – RENOEN no polo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino. Área de concentração: Ensino. Linha de pesquisa: Ensino de Ciências.

Orientador (a): Prof^ª. Dr(a). Maria Cleide da Silva Barroso.

Coorientador (a): Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- L732p Lima, Dina Séfora Santana Menezes.
 PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS:
 EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA INTEGRADA AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA COMO
 POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA / Dina Séfora Santana Menezes Lima. -
 2026.
 341 f. : il. color.
- Tese (doutorado) - Instituto Federal do Ceará, Doutorado Acadêmico em Ensino (Renoen), Campus
 Fortaleza, 2026.
 Orientação: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso.
 Coorientação: Profa. Dra. Daniel Brandão Menezes.
1. Formação de professores. 2. Educação Estatística. 3. Ciências da Natureza. 4. Teoria Antropológica do
 Didático. 5. Alfabetização científica. I. Título.
-

DINA SÉFORA SANTANA MENEZES LIMA

PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES
PEDAGOGOS: EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA INTEGRADA AO ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino – RENOEN no polo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Fortaleza*, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino. Área de concentração: Ensino. Linha de pesquisa: Ensino de Ciências.

Aprovado (a) em: 09 / 12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Cleide da Silva Barroso (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof^ª. Dr. Daniel Brandão Menezes
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof^ª. Dr^º. Francisco José de Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
Campus Cedro

Prof^ª. Dr^ª. Maria José Araújo Souza
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof^ª. Dr^ª. Francisca Helena da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
Campus Maranguape



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 , - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

ATA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DA REDE NORDESTE DE ENSINO
(RENOEN/POLO IFCE)

DE

DINA SÉFORA SANTANA MENEZES LIMA

MATRÍCULA: 20221019000043

Aos 09 dias do mês de dezembro do ano de 2025, às 14h no Auditório da Pós-graduação no IFCE Campus Fortaleza, realizou-se a Defesa de Tese, intitulada "PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS: EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA INTEGRADA AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA" de autoria de DINA SÉFORA SANTANA MENEZES LIMA, aluna do Programa de Pós-graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino – RENOEN/POLO IFCE, em nível de Doutorado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso - orientadora - (RENOEN/POLO IFCE), Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes - coorientador - (Universidade Estadual do Ceará - UECE), Prof. Dr. Francisco José de Lima - (IFCE - Campus Cedro), Profa. Dra. Francisca Helena de Oliveira Holanda (RENOEN/POLO IFCE) e Profa. Dra. Maria José Araújo Souza (Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA). Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o(a) candidato(a) foi **APROVADO** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de **90 (noventa) dias**, para o(a) candidato(a) efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente Ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso (orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes (coorientador)

Universidade Estadual do Ceará - UECE

Prof. Dr. Francisco José de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Profa. Dra. Francisca Helena de Oliveira Holanda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Profa. Dra. Maria José Araújo Souza



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Brandão Menezes, Usuário Externo**, em 09/12/2025, às 19:23, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisco Jose de Lima, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 10/12/2025, às 20:33, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria José Araújo Souza, Usuário Externo**, em 11/12/2025, às 16:41, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisca Helena de Oliveira Holanda, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 15/12/2025, às 06:50, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Cleide da Silva Barroso, Coordenador(a) do PGECEM**, em 19/12/2025, às 14:44, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **8209864** e o código CRC **46BF3CDD**.

A Deus

A meu pai Milton de Queiroz (in memoria)

À minha mãe Maria Denismar

Aos meus irmãos Morgana Lúcia e Milton Jr.

Ao meu marido Francisco Wellington

Aos meus amados filhos Arthur e Raul

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, perseverança, saúde e serenidade ao longo de toda esta caminhada, tornando possível a conclusão de uma etapa tão significativa da minha trajetória acadêmica e pessoal.

À Maria Cleide, minha orientadora, pelo profundo compromisso com a pesquisa, pela competência profissional, liderança, sensibilidade e rigor acadêmico; pelas múltiplas e valiosas sugestões que contribuíram significativamente para o aprimoramento desta tese, e pela confiança depositada em meu trabalho.

Ao meu coorientador, Daniel Brandão, pelas contribuições teóricas, pelo olhar atento, pelas orientações oportunas e pelo apoio ao longo do desenvolvimento deste estudo.

A Wellington, meu esposo, pelo amor, companheirismo e compreensão durante todo esse percurso; por suportar minhas ausências, as muitas viagens e compromissos fora de casa, e por permitir que eu me dedicasse intensamente à realização desta tese, sendo sempre apoio e incentivo nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amados filhos, Arthur e Raul, razão maior de tudo o que faço, pela paciência, pelo carinho e por compreenderem, mesmo tão jovens, os momentos em que precisei estar ausente.

Ao meu pai, vivo em minhas lembranças, cujos valores, ensinamentos e exemplo continuam a orientar minha vida e minhas escolhas.

À minha mãe, por sua devoção incondicional à família, por suas constantes demonstrações de amor, cuidado e apoio, sendo um alicerce fundamental em minha trajetória.

Aos meus irmãos, Morgana Lúcia e Milton Júnior, pelo apoio e incentivo ao longo dessa caminhada.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, que, direta ou indiretamente, compartilharam comigo desafios, aprendizados e palavras de incentivo, especialmente àqueles que acompanharam de perto este percurso acadêmico.

Às instituições, aos professores participantes da pesquisa e a todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a concretização deste trabalho.

RESUMO

Esta tese tem como cerne a formação de professores pedagogos para o ensino integrado de Educação Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, visando à promoção da alfabetização científica. Parte-se da constatação de que a formação docente ainda apresenta lacunas significativas quanto à articulação entre saberes estatísticos e científicos, o que resulta em práticas pedagógicas fragmentadas e descontextualizadas. Ancorada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), a pesquisa tem como objetivo geral desenhar, aplicar e analisar o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), buscando a mobilização e transformação das praxeologias docentes. A abordagem metodológica é qualitativa, com uso de um Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI), registros de sessões formativas, portfólios reflexivos e análise de tarefas produzidas ao longo do percurso. A estrutura do PEP-FP foi fundamentada em três modelos epistemológicos: o Modelo Epistemológico de Referência (MER), o Modelo Epistemológico Dominante (MED) e o Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), proposto nesta investigação como via de reorganização das práticas docentes. Os resultados indicam que, quando inseridos em formações investigativas, colaborativas e epistemologicamente orientadas, os professores pedagogos são capazes de reconstruir suas concepções sobre Estatística e Ciências da Natureza, elaborando propostas pedagógicas interdisciplinares mais coerentes com os desafios contemporâneos da educação básica. O estudo revela que a superação da fragmentação curricular depende de atividades formativas que articulem teoria, prática e reflexão crítica, como os promovidos pelo PEP-FP. Conclui-se que a TAD, associada a práticas de formação fundamentadas na problematização e na construção coletiva do saber, constitui um caminho promissor para a transformação da formação docente e o fortalecimento da alfabetização científica nos anos iniciais.

Palavras-chave: Formação de professores. Educação Estatística. Ciências da Natureza. Teoria Antropológica do Didático. Alfabetização científica. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This thesis focuses on the training of pedagogical teachers for the integrated teaching of Statistical Education and Natural Sciences in the early years of elementary school, aiming to promote scientific literacy. It starts from the observation that teacher training still presents significant gaps in the articulation between statistical and scientific knowledge, resulting in fragmented and decontextualized pedagogical practices. Anchored in the Anthropological Theory of Didactics (ATD), the research aims to design, apply, and analyze the Study and Research Path for Teacher Training (PEP-FP), seeking the mobilization and transformation of teaching practices. The methodological approach is qualitative, using an Initial Diagnostic Instrument (IDI), records of training sessions, reflective portfolios, and analysis of tasks produced throughout the course. The structure of the PEP-FP (Teacher Training Program for Professional Development) was based on three epistemological models: the Reference Epistemological Model (MER), the Dominant Epistemological Model (MED), and the Alternative Reference Epistemological Model (MERA), proposed in this investigation as a way to reorganize teaching practices. The results indicate that, when included in investigative, collaborative, and epistemologically oriented training programs, teachers are able to reconstruct their conceptions of Statistics and Natural Sciences, developing interdisciplinary pedagogical proposals that are more coherent with the contemporary challenges of basic education. The study reveals that overcoming curricular fragmentation depends on formative activities that articulate theory, practice, and critical reflection, such as those promoted by the PEP-FP. It is concluded that TAD (Theory of Didactic Activity), associated with training practices based on problematization and the collective construction of knowledge, constitutes a promising path for the transformation of teacher training and the strengthening of scientific literacy in the early years.

Keywords: Teacher education. Statistics Education. Natural Sciences. Anthropological Theory of the Didactic. Scientific literacy. Interdisciplinarity.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABE	Alfabetização Baseada em Evidências
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
AC	Alimentação Coletiva
AEP	Atividades de Estudo e Pesquisa
ATD	Anthropological Theory of the Didactic
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Ceará
COVID	Coronavirus Disease
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
ED	Engenharia Didática
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
FP	Formação de Professores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDI	Instrumento de Diagnóstico Inicial
IFCE	Instituto Federal do Ceará
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MED	Modelo Epistemológico Dominante
MER	Modelo Epistemológico de Referência
MERA	Modelo Epistemológico de Referência Alternativo
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PEP	Percurso de Estudo e Pesquisa
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
RENOEN	Rede Nordeste de Ensino
TAD	Teoria Antropológica do Didático

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Síntese da Articulação	18
Quadro 2 - Articulação entre objetivos específicos, questões secundárias e conteitos da TAD	21
Quadro 3 - Estrutura sintética do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI)	38
Quadro 4 - Dados do IDI por Nível de Co-Determinação.....	39
Quadro 5 - Síntese que integra os dados do IDI e da Análise documental aos Níveis de Co-determinação.....	41
Quadro 6 - Síntese do IDI por dimensão da TAD	45
Quadro 7 - Unidade Temática, Objetivo de conhecimento e Habilidades de Matemática do 2º ano da BNCC.....	61
Quadro 8 - Síntese das Dissertações e Teses analisadas	122
Quadro 9 - Componentes e fundamentos teóricos do MER para o 2º ano do EF.....	170
Quadro 10 - Aspectos epistemológicos comuns entre Estatística e Ciências da Natureza.....	171
Quadro 11 - Organização e articulação dos modelos epistemológicos mobilizados na pesquisa	173
Quadro 12 - Síntese da Análise documental aos Níveis de Co-determinação.....	182
Quadro 13 - Síntese da Dimensão Econômica	185
Quadro 14 - Análise da atividade da unidade 2.....	191
Quadro 15 - Análise da atividade da unidade 4.....	193
Quadro 16 - Análise da atividade da unidade 5.....	195
Quadro 17 - Análise da atividade da unidade 2.....	196
Quadro 18 - Praxeologia correspondente	198
Quadro 19 - Manuais das coleções de Projetos Integradores do PNLD.....	212
Quadro 20 - Critérios de seleção das coleções Projetos Integradores	214
Quadro 21 - Síntese da relação entre momento didático ao papel do professor.....	236
Quadro 22 - Articulação entre os níveis do PEP-FP	242
Quadro 23 - Plano para a sessão 1	244
Quadro 24 - Plano para a sessão 2	246
Quadro 25 - Plano para a sessão 3.....	248
Quadro 26 - Plano para sessão 4.....	251
Quadro 27 - Plano para sessão 5.....	252

Quadro 28 - Plano para sessão 6.....	255
Quadro 29 - Formulário para elaboração de uma nova AEP	257
Quadro 30 - Possível exemplo preenchido - AEP sobre alimentação saudável	257
Quadro 31 - Plano para sessão 7	258
Quadro 32 - Plano para sessão 8.....	260
Quadro 33 - A priori das respostas possíveis das questões derivadas	262
Quadro 34 – Plano para sessão 9	263
Quadro 35 - Plano para sessão 10.....	266
Quadro 36 - Sessões formativas do PEP-FP.....	267
Quadro 37 - Integração Didática dos Módulos.....	269

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do Pensamento Estatístico.....	68
Figura 2 - Esquema da 1ª Dimensão do Ciclo Investigativo	69
Figura 3 - Esquema da pesquisa por meio dos modelos construídos	135
Figura 4 - Primeiro Gráfico de barras da histórica (1786)	148
Figura 5 - Primeira utilização registrada do gráfico de setores	149
Figura 6 - Exemplo de gráfico de barra.....	161
Figura 7 - Exemplo de pictograma de fruta e sabor de sorvete favoritos.....	161
Figura 8 - Exemplo de Tabela Simples	161
Figura 9 - Diagrama da estrutura epistemológica e praxeológica da Estatística no 2º ano do Ensino Fundamental	166
Figura 10 - Gráfico de barras da página que representa a preferência por frutas na turma....	190
Figura 11 - Situação problema envolvendo uma pesquisa	194
Figura 12 - Atividade de interpretação de Tabelas.....	199
Figura 13 - Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA)	225
Figura 14 - Mapa de questões <i>a priori</i>	250

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Professores realizando a Tarefa (T1) - Atividade de sensibilização	275
Imagem 2 - Professores realizando a Tarefa (T1) - Atividade de sensibilização	277
Imagem 3 - Professores realizando o preenchimento do formulário para elaboração de uma nova AEP	283

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	MOTIVAÇÃO DA PESQUISA.....	9
1.2	PROBLEMÁTICA, JUSTIFICATIVA E DIRETRIZES DA PESQUISA	11
2	CONSTRUTOS TEÓRICOS E ANÁLISE CONTEXTUAL <i>PRELIMINAR</i>	26
2.1	DIMENSÃO ECOLÓGICA: FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DIDÁTICO E RESTRIÇÕES CONTEXTUAIS	37
3	ECOLOGIA DOS SABERES ESTATÍSTICOS E CIENTÍFICOS: CURRÍCULO, PESQUISA E FORMAÇÃO DOCENTE.....	50
3.1	EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS	52
3.2	INTEGRAÇÃO DA ESTATÍSTICA AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	85
3.3	A ESTATÍSTICA COMO OBJETO MATEMÁTICO: ORGANIZAÇÕES MATEMÁTICAS E DIDÁTICAS NA ARTICULAÇÃO COM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	101
4	MODELIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA NA INTEGRAÇÃO ENTRE ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA: MER, MED E MERA.....	124
4.1	O MODELO EPISTEMOLÓGICO DE REFERÊNCIA (MER) PARA INTEGRAÇÃO DA EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA	127
4.1.1	<i>História da Estatística enquanto saber sábio</i>	<i>137</i>
4.1.2	<i>Fundamentos Epistemológicos do Saber Estatístico no MER para a Transposição Didática Integrada com as Ciências da Natureza no 2º ano do Ensino Fundamental</i>	<i>151</i>
4.1.2.1	<i>Coleta e categorização de dados.....</i>	<i>159</i>
4.1.2.2	<i>Representação gráfica.....</i>	<i>160</i>
4.1.2.3	<i>Medidas de tendência central.....</i>	<i>162</i>
4.1.2.4	<i>Interpretação crítica e tomada de decisão.....</i>	<i>163</i>
4.2	DIAGNÓSTICO DO MODELO EPISTEMOLÓGICO DOMINANTE (MED): PRÁTICAS E SABERES DOCENTES ANTES DO PEP-FP	172
4.2.1	<i>Análise do MED1 (Dimensão Econômica-Institucional) - Documentos Oficiais....</i>	<i>174</i>
4.2.2	<i>Análise do MED2 (Dimensão econômica): Manuais dos Livros Didáticos</i>	<i>185</i>
4.2.3	<i>Considerações parciais e articulação com o MED.....</i>	<i>217</i>

4.3	PROPOSIÇÃO DO MODELO EPISTEMOLÓGICO DE REFERÊNCIA ALTERNATIVO (MERA): TRANSFORMAÇÃO ESPERADA A PARTIR DO PEP-FP	222
5	CONCEPÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS (PEP-FP)	228
5.1	DESENHO E ANÁLISE <i>A PRIORI</i> DO PEP-FP	234
6	IMPLEMENTAÇÃO DO PEP-FP: DESCRIÇÃO <i>A POSTERIORI</i> E ANÁLISE <i>IN VIVO</i> DOS RESULTADOS	270
6.1	PRIMEIRA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	271
6.2	SEGUNDA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	273
6.3	TERCEIRA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	274
6.4	QUARTA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	278
6.5	QUINTA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	279
6.6	SEXTA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	281
6.7	SÉTIMA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	283
6.8	OITAVA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	284
6.9	NONA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	286
6.10	DÉCIMA SESSÃO: DESCRIÇÃO E ANÁLISE <i>A POSTERIORI</i>	287
7	CONCLUSÃO	295
	REFERÊNCIAS	301
	ANEXO A – PLATAFORMA BRASIL	309
	ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	310
	APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (IDI).....	315
	APÊNDICE B - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA FINS DE PESQUISA	322
	APÊNDICE C – PROJETO COMIDA E ALIMENTOS	323

1 INTRODUÇÃO

Esta tese tem como ponto de partida uma inquietação real vivida na prática educativa: a dificuldade de integrar a Educação Estatística ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A fragmentação curricular, as limitações na formação docente e a abordagem tecnicista da Estatística nas escolas públicas brasileiras têm comprometido a construção de uma alfabetização científica significativa.

Diante desse cenário, o presente estudo investiga possibilidades de reorganizar o ensino a partir da aplicação do dispositivo didático-formativo: o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

A investigação está ancorada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), que oferece um arcabouço teórico robusto para compreender como os saberes escolares são organizados, transpostos e condicionados por instituições educacionais.

A TAD é precisamente uma ferramenta de análise que desmonta as praxeologias (as formas de fazer e saber) para revelar suas lógicas internas, seus bloqueios (obstáculos epistemológicos), deste modo, nesta pesquisa serão identificados obstáculos epistemológicos e institucionais que impedem a articulação entre conteúdos estatísticos e científicos, propondo a reorganização das praxeologias docentes por meio de atividades integradoras e situadas.

O problema central que orienta esta pesquisa consiste na dificuldade de integrar saberes estatísticos e científicos no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental, especialmente na formação de professores pedagogos, cuja atuação é fundamental para o desenvolvimento dessas competências desde as etapas iniciais da escolarização.

Para investigar essa questão, formulou-se como objetivo geral desenhar, aplicar e analisar o PEP-FP como um dispositivo de formação continuada capaz de reorganizar práticas docentes no ensino integrado de Estatística e Ciências da Natureza.

A partir disso, foram definidos quatro objetivos específicos: (1) caracterizar praxeologias prévias mobilizadas pelos professores; (2) desenvolver o PEP-FP com base na TAD; (3) implementar o percurso em contextos reais; e (4) analisar as transformações ocorridas nas praxeologias docentes após a intervenção.

A pesquisa se apoia em uma abordagem qualitativa, com forte articulação entre teoria e prática, e utiliza como instrumentos metodológicos: questionários, registros de sessões formativas, portfólios reflexivos e análise de tarefas produzidas pelos professores. O percurso foi desenvolvido com professores do 2º ano do Ensino Fundamental, atuando em contextos de formação continuada.

Ao longo da tese, buscou-se mostrar que a alfabetização científica nos anos iniciais exige mais do que conteúdos articulados: demanda professores que compreendam a Estatística como linguagem de investigação, e as Ciências da Natureza como campo de problematização do mundo.

A construção desse novo olhar formativo requer tempo, espaço e teóricos que viabilizem a transposição de saberes fragmentados para práticas pedagógicas integradoras. Esta pesquisa acredita que o professor, como sujeito epistêmico, pode transformar sua prática à medida que se envolve em processos investigativos contextualizados, críticos e colaborativos.

1.1 Motivação da pesquisa

A escolha desta pesquisa é resultado de minha trajetória como educadora, formadora e pesquisadora, que ao longo dos anos me levou a refletir sobre a necessidade de fortalecer a formação de professores dos anos iniciais para o ensino da Matemática e das Ciências da Natureza, com especial atenção à Educação Estatística.

Minha jornada na docência iniciou-se em 2003, quando comecei a trabalhar com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Desde os primeiros anos de experiência, percebi uma nítida hierarquização entre as áreas do conhecimento, com forte ênfase no ensino da Língua Portuguesa, enquanto a Matemática e as Ciências eram frequentemente deixadas em segundo plano. Essa constatação despertou minha inquietação sobre a necessidade de promover um ensino mais equitativo e interdisciplinar.

Em 2011, fui convidada pela Secretaria de Educação de Maracanaú para atuar como formadora de Matemática e Ciências Natureza para professores dos anos iniciais (professores P2). A divisão dos professores pedagogos no município no qual eu trabalho em P1 (responsáveis pelo ensino de Linguagens, Ciências Humanas e Ensino Religioso) e P2 (responsáveis pelo ensino de Matemática e Ciências da Natureza) foi uma resposta à necessidade de otimizar a formação docente e o planejamento pedagógico, garantindo maior aprofundamento no ensino de cada área do conhecimento.

Durante minha atuação como formadora, percebi lacunas na formação dos professores P2, que despertam preocupações, especialmente no que se refere ao ensino de conceitos estatísticos. Muitos professores demonstravam insegurança ao trabalhar com análise e interpretação de dados, e essa dificuldade se refletia em suas práticas pedagógicas.

A abordagem da Estatística em sala de aula, muitas vezes, se limitava à apresentação de tabelas e gráficos sem uma conexão real com o ensino de Ciências da Natureza, resultando em um ensino fragmentado e sem significado para os alunos. Essa constatação reforçou minha

percepção da necessidade de estratégias formativas específicas que promovam a integração da Educação Estatística ao ensino de Ciências da Natureza, permitindo que os professores ampliem sua compreensão sobre o uso de dados como ferramenta para a investigação científica e para a construção de conhecimentos interdisciplinares.

A busca por compreender melhor esse desafio e tentar de algum modo superá-lo, me levou a ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal do Ceará (IFCE), em 2018, no nível de mestrado. A experiência na pós-graduação aprofundou meu contato com metodologias inovadoras e abordagens interdisciplinares para o ensino de Matemática e Ciências da Natureza, consolidando minha convicção sobre a importância da formação continuada para o aprimoramento das práticas docentes.

Dando continuidade à minha trajetória acadêmica, em 2021, fui aprovada no Programa de Doutorado da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), no polo do IFCE, onde tive a oportunidade de aprofundar minha pesquisa na interface entre Educação Estatística, Ciências da Natureza e Formação de Professores. No âmbito da linha de pesquisa "Ensino, Ciências e Cultura", escolhi como sublinha o "Ensino de Ciências nas Séries Iniciais", considerando a relevância da Alfabetização Científica e a necessidade de formação de professores capacitados para integrar a Estatística ao ensino de Ciências da Natureza. Essa escolha foi motivada pelo reconhecimento de que a Estatística desempenha um papel essencial na construção do pensamento científico e crítico dos alunos, permitindo que eles analisem e compreendam fenômenos naturais e sociais com base em evidências e dados.

Em vista dessas experiências como educadora, formadora e pesquisadora, a escolha de investigar a formação de professores P2, justifica-se pela necessidade de compreender os desafios específicos enfrentados por esses profissionais na mobilização e transformação das praxeologias Estatísticas e Didáticas. Ao atuarem com disciplinas que exigem uma abordagem interdisciplinar, esses professores se deparam com a tarefa de lidar com conceitos complexos e estratégias metodológicas diversificadas. Além disso, muitas vezes enfrentam dificuldades em integrar os conhecimentos estatísticos ao ensino de Ciências da Natureza de forma significativa para os alunos.

Dessa forma, a presente pesquisa configura-se como uma contribuição para compreender e transformar a formação docente dos professores P2, contribuindo para um ensino mais qualificado e interdisciplinar nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Ao investigar a mobilização e a transformação das praxeologias estatísticas e didáticas desses

professores, busca-se não apenas diagnosticar os desafios enfrentados, mas também apontar caminhos para uma formação continuada mais efetiva e alinhada às demandas contemporâneas. Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para a promoção da alfabetização científica desde os primeiros anos escolares.

Diante desse contexto, torna-se essencial aprofundar a compreensão sobre os desafios que envolvem a formação de professores P2 e a integração da Educação Estatística ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais. Para isso, acredita ser necessário delimitar a problemática da pesquisa, evidenciando as lacunas existentes na formação docente e as dificuldades enfrentadas no ensino desses conteúdos. Além disso, justifica-se a relevância do estudo ao considerar sua contribuição na formação continuada de professores, promovendo a mobilização e transformação de saberes estatísticos e didáticos no contexto escolar. A seguir, serão discutidos esses aspectos, detalhando a problemática investigada e os fundamentos que sustentam a pertinência desta pesquisa.

1.2 Problemática, Justificativa e Diretrizes da Pesquisa

A integração entre Educação Estatística e Ciências da Natureza como eixo fundamental para a alfabetização científica alinha-se indiretamente com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC, em suas competências gerais aborda a compreensão e análise crítica de fenômenos, reforça a necessidade de desenvolver habilidades para interpretar dados e aplicá-los a contextos reais, inclusive na Ciências da Natureza.

Além disso, no componente de Matemática, destaca-se a importância da Educação Estatística para "analisar, interpretar e comunicar informações" (BRASIL, 2018), enquanto, na Ciências da Natureza, enfatiza-se o uso de evidências para explicar fenômenos.

Embora a BNCC não mencione explicitamente a integração entre as duas áreas, sua estrutura favorece a interdisciplinaridade e o pensamento crítico, princípios que sustentam que a integração configura-se como um eixo fundamental para a construção da alfabetização científica, capacitando indivíduos a interpretar fenômenos naturais e sociais com base em dados e evidências.

Deste modo, a Educação Estatística tem um papel fundamental na construção da alfabetização científica, pois possibilita que os indivíduos compreendam, analisem e interpretem fenômenos naturais e sociais com base em dados, evidências e argumentação fundamentada. Gal (2002), estabelece uma relação entre literacia estatística (Statistical Literacy) e literacia científica (Scientific Literacy) principalmente ao discutir as definições e componentes da literacia em diferentes domínios.

O significado complexo e em expansão da alfabetização específica de domínio também pode ser ilustrado examinando as concepções existentes de "alfabetização científica". Shamos (1995) revisa trabalhos anteriores sobre alfabetização científica que sugerem elementos básicos comuns: vocabulário básico, compreensão do processo científico e compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. Jenkins (1996) sugere que a alfabetização científica pode ser caracterizada como conhecimento e atitudes científicas, juntamente com alguma compreensão da metodologia científica (GAL, 2002, p. 2, tradução nossa).

Para o autor a alfabetização científica é composta de múltiplos elementos, e ele sugere que a alfabetização estatística pode ser pensada de maneira semelhante, ou seja, não se limitando apenas ao conhecimento técnico, mas incluindo também habilidades críticas e contextuais.

Essa relação é estabelecida por meio da integração entre habilidades estatísticas e competências necessárias para compreender e participar criticamente do universo científico e social. Gal (2002) destaca que a alfabetização Estatística envolve a capacidade de interpretar e avaliar criticamente informações quantitativas, como gráficos, tabelas e resultados de pesquisas. Essa habilidade é essencial para a alfabetização científica, visto que a ciência moderna depende fortemente de dados para validar hipóteses, como em estudos sobre mudanças climáticas, eficácia de vacinas ou tendências sociais, dentre outros.

A alfabetização científica pressupõe um pensamento cético e metodológico, que inclui questionar a origem dos dados e a validade de métodos. Gal (2002) argumenta que a Estatística fornece ferramentas para isso, como o conhecimento sobre desenhos de pesquisa e o entendimento de conceitos probabilísticos.

Ademais, o autor enfatiza que a alfabetização estatística não é neutra, ela requer conhecimento do contexto social e científico em que os dados são produzidos, para compreender como variáveis socioeconômicas influenciam resultados de pesquisas em saúde pública e relacionam dados estatísticos a teorias científicas. Essa dimensão contextual é um pilar da alfabetização científica, que exige entender a ciência como um processo dinâmico e influenciado por fatores sociais.

Além disso, a alfabetização científica não se limita a entender conceitos, mas também a comunicar ideias e participar de debates. Gal (2002) ressalta que a Estatística prepara os cidadãos para discutir implicações de dados em linguagem acessível e questionar políticas públicas baseadas em evidências frágeis. Isso é crucial em sociedades onde decisões sobre saúde, meio ambiente e tecnologia dependem de interpretações estatísticas.

Da mesma forma, outros autores como Ben-Zvi e Garfield, (2004), referências na Educação Estatística, destacam que a capacidade de analisar dados e comunicar resultados

estatísticos é uma habilidade crítica para a cidadania e a compreensão científica. Siegel (1997), argumenta que habilidades estatísticas são necessárias para avaliar alegações científicas de forma racional. Embora ele não seja focado exclusivamente em estatística, o autor defende que o pensamento crítico, incluindo a análise de dados, é um pilar da alfabetização científica.

De acordo com Gould (2017), um dos líderes do movimento *Data Science Education*, a análise de dados é uma parte inseparável do pensamento científico moderno. O autor conecta a capacidade de trabalhar com dados à alfabetização científica, especialmente em um mundo orientado por evidências. Propõe que alunos analisem dados sobre consumo de água na escola (Ciências) usando planilhas simples.

Segundo Batanero (2002), a Estatística é reconhecida como uma disciplina de natureza interdisciplinar, cujo potencial se realiza quando vinculada a problemas autênticos de outras áreas do conhecimento. Sua dissociação de contextos científicos e sociais limita a capacidade dos alunos de desenvolver um raciocínio estatístico crítico, necessário para analisar dados e tomar decisões em situações de incerteza.

No contexto da Educação Básica, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a Estatística é frequentemente reduzida a uma abordagem mecânica e descontextualizada, limitada à construção de tabelas e gráficos sem relação com problemas científicos reais. Morin (2000) postula que a compartimentalização do saber em disciplinas estanques obstrui a compreensão da totalidade. Diante disso, o autor preconiza um modelo educativo fundamentado na complexidade, apto a articular conhecimentos dispersos e transcender o reducionismo disciplinar.

Edgar Morin critica a fragmentação do conhecimento ao afirmar que "A inteligência parcelada, compartimentada, mecanicista, disjuntiva e reducionista rompe o complexo do mundo em fragmentos disjuntos [...] torna unidimensional o multidimensional" (Morin, 2000, p. 43). Essa reflexão evidencia os riscos de um ensino reducionista, como o que ocorre quando a Estatística é dissociada das Ciências da Natureza, dificultando a integração necessária para abordar problemas complexos de forma interdisciplinar.

Essa fragmentação se reflete na formação dos professores pedagogos, onde a Estatística e as Ciências da Natureza são ensinadas de forma isolada, dificultando a integração entre esses campos. Os currículos de formação inicial reforçam essa separação, resultando em práticas pedagógicas reducionistas, nas quais a análise de dados é desconectada da investigação científica. Essa lacuna compromete a alfabetização científica dos alunos, que não desenvolvem habilidades para interpretar fenômenos naturais e sociais com base em evidências.

Essa fragmentação, que Morin identifica como fruto de uma inteligência reducionista, reflete-se na formação de professores pedagogos, onde a Estatística e as Ciências da Natureza são tratadas como domínios estanques. Os currículos de formação inicial, ao reproduzirem essa lógica compartimentalizada, não apenas dificultam a integração entre os campos, mas também perpetuam práticas pedagógicas que dissociam a análise quantitativa da investigação qualitativa. Como resultado, os alunos são privados de uma alfabetização científica mais robusta, incapazes de articular dados estatísticos a fenômenos naturais e sociais, justamente em um contexto onde a complexidade exige abordagens integradas.

Para Morin (2000), romper com essa dicotomia é essencial para formar cidadãos críticos, aptos a interpretar a realidade em suas múltiplas dimensões — uma competência urgente em um mundo marcado por desafios interconectados, como mudanças climáticas e desigualdades sociais. Segundo Batanero (2001), a formação em estatística deve ir além do ensino tradicional e incluir a aplicação prática de métodos estatísticos na pesquisa em diferentes disciplinas.

O estudo de Nóvoa (2017), afirma que na formação docente, essa articulação enfrenta obstáculos estruturais: currículos fragmentados, práticas pedagógicas mecânicas e a dissociação entre técnicas estatísticas e contextos científicos reais. A fragmentação reforça uma visão tecnicista da formação, desprezando a integração entre conhecimento científico, didática e realidade escolar.

Nóvoa (2017) critica que "O ensino das disciplinas não pode ser verticalizado, devendo integrar-se, horizontalmente, em temáticas de convergência. [...] O conhecimento de que um professor de Matemática necessita é diferente daquele que se exige a um especialista de Matemática." Ele argumenta que a organização verticalizada dos currículos (focada em disciplinas isoladas) impede a integração de saberes necessária para formar professores capazes de articular teoria, prática e contextos reais.

Os estudos realizados por Cazorla e Santana (2010), afirmam que os professores pedagogos, muitas vezes formados em ambientes que segregam saberes, encontram dificuldades para criar atividades que unam hipóteses científicas, coleta de dados e interpretação estatística. O resultado é uma alfabetização estatística incompleta, em que os alunos não desenvolvem habilidades para analisar evidências, questionar informações ou participar criticamente de debates socioambientais

Em cursos de formação inicial, a Estatística costuma ser tratada de forma isolada e desvinculada das Ciências da Natureza, dificultando a percepção dos professores pedagogos

sobre como integrar esses saberes em suas práticas pedagógicas. Isso resulta em um ensino baseado na mera reprodução de técnicas, sem explorar o potencial da Estatística como ferramenta essencial para o desenvolvimento do pensamento científico e crítico dos alunos.

Deste modo, para Teoria Antropológica do Didático (TAD), essas prática pedagógicas concebe os saberes escolares como praxeologias – combinações de técnicas (como resolver problemas) e teorias (como justificar soluções) – condicionadas por instituições educacionais, como normas e currículos.

A TAD, desenvolvida por Chevallard (1999), oferece um referencial teórico que poderá compreender e superar essa fragmentação por meio de uma ferramenta de análise denominado Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP). Conforme Almouloud *et al.* (2021, p. 16), “o Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) é codisciplinar, isto é, o aluno precisará mobilizar várias ferramentas praxeológicas de vários quadros da matemática, estabelecendo relações entre diferentes disciplinas” (Chevallard, 2009a, apud Almouloud *et al.*, 2021, p. 16).

Essa perspectiva codisciplinar articula-se ao conceito central da TAD, que concebe os saberes escolares como praxeologias – organizações que integram técnicas (formas de resolver tarefas), tecnologias (discursos que justificam as técnicas) e teorias (fundamentos epistemológicos) –, condicionadas por instituições educacionais, como normas curriculares e estruturas pedagógicas (Almouloud *et al.*, 2021, p. 8-9).

Deste modo, reforça o papel ativo do professor em formação como investigador de seu próprio fazer docente, alinhando-se à visão de Sierra e Gascón (2018) sobre a formação crítica. Para esses autores o papel do formador

[...] Não é mostrar aos professores em formação possíveis respostas, mas elaborado para as questões que formam parte deste problema, mas sim criar condições favoráveis para a busca de suas respostas, colocando em sua disposição, ou simplesmente sugerindo, alguns dos meios que podem ser úteis (Sierra e Gascón, 2018, p. 98, tradução nossa).

Nesse sentido, o PEP-FP materializa-se como um dispositivo de modelização que substitui formações tradicionais — centradas na transmissão de conteúdos prontos — por percursos estruturados de investigação, nos quais os professores mobilizam praxeologias matemáticas e didáticas para explorar questionamentos a partir de uma questão geratriz.

Ao orientar a construção de conhecimentos interdisciplinares, o PEP-FP não se limita a justapor saberes disciplinares, mas promove uma integração orgânica, onde técnicas, tecnologias e teorias emergem da necessidade de responder a problemas reais, transcendendo as restrições de currículos fragmentados.

Dentro dessa abordagem, o PEP-FP surge como um dispositivo que poderá romper com formações tradicionais, ao promover um percurso estruturado em que os professores investigam questões. Essas questões, orientam a construção de conhecimentos interdisciplinares, indo além da mera junção de conteúdos.

Ao refletir sobre os desafios da formação docente, percebe-se que muitos programas tradicionais falham ao reduzir o desenvolvimento profissional à transmissão de técnicas e respostas prontas, negligenciando a complexidade da prática pedagógica. É nesse contexto que o PEP-FP emerge como uma proposta, ao priorizar questões problemáticas e estruturantes dentro da profissão, muitas vezes enfrentadas de modo isolado pelos educadores. Promove a colaboração, o debate e a construção compartilhada de conhecimento, rompendo com a cultura do individualismo tão comum na profissão docente. Como destaca Boch (2022)

Uma hipótese inicial é que os Percursos de Estudo e Pesquisa - PEP-FP possibilitam colocar no centro do processo de formação às questões problemáticas para a profissão docente que, na prática profissional, quando não ignoradas, são tratadas de forma muito pessoal e individualista. Além disso, os PEP-FP facilitam um contrato de estudo entre formadores e professores em formação que é altamente apropriado - inclusive do ponto de vista ético - para lidar de forma cooperativa com os problemas abertos colocados pela profissão. Isso evita que a formação se torne uma vista de resposta sobre "como ensinar" este ou aquele conteúdo como, se houvesse respostas definitivas e, além disso, como se a pesquisa didática pudesse fornecer tais respostas (Boch, 2022, p. 20).

A autora argumenta que esse modelo rompe com abordagens prescritivas, substituindo-as por um contrato de estudo colaborativo entre formadores e professores, capaz de enfrentar problemas abertos e contextualizados.

Diferente de formações que buscam "receitas didáticas", o PEP-FP valoriza a investigação coletiva, reconhecendo que a eficácia das mudanças pedagógicas depende não apenas de métodos, mas de condições institucionais e de um engajamento ético compartilhado. Essa crítica às formações tradicionais reforça a necessidade de ambientes formativos que integrem reflexão crítica, experimentação e apoio institucional, elementos essenciais para transformações sustentáveis na educação.

Schön (1987) reafirma esta questão quando diz que a formação profissional dominante tem se baseado num modelo de conhecimento técnico-racional – a aplicação de teoria científica e técnica a problemas instrumentais da prática. Esse modelo, no entanto, é radicalmente inadequado para as áreas indeterminadas e conflituosas da prática.

Assim, a problemática do saber desta pesquisa emerge de uma fragmentação epistemológica e didática enraizada na formação docente, e não se limita à dificuldade dos

professores em integrar Estatística e Ciências da Natureza, mas à estrutura institucional que perpetua essa fragmentação.

A partir desta problemática surge uma questão geratriz (Q0). Essa questão geratriz revela uma transição paradigmática (do monumentalismo para o questionamento do mundo) nas práticas docentes, onde saberes estatísticos e científicos são tratados como domínios isolados, condicionados por currículos fragmentados e normas institucionais rígidas. Q0 é o norte teórico que orienta tanto os objetivos específicos quanto as questões investigativas. É um problema aberto, onde não busca uma "receita", mas investiga as condições que impedem a integração.

Deste modo, a Q0 é: Como superar as condições institucionais e epistemológicas que dificultam a articulação entre a Estatística e a Didática no ensino de Ciências da Natureza nas séries iniciais?

Essa questão não apenas expõe a raiz do problema, mas direciona o problema de pesquisa para uma ação transformadora: Como o Percurso de Estudo e Pesquisa em Formação Professores (PEP-FP), ancorado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), possibilita a transformação das praxeologias de professores pedagogos para a efetiva integração dessas áreas na alfabetização científica?

Assim, a Q0 identifica por que a fragmentação persiste na falta de articulação entre técnicas estatísticas e teorias científicas, reforçada por instituições rígidas, enquanto o problema de pesquisa propõe investigar como o PEP-FP pode reorganizar essas práticas, criando novas praxeologias que unam análise de dados a contextos científicos reais. Essa ligação é essencial na TAD, pois o PEP-FP surge como dispositivo de modelização (Bosch, 2022), capaz de simular situações de ensino-pesquisa onde professores reconstroem saberes interdisciplinares, superando as restrições identificadas pela questão geratriz.

Diante desse cenário, a justificativa para o desenvolvimento do PEP-FP sustenta-se em três pilares. Primeiro, a relevância social e acadêmica da alfabetização científica, que transcende a sala de aula ao capacitar alunos para interpretar questões como mudanças climáticas, saúde pública, alimentação saudável e inovações tecnológicas, dentre outros temas urgentes e transversais. Sem a integração entre Estatística e Ciências da Natureza, os estudantes perdem a oportunidade de compreender como dados sustentam argumentos científicos, tornando-se vulneráveis a desinformação.

Segundo pilar seria a inovação didática proposta pelo PEP-FP, fundamentado na TAD, cria condições para que os professores ressignifiquem suas praxeologias docentes. Por meio de

Atividades de Estudo e Pesquisa (AEP), os professores são desafiados a criar situações-problema interdisciplinares — como analisar dados sobre meio ambiente ou interpretar gráficos de alimentação saudável —, vinculando métodos estatísticos a fenômenos naturais. Essa abordagem não apenas rompe com a transmissão mecânica de conteúdos, mas também reconhece a Estatística como linguagem fundamental para a investigação científica.

Terceiro, o PEP-FP busca identificar e superar restrições institucionais históricas. Isso se operacionaliza por meio de propostas como: a reestruturação de currículos de formação docente para incluir módulos interdisciplinares, a promoção de colaboração entre formadores de áreas distintas e o desenvolvimento de recursos pedagógicos que facilitem a prática integrada — como kits de experimentação científica com instrumentos de coleta de dados e *softwares* de análise acessíveis. A TAD, ao analisar como os saberes são transpostos didaticamente em diferentes contextos institucionais, oferece um quadro teórico diagnosticar e intervir sobre essas barreiras.

A implementação do PEP-FP, portanto, não apenas responde a problemática do saber, mas também contribui para a pesquisa em educação, ao testar como modelos baseados na TAD podem reorientar a formação docente em contextos desafiadores, fornecendo o arcabouço para entender como essas mudanças institucionais reconfiguram as prioridades formativas, substituindo a lógica fragmentada por uma visão holística do ensino. Para ilustrar a articulação coerente entre a fundamentação teórica (TAD), os pilares da justificativa e a operacionalização prática do PEP-FP, elaborou-se o Quadro 1, que sintetiza essas relações.

Quadro 1- Síntese da Articulação

Pilar	Relação com a TAD	Ação do PEP-FP
Relevância Social	Praxeologias integradas para problemas reais.	Atividades que vinculam dados estatísticos a fenômenos científicos (ex.: clima).
Inovação Didática	Modelização e transposição didática crítica.	Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs) que simulam pesquisa interdisciplinar (ex.: saúde pública e estatística).
Superação Institucional	Transformação de normas e currículos.	Módulos colaborativos, recursos pedagógicos integrados, formação docente conjunta.

Fonte: Autor 2025

Essa articulação permite demonstrar que o PEP-FP não é apenas uma ferramenta didática, mas um dispositivo de transformação institucional e epistemológica, alinhado à TAD

para redefinir o papel da escola na formação de cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados.

Os casos empíricos que serão detalhadamente discutidos na revisão da literatura já apontam resultados promissores sobre o impacto dessa abordagem na prática docente. Esses casos ilustram como o PEP-FP pode efetivamente promover mudanças significativas nas práticas pedagógicas, com destaque para a integração da Estatística ao Ensino de Ciências da Natureza, potencializando o desenvolvimento da alfabetização científica nos estudantes.

Deste modo, esses casos empíricos iniciais demonstram que professores que vivenciaram o percurso, passaram a elaborar atividades que integram coleta de dados em aulas de Ciências, utilizam gráficos para discutir problemas reais e incentivam os alunos a questionarem conclusões com base em evidências. Essas transformações sugerem que a integração proposta fortalece a alfabetização científica, preparando estudantes para lidar com a complexidade do mundo contemporâneo.

Ademais, a articulação entre Educação Estatística e Ciências da Natureza na formação de professores pedagogos é um imperativo pedagógico e social. O PEP-FP, fundamentado na TAD, surge como uma proposta viável para romper com paradigmas fragmentados, oferecendo caminhos práticos e teóricos para uma educação que valoriza o pensamento crítico, a interdisciplinaridade e a capacidade de agir diante de incertezas. Ao transformar as praxeologias docentes, o modelo não apenas supera restrições institucionais, mas também redefine o papel da escola na construção de uma sociedade mais informada e crítica.

A partir da problemática e da justificativa apresentadas nos parágrafos anteriores, para enfrentar essa problemática, a pesquisa orienta-se pelas seguintes diretrizes: objetivo geral, objetivos específicos, questões investigativas e hipóteses.

O objetivo geral desta pesquisa é desenhar, implementar e analisar um dispositivo didático ‘Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação Continuada de Professores (PEP –FP)’ para professores pedagogos, identificando e analisando as praxeologias estatísticas e didáticas mobilizadas por professores pedagogos durante sua aplicação, bem como avaliar seu potencial como estratégia para o ensino de Ciências da Natureza.

Para concretizar esse objetivo geral, foram definidos objetivos específicos:

- Caracterizar as praxeologias estatísticas e didáticas mobilizadas por professores pedagogos antes e durante a implementação do PEP-FP, identificando seus conhecimentos prévios, concepções e práticas pedagógicas no ensino de Estatística integrada às Ciências da Natureza;

- Realizar um processo formativo com professores pedagogos, por meio do desenvolvimento e implementação de um PEP-FP fundamentado na TAD, visando integrar a Educação Estatística às Ciências da Natureza e promover a reorganização das praxeologias docentes
- Analisar as transformações nas praxeologias estatísticas e didáticas dos professores pedagogos ao longo do PEP-FP, verificando como adaptam e ampliam seus saberes e estratégias pedagógicas na Educação Estatística.

Na perspectiva da TAD, as questões de pesquisa desempenham um papel crucial por direcionar a investigação e delimitar seu foco, evitando dispersões. Elas operacionalizam o problema central da pesquisa, transformando-o em perguntas concretas e metodologicamente respondíveis. Além disso, essas questões vinculam-se diretamente aos objetivos, garantindo que cada etapa da pesquisa possua uma finalidade clara e específica. Assim, na TAD, as questões de pesquisa são ainda mais relevantes, pois ajudam a modelar a organização do saber em termos de praxeologias e a analisar obstáculos institucionais e epistemológicos que emergem ao longo do processo investigativo e formativo.

Planejadas *a priori*, a derivação direta dos objetivos específicos, foram delineadas as seguintes questões secundárias, evidenciando sua estrutura conceitual e operacional:

- Quais praxeologias estatísticas e didáticas prévias condicionam a integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza?
- Quais elementos teórico-metodológicos da TAD devem estruturar o PEP-FP para promover a articulação entre Educação Estatística e Ciências da Natureza na formação docente?
- Quais obstáculos institucionais (ex.: normas curriculares) e epistemológicos (ex.: domínio de técnicas estatísticas) emergem durante a implementação do PEP-FP, e como os professores os enfrentam?
- Como as transformações nas praxeologias docentes, após o PEP-FP, redefinem a transposição didática da Estatística para o ensino de Ciências?

A ligação entre os objetivos específicos, questões secundárias e conceitos da TAD é essencial para garantir coerência metodológica e rigor teórico. Essa articulação entre objetivos, questões e conceitos da TAD não apenas valida o PEP-FP como ferramenta de transformação didática, mas também reforça o papel da teoria em guiar intervenções educativas.

Ao integrar diagnóstico, ação e avaliação, a pesquisa demonstra como a TAD pode reorientar a formação docente, promovendo uma alfabetização científica crítica e

interdisciplinar, essencial para enfrentar os desafios do século XXI. Essa articulação é visualizada no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Articulação entre objetivos específicos, questões secundárias e conceitos da TAD

Objetivo Específico	Questões Secundárias	Conceitos da TAD envolvido
1. Caracterizar praxeologias prévias	Quais praxeologias prévias condicionam a integração?	Praxeologias e Instituições
2. Desenvolver o PEP-FP	Quais elementos teórico-metodológicos da TAD devem estruturar o PEP-FP?	Transposição Didática e Modelização
3. Implementar o PEP-FP	Quais obstáculos institucionais e epistemológicos emergem e como são enfrentados?	Instituições, Obstáculos Epistemológicos e Dialética.
4. Analisar transformações	Como as transformações redefinem a transposição didática?	Transformação de Praxeologias, Transposição didática

Fonte: Autor 2025.

O primeiro objetivo — caracterizar as praxeologias prévias dos professores — busca identificar as técnicas (como a construção de gráficos) e teorias (como a interpretação de dados) já mobilizadas pelos docentes, muitas vezes limitadas a abordagens mecânicas e descontextualizadas. Essa etapa responde à questão "Quais praxeologias prévias condicionam a fragmentação?", revelando como as instituições (currículos desintegrados, normas pedagógicas rígidas) influenciam práticas pedagógicas desconectadas da realidade científica. Esse diagnóstico inicial é fundamental para entender o ponto de partida e justificar a necessidade do PEP-FP.

Em seguida, o desenvolvimento do PEP-FP é guiado pela questão "Quais elementos da TAD devem estruturar o PEP-FP?", focando em conceitos como transposição didática (adaptação do saber estatístico para contextos interdisciplinares) e modelização (criação de atividades investigativas que simulam situações reais de ensino-pesquisa). Por exemplo, atividades como analisar dados sobre biodiversidade local ou correlacionar indicadores de saúde pública a fatores ambientais, são projetadas para integrar técnicas estatísticas a teorias científicas, rompendo com a lógica de "conteúdos prontos".

A implementação do PEP-FP enfrenta desafios práticos, capturados pela questão "Quais obstáculos institucionais e epistemológicos emergem durante a implementação?". Instituições como a falta de tempo para planejamento colaborativo e a carência de recursos pedagógicos interdisciplinares limitam a adoção do dispositivo. Paralelamente, obstáculos epistemológicos — como a dificuldade dos professores em articular conceitos estatísticos (média, correlação) a

fenômenos científicos (epidemias) — revelam lacunas na formação inicial. Identificar essas barreiras permite ajustar o PEP-FP, propondo estratégias como capacitações focais e materiais didáticos contextualizados.

Por fim, a análise das transformações pós-intervenção responde à questão "Como as praxeologias docentes se transformam após o PEP-FP?", examinando a transformação de praxeologias. Professores que antes reproduziam aulas expositivas passam a elaborar atividades onde os alunos coletam dados sobre consumo de água na escola e os relacionam a debates sobre sustentabilidade. Essa mudança reflete a criação de novas técnicas e teorias (métodos de validação de hipóteses com evidências), redefinindo as práticas pedagógicas.

Planejadas *a priori* a partir do pressuposto de que a TAD permite reorganizar saberes em contextos institucionais, formulam-se as seguintes hipóteses que direcionam a investigação e serão testadas ao longo do estudo:

- os conhecimentos prévios e as práticas pedagógicas dos professores influenciam a integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza, podendo tanto facilitar quanto limitar essa articulação, especialmente no contexto da alfabetização científica;
- A elaboração do PEP-FP, ancorada no MERA, fornecerá aos professores um referencial teórico-metodológico epistemologicamente fundamentado para ressignificar o lugar da Estatística no 2º ano do EF como ferramenta de investigação científica e estruturar práticas pedagógicas interdisciplinares que articulem saberes estatísticos e das Ciências da Natureza na promoção da Alfabetização Científica;
- a implementação do PEP-FP favorecerá a mobilização e transformação das praxeologias estatísticas e didáticas dos professores, possibilitando o desenvolvimento de estratégias pedagógicas interdisciplinares e investigativas;
- os professores pedagogos que participarem do PEP-FP tendem a transformar suas praxeologias estatísticas e didáticas, ampliando seus saberes e incorporando estratégias pedagógicas interdisciplinares para articular Estatística e Ciências da Natureza na alfabetização científica.

A pesquisa testará as quatro hipóteses por meio de uma abordagem metodológica integrada, alinhada à Teoria Antropológica do Didático (TAD) e ao contexto do PEP-FP. Para a primeira hipótese, que investiga a influência dos conhecimentos prévios e práticas pedagógicas na integração da Estatística ao ensino de Ciências, serão realizadas entrevistas

semiestruturadas com professores, focadas em suas experiências e compreensões sobre temas estatísticos e científicos.

Complementarmente, a análise documental de planos de aula e materiais didáticos identificará padrões de fragmentação, como a desconexão entre técnicas estatísticas (construção de gráficos) e contextos científicos (análise de fenômenos naturais). Questionários com escalas *Likert*¹ avaliarão a percepção dos professores sobre interdisciplinaridade, cruzando dados de formação inicial com dificuldades relatadas.

A validação desta hipótese ocorrerá, por exemplo, se professores com menor domínio estatístico demonstrarem resistência em articular gráficos a fenômenos como mudanças climáticas, reforçando a necessidade de formação contínua.

A segunda hipótese, que afirma que o PEP-FP oferece um referencial teórico-metodológico para integração interdisciplinar, será testada por meio de análise de conteúdo detalhada do dispositivo, verificando a incorporação de elementos da TAD, em especial a modelização do saber por meio do MERA, como atividades de estudo e pesquisa (AEP) que simulam investigações científicas reais. Grupos focais com formadores e especialistas validarão a coerência do PEP-FP, assegurando que a transposição didática adapte conceitos estatísticos a contextos pedagógicos significativos, como o uso de dados sobre poluição em aulas de biologia. A confirmação desta hipótese dependerá da inclusão de pelo menos 80% de atividades interdisciplinares no PEP-FP, como projetos que vinculam análise de dados climáticos a discussões sobre sustentabilidade, evidenciando sua aderência à TAD.

Para a terceira hipótese, que prevê a transformação das praxeologias docentes durante a implementação do PEP-FP, a observação participante em sessões de formação registrará mudanças nas práticas pedagógicas em tempo real. Diários reflexivos dos professores documentarão desafios e estratégias adotadas, enquanto pré-testes e pós-testes compararão habilidades antes e após a intervenção. A identificação de novas técnicas e teorias (como justificativas baseadas em evidências empíricas) será central. A hipótese será validada se 70% dos professores elaborarem ao menos duas atividades interdisciplinares pós-PEP-FP, como projetos que investigam a relação entre alimentação e saúde por meio de gráficos estatísticos.

A quarta hipótese, que aborda a institucionalização das transformações, será analisada por meio de portfólios que compilam atividades desenvolvidas após o PEP-FP, classificadas em três níveis: reprodutivas (exercícios mecânicos), intermediárias (uso contextualizado de

¹ Nomeadas em referência a Rensis Likert, a escala é uma maneira estruturada para pesquisadores coletarem opiniões diversas. Elas permitem que os respondentes expressem que concordam, discordam ou são neutros com relação a certas afirmações ou perguntas.

dados) e avançadas (projetos investigativos com coleta autônoma de dados). Entrevistas de acompanhamento, seis meses após a formação, avaliarão a consistência das mudanças. A hipótese será confirmada se 60% dos professores alcançarem o nível avançado, demonstrando a incorporação permanente de estratégias interdisciplinares, como projetos que integram estatística e ciências para discutir biodiversidade ou epidemias.

A tese está estruturada em sete capítulos. O Capítulo 1, de caráter introdutório, apresenta a motivação da pesquisa, a problemática do saber, a justificativa teórica e social do estudo, os objetivos, as hipóteses e as questões investigativas que orientam o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 2 discute os principais constructos teóricos que embasam a pesquisa, com destaque para os fundamentos da TAD e os resultados da análise contextual preliminar realizada por meio do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI) (APÊNDICE I), que revelou restrições institucionais e epistemológicas no ensino integrado de Estatística e Ciências da Natureza.

No Capítulo 3, são sistematizadas contribuições teóricas nacionais e internacionais relacionadas à Educação Estatística, à formação docente e à integração curricular com as Ciências da Natureza. Essa revisão de literatura aprofunda as bases que sustentam a construção do dispositivo formativo.

O Capítulo 4 apresenta o processo de modelização epistemológica, discutindo o Modelo Epistemológico de Referência (MER), o Modelo Epistemológico Dominante (MED) e o Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), os quais estruturam a análise e a intervenção proposta pela pesquisa.

O Capítulo 5 descreve a concepção e a estrutura do PEP-FP, abordando o desenho teórico e metodológico do percurso, bem como a análise *a priori* das Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs) desenvolvidas com os professores participantes.

Em continuidade, o Capítulo 6 apresenta a implementação do percurso e os resultados empíricos obtidos. As dez sessões formativas são descritas e analisadas *a posteriori*, revelando transformações significativas nas praxeologias docentes e evidenciando a eficácia formativa do dispositivo.

Por fim, o Capítulo 7 que reúne as considerações finais da pesquisa, organizadas em três eixos: reflexões sobre os objetivos, limites do estudo e recomendações com perspectivas futuras. São sintetizados os principais achados e apontados caminhos para ampliação do dispositivo formativo e aprofundamento de estudos na área da formação docente com base na TAD.

A definição dessas questões, objetivos e hipóteses orienta o percurso metodológico da pesquisa. Essa estrutura metodológica clara não apenas orienta o percurso da pesquisa, mas também estabelece critérios robustos para analisar os resultados e avaliar as contribuições deste estudo.

2 CONSTRUTOS TEÓRICOS E ANÁLISE CONTEXTUAL *PRELIMINAR*

Esta seção apresenta os fundamentos básicos da Teoria Antropológica do Didático (TAD) que orientam a pesquisa, com ênfase nas dimensões ecológica e nos resultados preliminares do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI), aplicado para mapear as condições institucionais e as práticas docentes que influenciam a integração da Educação Estatística ao ensino de Ciências da Natureza.

Para tal, a TAD desenvolvida por Yves Chevallard a partir da década de 1990 e continuamente aprimorada até os dias atuais, oferece um marco teórico singular ao analisar os processos de ensino e aprendizagem como fenômenos socialmente situados.

Seu arcabouço conceitual permite compreender como os saberes são transpostos, organizados e transformados em contextos institucionais, especialmente em ambientes educacionais marcados por desafios como a fragmentação curricular, contexto no qual a TAD auxilia a identificar rupturas entre saberes disciplinares e práticas pedagógicas.

Suas contribuições, notadamente a noção de praxeologia e a análise de condições e restrições institucionais, consolidaram-se no campo da Didática da Matemática, ao destacar a importância do contexto social na construção do conhecimento matemático.

Nesta perspectiva, ao situar o ensino em um sistema didático – envolvendo professor, aluno, saber e instituição –, Chevallard (2002) enfatiza que as dificuldades de aprendizagem não são meramente individuais, mas resultam de complexas interações entre normas sociais, restrições curriculares e a natureza do próprio conhecimento matemático.

"O conceito de didática que fundamenta a TAD é explicitado por Chevallard (2009, p. 12) como *“la didactique est la science des conditions et contraintes de la diffusion sociale – auprès des personnes et des institutions – des praxéologies”*. Nesse marco, a Didática da Matemática é compreendida como o estudo de como os saberes matemáticos – organizados em práticas (tarefas, técnicas) e discursos teóricos (tecnologias, teorias) – são transformados, transmitidos e apropriados no âmbito institucional. Essa concepção amplia o escopo da disciplina, que deixa de se restringir à sala de aula para investigar as dinâmicas sociais e institucionais que regulam a circulação do conhecimento entre contextos diversos, como a comunidade científica, os currículos escolares e as práticas docentes.

Ao se centrar na análise das condições sociais de transmissão e transformação dos saberes, a TAD consolida-se com a proposição de ferramentas analíticas específicas, como as organizações praxeológicas. O foco nos processos de transposição didática – a adaptação do conhecimento científico para o contexto escolar – ganha, assim, um aparato conceitual preciso.

Tais estruturas não apenas descrevem a articulação entre as práticas e suas teorias justificadoras, mas também revelam os mecanismos de recontextualização dos saberes nas instituições, o que permite analisar desafios concretos, como os oriundos da fragmentação curricular. Essa capacidade de transcender as fronteiras institucionais é uma pedra angular da TAD. Chevallard (1999, p. 2) fundamenta essa perspectiva ao afirmar que

(...) o TAD situa a atividade matemática e, portanto, a atividade de estudo em matemática, no conjunto de atividades humanas e instituições sociais. Ou esta parte do principal canal epistemológico que é assujeitado a atravessar em todos os sentidos – ou até mesmo ignorar – nome de fronteiras institucionais para o interior desde que o uso das instituições seja estabelecido, e a cultura corrente aqui difundir as mensagens à *société*, nous presentes como *allant de soi*, quasi *naturel*, et en fin de compte *obligé* (Chevallard, 1999, p. 2, tradução nossa).

Ao adotar essa lente transversal, a TAD redefine radicalmente o objeto de estudo da Didática da Matemática. Deixa-se de lado a análise de um saber abstrato para se investigar os processos concretos de transposição, adaptação e resistência que caracterizam a circulação das praxeologias matemáticas entre diferentes esferas institucionais.

É precisamente nessa redefinição do campo que se alinha a concepção de Pais (2022), para quem a Didática da Matemática constitui-se como um campo dedicado aos processos de ensino e aprendizagem, voltado à elaboração de conceitos e teorias sensíveis à especificidade do saber escolar. Vale contextualizar que essa disciplina, enquanto vertente da Educação Matemática, originou-se na França nos anos 1970, em um cenário marcado pela reforma da Matemática Moderna, pela criação dos IREM (Institutos de Pesquisa sobre Ensino da Matemática) e pela influência das teorias piagetianas sobre o desenvolvimento cognitivo (Almouloud, 2019).

O objetivo da Didática da Matemática é entender como essas condições influenciam a disseminação de praxeologias (práticas e saberes matemáticos). Como as condições mudam conforme o contexto, sua identificação e análise exigem investigação permanente, não podendo ser reduzidas a regras prévias.

A relevância da TAD como quadro teórico reside precisamente em sua capacidade de oferecer modelos epistemológicos de referência para a análise das atividades humanas. Como sintetiza Bosch (2022)

(...) propõe um modelo geral das atividades humanas em termos de *praxeologias*; um modelo para dinâmica da (re) construção de praxeologias em termos de *momentos didáticos*, bem como um modelo para a dinâmica do estudo e pesquisa de questões problemáticas *em termos do esquema herbatiano e sua dialética* (BOSCH; CHEVALLARD, 1999; BOSCH; CHEVALLARD; GARCÍA; MONHAGAN, 2020; CHEVALLARD, 1999, 2007). Inicialmente denominamos esses modelos de modelos epistemológicos de referências (BOSCH; GASCÓN, 2005; LUCAS; FONSECA; GASCÓN; SCHNEIDER, 2020) para marcar a necessidade, para a pesquisa em

didática, de desenvolver descrições específicas dos saberes a ensinar que são o cerne dos processos didáticos estudados (Bosch, 2022, p. 101).

Dentre esses modelos, o conceito de praxeologia constitui a unidade de análise mínima e mais fundamental da TAD. Sem ela, conceitos como os Modelos Epistemológicos de Referência, a Transposição Didática e a Ecologia do Saber não podem ser adequadamente compreendidas. Segundo Yves Chevallard (1999), a TAD adota o princípio de que toda atividade humana, inclusive a atividade matemática, pode ser modelada sob essa perspectiva.

Este é um dos aspectos importantes do conceito, visto que confere à TAD um instrumental analítico unificado, capaz de transitar por diferentes disciplinas e instituições sem se perder em particularismos. Para os fins desta investigação, faremos a seguir uma explanação inicial sobre a organização praxeológica, dado seu caráter central para a compreensão dos processos didáticos em foco.

A organização praxeológica, portanto, oferece um modelo robusto para analisar e compreender as práticas de ensino e aprendizagem, permitindo explorar as dinâmicas entre as tarefas, as técnicas para realizá-las, as justificativas racionais dessas técnicas e as teorias que as sustentam. Essa estrutura é particularmente útil no contexto da formação de professores e no desenvolvimento de práticas pedagógicas mais coerentes e fundamentadas.

A relevância dessa ferramenta para a formação continuada é atestada por Santos e Freitas (2017, p. 3), ao afirmarem que “a TAD possibilita investigar as práticas docentes por meio da praxeologia”, listando como atividades necessárias para isso o observar, descrever e analisar os aspectos didáticos e matemáticos mobilizados pelo professor”.

Além disso, de acordo com Chevallard (2009), a TAD destaca a importância das organizações praxeológicas – estruturas que articulam atividades práticas (como resolver problemas) e elementos teóricos (justificativas, generalizações) – como unidades básicas de análise. Essa abordagem permite compreender como os estudantes constroem relações entre o “saber-fazer” e o “saber-explicar”, superando dicotomias entre procedimentos mecânicos e compreensão conceitual.

Conforme Chevallard (1999), a organização praxeológica é composta por quatro componentes principais: tipos de tarefas (T), técnicas (τ), tecnologias (θ) e teorias (Θ). Esses componentes se agrupam em dois blocos fundamentais: o bloco prático-técnico e o bloco tecnológico-teórico. Os tipos de Tarefas (T) representam as ações específicas a serem realizadas, expressas geralmente por verbos, como “dividir um inteiro por outro” ou “ler um manual de instruções”. Na TAD, uma tarefa individual (t) pertence a um tipo de tarefas (T),

simbolizado pela notação $t \in T$. Essa categorização amplia a noção de tarefa, englobando desde atividades simples, como caminhar até o mercado, até operações matemáticas complexas.

As técnicas (τ) refere-se às maneiras específicas de realizar as tarefas designadas pelo tipo T. A técnica é o “saber-fazer”, o processo prático de execução das tarefas. Chevallard (1999) destaca que, em uma instituição específica, geralmente apenas uma técnica ou um pequeno número de técnicas são aceitas, gerando uma percepção de “naturalidade” das práticas adotadas institucionalmente. As tecnologias (θ) são os discursos racionais que justificam as técnicas. As tecnologias explicam por que as técnicas funcionam, proporcionando uma base lógica e racional para as práticas. Na matemática, por exemplo, a tecnologia muitas vezes assume o papel de justificação por meio da demonstração.

Por fim, as Teorias (Θ) oferecem um nível superior de justificação, sustentando as tecnologias. A Teoria (Θ) é um discurso que justifica, explica e produz novas tecnologias. Embora, segundo o autor, seja possível uma regressão infinita de justificações (teoria da teoria, e assim por diante), Chevallard sugere que o modelo de três níveis (técnica/tecnologia/teoria) é geralmente suficiente para a análise didática.

A combinação desses componentes forma uma praxeologia pontual, representada pela notação $[T/\tau/\theta/\Theta]$. Nessa estrutura, o bloco prático-técnico ($[T/\tau]$) corresponde ao saber-fazer, enquanto o bloco tecnológico-teórico ($[\theta/\Theta]$) se refere ao como-saber. À medida que as praxeologias pontuais se agregam em organizações locais e regionais, a visibilidade do saber (bloco tecnológico-teórico) tende a se destacar, frequentemente em detrimento do saber-fazer (Chevallard, 1999).

Além das praxeologias, a TAD propõe metodologias e amplia sua perspectiva ao incorporar críticas à fragmentação disciplinar e propor uma reestruturação epistemológica do ensino por meio de Percursos de Estudo e Pesquisa (PER). Essa ampliação de perspectiva apoia-se no pressuposto de

(...) conceber a atividade matemática inserida no quadro mais amplo das práticas e dos saberes sociais, cuja abrangência ultrapassa o campo das instituições escolares. Trata-se de uma maneira de conceber o estudo da matemática escolar de forma articulada com outras instituições sociais, favorecendo, segundo nosso entendimento, uma estratégia metodológica que permite contemplar a contextualização dos conteúdos escolares, tal como tem sido sinalizado nas principais fontes de referências curriculares brasileiras dos últimos anos (Bittar; Freitas; Pais, 2014, p. 4).

Desse modo, a TAD favorece uma visão integrada do conhecimento, opondo-se explicitamente à sua fragmentação. Esses percursos, originalmente concebidos como metodologias de integração entre pesquisa e prática, visam superar a dicotomia entre "*ingénierie didactique de recherche*" (voltada à produção de conhecimento) e "*ingénierie*

didactique de développement" (focada em aplicações pedagógicas). Eles se fundamentam no chamado paradigma de ‘questionar o mundo’, no qual, segundo Santos e Freitas, (2017), a busca pelo conhecimento se dá por meio de um percurso investigativo

(...) encontrar novos conhecimentos ou reencontrar os velhos torna possível um longo caminho de pesquisa, um caminho de estudo, que são os meios pelos quais o orientador ou pesquisador aprendem e reaprendem. Nesse contexto, os conteúdos aprendidos não são planejados com antecedência: ao contrário do que é habitual no paradigma de visitar monumentos, nesse novo paradigma o conteúdo é determinado por dois fatores: pela pergunta Q a ser estudada, no primeiro momento, e em seguida pela pesquisa e caminho de estudo percorrido para a solução da pergunta Q, sendo que no decorrer desse trajeto surgem mais questões a partir da pergunta geradora Q (Santos; Freitas, 2017, p. 8).

Chevallard (2009) caracteriza o ensino tradicional pelo que denomina “paradigma de visita as sobras” (*paradigme de la visite des savoirs*). Nessa abordagem, o conhecimento é organizado de forma fragmentada, como um catálogo de obras a serem visitadas pelos estudantes, de modo desconectado de questões geradoras que lhes confeririam razão de ser. O autor argumenta que essa lógica curricular artificial faz com que os alunos percorram conteúdos – como ‘visitar’ a divisão de inteiros ou o produto escalar – sem integrá-los a problemas reais ou a uma compreensão sistêmica.

Ademais o autor contrasta esse modelo, focado na transmissão de praxeologias pré-definidas, com a proposta do PER, os quais se alicerçam no paradigma do questionamento do mundo, priorizando a investigação de questões abertas como motor para a reconstrução do conhecimento. Nessa abordagem, como explica Bosch (2022),

(...) a implementação de um PEP sempre requer um questionamento inicial dos conteúdos a serem ensinados, sua razão de ser e as forma como são apresentados como resultado de processos transpositivos. Eles nos levam a procurar perguntas diretrizes, dentro ou fora da disciplina ou disciplinas, cujas respostas não são diretamente acessíveis ou determinadas com antecedência e para cujo estudo de algumas das obras do curso parecem ser particularmente relevantes (Bosch, 2022, p. 19).

A proposta dos PER, portanto, representa uma concretização didática da ambição da TAD de superar a fragmentação do saber. Para analisar as condições que possibilitam ou impedem a implementação de tais percursos, é necessário recorrer aos instrumentos fornecidos pela dimensão ecológica da TAD, que estuda as condições e restrições institucionais dos saberes. Nesta investigação, três conceitos mostram-se centrais para essa análise: a noção de condições e restrições, a ferramenta da escala de co-determinação didática para localizá-las institucionalmente, e a própria noção de praxeologia como o objeto que sofre a influência desse ecossistema institucional. Diante do exposto, abordamos, de forma sintética, os pilares teóricos da TAD que orientam esta investigação:

- Escala de co-determinação didática: A TAD propõe uma análise hierárquica dos saberes por meio da escala de co-determinação didática para descrever como agentes em diferentes níveis institucionais influenciam as práticas didáticas, ou seja, “é uma ferramenta metodológica de classificação e análise que situa os saberes de maneira hierárquica” (Carvalho e Santos, 2023, p. 3). Articula cinco níveis interconectados – [Civilização → Sociedade → Escola → Pedagogia → Disciplina (área = setor = tema = questão)], para examinar como as práticas pedagógicas são moldadas e transformadas. Cada nível exerce influência sobre os demais, criando uma relação dinâmica de co-determinação.
- Essa estrutura permite analisar como agentes e contextos institucionais, em diferentes escalas, interagem para definir os saberes e as metodologias educativas. Assim, a escala serve como um instrumento metodológico para classificar, situar e interpretar os conhecimentos de forma hierárquica, destacando as conexões entre macrocontextos socioculturais e microdecisões didáticas em sala de aula;
- Condições e Restrições: Elementos que regulam a difusão de saberes, sejam modificáveis (condições) ou imutáveis no contexto analisado (restrições). A TAD busca identificar como condições e restrições em diferentes níveis afetam a transposição didática, ou seja, a adaptação do conhecimento para o ensino;
- Praxeologias: Organizações de saber que integram tarefa, técnicas (saber-fazer), tecnologias (discursos justificativos) e teorias (fundamentos epistemológicos). Destaca-se que a TAD enfatiza a análise das práticas (praxeologias) e como elas são condicionadas pelo ambiente institucional e social. Isso se conecta com a noção de que as condições e restrições são dinâmicas e dependem do nível de análise.

Essa dimensão ecológica permite compreender como as determinações de nível macro (Civilização) se traduzem (ou não) em práticas micro (Disciplina), revelando contradições importantes. Por exemplo, embora a BNCC, em um nível mais amplo, determine a integração interdisciplinar como uma condição desejável, os currículos locais e a organização escolar impõem restrições que mantêm a fragmentação entre Estatística e Ciências. Além disso, restrições materiais, como a carência de laboratórios e infraestrutura adequada no nível da Escola, limitam severamente a realização de atividades práticas com dados reais, condicionando as praxeologias que podem ser efetivamente implementadas.

Ao elucidarem os mecanismos institucionais que regulam a circulação dos saberes, esses construtos da TAD não se limitam a explicar a persistência da fragmentação entre Educação Estatística e Ciências da Natureza – uma compartimentalização do conhecimento criticada por Morin (2000). Eles são, sobretudo, o alicerce para a estruturação do dispositivo Percurso de Estudo e Pesquisa para a Formação de Professores (PEP-FP), que será aprofundado nos capítulos seguintes.

Segundo Carvalho e Santos (2023, p. 3), “a noção de níveis de co-determinação didática introduzida por Chevallard (2007) ajuda na análise das condições e restrições sobre o processo de difusão de um determinado saber sobre os quais um estudo pode prosseguir”.

Convém destacar que, conforme Chevallard (2009), as **condições** representam fatores passíveis de transformação por uma instância institucional (U), enquanto as **restrições** dizem respeito a fatores que escapam à sua intervenção direta no curto prazo, exigindo, portanto, análises mais abrangentes e integradas às estruturas sociais e educacionais em múltiplos níveis.

Ademais, a escala de co-determinação didática mencionada pelos autores, classifica esses níveis hierárquicos, mostrando como as condições em um nível se tornam restrições em outro. Como exemplo, as práticas pedagógicas (Pedagogia) podem estabelecer condições para a disciplina específica (como Matemática), mas essas mesmas práticas podem ser restrições quando vistas do nível da escola.

Nesse contexto, optou-se por realizar uma análise *preliminar* visando mapear as condições e restrições institucionais em cada nível da escala de co-determinação didática. Essa investigação visa compreender o contexto estrutural que influencia as práticas docentes e subsidiar a modelização do PEP-FP com base no ambiente institucional.

Essa análise *preliminar* foi categorizada por um Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI), desenhado para mapear praxeologias docentes e condições modificáveis, alinhando-se ao conceito de Tarefas/Técnicas da TAD. O termo IDI refere-se ao formulário aplicado aos professores para mapear conhecimentos, práticas pedagógicas e desafios prévios. Esse instrumento possibilitou a identificação de fatores em diferentes escalas da co-determinação didática, visando alinhar as práticas docentes às categorias praxeológicas (tarefas, técnicas, tecnologias) e para investigar como os professores articulam saberes estatísticos e científicos no planejamento de suas aulas.

Cabe destacar que o IDI contempla os desafios enfrentados pelos professores no planejamento de situações didáticas, consistindo na articulação entre saberes matemáticos e

científicos. Esses aspectos são essenciais para a implementação do dispositivo PEP-FP e para a transformação das práticas pedagógicas no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

No que se refere às práticas pedagógicas, tomam-se como referência as ações didáticas já desenvolvidas pelos professores em suas aulas, sobretudo aquelas que integram Estatística e Ciências da Natureza. Entre elas, destacam-se as Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs), que envolvem coleta de dados, utilização de recursos pedagógicos, gráficos, tabelas e experimentos. Tais abordagens contribuem para promover a alfabetização científica dos estudantes.

Na literatura tem enfatizado a centralidade do Percorso de Estudo e Pesquisa (PEP) como dispositivo articulador de práticas investigativas e de formação. Nesse sentido, Neves, Carvalho e Farias (2022, p. 203) citam Matos *et al.* (2018, p. 449), ao afirmarem:

Na TAD, é proposto o Percorso de Estudo e Pesquisa (PEP), que ‘é um dispositivo didático e metodológico, o qual tem sua origem no sistema de ensino francês, principalmente nos colégios e *liceus* franceses, possui regulamentação institucional e é norteado pelas AEP’ (Matos *et al.*, 2018, p. 449). Desta forma, as AEP e o PEP têm uma estreita ligação tanto na sua concepção como na sua execução (Neves, Carvalho e Farias 2022, p. 203, apud Matos *et al.*, p. 449).

Essa compreensão reforça a ideia de que o PEP-FP, ao ser implementado na formação de professores, não se restringe a um modelo abstrato, mas se concretiza nas atividades efetivamente desenvolvidas em sala de aula. Nesse sentido, para as práticas pedagógicas, consideram-se as ações didáticas já implementadas pelos professores, especialmente aquelas que integram Estatística e Ciências da Natureza, uma vez que tais práticas podem ser ressignificadas e ampliadas no âmbito das Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs).

Vale reiterar que, embora as práticas pedagógicas sejam condições modificáveis no âmbito da ação docente, podem ser influenciadas por restrições externas, como a falta de recursos materiais ou a rigidez curricular. Essas restrições, no entanto, pertencem à categoria de condições institucionais, evidenciando a interdependência entre os níveis da escala de co-determinação didática (Chevallard, 1999).

Neste sentido, para fundamentar teoricamente este instrumento, foram consideradas as contribuições de Burrill e Biehler (2011) sobre as ideias estatísticas fundamentais no contexto escolar. Os autores destacam a importância de desenvolver competências relacionadas à variabilidade, amostragem, inferência e representação de dados, não apenas como conteúdos matemáticos, mas como elementos essenciais para a alfabetização científica e o pensamento crítico dos estudantes.

O formulário reflete essa base teórica ao abordar, por exemplo, o uso da Estatística nas aulas de Ciências da Natureza, os desafios encontrados pelos professores nessa integração, e as práticas didáticas adotadas para promover a análise e interpretação de dados reais.

Adicionalmente, seguindo a orientação de Burrill e Biehler (2011) sobre a preparação de professores para transitar entre o pensamento matemático e o estatístico, as questões investigam o planejamento das situações didáticas, o uso de recursos pedagógicos e a participação dos professores nas formações continuadas.

Dessa forma, o formulário buscou mapear não apenas os conhecimentos docentes, mas também as condições estruturais e formativas que podem influenciar a implementação do PEP-FP por meio de AEPs, contribuindo para uma análise robusta e embasada teoricamente das práticas pedagógicas no contexto da Educação Estatística.

Idealizado por Chevallard e seus colaboradores (Almouloud, 2021), o PEP-FP se estabelece como um dispositivo metodológico que promove uma formação contínua e investigativa, oferecendo aos professores a oportunidade de atuarem em diferentes papéis dentro do processo formativo. A estrutura modular do PEP-FP — M0 (Posição de Professor), M1 (Posição de Aluno), M2 (Posição de Professor-Analista), M3 (Posição de Professor-Designer) e M4 (Posição de Professor-Analista-Designer) — possibilita uma abordagem ampla e profunda, que envolve a reflexão crítica, a prática pedagógica e a análise investigativa.

Tal organização encontra respaldo na proposta de Ruiz-Olarría (2015), ao descrever o Recorrido de Estudio e Investigación para la Formación del Profesorado (REI-FP) como um dispositivo didático estruturado em cinco módulos articulados, orientados pela questão geradora da formação docente. Como afirma a autora

Todo proceso de formación surge para dar respuesta a una cuestión problemática Q₀. En el caso de la formación del profesorado, el punto de partida lo constituye una cuestión viva y crucial para la profesión docente que denominamos Q₀-FP. Para responder a esta cuestión, el proceso de formación se articula en cinco módulos y es precisamente el estudio de esta cuestión inicial lo que dará lugar al REI-FP permitiendo al mismo tiempo articular los módulos que lo componen y mostrar su funcionalidad (Ruiz-Olarría, 2015, p. 137).

A concepção modular delineada por Ruiz-Olarría (2015) evidencia que o processo formativo se desenvolve de modo dinâmico, no qual cada módulo cumpre uma função epistemológica e didática específica, conduzindo o professor em formação de uma postura de aprendiz para uma posição reflexiva e investigadora sobre a própria prática. Essa progressão — que envolve estudo, análise e *design* de situações didáticas — cria o ambiente propício para a emergência de dispositivos complementares de formação, como as Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs), que materializam, em escala micro, o movimento investigativo proposto pelo PEP-FP.

Como desdobramento, AEPs atuam como ferramentas para operacionalizar os objetivos do PEP-FP, que ressignificam práticas docentes ao transformar professores em investigadores

de seu próprio contexto educativo. Essas AEPs propõem situações-problema, nas quais os docentes articulam saberes estatísticos e científicos para resolver questões reais, como analisar dados ambientais de sua comunidade ou modelar fenômenos biológicos com base em evidências quantitativas.

Esse processo não apenas integra disciplinas, mas reconfigura o papel do docente: de transmissor de conteúdos estanques, ele passa a mediador de um percurso investigativo, no qual técnicas matemáticas (τ) são justificadas por tecnologias (θ) e fundamentadas em teorias (Θ). Assim, as AEPs rompem com a lógica fragmentada do currículo tradicional, alinhando-se à visão praxeológica da TAD, onde o saber-fazer e o saber-explicar se entrelaçam em práticas socialmente significativas.

Embora fundamentado nos princípios da Engenharia Didática (ED) de Guy Brousseau, que estruturou a relação entre teoria e prática pedagógica por meio de ciclos de experimentação e validação, o PEP-FP avança ao incorporar uma crítica reflexiva sobre as limitações dessa abordagem. Enquanto a ED tradicional, em sua concepção original, privilegiava a reprodução controlada de situações didáticas pré-definidas, Chevallard (2009) ressalta a necessidade de transcender essa rigidez, integrando a complexidade dos contextos institucionais e a dialética entre planejamento (análise *a priori*) e avaliação crítica (análise *a posteriori*).

É nesse espaço de tensionamento que o PEP-FP se consolida, não como mera adaptação da ED, mas como uma reinvenção que amplia seu escopo: ao invés de restringir-se à aplicação de protocolos, o percurso convida os professores a assumirem um papel ativo na desconstrução e reconstrução de práticas, articulando investigação, *design* e análise em um movimento contínuo. Essa evolução abre caminho para o que Ruiz-Olarría (2015) denomina Paradigma de Questionamento do Mundo, cujo propósito é

Subsumir a visita às obras em um novo paradigma, o questionamento do mundo, centrado na necessidade de fornecer respostas a questões problemáticas que surgem na vida da sociedade e que são necessárias para melhorar tanto nossa compreensão do mundo quanto as formas de viver coletivamente. Neste novo paradigma, o estúdio de obras preestabelecidas não desaparece, mas fica condicionado à necessidade de usá-las para resolver problemas e questionar o mundo que nos rodeia (Ruiz-Olarría, 2015, p. 131).

A discussão sobre os dispositivos metodológicos utilizados na formação de professores e no desenvolvimento de práticas pedagógicas tem ganhado destaque nas pesquisas educacionais, especialmente no âmbito da TAD. Entre esses dispositivos, a ED e o PEP-FP têm se destacado como abordagens robustas e complementares, cada uma com suas especificidades e contribuições para o campo da educação. Essa centralidade do PEP e sua ligação com o

paradigma de questionamento do mundo é corroborada por pesquisas recentes no interior da própria TAD, como sintetiza Bosch (2022)

(...) muitos são os trabalhos na TAD que exploram as condições necessárias para implementação de processos didáticos próximos ao paradigma de questionamento do mundo (BOSCH, 2018). Estes trabalhos tomam como fulcro a engenharia didática organizada na forma de um percurso de estudo e pesquisa (PEP) e analisam os dispositivos didáticos que permitem sua implementação em condições institucionais relativamente ordinárias, bem como as restrições que limitam seu desenvolvimento. (Bosch, 2022, p. 105-106).

Para compreender a abrangência dessa reinvenção representada pelo PEP, é importante recuar ao seu precursor metodológico. A ED desenvolvida no contexto da Didática da Matemática configura-se como uma metodologia estruturada e sistematizada, que visa conceber, testar e analisar sequências didáticas a partir de uma abordagem experimental. Composta por etapas bem delineadas — análise *preliminar*, concepção e planejamento, experimentação e análise *a posteriori* —, a ED permite uma análise rigorosa das práticas de ensino, buscando validar hipóteses didáticas e aprimorar os processos de aprendizagem (Freitas; Almouloud, 2024).

Enquanto metodologia, a ED com seu rigor metodológico (com etapas sistemáticas) e reflexão teórica, estruturada em etapas como: Análise *preliminar* (definição de obstáculos epistemológicos e didáticos); Concepção (elaboração de sequências didáticas); Experimentação (aplicação em sala de aula), e Análise *a posteriori* (validação e ajustes), consolidou-se como um dos pilares da Didática da Matemática (Brousseau, 1997).

No entanto, frente à complexidade crescente das demandas educacionais — que exigem a integração de dimensões institucionais, culturais e sociais ao planejamento pedagógico —, a TAD emergiu como uma ampliação crítica desse marco. A TAD não nega as contribuições da ED, mas transcende seu foco metodológico ao incorporar uma análise holística dos processos educativos, articulando a transposição didática às condições institucionais e às hierarquias sociais que determinam a produção e a circulação do conhecimento.

Essa perspectiva crítica permite compreender como os saberes matemáticos são negociados, adaptados ou contestados em contextos específicos, oferecendo uma lente para desvendar as dinâmicas que sustentam — ou subvertem — a fragmentação curricular, tema central nas discussões que seguem. É importante destacar que essa evolução teórica não surge isolada: ela se insere em um contexto histórico mais amplo, marcado pelas reformas curriculares da década de 1960 e 1970 e pelas colaborações entre áreas como a psicologia, a pedagogia e a matemática, que visavam articular novas metodologias e conteúdo para o ensino, especialmente nos anos iniciais (Arruda; Flores; Matos, 2014).

Diante dos fundamentos teóricos apresentados, torna-se possível aprofundar a investigação dos dados empíricos oriundos da aplicação do IDI e sobre as condições e restrições que incidem sobre a integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais.

A TAD ao destacar a centralidade da dimensão ecológica no processo de transposição didática, oferece instrumentos analíticos para compreender como os saberes são, ou deixam de ser, mobilizados no interior das instituições escolares.

Nesse sentido, a seguir, discutiremos a dimensão ecológica, com ênfase na formulação do problema didático e na identificação das restrições contextuais que condicionam as práticas docentes, tomando como base os diferentes níveis da escala de co-determinação didática e os indícios levantados nas respostas dos professores ao IDI.

2.1 Dimensão Ecológica: formulação do problema didático e restrições contextuais

A análise ecológica, conforme proposta por Chevallard (2002) e mobilizada no estudo de livros didáticos por Almouloud (2015). A análise ecológica permite compreender a "vida" dos objetos de saber dentro das instituições, permitindo investigar as condições e restrições no contexto da ecologia das tarefas e técnicas, que explicam por que determinados saberes e técnicas são institucionalizados nos materiais, enquanto outros são omitidos ou marginalizados. A análise ecológica busca identificar a razão de ser de um objeto de saber na instituição escolar.

Essa abordagem dialoga com a escala de co-determinação didática, mencionado no contexto da relação entre os dois tipos de organizações praxeológicas fundamentais na Teoria Antropológica do Didático (TAD); Organizações Matemáticas (OM) e Organizações Didáticas (OD), especialmente nos níveis social, escolar e pedagógico, reconhecendo que a seleção, organização e legitimação das praxeologias nos manuais didáticos não se dão de forma neutra, mas refletem políticas curriculares (como a BNCC), diretrizes do PNLD e culturas editoriais e escolares.

Assim, a análise ecológica nesta seção, irá complementar a leitura praxeológica do que está presente nos materiais, ao explicar por que está presente, e em que condições tais praxeologias se tornam possíveis ou restritas no contexto da formação científica nos anos iniciais. A aplicação do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI), como etapa da análise preliminar, permitiu levantar evidências empíricas sobre as práticas docentes e os desafios enfrentados na integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza.

O IDI aplicado aos professores pedagogos do 2º ano do Ensino Fundamental, foi concebido como etapa preliminar da investigação e fundamentado nos princípios da TAD. Seu objetivo foi mapear as praxeologias docentes, as condições institucionais e as restrições que

influenciam a integração entre a Estatística e o ensino de Ciências da Natureza, especialmente na perspectiva da alfabetização científica.

No Quadro 3, apresentamos a estrutura do IDI que contempla questões abertas e escalas de concordância (*Likert*), distribuídas em eixos que abordam desde o perfil docente, o planejamento didático, as práticas avaliativas e o uso de recursos, até as crenças sobre a importância da Educação Estatística.

Quadro 3 - Estrutura sintética do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI)

Dimensão Investigada	Aspectos Avaliados	Indicadores e Evidências
1. Identificação Docente	Caracterização do perfil profissional;	Idade, tempo de experiência docente, disciplinas que leciona;
2. Práticas em Sala de Aula	Uso da Estatística nas aulas de Ciências da Natureza;	Frequência de utilização de gráficos, tabelas, coleta de dados reais e exemplos práticos;
3. Planejamento Didático	Estratégias para promover a alfabetização científica;	Situações didáticas planejadas, interdisciplinaridade, superação de dificuldades;
4. Crenças e Atitudes	Percepção sobre o papel da Estatística na formação científica;	Escalas de concordância sobre importância da Estatística na leitura do mundo, ensino baseado em dados;
5. Desafios Institucionais	Barreiras à integração entre Estatística e Ciências;	Fragmentação curricular, pressão por avaliações externas, ausência de recursos, tempo e apoio pedagógico limitado;
6. Formação Continuada	Participação em ações formativas relacionadas à Estatística e às Ciências da Natureza;	Frequência em cursos, formações presenciais e/ou online;
7. Recursos Didáticos	Ferramentas utilizadas no ensino da Estatística nas aulas de Ciências;	Livros, <i>softwares</i> , materiais manipuláveis, atividades investigativas, experiências práticas;
8. Avaliação Discente	Formas de acompanhamento da aprendizagem dos alunos;	Provas, projetos, participação em debates, frequência de <i>feedback</i> ;
9. Fundamentação Teórica	Referenciais que embasam a prática docente;	Autores e teorias mobilizadas (ex.: Batanero, Morin, Gal, Burrill e Biehler, Cazorla);
10. Exemplos de Práticas	Experiências concretas de integração entre Estatística e Ciências em sala de aula;	Tarefas com análise de dados, interpretação de gráficos, projetos com coleta de dados ambientais, alimentares ou sociais.

Fonte: Elaboração da autora com base no formulário aplicado aos professores (IDI), 2025.

Os dados obtidos permitiram evidenciar não apenas os conhecimentos prévios dos docentes, mas também os desafios enfrentados no cotidiano escolar, como a fragmentação curricular, a escassez de materiais e a ausência de formações específicas. Esses resultados forneceram subsídios essenciais para a construção do dispositivo formativo PEP-FP, possibilitando a modelização de percursos que promovam a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza com base em situações autênticas de ensino.

Como parte dos estudos preliminares da pesquisa, os resultados do IDI, serão apresentados a seguir no Quadro 4. A análise dos dados sistematizados evidencia um panorama

complexo e multifacetado sobre as condições e restrições que incidem na prática docente nos diferentes níveis da escala de co-determinação didática, coletados no contexto de Maracanaú em 2024, que permitem visualizar as tensões entre o *status quo* curricular e as potencialidades do PEP-FP como dispositivo de ruptura.

Quadro 4 - Dados do IDI por Nível de Co-Determinação

NÍVEL DE CO-DETERMINAÇÃO	EVIDÊNCIAS DO IDI	DESAFIOS RELATADOS PELOS PROFESSORES
Civilização	- 85% dos professores concordam que a Educação Estatística é fundamental para a Alfabetização Científica. - 70% utilizam gráficos e tabelas para interpretar fenômenos naturais.	- Falta de clareza sobre como articular Estatística e Ciências na prática pedagógica. - Pressão por priorizar conteúdos "cobrados" em avaliações padronizadas.
Sociedade	- Todos os professores participam mensalmente de formações continuadas. - 70% nunca tiveram formação específica em Estatística.	- Formações continuadas não abordam estratégias para integração interdisciplinar. - Falta de incentivo institucional para projetos integrados.
Escola	- 30% usam gráficos impressos como recurso principal. - 80% relatam falta de materiais para atividades práticas.	- Escolas não oferecem kits de ciências. - Falta de tempo para planejar atividades interdisciplinares.
Pedagogia	- 10% planejam atividades com coleta de dados reais. - 35% usam metodologias ativas, como projetos investigativos.	- 40% dos professores não se sentem seguros para ensinar Estatística. - Dificuldade em integrar Estatística ao currículo de Ciências.
Disciplina	- 35% dos alunos participam de atividades práticas de coleta de dados. - 85% dos professores relatam que os alunos têm dificuldades em interpretar gráficos.	- Resistência dos alunos a atividades com cálculos matemáticos. - Dificuldade em relacionar conceitos estatísticos a fenômenos científicos.

Fonte: Autora (2025).

Na evidência encontradas no IDI, a limitação material restringe a Pedagogia, que, apesar do conhecimento atualizado dos docentes, não consegue romper com modelos engessados, refletindo-se na Disciplina por meio de aulas que, embora criativas, ainda carecem de conexão com investigações científicas práticas. Os desafios persistentes na Disciplina — como a dificuldade dos alunos em interpretar dados — ecoam na Sociedade, exigindo revisão de políticas que, embora garantam formação, negligenciam investimentos em recursos e currículos integrados.

Assim, cada nível não só determina o subsequente, mas também é reconfigurado por ele, revelando um ciclo em que avanços pontuais, como exemplo a formação docente, são insuficientes sem intervenções sistêmicas. Romper essa lógica demanda ações coordenadas que transcendam capacitação e ataquem desigualdades estruturais, como infraestrutura precária e modelos pedagógicos ultrapassados.

Na dimensão ecológica analisou-se como os saberes são selecionados, priorizados ou excluídos em função de restrições materiais, como a falta de recursos; as restrições temporais, como a carga horária insuficiente para planejamento interdisciplinar; e a formação docente, onde apresentamos lacunas no domínio de técnicas estatísticas e didáticas. Essa dimensão responde a perguntas como: Por que os professores priorizam gráficos simples em detrimento de análises críticas de dados? Como a falta de tempo impacta a integração entre Estatística e Ciências?

Os resultados do IDI, analisados à luz das dimensões ecológica, evidenciam um cenário desafiador, mas também promissor, para a integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais. A integração entre Estatística e Ciências da Natureza não é apenas uma demanda pedagógica, mas um desafio institucional. Essa análise preliminar fundamenta a construção do PEP-FP como um dispositivo que articula transformações epistemológicas e superação de restrições materiais.

A partir dos resultados obtidos com o IDI, foi possível identificar evidências empíricas que confirmam a existência de barreiras institucionais e pedagógicas à integração entre Estatística e Ciências da Natureza, distribuídas especialmente na dimensão Ecológica, conforme a TAD.

Assim, para romper esse ciclo, é fundamental que o PEP-FP atue de forma coordenada em todos os níveis, transformando políticas em práticas e garantindo coerência entre formação docente, recursos pedagógicos e objetivos civilizatórios. Embora o PEP-FP tenha início na formação docente, seu desenho, alinhado à TAD, permite que transcenda os níveis da Pedagogia e da Disciplina, gerando pressão por mudanças na Escola por meio de práticas pedagógicas inovadoras e revisão curricular. Essa dinâmica influencia políticas públicas (Sociedade) e ressignifica valores culturais (Civilização), articulando-se como um eixo transformador multidirecional.

Os dados revelam que, apesar do reconhecimento da importância da Estatística para a alfabetização científica, os professores enfrentam dificuldades tanto no domínio conceitual dos conteúdos estatísticos quanto na articulação desses saberes com as práticas pedagógicas em Ciências.

Os resultados apontam, assim, para a necessidade de uma formação continuada estruturada, que considere as praxeologias docentes e as condições institucionais, favorecendo a implementação do Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP) como um dispositivo formativo capaz de superar os desafios identificados.

Apresentamos a seguir, o Quadro 5 uma síntese que integra os dados do IDI (fontes diretas) e da análise documental (fontes indiretas) aos níveis de co-determinação, seguindo a hierarquia Civilização → Sociedade → Escola → Pedagogia → Disciplina.

Quadro 5 - Síntese que integra os dados do IDI e da Análise documental aos Níveis de Co-determinação

Nível de Co-Determinação	Evidências do IDI	Evidências da Análise Documental	Relação de Interdependência
Civilização	- Professores valorizam a Educação Estatística integrada ao ensino de Ciências da Natureza como desenvolvimento da Alfabetização Científica; Cultura que valoriza a ciência, mas prioriza avaliações quantitativas.	- A Educação Estatística é reconhecida em documentos nacionais como parte da formação cidadã;	A civilização prioriza a formação crítica, refletindo-se em políticas educacionais (Sociedade);
Sociedade	- Todos os professores participam das formações continuadas;	- Políticas públicas garantem acesso às formações, mas não abordam integração prática, focam em conteúdos "prioritários", negligenciando a interdisciplinaridade; Políticas focadas em provas padronizadas de Matemática;	A Sociedade prioriza formação continuada, mas falta direcionamento prático para superar fragmentação curricular;
Escola	- 30% dos professores usam gráficos impressos; 50% reclamam de falta de espaço para práticas;	- Documentos apontam falta de infraestrutura;	A Escola, sem recursos, limita a Pedagogia a métodos tradicionais.
Pedagogia	- Média 3.0 na integração eficaz de Matemática-Ciências;	- Currículo ainda organizado por disciplinas isoladas, sem projetos interdisciplinares. Professores ensinam Estatística apenas com exercícios de livros;	A Pedagogia reproduz a fragmentação, impactando o ensino da Disciplina;
Disciplina	- Uso de atividades lúdicas para engajar alunos.	- Materiais didáticos descontextualizados dificultam o ensino de estatística básica, não estimulam a conexão;	A Disciplina adapta-se à Pedagogia, mas depende de materiais descontextualizados, limitando a profundidade do ensino.

Fonte: autora (2025).

A interação entre os níveis de co-determinação mantém-se dinâmica e interdependente, tecendo uma rede complexa que molda e é moldada pelas práticas educacionais. Quando a Civilização valoriza a ciência como pilar cultural, a Sociedade traduz esse ideal em políticas, como a universalização da formação docente.

Contudo, se a civilização” enfatiza resultados padronizados, a sociedade, mesmo promovendo capacitação continuada, reproduz fragmentação curricular e avaliações desconectadas de contextos reais. Essa contradição chega à Escola: professores capacitados,

mas sem infraestrutura adequada, como os laboratórios, recorrem a métodos tradicionais, como gráficos impressos.

As evidências encontradas na análise dos dados documentais, no nível “Civilização”, a análise ecológica evidencia uma contradição estrutural: embora a Estatística seja um saber civilizacionalmente necessário, sua transposição para o contexto escolar continua marcada por descontinuidades. Superar essa lacuna exige não apenas revisões curriculares e materiais didáticos mais ousados, mas também uma transformação no modo como concebemos a função da escola e os saberes que ela deve promover no século XXI.

No nível “Sociedade”, evidencia-se uma condição de restrição estrutural à consolidação da Estatística como saber integrado às Ciências da Natureza. Essa restrição decorre tanto da forma como a BNCC distribui o conteúdo entre componentes, quanto da ausência de critérios específicos nos editais do PNLD que garantam a presença qualificada da Estatística nos materiais interdisciplinares. Tais restrições influenciam diretamente as editoras, que, buscando atender aos critérios de aprovação, optam por abordagens seguras e genéricas, muitas vezes negligenciando saberes que exigem maior investimento conceitual e articulação interdisciplinar, como é o caso da Estatística escolar.

O nível “Escola”, segundo Chevallard (1999), representa o espaço institucional onde os saberes são reorganizados, mediados e condicionados para sua viabilidade no cotidiano da sala de aula. As coleções analisadas, de modo geral, apresentam propostas pedagógicas alinhadas a discursos contemporâneos, como a aprendizagem baseada em projetos, a interdisciplinaridade e o protagonismo estudantil.

No entanto, as praxeologias estatísticas identificadas nos livros são, quando presentes, frágeis, incompletas ou desarticuladas das Ciências da Natureza. Frequentemente, tarefas que poderiam explorar fenômenos naturais por meio da coleta e interpretação de dados se limitam a sugestões vagas, como “construir gráficos” ou “organizar informações”, sem apresentar técnicas específicas, sem justificativas conceituais (tecnologias) e, sobretudo, sem fundamentação teórica (Θ).

Assim, a Estatística é frequentemente diluída em tarefas ilustrativas, ou mesmo suprimida como eixo estruturante do pensamento científico, mesmo em projetos que, em tese, tratam de temas investigáveis, como alimentação, consumo, uso da água ou sustentabilidade.

Além disso, os guias do professor, que poderiam mediar essa lacuna conceitual e orientar os docentes na mobilização de praxeologias mais complexas, reiteram a

superficialidade das propostas, muitas vezes apenas reiterando os objetivos da BNCC sem propor atividades que articulem saber estatístico e prática investigativa.

Esse movimento evidencia que, no nível escolar, o livro didático assume uma função reguladora que restringe a inovação pedagógica, ao invés de favorecê-la, principalmente quando se trata de integrar a Estatística como prática epistêmica nas Ciências da Natureza.

No nível da “Pedagogia”, onde se examina como as práticas educativas, as metodologias adotadas e as expectativas didáticas influenciam a forma como os saberes, como a Estatística, são selecionados, organizados e efetivamente mobilizados nas práticas de ensino, especialmente no que tange à sua articulação com o campo das Ciências da Natureza nos anos iniciais.

Influenciada por avaliações padronizadas, como exemplo, a Provinha Brasil, e uma cultura escolar que fragmenta o conhecimento, reflete-se diretamente na Disciplina. Planos de aula segregam "Matemática" e "Ciências da Natureza" em blocos distintos, enquanto avaliações testam habilidades isoladas, sem exigir conexões entre áreas. Professores, pressionados a priorizar conteúdos "cobrados", acabam naturalizando a divisão disciplinar, mesmo reconhecendo sua artificialidade.

Essa dinâmica perpetua aulas descontextualizadas — como ensinar gráficos sem vinculá-los a experimentos práticos —, dificultando que os alunos percebam a Estatística como ferramenta para entender o mundo.

Assim, Educação Estatística torna-se espelho de uma estrutura pedagógica que, embora bem-intencionada, reproduz ciclos de fragmentação, demandando rupturas criativas para transformar teoria em prática significativa.

Diante dessa lacuna, os docentes precisam improvisar ou recorrer a seus próprios repertórios, o que gera assimetrias na implementação das atividades, especialmente entre aqueles com menor familiaridade com o ensino da Estatística.

Essa condição revela uma restrição pedagógica importante: ainda que haja vontade docente de inovar e integrar saberes, como indicado em estudos e formações continuadas, a fragilidade das praxeologias propostas pelos livros didáticos transfere ao professor a responsabilidade de reconstruí-las.

Essa transferência ocorre sem apoio formativo ou didático adequado, o que limita a possibilidade de uma prática pedagógica crítica e fundamentada, especialmente no que se refere à utilização da Estatística como ferramenta para investigação e construção de explicações no campo das Ciências.

Além disso, a própria estrutura escolar, marcada por calendários apertados, cobrança por cumprimento de conteúdos e avaliações padronizadas, impede que os professores desenvolvam práticas investigativas com base na coleta e análise de dados reais. A Estatística, por sua vez, quando aparece nos projetos, é tratada de forma acessória, muitas vezes dissociada dos fenômenos que os estudantes são convidados a investigar, como o uso da água, os hábitos alimentares ou o consumo.

No nível da “Disciplina”, observou-se que a Estatística aparece marginalmente nos projetos interdisciplinares, mesmo quando o tema em estudo naturalmente permitiria sua incorporação. Tópicos contemporâneos transversais como "consumo de alimentos", "uso da água", "desperdício", "hábitos de higiene", "movimentação de pessoas" e "tipos de moradia", poderiam promover tarefas que envolvessem levantamento de dados, registro, representação gráfica, análise de variação, construção de argumentos com base em evidências numéricas, entre outras praxeologias estatísticas. No entanto, tais possibilidades são, em sua maioria, ignoradas ou diluídas.

Além disso, há um efeito de fragmentação curricular disciplinar, reforçado por práticas escolares e formativas que ainda tratam os componentes curriculares como compartimentos estanques. Essa estrutura enfraquece a proposição de atividades que envolvam a Estatística como eixo integrador entre Matemática e Ciências da Natureza, o que compromete diretamente a formação de estudantes que possam construir raciocínio científico com base em dados — objetivo central da alfabetização científica.

Os dados revelam que, apesar do reconhecimento da importância da Estatística para a alfabetização científica, os professores enfrentam dificuldades tanto no domínio conceitual dos conteúdos estatísticos quanto na articulação desses saberes com as práticas pedagógicas em Ciências. Os resultados também apontam para a necessidade de uma formação continuada estruturada, que considere as praxeologias docentes e as condições institucionais, favorecendo a implementação do PEP-FP como um dispositivo formativo capaz de superar os desafios identificados.

De maneira complementar, as restrições institucionais, como a rigidez curricular e a carência de materiais didáticos específicos, limitam as possibilidades de inovação didática. O Censo Escolar do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais) revela que muitas escolas públicas não possuem laboratórios de ciências ou espaços adequados para atividades práticas.

Dados de 2023 mostram que apenas 41,3% das escolas públicas de Ensino Fundamental possuem laboratório de ciências. Esse percentual é muito inferior ao observado nas escolas privadas, que contam com uma infraestrutura mais equipada para atividades práticas.

Em acréscimo, os relatórios de organizações como a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e o UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) destacam que a infraestrutura precária é um desafio global, especialmente em regiões periféricas ou rurais, onde escolas frequentemente carecem de recursos básicos, como kits para experimentos, instrumentos de medição ou até mesmo salas adaptadas para atividades investigativas.

Embora o UNICEF não traga dados específicos sobre laboratórios de Ciências, suas análises ressaltam que a desigualdade no acesso a recursos tecnológicos e educacionais impacta diretamente a qualidade do ensino, especialmente em comunidades vulneráveis. Esses desafios evidenciam a necessidade de políticas públicas voltadas à melhoria da infraestrutura escolar, garantindo condições adequadas para um ensino de ciências mais prático e investigativo.

A dimensão Ecológica revelou uma fragmentação curricular persistente, é um sintoma de um desequilíbrio sistêmico, análogo a um ecossistema degradado, derivado da ausência de orientações claras na BNCC e da reprodução dessa separação nos projetos pedagógicos e materiais didáticos.

A seguir, apresenta-se o quadro síntese desses, articulando as implicações para a estruturação e desenvolvimento do Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

Quadro 6 - Síntese do IDI por dimensão da TAD

Dimensão	Achados no IDI	Implicações para o PEP-FP
Ecológica	80% dos professores relataram falta de materiais para atividades com dados reais e 60% não se sentem seguros para ensinar Estatística, priorizando conteúdos tradicionalmente avaliados, como operações aritméticas, em detrimento de projetos investigativos. A falta de tempo para planejamento interdisciplinar foi apontada por 70% dos participantes como barreira recorrente.	O PEP-FP propõe estratégias formativas que superem essas restrições, com a oferta de módulos focados em técnicas estatísticas básicas e na articulação com contextos científicos reais. Sugere o uso de kits de baixo custo para coleta de dados e atividades que demandem poucos recursos, além de momentos formativos voltados à otimização do planejamento interdisciplinar, com foco no uso pedagógico dos Projetos Integradores e na promoção da autonomia docente para adaptar materiais.

Fonte: autora (2025).

Tais achados não apenas revelam as condições e restrições que operam em diferentes níveis da escala de co-determinação didática, mas também fundamentam a necessidade de um dispositivo formativo que atue de forma integrada e transformadora.

Nesse contexto, o PEP-FP será modelizado como resposta formativa às limitações mapeadas, buscando criar um ambiente investigativo no qual os professores possam mobilizar, reconfigurar e expandir seu equipamento praxeológico.

A construção do PEP-FP, portanto, não se dá de forma abstrata, mas é orientada por evidências empíricas e ancorada nos referenciais da TAD, visando constituir um percurso coerente com as demandas reais da prática docente e com os princípios de uma formação voltada à alfabetização científica por meio da Estatística.

O PEP-FP é classificado como um dispositivo teórico-metodológico, segundo Freitas e Almouloud (2023). O uso do termo "dispositivo" reflete a sua natureza como uma estrutura organizada e funcional, capaz de promover objetivos específicos na pesquisa e na formação. É um dispositivo porque ele articula uma base teórica robusta com uma metodologia de implementação específica, como uma estrutura teórica, fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), e com uma capacidade de pesquisa científica na Didática da Matemática, quanto para a formação continuada de professores sobre tópicos específicos.

Embora seja, por natureza, um percurso de investigação aberto, o PEP-FP desenvolvido na pesquisa é caracterizado como um PEP misto, alternância entre momentos didáticos de um PEP "aberto" e de um PEP "fechado", exigindo um nível de controle por parte do pesquisador.

O dispositivo PEP "aberto" corresponde à concepção idealizada por Chevallard (2009), em que o estudo é desencadeado por uma questão genuinamente investigativa, e nenhum percurso é definido *a priori*.

O saber emerge como resposta à questão geratriz, sendo construído em um processo de estudo, e não de simples transmissão; as etapas do percurso não são planejadas antecipadamente, mas conduzidas pelas próprias demandas geradas pela Qo. Cada resposta parcial surge novas questões, num movimento contínuo de ampliação do estudo — um processo de cronogênese aberta, e o coletivo de estudo é protagonista, e o papel do professor desloca-se de transmissor para mediador de investigação.

Por sua vez, o dispositivo PEP fechado, ou mais controlado, segundo Chevallard (2009), caracteriza-se por um alto grau de predefinição e regulação das etapas do estudo, aproximando-se da lógica da engenharia didática tradicional.

A análise *a priori* detalhada, busca-se antecipar os comportamentos esperados dos sujeitos e prever as possíveis respostas. O controle do pesquisador conduz as decisões sobre o ritmo, os conteúdos e as técnicas do percurso.

Deste modo, o dispositivo visa fazer emergir, por meio do trabalho desenvolvido com as organizações matemáticas e didáticas, diferentes categorias de conhecimento docente, como o conhecimento do conteúdo, conhecimento didático do conteúdo, conhecimento didático pedagógico do conteúdo.

Diante desse cenário, o problema docente (P_0) que dá origem à presente investigação consiste na constatação de que professores pedagogos dos anos iniciais enfrentam dificuldades para integrar praxeologias estatísticas ao ensino de Ciências da Natureza, o que resulta em práticas pedagógicas fragmentadas, descontextualizadas e frequentemente orientadas por abordagens tecnicistas.

Essa formulação inicial, embora reflita uma preocupação legítima presente na cultura escolar, ainda não explicita as dimensões estruturais e epistemológicas do problema, exigindo uma modelização mais profunda.

Assim, à luz da TAD e do esquema heurístico proposto por Gascón (2011), o problema docente (P_0) é ampliado e transformado em um problema didático ($P\delta$), que orienta toda a investigação: Como reorganizar, a partir da modelização via PEP-FP – dispositivo que articula questões geradoras, atividades de estudo e pesquisa (AEP) e análise institucional – as praxeologias, as praxeologias estatísticas e científicas dos professores pedagogos dos anos iniciais, superando restrições institucionais, econômicas e ecológicas que dificultam a integração significativa da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza, promovendo a Alfabetização Científica enquanto ecologia integrada de saberes?

Esse problema didático($P\delta$), portanto, não se limita a uma questão de formação de conteúdos, mas demanda a construção de dispositivos formativos capazes de reconfigurar as condições de circulação, transposição e institucionalização dos saberes escolares, articulando teoria e prática em um processo de transformação das praxeologias docentes.

Seguindo as orientações de Gascón (2011), essa dimensão ecológica não deve ser considerada como propriedade obtida de uma análise *a posteriori* sobre problemas didáticos previamente definidos, mas sim constitutivo da definição de problema didático ($P\delta$). Isso é fundamental porque muda completamente a perspectiva: em vez de ver problemas didáticos isolados (como "alunos não entendem estatística"), a dimensão ecológica nos obriga a considerar todo o sistema de restrições institucionais que molda esse problema. Farras, Bosch e Gascón (2013, p. 3) definem um problema docente($P\delta$):

Chamamos de "problemas docentes" aqueles que um professor enfrenta quando precisa ensinar um tópico matemático aos seus alunos. Os problemas docentes são formulados utilizando as noções disponíveis na cultura escolar, frequentemente

importadas de documentos curriculares (como, por exemplo, as noções de motivação, aprendizado significativo, individualização do ensino, aquisição de conceitos, abstração, competência etc.). Normalmente, os problemas docentes são formulados assumindo e sem questionar não apenas as noções, mas também as ideias dominantes na cultura escolar mencionada. Em particular, na formulação de um problema docente, geralmente se assume de forma acrítica a maneira como a matemática envolvida no problema é interpretada na cultura escolar em questão (Farras, Bosch e Gascón, 2013, p. 3. Tradução nossa).

Os autores destacam a importância dos "problemas docentes" no contexto do ensino de matemática, referindo-se aos desafios que os professores enfrentam ao ensinar determinados tópicos aos alunos.

O autor sugere uma representação esquemática do desenvolvimento de um problema didático, por $\{(P_0 \oplus P_1) \hookrightarrow P_2\} \hookrightarrow P_3\} \hookrightarrow P\delta$ em que P_0 refere-se a uma formulação inicial, que Gascón denomina como problema docente e está relacionado aos desafios enfrentados pelo professor ao ensinar um conteúdo matemático para seus alunos.

Deste modo, P_1 , P_2 , P_3 representam respectivamente as três dimensões fundamentais de um problema didático: dimensão epistemológica (P_1), dimensão econômica (P_2) e dimensão ecológica (P_3), que desempenham papéis essenciais. É uma maneira de organizar e estruturar o desenvolvimento de um problema didático, movendo-se de uma dimensão para a próxima, considerando a lógica subjacente à sua progressão.

Em continuidade, $P\delta$ representa o problema didático e o símbolo $\oplus$ é usado para indicar a incompletude de P_0 , que é a formulação inicial de um problema didático, também conhecida como problema docente. Esta incompletude significa que P_0 não é uma formulação completa de um problema, mas sim uma expressão inicial que precisa ser desenvolvida ou expandida.

O símbolo $\hookrightarrow$ é utilizado para indicar uma relação de implicação ou pré-requisito entre as diferentes dimensões de um problema didático. Isso significa que, para entender completamente uma dimensão subsequente do problema didático, é necessário primeiro compreender a dimensão anterior. Destaca a relação de dependência entre as diferentes dimensões de um problema didático, enfatizando a necessidade de uma progressão lógica na sua abordagem e desenvolvimento. A compreensão prévia da dimensão epistemológica (P_1), e a compreensão da dimensão ecológica (P_3) requer a compreensão prévia das dimensões epistemológica (P_1) e econômica (P_2).

No caso do problema didático da Educação Estatística integrada ao Ensino de Ciências da Natureza (doravante EECN), adaptamos o esquema proposto por Gascón (2011) para ampliar o problema docente inicial em uma investigação didática. o esquema assume a seguinte forma: $\{[(P_0(\text{EECN}) \oplus P_1(\text{EECN})) \hookrightarrow P_2(\text{EECN})] \hookrightarrow P_3(\text{EECN})\} \hookrightarrow P\delta(\text{EECN})$. Assim, a

aplicação do esquema heurístico proposto para o problema didático, detalhada como cada dimensão é explorada e desenvolvida para ampliar o problema docente inicial ($P_0(EECN)$) é o ponto de partida e transformá-lo em um problema de investigação didática.

A primeira dimensão que será analisada, a epistemológica, define a interpretação dos conteúdos envolvidos no problema, sendo inseparável e co-construída com as outras dimensões. Enfoca a descrição e a razão de ser da Educação Estatística, materializada na construção de um MER.

Contudo, esta interpretação epistemológica é condicionada pela dimensão ecológica (restrições institucionais), que define o problema didático a ser resolvido. A dimensão econômica surge então como a gestão necessária para articular as possibilidades epistemológicas dentro das limitações ecológicas.

A dimensão epistemológica ($P_1(EECN)$) estudada para explicitar um Modelo de Ensino Referencial (MER) para conceitos de Estatística. Para Gascón (2011), a formulação de qualquer problema didático envolve implicitamente um MER, que define não apenas como os conteúdos Estatísticos são interpretados, mas também por que certos conceitos são privilegiados em detrimento de outros. O MER é fundamental para identificar os problemas didáticos e guiar a investigação no campo da Educação Estatística.

Quanto a dimensão econômica, Gascón (2011) examina as organizações e o funcionamento das instituições matemáticas e didáticas envolvidas no problema didático em questão. Para dimensão econômica ($P_2(EECN)$), o foco é examinar como o conteúdo Estatística é estruturado e interpretado dentro do contexto específico nos Projetos Integradores dos Livros Didáticos do PNLD.

Na dimensão ecológica ($P_3(EECN)$) identifica-se as restrições (K) e as condições (C) que influenciam a permanência, o desenvolvimento ou a restrição das organizações matemáticas e didáticas relacionadas à Educação Estatística integrada ao Ensino de Ciência da Natureza, desde o contexto social mais amplo até às circunstâncias específicas de ensino e aprendizagem. Por fim, o problema didático final ($P_\delta(EECN)$) é completado, sendo identificado ao considerar todas as dimensões exploradas anteriormente.

No capítulo a seguir, apresenta-se a revisão de literatura que fundamenta esta pesquisa, com foco nas abordagens da Educação Estatística, da formação de professores e da integração com as Ciências da Natureza, estabelecendo o pano de fundo teórico necessário à construção e análise do PEP-FP.

3 ECOLOGIA DOS SABERES ESTATÍSTICOS E CIENTÍFICOS: CURRÍCULO, PESQUISA E FORMAÇÃO DOCENTE

Esta revisão de literatura constitui um estado da arte sobre a integração da Estatística ao Ensino de Ciências da Natureza e a formação docente na perspectiva da Teoria Antropológica do Didático (TAD). Ao mapear contribuições recentes (2000 - 2024) — período que abrange desde a consolidação da TAD até os desdobramentos contemporâneos em Educação Estatística —, identificamos tendências emergentes, como o uso de abordagens investigativas, e lacunas críticas, como a ausência de dispositivos formativos interdisciplinares. Essa síntese não apenas consolida o conhecimento atual, mas fundamenta a proposta do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) e do PEP-FP, posicionando-os como respostas às demandas não atendidas pela literatura.

A integração entre Educação Estatística e Ciências da Natureza é estratégica para promover uma aprendizagem significativa. Este conceito, cunhado por David Ausubel, sustenta que a nova informação deve se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva pré-existente do aprendiz. Nesse sentido, Ausubel (2003, p. 167) afirma que

O ensino da matemática e das ciências, por exemplo, continua a basear-se muito na aprendizagem memorizada de fórmulas e de passos de procedimentos, no reconhecimento memorizado de ‘problemas tipo’ estereotipados e na manipulação mecânica de símbolos. Na ausência de ideias claras e estáveis, que podem servir como pontos de ancoragem e de focos de organização para a incorporação de material novo e logicamente significativo, os estudantes veem-se presos numa teia de incompreensão e possuem poucas tarefas de aprendizagem, mas memorizadas, para fins de avaliação (Ausubel, 2003, p. 167).

Ao capacitar estudantes e professores a interpretar dados em contextos reais — que fazem parte do seu universo de conhecimento —, a integração cria justamente essa âncora cognitiva essencial. Entretanto, essa articulação é prejudicada pela fragmentação curricular, pelo ensino técnico-descontextualizado da Estatística e pela escassa formação docente em práticas interdisciplinares.

Diante desse cenário, a TAD e o PEP-FP emergem como referenciais para reconstruir praxeologias docentes, redefinindo a "razão de ser" da Estatística como ferramenta de investigação científica.

Para a composição do corpus de análise, procedeu-se a uma busca em bases como SciELO, Scopus, Web of Science e repositórios de teses (BDTD), utilizando descritores em português, espanhol e inglês, como 'integração estatística-ciências', '*statistical literacy*', 'praxeologías docentes', '*teacher training AND didactic engineering*'.

Operadores booleanos (AND, OR, NOT) serão empregados para combinar conceitos, incluir sinônimos e excluir termos irrelevantes.

Os critérios de inclusão para seleção dos estudos englobam:

- Artigos publicados em periódicos revisados por pares nos últimos 25 anos (2000-2024);
- Teses e dissertações disponíveis em repositórios institucionais que tratem da formação docente na perspectiva da TAD;
- Estudos que discutam abordagens interdisciplinares entre Estatística e Ciências da Natureza;
- Trabalhos que descrevam experiências com o dispositivo PEP-FP na formação de professores;
- Pesquisas que tragam críticas ao ensino fragmentado da Estatística e às dificuldades na integração com a Ciência.

Os critérios de exclusão incluem:

- Estudos que abordem apenas a Estatística em contextos econômicos ou empresariais;
- Trabalhos que não apresentem discussão empírica sobre a formação docente ou a prática pedagógica;
- Pesquisas que tratem exclusivamente do ensino superior, sem relação com a educação básica.

A análise seguirá os princípios da revisão sistemática, com categorização temática dos achados em eixos como: (a) práticas pedagógicas interdisciplinares, (b) desafios na formação docente, (c) eficácia do PEP-FP e (d) críticas ao Modelo Epistemológico Dominante (MED).

Dessa forma, espera-se mapear as principais tendências, desafios e possibilidades da integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza, além de contribuir para a construção do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) para a formação de professores.

Ao sintetizar as evidências e lacunas da literatura, busca-se não apenas justificar a necessidade do MERA, mas também oferecer fundamentos para transformações concretas nas práticas pedagógicas de professores pedagogos, em prol de uma Educação Estatística crítica e contextualizada.

A revisão evidenciou lacunas críticas, como a escassez de estudos sobre a integração Estatística-Ciências na Educação Básica e a carência de dispositivos formativos alinhados à TAD. Essas lacunas justificam a construção do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) e a implementação do PEP-FP, que proporá atividades como a análise de dados locais por meio do projeto 'Comida e alimentos', por exemplo, propõe a análise estatística

de hábitos alimentares locais, articulando-se à TAD ao problematizar a 'razão de ser' da Estatística como ferramenta para investigar problemas reais de saúde pública.

Assim, a revisão não apenas fundamenta teoricamente o MERA e o PEP-FP, mas também oferece subsídios para transformar práticas pedagógicas, promovendo uma Educação Estatística crítica, interdisciplinar e contextualizada. Ao evidenciar lacunas como a ausência de modelos interdisciplinares na Educação Básica, justifica-se a inovação do MERA e do PEP-FP, que surgem como respostas teórico-práticas às demandas não atendidas pelo estado da arte atual.

A literatura evidencia desafios significativos nessa integração, como a fragmentação curricular e a formação docente deficiente em abordagens interdisciplinares.

Na próxima seção apresentamos um levantamento do estado da arte sobre essa temática, abordando os fundamentos teóricos da interdisciplinaridade, críticas ao ensino fragmentado, exemplos de práticas interdisciplinares e desafios na formação docente.

3.1 Educação Estatística na formação de professores pedagogos

Derivada do termo latino status (Estado), a Estatística embora seja uma ciência relativamente recente, suas ideias já eram utilizadas desde a antiguidade em 3000 anos A.C., onde já se evidenciava a utilização de censo populacional masculino, geralmente para arrecadação das taxas de impostos, alistamento militar ou para fins bélicos (MEMÓRIA, 2004).

Na China, há mais de 2000 anos A.C., Confúcio, filósofo e pensador político, já relatava o levantamento de número de pessoas, ou seja, a concepção de censo demográfico. No antigo Egito, os faraós faziam uso constante de informações estatísticas conforme evidenciaram pesquisas arqueológicas e civilizações como os Maias, Astecas, Incas, e também reuniam dados estatísticos, assim acontecendo em vários campos do conhecimento e da arte. Mas foi no Renascimento que a estatística ganhou fôlego novo (Memória, 2004).

Ao longo da Idade Média, do século XVII até o século XVIII, a Estatística iniciou os estudos de questões pautadas em fenômenos incertos, utilizando instrumentos matemáticos capazes de analisar e interpretar inúmeros dados. Nesse mesmo período, Gottfried Achenwall (1719-1772), acadêmico alemão, cunhou o termo "STATISTICS" e consolidou as bases da Ciência Estatística (Junior, 2015).

A evolução histórica da Estatística demonstra sua estreita relação com a necessidade de compreender e organizar informações sobre a sociedade e o ambiente. Registros antigos evidenciam a realização de censos populacionais em civilizações como a egípcia e a chinesa,

prática que, segundo Magalhães e Lima (2015), já denotava preocupações com a gestão de recursos e o controle demográfico.

No entanto, a consolidação da Estatística como ciência se deu a partir dos séculos XVII e XVIII, com contribuições significativas de estudiosos como John Graunt, que lançou as bases da demografia estatística, e posteriormente de Laplace e Gauss, que desenvolveram os fundamentos da teoria da probabilidade e dos métodos de inferência estatística (Magalhães; Lima, 2015).

A história da Estatística emerge como um testemunho fascinante da interseção entre a necessidade prática e o rigor intelectual. Desde seus primórdios, a Estatística tem sido uma ferramenta essencial para compreender o mundo ao nosso redor, fornecendo métodos e técnicas para a análise de dados em diversas áreas do conhecimento. Como observado por Crespo (1995) “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).

No século XIX e século XX, devido à enorme quantidade de dados disponíveis no cotidiano, nos meios de comunicação e com o avanço tecnológico, a Estatística ganhou um grande impulso com instrumentos modernos e técnicas cada vez mais refinadas, como exemplo, no âmbito computacional, os vários sistemas de apoio à tomada de decisão que utilizam conceitos da Estatística como uma forma de raciocínio para a realidade dos fatos.

Segundo Valente (2007), a criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1938 foi um marco para a Estatística no país. O autor ressalta que este evento impulsionou a percepção da Estatística como um conhecimento fundamental para a formação dos professores, ampliando suas competências docentes e abrindo novas oportunidades profissionais.

Essa trajetória reforça a compreensão de que a Estatística, desde suas origens, é um saber profundamente vinculado à organização da vida em sociedade, à formulação de políticas públicas e à tomada de decisões informadas. Na contemporaneidade, sua presença nos currículos escolares busca justamente favorecer o desenvolvimento dessas competências críticas, contribuindo para a formação de cidadãos capazes de interpretar dados, analisar informações e participar de forma ativa e consciente na sociedade.

No contexto brasileiro, a Estatística teve seus primeiros indícios de uso em 1872, durante a realização do primeiro censo demográfico. Posteriormente, em 1934, foi instituído o Instituto Nacional de Estatística, que originou o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). No entanto, foi somente em 1938 que a Estatística se estabeleceu de forma mais sólida no país (Lamarão, 2001). Vale ressaltar também a criação da Associação Brasileira de Estatística (ABE) em 1984, como um importante marco para o desenvolvimento e promoção dessa disciplina. Segundo Campos; Wodewotzki e Jacobini (2018) a ABE

[...] tem como missão promover um intercâmbio entre professores que lecionam Estatística, sobretudo no ensino superior, pesquisadores que utilizam Estatística em seus trabalhos e profissionais e estudantes, das mais diversas áreas de conhecimento, que necessitam da Estatística (Campos; Wodewotzki e Jacobini, 2018, p. 11).

Os autores destacam a missão da ABE em promover um intercâmbio entre diferentes grupos de pessoas interessadas na Estatística, incluindo professores universitários que a lecionam, pesquisadores que a utilizam em suas investigações e profissionais e estudantes de diversas áreas de conhecimento que precisam da Estatística em seus trabalhos. Essa iniciativa é de extrema relevância, pois a Estatística desempenha um papel fundamental na análise e interpretação de dados, sendo uma ferramenta essencial para a tomada de decisões.

Ao criar um ambiente de intercâmbio, o compartilhamento de conhecimentos, experiências e perspectivas entre esses diferentes grupos pode levar a uma compreensão mais profunda e abrangente da Estatística, bem como à identificação de novas aplicações e soluções para problemas complexos. Além disso, essa colaboração pode fomentar o aprimoramento das práticas de ensino, pesquisa e aplicação da Estatística em diversas áreas, contribuindo para o desenvolvimento geral do conhecimento estatístico e seu impacto na sociedade.

A missão de promover um intercâmbio entre professores, pesquisadores, profissionais e estudantes interessados na Estatística, conforme destacado na citação anterior de Campos; Wodewotzki e Jacobini (2018), assume ainda mais relevância quando consideramos a dependência da Estatística em relação à Matemática.

Com base nas evidências apresentadas no estudo de Panik (2012), é possível afirmar que o autor trata a Estatística não meramente como uma aplicação de receitas, mas sim como um campo que depende intrinsecamente de estruturas matemáticas para validar suas metodologias e resultados. A Estatística não é uma mera aplicação da Matemática, mas um campo que depende intrinsecamente de estruturas matemáticas avançadas, como a Teoria da Probabilidade, o Cálculo e a Álgebra Linear, para existir como ciência e desenvolver seus modelos inferenciais. Dessa forma, o domínio dos conceitos estatísticos pressupõe, necessariamente, uma compreensão sólida de seus fundamentos matemáticos.

A Estatística, segundo Medeiros (2007), é uma ferramenta social valiosa e aplicável no campo da educação, assim como em outras áreas do conhecimento. Ao lidar com grandes

quantidades de dados, a Estatística oferece métodos e técnicas que podem ser utilizados para uma variedade de finalidades no contexto educacional. Isso inclui a formulação de planos, programas e projetos dentro dos sistemas de ensino, bem como a análise e interpretação de dados para melhorar o funcionamento interno das escolas. Além disso, a Estatística também desempenha um papel fundamental na avaliação de políticas educacionais e na medição do progresso em direção a metas educacionais específicas.

Se a Estatística é tão crucial para a gestão e a avaliação dos sistemas educacionais, é imperativo que suas bases sejam compreendidas e dominadas pelos próprios sujeitos do processo de aprendizagem. Dessa forma, transcende-se a sua função como ferramenta de gestão para assumir um papel formativo central: o de instrumento de empoderamento cognitivo do cidadão. Preparar os estudantes para um mundo inundado por dados exige que a Estatística deixe de ser um conhecimento restrito aos especialistas e se torne um conteúdo acessível a todos desde a Educação Básica.

Nessa perspectiva, a Estatística ajuda os alunos a desenvolver habilidades analíticas essenciais, incluindo a capacidade de coletar, organizar, analisar e interpretar dados. Ao compreender os conceitos estatísticos, os alunos podem tomar decisões mais informadas em suas vidas pessoais e profissionais. Eles aprendem a avaliar criticamente as informações apresentadas e a reconhecer a importância de considerar a variabilidade e a incerteza ao tomar decisões.

No entanto, para que esse desenvolvimento efetivo ocorra, é fundamental superar uma série de obstáculos. O primeiro deles reside na própria formação do professor pedagogo, que precisa estar preparado para lidar com conteúdos estatísticos de forma significativa. Esse cenário é complexo, pois, como destacam Júnior e Vieira (2015), em sua pesquisa

(...) os professores têm o desafio de trabalhar os elementos de estatística e também os de combinatória e probabilidade desde os ciclos iniciais para que os alunos saibam utilizar as diferentes fontes de informações para adquirir conhecimentos. Já no campo científico, nota-se nas últimas décadas que o ensino de Estatística vem sendo mais valorizado, sobretudo pelo engajamento e colaboração por parte de profissionais atuantes e pesquisadores da área que proporcionam um crescimento de publicações desta temática (Júnior; Vieira, 2015, p. 34).

É nesse contexto de valorização acadêmica, mas de desafios na prática, que a inserção da Estatística nos currículos escolares brasileiros se consolida como um processo relativamente recente, marcado por avanços significativos nas últimas décadas. Inicialmente, a Estatística era tratada de forma periférica no ensino básico, sendo incorporada de maneira mais estruturada com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) na década de 1990.

Segundo Oliveira, Bastos e Bessegato (2024), esse processo de inserção curricular pode ser compreendido em três fases distintas: a primeira, caracterizada pela ausência de documentos oficiais; a segunda, com a introdução dos PCN.

Os PCN, estão organizados por disciplinas e ciclos, e especificamente a Matemática, traz o Tratamento da Informação, um dos blocos que compõem essa área do conhecimento, juntamente com Números e Operações, Espaço e Formas, e Grandezas e Medidas. Os ciclos, definidos nos PCN como 1º Ciclo (1ª e 2ª séries) e 2º Ciclo (3ª e 4ª séries), atualmente correspondem ao Ensino Fundamental do 1º ao 5º ano. Divididos em três volumes, os PCN abordam temas transversais e áreas do conhecimento de forma integrada, destacando-se o volume 3, que se concentra especificamente no eixo do Tratamento da Informação nos ciclos mencionados anteriormente.

Publicados pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC) em 1997, os PCN para as séries iniciais do Ensino Fundamental, embora não obrigatórios por lei, permitem uma adaptação curricular para atender à diversidade dos alunos, conforme ressaltado pela própria legislação (Brasil, 1997).

O bloco Tratamento da Informação, proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), foi incorporado ao currículo. Essa proposta busca promover a construção de procedimentos para lidar com dados reais, utilizando tabelas, gráficos e representações que estão presentes em seu cotidiano, contribuindo para o fortalecimento do pensamento crítico e da capacidade de tomar decisões informadas (Brasil, 1997; Cazorla; Santana, 2010).

Os PCN reconheceram a importância da Estatística como ferramenta para a formação cidadã, enfatizando habilidades como a leitura, interpretação e representação de dados. No entanto, sua abordagem era ainda limitada, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental, onde a ênfase permanecia em conteúdos aritméticos tradicionais (Oliveira; Bastos; Bessegato, 2024).

A publicação dos PCN não apenas colocou em destaque o ensino da Estatística desde os primeiros anos da educação básica, mas também desencadeou um aumento significativo no interesse por essa disciplina. Tal interesse resultou na condução de diversas investigações documentais e empíricas sobre o tema, e com essa expansão desse bloco, grupos de pesquisa em diferentes instituições, muitos dos quais incluem pesquisadores especializados em Educação Estatística, deram início a novos estudos e iniciativas.

Esses grupos, segundo Lopes *et al.* (2023), têm como objetivo explorar e aprofundar questões relacionadas ao ensino e aprendizagem da Estatística, contribuindo assim para o desenvolvimento contínuo dessa área no contexto educacional brasileiro.

Além disso, para Lopes *et al.* (2023), a divulgação de estudos sobre recursos computacionais e interpretação de gráficos por parte de outros pesquisadores, como Prof. Dr. Mori Viali, Prof. Dr. Guilherme L. R. Vaccaro, Prof. Dr. Carlos Monteiro, Profa. Dra. Maria Cláudia Cabrini e Profa. Dra. Ely Francina Tannuri, evidencia a diversidade de abordagens e temas que passaram a ser explorados nesse campo. Assim, esse contexto de produção acadêmica e participação em eventos contribuiu significativamente para o estabelecimento da Educação Estatística como uma área de pesquisa e prática pedagógica no Brasil.

Na terceira fase, de consolidação da publicação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, que define a Estatística como uma das grandes áreas da Matemática e enfatiza o desenvolvimento de competências relacionadas à análise crítica e tomada de decisões baseadas em dados.

Com a promulgação da BNCC em 2018, a Educação Estatística ganhou maior destaque, sendo reconhecida como uma das cinco grandes áreas da Matemática, ao lado de Números, Álgebra, Geometria e Grandezas e Medidas. A BNCC estabelece a unidade temática "Probabilidade e Estatística" como componente obrigatório desde os primeiros anos do Ensino Fundamental até o Ensino Médio, propondo o desenvolvimento de competências relacionadas à coleta, organização, análise e interpretação de dados, com foco em uma abordagem investigativa e contextualizada. Além disso, destaca-se a importância da integração da Estatística com outras áreas do conhecimento, favorecendo práticas pedagógicas interdisciplinares e o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

A Estatística é uma disciplina essencial para a tomada de decisões, sendo aplicável em diversos campos da vida — desde negócios até política e saúde pública. Diante dessa relevância, a inserção do seu ensino no currículo da Educação Básica torna-se crucial, uma vez que essa fase do desenvolvimento cognitivo dos alunos é primordial para a formação de habilidades fundamentais. Proporcionar o aprendizado de Estatística desde cedo permitirá, portanto, que os estudantes desenvolvam pensamento crítico, capacidade analítica e habilidades para lidar com dados. Dessa forma, estarão mais bem preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo e contribuir de forma mais informada e consciente para a sociedade (BRASIL, 2018).

Para Lopes (2012), os conceitos e procedimentos da Matemática, são aplicados, em parte, para solucionar as situações-problema com dados estatísticos, por isso, se diz que a Estatística é muito dependente da Matemática. Nesse contexto, a Probabilidade se integra à Educação Estatística no currículo de Matemática, no Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Isto posto, o pensamento Estatístico e Probabilístico trazido pela BNCC (BRASIL, 2018), como compromisso para o Ensino Fundamental, alicerçado à análise das ocorrências da vida cotidiana, objetiva reunir concepções essenciais, a saber: Equivalência; ordem; proporcionalidade; interdependência; representação; variação e aproximação; que, articuladas entre si, possam favorecer o progresso do pensamento matemático e aquisição de conhecimento de forma menos compartimentada.

Tendo em vista essa integração, sabemos que as ideias Estatísticas permeiam o nosso cotidiano, e concordamos com o descrito de Cazorla; Kataoka e Silva (2010), quando evidenciam o interesse pela leitura e pela compreensão dos gráficos e tabelas, através dos diversos caminhos da comunicação, possibilitando ao aluno, à criticidade; a reflexão; a tomada de decisão, perante essas informações e a sua autonomia para intervir.

Nesse sentido, o ensino de Estatística nos anos iniciais exige do professor pedagogo a mobilização de saberes profissionais específicos (Shulman, 1986), que integrem conhecimentos estatísticos, didáticos e pedagógicos, possibilitando aos alunos não apenas o contato com conceitos formais, mas o desenvolvimento de competências para interpretar, analisar criticamente e utilizar dados em situações do cotidiano. Essa perspectiva demanda uma prática docente atenta às demandas sociais contemporâneas, capaz de articular a Estatística com a promoção da Alfabetização Científica e o fortalecimento do pensamento crítico desde os primeiros anos escolares.

De acordo com Garfield e Gal (1999), ao aprender Estatística desde cedo, as crianças são capazes de desenvolver habilidades importantes em diversas etapas, tais como o pensamento crítico, interpretação, argumentação, reflexão e tomada de decisões a partir de dados e resolução de problemas. Além disso, o aprendizado de Estatística contribui para o desenvolvimento de habilidades matemáticas, como a utilização de tabelas, gráficos e diagramas, bem como o entendimento do processo de investigação Estatística.

Segundo Vilas Bôas e Conti (2018), a BNCC enfatiza ainda que o ensino da Estatística deve estimular a formulação de questões investigativas, o uso de dados reais do cotidiano dos alunos e a produção de diferentes formas de representação gráfica, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização científica e da tomada de decisões fundamentadas.

Entretanto, como alertam Vilas Bôas e Conti (2018, p. 1000), “a inclusão de Estatística e Probabilidade apenas como mais conteúdos a serem estudados na escola, dando ênfase à parte descritiva, não leva, obrigatoriamente, o estudante a desenvolver o pensamento estatístico e probabilístico.

Além das diretrizes normativas dos PCN e da BNCC, o desenvolvimento da Educação Estatística no Brasil também se consolidou por meio de importantes eventos, publicações e iniciativas acadêmicas. O movimento em torno dessa área começou a ganhar força na década de 1990, impulsionado por pesquisadores que viam a necessidade de integrar a Estatística de forma mais significativa no contexto educacional.

Destacam-se marcos importantes como a Conferência Internacional "Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística – Desafios para o Século XXI", realizada em 1999, em Florianópolis, que contou com a participação de pesquisadores nacionais e internacionais, entre eles Carmen Batanero, Celi Espasandin Lopes e Lisbeth Cordani. Esse evento é considerado um dos principais impulsionadores da criação de grupos de pesquisa dedicados à Educação Estatística no país.

Ainda nesse período, a criação e o fortalecimento do GT12 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) foram fundamentais para consolidar a Educação Estatística como uma área de conhecimento autônoma, com investigações voltadas tanto para a formação de professores quanto para o desenvolvimento de propostas didáticas inovadoras.

No início dos anos 2000, esse movimento se intensificou, com o aumento da produção de dissertações e teses que abordavam a temática, contribuindo para o amadurecimento teórico e metodológico da área. Os programas de pós-graduação, especialmente na região Sudeste, desempenharam papel central nesse processo, como apontam Viali e Ody (2020), com destaque para a PUC/SP, UNICAMP e UNESP.

A Educação Estatística, mais do que uma área de conhecimento voltada ao domínio de técnicas de cálculo e representação de dados, constitui-se como um campo essencial para a formação crítica dos cidadãos em uma sociedade cada vez mais orientada por informações quantitativas. Segundo Cazorla *et al.* (2017), é preciso compreender a Educação Estatística como um espaço de reflexão sobre como as pessoas aprendem conceitos estatísticos, envolvendo não apenas aspectos cognitivos, mas também afetivos, além da adoção de abordagens didáticas inovadoras e contextualizadas.

Esses avanços demonstram que a Educação Estatística no Brasil, embora recente, vem se consolidando como um campo de pesquisa relevante, essencial para a formação de cidadãos críticos e conscientes da importância dos dados na sociedade contemporânea.

Diante desse panorama histórico e das diretrizes curriculares que enfatizam a importância da Estatística na formação de cidadãos críticos e conscientes, torna-se imprescindível compreender as concepções que orientam a Educação Estatística e os saberes profissionais necessários para sua efetiva implementação nos anos iniciais. Nesse contexto, é fundamental analisar como os professores pedagogos podem mobilizar conhecimentos específicos e pedagógicos para promover o desenvolvimento do pensamento estatístico de forma significativa, contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e capazes de interpretar e intervir no mundo a partir da análise de dados.

Segundo Tardif (2014), embora a história da Pedagogia esteja ligada a reflexões filosóficas, é na prática em sala de aula que o professor pedagogo percebe a importância de mobilizar os saberes que ensina, incluindo os saberes pedagógicos, para promover uma educação de qualidade. No caso específico do ensino de Estatística nos anos iniciais, nos apoiamos em Ball, Thames e Phelps (2008), que segundo os autores, é fundamental que o professor identifique os saberes pedagógicos que irão auxiliá-lo na construção do conhecimento dos seus alunos.

Para as autoras Batanero e Diaz (2010) e, Kataoka *et al.* (2011), o professor pedagogo que ensina estatística, deve estar atento às demandas contemporâneas da Pedagogia e ter uma visão ampla sobre os saberes pedagógicos necessários para a construção do conhecimento dos seus alunos. Além disso, deve estar preparado para enfrentar os desafios que surgem em sala de aula, além de buscar práticas pedagógicas mais efetivas e conectadas com a realidade dos alunos.

Ao introduzir conceitos estatísticos desde cedo, os alunos têm a oportunidade de se familiarizar com essa área do conhecimento, essencial para uma participação ativa na sociedade e no mundo contemporâneo, onde dados e informações estatísticas estão presentes em diversos aspectos da vida cotidiana.

A presença da Estatística no currículo brasileiro tem um papel importante a desempenhar no ensino, pois desde a criação dos PCN em 1997, com o eixo “tratamento da informação”, já permite aos alunos nos anos iniciais, desenvolver habilidades, como o raciocínio lógico, a capacidade de trabalhar com dados e a resolução de problemas, úteis para ajudar os alunos a compreender conceitos matemáticos complexos, de uma forma acessível.

Além disso, permite aos alunos desenvolver habilidades no contexto cotidiano, como análise crítica, pensamento lógico e capacidade de tomar decisões baseadas em dados (BRASIL, 1997).

A BNCC, enfatiza a importância da coleta e análise de dados, bem como a utilização de gráficos e tabelas para representar e interpretar informações, e os professores podem desenvolver atividades lúdicas e divertidas que envolvam a aplicação de conceitos estatísticos, como jogos de sorte e probabilidade, ou projetos interdisciplinares que envolvam estas habilidades em diferentes áreas.

Ademais, a BNCC (2018) destaca a inclusão de conceitos como média, mediana e moda, enfatizando o ensino lúdico e contextualizado para promover habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Dentro desse contexto, é pertinente destacar habilidades específicas dentro da unidade temática, Probabilidade e Estatística, delineadas para o ensino de matemática, conforme descrito no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - Unidade Temática, Objetivo de conhecimento e Habilidades de Matemática do 2º ano da BNCC

1º ano do Ensino Fundamental		
Probabilidade e Estatística	Noção de acaso.	(EF01MA20) Classificar eventos envolvendo o acaso, tais como “acontecerá com certeza”, “talvez aconteça” e “é impossível acontecer”, em situações do cotidiano.
	Leitura de tabelas e de gráficos de colunas simples.	(EF01MA21) Ler dados expressos em tabelas e em gráficos de colunas simples.
	Coleta e organização de informações. Registros pessoais para comunicação de informações coletadas.	(EF01MA22) Realizar pesquisa, envolvendo até duas variáveis categóricas de seu interesse e universo de até 30 elementos, e organizar dados por meio de representações pessoais.
2º ano do Ensino Fundamental		
Probabilidade e Estatística	Análise da ideia de aleatório em situações do cotidiano	(EF02MA21) Classificar resultados de eventos cotidianos aleatórios como “pouco prováveis”, “muito prováveis”, “improváveis” e “impossíveis”.
	Coleta, classificação e representação de dados em tabelas simples e de dupla entrada e em gráficos de colunas	(EF02MA22) Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima.

		(EF02MA23) Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.
3º ano do Ensino Fundamental		
Probabilidade e Estatística	Análise da ideia de acaso em situações do cotidiano: espaço amostral	(EF03MA25) Identificar, em eventos familiares aleatórios, todos os resultados possíveis, estimando os que têm maiores ou menores chances de ocorrência.
	Leitura, interpretação e representação de dados em tabelas de dupla entrada e gráficos de barras	(EF03MA26) Resolver problemas cujos dados estão apresentados em tabelas de dupla entrada, gráficos de barras ou de colunas. (EF03MA27) Ler, interpretar e comparar dados apresentados em tabelas de dupla entrada, gráficos de barras ou de colunas, envolvendo resultados de pesquisas significativas, utilizando termos como maior e menor frequência, apropriando-se desse tipo de linguagem para compreender aspectos da realidade sociocultural significativos.
	Coleta, classificação e representação de dados referentes a variáveis categóricas, por meio de tabelas e gráficos	(EF03MA28) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas em um universo de até 5 elementos, organizar os dados coletados utilizando listas, tabelas simples ou de dupla entrada e representá-los em gráficos de colunas simples, com e sem uso de tecnologias digitais.
4º ano do Ensino Fundamental		
Probabilidade e Estatística	Análise de chances de eventos aleatórios	(EF04MA26) Identificar, entre eventos aleatórios cotidianos, aqueles que têm maior chance de ocorrência, reconhecendo características de resultados mais prováveis, sem utilizar frações.
	Leitura, interpretação e representação de dados em tabelas e de dupla entrada, gráficos de colunas simples e agrupadas, gráficos de barras e colunas e gráficos pictóricos	(EF04MA27) Analisar dados apresentados em tabelas simples ou de dupla entrada e em gráficos de colunas ou pictóricos, com base em informações das diferentes áreas do conhecimento, e produzir texto com a síntese de sua análise.

	Diferenciação entre variáveis categóricas e variáveis numéricas. Coleta, classificação e representação de dados de pesquisa realizada.	(EF04MA28) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas e organizar dados coletados por meio de tabelas e gráficos de colunas simples ou agrupadas, com e sem uso de tecnologias digitais.
5º ano do Ensino Fundamental		
Unidade Temática	Objeto de Conhecimento	Habilidades
Probabilidade e Estatística	Espaço amostral: análise de chances de eventos aleatórios	(EF05MA22) Apresentar todos os possíveis resultados de um experimento aleatório, estimando se esses resultados são igualmente prováveis ou não
	Cálculo de probabilidade de eventos equiprováveis	(EF05MA23) Determinar a probabilidade de ocorrência de um resultado em eventos aleatórios, quando todos os resultados possíveis têm a mesma chance de ocorrer (equiprováveis).
	Leitura, coleta, classificação interpretação e representação de dados em tabelas de dupla entrada, gráfico de colunas agrupadas, gráficos pictóricos e gráfico de linhas	(EF05MA24) Interpretar dados estatísticos apresentados em textos, tabelas e gráficos (colunas ou linhas), referentes a outras áreas do conhecimento ou a outros contextos, como saúde e trânsito, e produzir textos com o objetivo de sintetizar conclusões. (EF05MA25) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas, organizar dados coletados por meio de tabelas, gráficos de colunas, pictóricos e de linhas, com e sem uso de tecnologias digitais, e apresentar texto escrito sobre a finalidade da pesquisa e a síntese dos resultados.

Fonte: Brasil (2018).

Observa-se que, conforme a BNCC, a interpretação mais aprofundada de gráficos e tabelas se consolida a partir do 3º ano do Ensino Fundamental, quando se espera que os alunos sejam capazes de ler, interpretar e resolver problemas com base em diferentes representações de dados.

No entanto, é importante destacar que, já nos anos iniciais, especialmente no 2º ano, essa competência é introduzida de forma antecipada por meio de propostas didáticas presentes

em materiais curriculares, como os Projetos Integradores, e de formações específicas voltadas à Educação Estatística.

Ainda que, a BNCC não explicita diretamente essa expectativa para o 1º e 2º ano, a prática pedagógica, orientada por recursos didáticos e ações formativas, proporciona aos alunos a realização de atividades que envolvem a leitura, análise e comparação de informações em gráficos simples, favorecendo, desde cedo, o desenvolvimento de habilidades associadas à Alfabetização Científica e à compreensão de dados em contextos cotidianos.

Contudo, entre essas habilidades, é preocupante notar que os estudantes têm dificuldades em interpretar gráficos e compreender as suas informações. Uma das principais causas deste problema.

Segundo Guimarães (2013), uma das causas para as dificuldades dos estudantes em interpretar gráficos é a falta de foco numa abordagem prática e concreta, com os professores frequentemente concentrando-se em conceitos teóricos de forma abstrata, sem conexão com a resolução de problemas reais. No entanto, superar essa barreira transcende a mera técnica de leitura; trata-se de desenvolver uma competência estatística mais ampla e crítica. Nesse sentido, a autora argumenta que

(...) ser estatisticamente competente significa ser crítico em relação à informação veiculada através de conteúdos estatísticos. Para isso, é preciso conhecer sobre os dados, como interpretá-los, aprender a colocar perguntas críticas e refletidas acerca do que é apresentado, ou seja, saber se os dados coletados são confiáveis e representativos da amostra (Guimarães, 2013, p. 4).

Dessa forma, a interpretação de gráficos e tabelas – habilidade crucial não só para a Estatística, mas para todas as áreas do conhecimento – revela-se como um componente fundamental desse letramento crítico. Essa visão é consolidada pela compreensão da natureza singular do raciocínio estatístico, que, conforme elucidam Guimarães (2013)

Em um raciocínio estatístico os dados são vistos como números em um contexto que são a base para a interpretação dos resultados. Apesar de utilizarmos conceitos matemáticos para resolver os problemas estatísticos, estes não são limitados por aqueles, o fundamental nos problemas estatísticos é que pela sua natureza, não têm uma solução única e não podem ser avaliados como totalmente errados ou certos, devendo ser avaliados pela qualidade do raciocínio e a adequação dos métodos utilizados nos dados existentes (Guimarães, 2013, p. 4).

Diante dessa compreensão, torna-se claro que a interpretação de gráficos – habilidade crucial não só para a Estatística, mas para todas as áreas do conhecimento – vai além de uma técnica isolada, revelando-se como um componente fundamental do letramento crítico. Para desenvolver essa competência complexa, que envolve análise, comparação e interpretação de informações, é fundamental que os professores oportunizem um ensino frequente com gráficos,

por meio de exemplos significativos e contextualizados, permitindo que os alunos construam essas habilidades de forma progressiva e reflexiva.

Na concretização desse ensino significativo, segundo Campos, Wodewotzki e Jacobini (2013), reforçam que, para ensinar a interpretação de gráficos, é fundamental que o professor forneça exemplos concretos e relevantes, utilizando atividades e jogos que estimulem a leitura e interpretação de gráficos, tornando o processo mais lúdico e interessante para sua prática em sala de aula. Para Friolani (2007)

As experiências pessoais ao longo de todo o processo de ensino são indispensáveis para que os alunos sejam capazes de desenvolver o pensamento crítico, a fim de questionar, analisar e interpretar dados, a partir de fontes exteriores.

Sendo a Estatística uma ciência de análise de dados que se utiliza da Matemática para compreender e interpretar o mundo que nos rodeia, seu ensino contribui para a formação de indivíduos críticos e atuantes na sociedade em que vivemos (Friolani, 2007, p. 14).

A perspectiva de Friolani (2007) vai ao encontro da fundamentação teórica que embasa esta pesquisa. Ao destacar a necessidade de experiências pessoais e a formação de um cidadão crítico e atuante, o autor vincula o ensino da Estatística a um propósito social mais amplo. Esta visão complementa o modelo de Raciocínio Estatístico de Garfield e Gal (1997), fornecendo a razão de ser para o desenvolvimento das habilidades por eles elencadas. Nesse sentido, Friolani (2007) elenca uma série de argumentos essenciais para o ensino da disciplina:

- Habilidades de pensamento crítico: A Estatística ensina aos alunos a analisar e interpretar dados, o que ajuda a desenvolver habilidades de pensamento crítico e raciocínio lógico;
- Tomada de decisões baseadas em dados: A Estatística permite aos alunos aprender a tomar decisões baseadas em dados, o que é uma habilidade valiosa em muitos campos, incluindo a saúde, a tecnologia, a economia e a política;
- Compreensão da variabilidade: A Estatística ajuda a entender como a variabilidade afeta os resultados e como avaliar a confiança em conclusões baseadas em dados;
- Preparação para a vida adulta: A Estatística é uma parte importante da vida cotidiana e é usada em muitas profissões. Ensinar estatística prepara os alunos para a vida adulta e para serem cidadãos informados;
- Interdisciplinaridade: A Estatística é aplicável a muitas disciplinas e pode ser ensinada de forma interdisciplinar, o que pode tornar o ensino mais interessante e significativo para os alunos.

Desse modo, a unidade temática Probabilidade e Estatística preconiza uma aproximação com os problemas da vida cotidiana, que são frequentemente sistematizados e analisados por meio de gráficos e tabelas. Essa abordagem tem como objetivo central o desenvolvimento do letramento estatístico.

Conceituado de forma fundante por Wallman (1993, p. 1) como 'a habilidade de compreensão e avaliação crítica de resultados estatísticos presentes no nosso cotidiano, contribuindo nas tomadas de decisões profissionais e pessoais', o letramento estatístico se consolida, assim, como uma competência essencial para a navegação crítica em uma sociedade orientada por dados.

Esse conceito é ampliado por Cazorla e Utsumi (2010), que detalham o letramento estatístico como a habilidade de compreender, aplicar e avaliar criticamente conceitos estatísticos em situações reais. Para os autores, essa competência se desdobra concretamente na capacidade de: ler, interpretar e produzir informações estatísticas; avaliar criticamente as informações estatísticas veiculadas na mídia e no cotidiano.

Iddo Gal (2002) enfatiza a importância dos conhecimentos básicos de estatística como uma capacidade essencial para os cidadãos em sociedades repletas de informações. Nesta era da informação, somos constantemente bombardeados com dados e estatísticas provenientes de várias fontes, como mídia, pesquisas, relatórios governamentais e estudos científicos. Portanto, entender os conceitos fundamentais de estatística é crucial para lidar de forma crítica e informada com a quantidade significativa de informações que nos cercam.

Ao dizer que os conhecimentos básicos de estatística são “uma capacidade essencial”, o autor destaca que essa habilidade não é apenas desejável, mas também necessária para a participação efetiva na sociedade moderna. A falta de compreensão estatística pode tornar os indivíduos vulneráveis a erros, manipulação de dados e interpretações incorretas, o que pode levar a decisões equivocadas tanto no âmbito pessoal quanto profissional.

Em concordância com os autores Wallman (1993) e Gal (2002), ressaltamos que o letramento estatístico, adquirido por meio de uma abordagem interdisciplinar no 2º ano do Ensino Fundamental, estabelece as bases fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio estatístico em níveis mais avançados de educação e ao longo da vida dos alunos.

Para Garfield e Gal (1997), o raciocínio estatístico, é uma habilidade de usar conceitos e métodos estatísticos para solucionar problemas, tomar decisões e compreender fenômenos complexos, como também a capacidade de identificar problemas que podem ser resolvidos com dados e estatísticas, coletar e organizar dados de maneira apropriada, aplicar métodos

estatísticos para analisar os dados e interpretar os resultados para responder às perguntas de interesse.

O raciocínio estatístico, como uma habilidade mais aprofundada, aprimora a capacidade de identificar questões que exigem análise quantitativa, interpretar resultados com rigor e comunicar efetivamente informações estatísticas para uma variedade de públicos.

Silva e Castro (2023) destacam a inter-relação entre o letramento, o raciocínio e o pensamento estatísticos. As autoras também destacam que a construção (e não apenas a interpretação) de tabelas e gráficos desempenha um papel importante para a compreensão e desenvolvimento do Pensamento Estatístico. Essa afirmação é relevante e sugere que esses três elementos estão intrinsecamente ligados na formação de uma compreensão sólida da Estatística e da capacidade de interpretar e analisar dados de forma significativa.

Segundo as autoras é possível inferir que

Apesar de uma das competências da BNCC ser voltada ao enfrentamento de situações-problema em múltiplos contextos, expressar respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito, o ensino da estatística hoje, por vezes é limitado à observação passiva de informações compartilhadas, nem sempre referenciadas. Tais pontos chocam com a proposta da BNCC de favorecer uma análise crítica por parte dos estudantes de dados que são consumidos diariamente (Silva e Castro, 2023, p. 14).

Deste modo, para desenvolver um alto nível de letramento estatístico, é preciso ter um bom raciocínio e pensamento estatísticos. O raciocínio estatístico permite que as pessoas façam perguntas apropriadas sobre os dados que estão enfrentando, enquanto o pensamento estatístico ajuda a orientar a análise e a interpretação desses dados de maneira significativa.

Ademais, o letramento estatístico estabelece uma sólida base para o desenvolvimento contínuo do raciocínio estatístico, capacitando os alunos a enfrentar o mundo com uma perspectiva informada e crítica, onde a estatística se torna uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões e a compreensão dos fenômenos complexos que permeiam a sociedade contemporânea.

Considera-se que a habilidade de raciocínio estatístico possui uma natureza intrinsecamente interdisciplinar, pois transcende as fronteiras das ciências estatísticas e se estende a uma variedade de campos do conhecimento.

Desta forma, a interdisciplinaridade enriquece o raciocínio estatístico, permitindo a abordagem holística dos fenômenos e incentivando uma colaboração mais ampla e aberta entre os campos do conhecimento, visto que, o diálogo entre a Estatística e outras disciplinas fortalece a capacidade de enfrentar desafios complexos, possibilitando a identificação de problemas reais e a formulação de soluções mais efetivas e embasadas em evidências.

Segundo Wild e Pfannkuch (1999), destacam-se a importância substancial do desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico e do letramento estatístico para resolver problemas do mundo real. Esses elementos são considerados essenciais para o aprendizado, desta forma, os autores propuseram um modelo composto por quatro dimensões, com o objetivo de auxiliar os alunos na organização dos elementos necessários para o desenvolvimento do pensamento estatístico durante a resolução de problemas.

Esse modelo engloba um ciclo investigativo, tipos de pensamento, um ciclo interrogativo e disposições, todos contribuindo para caracterizar e identificar os processos envolvidos na resolução de problemas estatísticos. Esses processos são apoiados por modelos e ferramentas de pensamento, que são fundamentais desde a formulação até as conclusões do problema em questão. Na Figura 1, apresenta-se as quatro dimensões do esquema do pensamento Estatístico.

Figura 1 - Esquema do Pensamento Estatístico

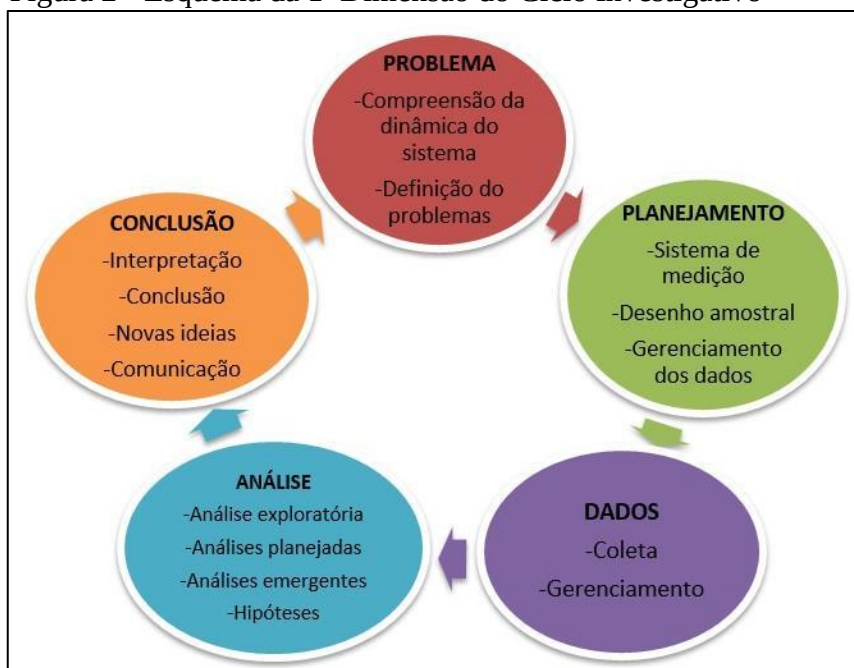


Fonte: Moraes (2006, p.31).

Na primeira dimensão desse modelo está o Ciclo Investigativo, que engloba a definição do problema e a coleta de dados estatísticos, considerando sua variação. Considerando o nível de escolaridade dos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, espera-se que eles alcancem apenas essa primeira dimensão, podendo, em alguns casos, avançar para a segunda dimensão.

Dentro desse ciclo investigativo, os autores Wild e Pfannkuch (1999) propõem um conjunto de cinco etapas chamado PPDAC - Problema, Plano, Dados, Análise e Conclusão, que os alunos devem seguir sequencialmente, como representado em um esquema visual na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Esquema da 1ª Dimensão do Ciclo Investigativo



Fonte: Wild e Pfannkuch (1999, p. 226).

Conforme o esquema proposto, a primeira dimensão do Ciclo Investigativo, representada pelas etapas Problema, Plano, Dados, Análise e Conclusões (PPDAC) conforme Wild e Pfannkuch (1999), é considerada a dimensão mais ampla do pensamento e desempenha um papel crucial na formulação do problema em uma determinada situação.

Na segunda dimensão, conforme descrito de forma semelhante por Gal (2002) e retomado por Wild e Pfannkuch (1999), os autores exploram as categorias de pensamento que vão desde o nível geral até o individual. Este pensamento geralmente deve ser estratégico, explicativo, modelador e procedimental ou técnico, enquanto o pensamento específico inclui a aplicação dos dados, a interpretação de sua variação, o uso de modelos estatísticos, o conhecimento estatístico e a compreensão do contexto.

Para entender esses elementos que compõem o pensamento estatístico, conforme proposto na segunda dimensão do modelo PPDAC, recorreremos às definições de Moraes (2006), começando pelo pensamento estratégico e explicativo. O pensamento estratégico, conforme Moraes (2006), envolve o planejamento e a antecipação do problema com uma compreensão limitada da prática, enquanto o pensamento explicativo busca descrever um contexto ou situação.

Observou-se, assim, que o pensamento estratégico e explicativo são fases iniciais que se complementam, permitindo que os alunos antecipem ideias e técnicas adequadas para sua

pesquisa. No pensamento de modelagem, os alunos constroem e tentam representar a realidade dos dados da pesquisa de acordo com sua perspectiva, utilizando-se de outro tipo de pensamento, o procedimental ou técnico, relacionado às técnicas, mecanismos e estratégias envolvidos na resolução de problemas.

No entanto, é crucial reconhecer que as decisões não devem ser tomadas exclusivamente com base em experiências pessoais. A necessidade de dados oferece uma oportunidade para identificar informações concretas para seu devido tratamento. Na transcrição de dados, um tipo específico de pensamento, que se aproxima mais da Estatística, os alunos representam os dados para facilitar sua compreensão.

A variabilidade, considerada o cerne do pensamento estatístico conforme Wild e Pfannkuch (1999), é transmitida através dos dados, os quais são interpretados dentro de um contexto que instiga o aluno a pensar estatisticamente, buscando padrões para orientar as decisões durante a investigação, especialmente diante das incertezas que essa variabilidade pode apresentar.

Segundo Wild e Pfannkuch (1999), os modelos do pensamento estatístico empregados por meio de gráficos, tabelas e outras representações mais complexas para explicar, prever e interpretar dados dentro de um contexto, sintetizando as informações obtidas. O conhecimento do contexto e a síntese representam o último elemento do pensamento estatístico, fornecendo ao aluno uma visão das informações dentro de um contexto que é fundamental para a progressão do pensamento estatístico.

Essas definições das categorias de pensamento geral e específico na segunda dimensão, conforme estabelecido por Morais (2006), destacam que o pensamento geral requer estratégias e técnicas para obter e analisar dados de forma adequada, enquanto o pensamento específico avança desde a seleção da melhor representação aplicada à situação até a interpretação de padrões na variação dos dados e a tomada de decisões.

As terceira e quarta dimensões, por envolverem análises mais aprofundadas dos dados, não são recomendadas para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Portanto, este estudo se concentra apenas nas duas primeiras dimensões e adota o esquema PPDAC de Wild e Pfannkuch (1999), juntamente com os níveis de letramento de Watson e Callingham, como estratégias de ensino para os conteúdos abordados.

É nesse cenário que as propostas apresentadas por Cazorla *et al.*, (2017) se inserem, ao sugerirem que a prática da Educação Estatística nos anos iniciais seja realizada nos moldes da

investigação científica, permitindo aos alunos vivenciarem todas as fases de um processo investigativo:

a) Problematização da Pesquisa: Nesta fase, os alunos, a partir de observações sistemáticas de fenômenos sociais, culturais ou naturais, são incentivados a formular perguntas de pesquisa que façam sentido em seu contexto, favorecendo o desenvolvimento de uma postura investigativa e crítica.

b) Planejamento da Pesquisa: Definido o problema, os alunos aprendem a escolher as variáveis relevantes, definir a população a ser estudada e elaborar instrumentos de coleta de dados, vivenciando procedimentos relacionados ao planejamento metodológico da pesquisa.

c) Execução da Pesquisa: Nesta etapa, os estudantes realizam a coleta de dados e, posteriormente, seu tratamento, por meio da organização dos dados coletados e da construção de tabelas e gráficos. É nesse momento que conceitos estatísticos são mobilizados de forma prática e contextualizada, favorecendo a análise crítica das informações obtidas (Cazorla; Santana, 2010).

A identificação do problema é a fase inicial e uma das mais importantes no processo de investigação estatística, especialmente quando aplicada aos anos iniciais do Ensino Fundamental. Segundo Cazorla *et al.*, (2017), a curiosidade natural da criança deve ser o ponto de partida para essa etapa, uma vez que, desde muito cedo, ela busca compreender o mundo por meio de questionamentos como: "Por que o céu é azul?", "As meninas sentem medos diferentes dos meninos?", ou "O Brasil vai ser campeão da Copa do Mundo?"

A partir desses questionamentos, o professor poderá estimular o desenvolvimento do pensamento investigativo, orientando os alunos a transformar dúvidas cotidianas em questões de pesquisa. Esse processo favorece não apenas o raciocínio lógico, mas também a postura crítica e a construção de hipóteses, contribuindo diretamente para o letramento estatístico e a alfabetização científica dos estudantes.

O problema, também denominado de questão de pesquisa, deve ser formulado de modo a permitir que os alunos se envolvam ativamente na investigação, propondo hipóteses e buscando respostas por meio da coleta e análise de dados. Como ressaltam as autoras, “aguçar a identificação das dúvidas tem, portanto, um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento estatístico das crianças” (Cazorla *et al.*, 2017, p. 20).

Além disso, a escolha do problema deve considerar fatores didáticos e pedagógicos, como a genuinidade da questão, a motivação dos alunos, a complexidade do tema em relação à faixa etária, o tempo disponível e os conhecimentos prévios dos estudantes. O problema precisa

ser significativo e viável, permitindo a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, o que favorece uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

Desta forma, cabe ao professor estimular a observação sistemática dos fenômenos e o delineamento de experimentos, mantendo vivo o espírito investigativo inato à criança, que muitas vezes se perde ao longo da escolarização formal. Assim, o trabalho com a identificação do problema não apenas inicia a prática investigativa, mas também fortalece a capacidade dos alunos de interpretar criticamente os fenômenos ao seu redor e tomar decisões fundamentadas em evidências (Cazorla *et al.*, 2017).

Após a formulação do problema de pesquisa, a etapa seguinte no processo de investigação científica é o levantamento de hipóteses. Esse momento é fundamental para direcionar a busca por respostas e organizar a coleta e análise dos dados. De acordo com Cazorla *et al.*, (2017) estimular os estudantes a formular hipóteses significa incentivá-los a fazer suposições fundamentadas, baseadas em suas observações e conhecimentos prévios, o que contribui para a construção de uma postura investigativa e crítica frente aos fenômenos observados.

Durante essa fase, os alunos são convidados a refletir sobre possíveis respostas às questões de pesquisa, considerando as causas e consequências dos fenômenos em análise. O professor, por sua vez, desempenha um papel mediador, orientando a turma a diferenciar hipóteses plausíveis de meras opiniões sem base empírica, favorecendo a compreensão de que a ciência trabalha com evidências e não com achismos.

Ademais, essa etapa permite que as crianças desenvolvam competências relacionadas à argumentação e à tomada de decisões informadas, uma vez que precisarão justificar suas hipóteses e pensar criticamente sobre as informações disponíveis. Como reforçam as autoras Cazorla *et al.*, (2017, p. 24), “Hipótese é uma afirmativa elaborada e que será colocada à prova, de maneira que poderá ser rejeitada ou não”.

Após a definição do problema e o levantamento das hipóteses, a etapa de planejamento da pesquisa se torna essencial para garantir a coerência e a viabilidade do processo investigativo. Segundo o Cazorla *et al.*, (2017), essa fase exige a definição clara da população a ser investigada, o que pode se dar por meio de um censo — quando todos os elementos da população são considerados — ou por amostragem, caso apenas uma parte seja analisada.

Outro aspecto importante do planejamento envolve a seleção adequada das variáveis que serão estudadas, ou seja, as características dos elementos da população que irão permitir responder às questões de pesquisa. É fundamental que as variáveis sejam bem definidas e

caracterizadas, pois isso determina o tipo de tratamento estatístico que será aplicado posteriormente. Conforme destaca Cazorla *et al.*, (2017), é crucial uma definição clara e precisa dessas variáveis, bem como sua caracterização, o que determina o tipo de tratamento estatístico a ser utilizado.

Ainda nessa etapa, os alunos, orientados pelo professor, devem colaborar na elaboração dos instrumentos de coleta de dados, pensando em como as informações serão obtidas para responder às hipóteses formuladas. Este momento é de grande relevância pedagógica, pois favorece o desenvolvimento de habilidades relacionadas à organização de um processo científico e à compreensão crítica das etapas necessárias para uma investigação baseada em dados.

Com o problema formulado, as hipóteses levantadas e o planejamento delineado, a etapa de execução da pesquisa representa o momento de colocar em prática a coleta de dados e dar início ao tratamento das informações obtidas. Segundo Cazorla e Santana (2010), essa fase exige uniformidade nos procedimentos, para garantir que todos os alunos compreendam e sigam os mesmos critérios ao registrar os dados, assegurando consistência e confiabilidade ao processo investigativo.

Durante a coleta, os estudantes vivenciam a construção de tabelas, gráficos e outras representações, aplicando conceitos estatísticos de forma prática. A proposta é que o tratamento dos dados seja feito coletivamente, permitindo discussões sobre a escolha das melhores estratégias de organização e representação, a análise dos resultados e a verificação das hipóteses levantadas inicialmente. Esse momento oferece ricas oportunidades para desenvolver o pensamento crítico, o trabalho colaborativo e o respeito às diferentes interpretações e leituras dos dados.

Além disso, a execução da pesquisa cria condições para que os alunos reconheçam a utilidade da Estatística no cotidiano escolar e social, percebendo a relevância de dados como elementos essenciais na tomada de decisões. A abordagem investigativa nesse momento consolida a integração entre ensino e pesquisa, característica fundamental para a promoção da alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A fase de coleta de dados é um momento crucial no processo de investigação estatística, pois permite aos estudantes buscar as informações necessárias para responder às questões formuladas na etapa de problematização. De acordo com Cazorla *et al.*, (2017), essa atividade deve ser cuidadosamente planejada, envolvendo desde a definição da população e das fontes de dados até a escolha dos instrumentos mais adequados para a coleta das informações.

Na sequência, os dados podem ser, segundo Cazorla *et al.*, (2017), representados graficamente por meio de gráficos de barras, de setores, de linhas ou de barras duplas, conforme a natureza dos dados e o objetivo da análise. Esses recursos visuais auxiliam no desenvolvimento do pensamento crítico e na interpretação das informações, proporcionando aos alunos a vivência prática dos conceitos estatísticos.

Além das representações gráficas, o tratamento dos dados também contempla o cálculo de medidas estatísticas, como moda, média aritmética, mediana, amplitude total e ponto médio. A introdução dessas medidas deve considerar a complexidade dos conceitos e a faixa etária dos estudantes, possibilitando que a compreensão ocorra de forma gradual e significativa.

Embora as concepções de Educação Estatística e os saberes profissionais necessários para sua prática estejam cada vez mais delineados, ainda persistem fragilidades específicas no processo formativo dos professores pedagogos no que tange à apropriação dos conhecimentos estatísticos. Compreender essas limitações é essencial para analisar como tais lacunas impactam a prática docente nos anos iniciais e quais desafios precisam ser superados para a efetiva inserção da Estatística no contexto escolar.

Apesar dos avanços normativos, estudos apontam desafios na implementação efetiva da Educação Estatística nas escolas. Entre os principais obstáculos estão a formação insuficiente dos professores para abordar conteúdos estatísticos de maneira significativa e a carência de materiais didáticos que promovam atividades investigativas e contextualizadas.

Essas limitações impactam diretamente na qualidade do ensino de Estatística, especialmente nos anos iniciais, onde a construção de fundamentos sólidos é essencial para o desenvolvimento do letramento estatístico e da alfabetização científica dos alunos (Giordano; Araújo; Coutinho, 2019).

Alves e Dias (2017), destacam a importância de uma abordagem ampla na formação de professores, que vai além do mero domínio do conteúdo a ser ensinado. Ela enfatiza a necessidade de considerar a dimensão epistêmica, disciplinar e pragmática, sugerindo que a formação docente deve abranger não apenas o conhecimento da matéria em si, mas também a compreensão do conhecimento pedagógico e das habilidades práticas necessárias para o ensino.

Além disso, Alves e Jucá (2019), ressaltam a necessidade de uma abordagem específica de formação e apoio aos professores, reconhecendo-os como profissionais que desempenham um papel crucial na educação e no desenvolvimento da sociedade. A formação de professores pedagogos é um tema central nas discussões educacionais contemporâneas, visto que estes

profissionais desempenham um papel fundamental na construção de uma sociedade mais justa e igualitária por meio da educação.

Nesse contexto, pesquisas voltadas para a formação desses educadores são de extrema importância, visto que, contribuem para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem, bem como a valorização da profissão. É uma das principais vertentes de pesquisa na área da formação de professores pedagogos está relacionada aos currículos e metodologias de ensino adotadas nas instituições de formação inicial e continuada.

O curso de Pedagogia, desde sua criação através do Decreto-Lei 1.190 de 04 de abril de 1939, passou por diversos movimentos na sua organização curricular, buscando expandir ou delimitar o campo de atuação dos licenciados e encontrar sua constituição e identidade. No entanto, tem sido alvo de críticas por parte de indivíduos da área da investigação científica, que afirmam que não possui uma identidade definida, especialmente devido à ausência de uma área específica em suas disciplinas curriculares.

Na história da Educação, em determinados momentos, os professores pedagogos, em sua formação acadêmica, sequer tinham acesso ao conhecimento e ao processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Matemática (Curi, 2004). Isso resulta em lacunas significativas no domínio de conceitos matemáticos fundamentais, o que impossibilita o desenvolvimento de habilidades práticas pelos pedagogos para ensinar a disciplina de forma eficaz.

Imbernón (2011) destaca a importância de uma formação inicial sólida, que englobe os âmbitos científico, cultural, contextual, psicopedagógico e pessoal, capacitando os futuros professores a assumir a tarefa educativa com reflexão, flexibilidade e rigor. No entanto, muitos cursos de Pedagogia apenas incluem esses conteúdos de forma implícita nas disciplinas relativas às metodologias de ensino da Matemática, conforme observado por Cazorla e Santana (2005).

Há uma clara inadequação no tratamento dessas áreas de conhecimento específicas, especialmente no ensino da Matemática nos Anos Iniciais, onde a formação inicial do pedagogo muitas vezes negligencia a preparação adequada. Para Cunha (2010), os dois elementos fundamentais para o trabalho docente em ensino de Matemática nos Anos Iniciais são o domínio do conteúdo e o domínio pedagógico do conteúdo.

A reflexão sobre o preparo insuficiente dos futuros professores para ensinar Matemática requer uma consideração mais aprofundada sobre a suficiência ou adequação na perspectiva dos pedagogos. Desenvolver metodologias e abordagens diferenciadas para estimular a compreensão dos conteúdos matemáticos é um dos maiores desafios dos pedagogos.

Diante das profundas transições na sociedade contemporânea, é crucial que os pedagogos acompanhem as tendências atuais de ensino, buscando conhecimentos para se atualizarem, como ressalta Curi (2004) sobre a demanda por conhecimento didático nos currículos de Matemática.

Sousa, Afonso e Borges (2024) destacam que os cursos de Pedagogia, em sua maioria, não contemplam de forma adequada conteúdos específicos da área, tampouco abordam metodologias didáticas voltadas para o ensino da Estatística de forma contextualizada e interdisciplinar. Essa lacuna compromete a construção de práticas pedagógicas que favoreçam o letramento estatístico e a formação de cidadãos críticos, capazes de analisar informações quantitativas no cotidiano.

Os autores apontam ainda que essa deficiência formativa está diretamente associada a uma abordagem tradicional, centrada na memorização de procedimentos e fórmulas, o que dificulta a inserção da Estatística em atividades investigativas e interdisciplinares nos anos iniciais (Sousa; Afonso; Borges, 2024).

O estudo de Barreto *et al.* (2022), realizado com licenciandos de Pedagogia e Matemática, mostrou que o conhecimento estatístico e o letramento foram os componentes mais frágeis entre os futuros docentes, mesmo nos últimos semestres da graduação. Segundo as autoras, “os cursos não conseguiram apoiar esses alunos no desenvolvimento de elementos do componente cognitivo, referente ao letramento estatístico” (Barreto *et al.*, 2022, p. 1131). Essa fragilidade compromete a capacidade dos professores de interpretar, representar e comunicar informações estatísticas de forma crítica e contextualizada — competências essenciais para o ensino da Estatística nos anos iniciais.

A formação inicial em Estatística nos cursos destinados aos professores dos anos iniciais ainda é caracterizada por abordagens superficiais, centradas em procedimentos e desarticuladas das práticas pedagógicas. Silva e Souza (2019) destacam que, nos cursos de Pedagogia, as poucas disciplinas que abordam conteúdos estatísticos são geralmente voltadas para aspectos técnicos, como Estatística Educacional ou Aplicada à Educação, sem contemplar dimensões didáticas específicas.

Essa lacuna repercute na insegurança dos futuros professores em ensinar conteúdos estatísticos, uma vez que “nenhuma dessas disciplinas contempla a Didática da Estatística, o que também não fica explícito na disciplina de Metodologia de Ensino da Matemática” (Cazorla, 2015, apud Silva; Souza, 2019, p. 4).

Os autores alertam ainda que, essa formação, quando existente, permanece centrada em aspectos procedimentais do cálculo, o que contribui para o distanciamento entre os licenciandos e o ensino da Estatística. Isso confirma a urgência de repensar os currículos da formação inicial para contemplar saberes estatísticos articulados ao cotidiano escolar e à prática docente.

A pesquisa de Conti *et al.* (2019), realizada com 37 cursos de instituições públicas da Região Sul do Brasil, evidencia que a presença da Estatística nas ementas curriculares é bastante tímida. Apenas 5 disciplinas (10,2%) foram classificadas como contemplando saberes estatísticos a ensinar e 12 (24,5%) como saberes para ensinar Estatística. Além disso, os termos relacionados à Estatística, como “aleatório”, “probabilidade” ou “gráficos”, aparecem majoritariamente em disciplinas voltadas à instrumentalização técnica, e não à prática pedagógica.

Como concluem os autores, “a formação do profissional que necessita trabalhar com esses conteúdos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ainda parece não ser a ideal [...] já que elementos que evidenciem sua presença nos currículos prescritos dos cursos de Pedagogia são tímidos nas ementas dos cursos analisados” (Conti *et al.*, 2019, p. 12). Essa lacuna afeta diretamente a capacidade dos futuros professores de desenvolver atividades significativas de letramento estatístico em sala de aula.

Mesmo diante das diretrizes curriculares que propõem o desenvolvimento da Estatística desde os anos iniciais, os cursos de Pedagogia ainda oferecem uma formação deficiente nesse campo, tanto em termos conceituais quanto didáticos. Silva e Souza (2016) mostram que essa deficiência decorre, em parte, da ausência de disciplinas específicas de Estatística nos currículos dos cursos de Pedagogia, o que leva os licenciandos a vivenciarem um processo formativo centrado apenas em conteúdos matemáticos tradicionais.

Teoria e prática, segundo Saviani (2008), se configuram como elementos indissociáveis no processo pedagógico, destacando a importância de uma abordagem que una conhecimento teórico e experiência prática para uma aprendizagem mais significativa. Por sua vez, Gadotti (2004) enfatiza que o pedagogo não deve ficar indiferente diante da realidade, mas sim intervir e aprender com ela, destacando a importância da atuação do pedagogo na construção de um profissional mais autônomo, criativo e aberto às complexas relações da docência.

As concepções apresentadas pelos pedagogos sobre conhecimento, ensino e aprendizagem da Matemática na contemporaneidade, incluindo o desenvolvimento de habilidades, representam um desafio diante da realidade dos alunos, como destaca D’Ambrósio (1996), ressaltando a importância de motivar os alunos para a ciência matemática.

Fiorentini (2008) destaca a necessidade de transformar o discurso em práticas efetivas, salientando a importância de produzir um discurso autêntico e sem ambiguidade, a partir de investigações e experiências concretas. Em relação à formação continuada dos profissionais da educação, o Plano Nacional de Educação (PNE) traz em sua meta 16, a necessidade de formação continuada e qualificação dos professores da educação básica, o que destaca a importância de esforços contínuos para melhorar a qualidade do ensino oferecido aos alunos.

Além disso, pesquisas sobre formação de professores pedagogos também exploram questões ligadas à identidade profissional, ao desenvolvimento pessoal e à construção de saberes docentes. Investigam-se os percursos formativos dos educadores, seus valores, crenças e concepções sobre educação, bem como as experiências que influenciam sua trajetória profissional, e são fundamentais para o desenvolvimento de práticas formativas mais reflexivas e contextualizadas, capazes de promover uma formação mais crítica e comprometida com os desafios da realidade educacional.

Outro campo de pesquisa relevante é aquele que investiga as relações entre teoria e prática na formação de professores pedagogos. Esses estudos buscam compreender como os conhecimentos teóricos são mobilizados e transformados em práticas pedagógicas significativas, capazes de promover o desenvolvimento integral dos alunos. Analisam-se os estágios supervisionados, as vivências em sala de aula e outras experiências práticas, buscando identificar os desafios e as potencialidades desses espaços formativos.

Apesar dos desafios, percebemos uma busca por mudanças e melhorias na formação inicial e na carreira docente dos professores, conforme evidenciado pela proposta da Base Nacional Comum para Formação de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), destacando a importância de uma formação mais qualificada e atualizada para os professores da Educação Básica.

Diante do exposto, compreender a relação entre o pedagogo e o ensino da Matemática requer uma abordagem integrada, que una teoria e prática, que esteja alinhada às demandas e desafios da sociedade contemporânea. Essa reflexão contínua é essencial para promover uma educação de qualidade e preparar os professores para os desafios do século XXI.

Diversos estudos têm evidenciado lacunas significativas na formação estatística dos professores pedagogos, tanto na formação inicial quanto na continuada. Em muitos cursos de Pedagogia, a Estatística aparece de forma marginal, com uma carga horária reduzida e geralmente ministrada por profissionais do campo da Estatística, sem articulação com a prática docente nos anos iniciais. Essa realidade compromete a construção de uma abordagem didático-

pedagógica da Estatística e reforça uma visão conteudista e matemática tradicional (Curi, 2004; Silva & Campos, 2016).

Segundo Batanero e Díaz (2010, p. 9) "*Teachers' mathematics knowledge plays a significant role in the quality of their teaching [...] many teachers unconsciously harbour a variety of probabilistic and statistical difficulties*". Para as autoras a formação de professores em Estatística é condição essencial para melhorar o ensino da disciplina nas escolas. Isso requer não apenas atualização técnica, mas também uma mudança nas práticas pedagógicas, com ênfase em contextos reais, pensamento crítico e colaboração entre áreas. Sem isso, as diretrizes curriculares continuarão a ser implementadas de forma superficial, perpetuando a ilusão de domínio estatístico nos estudantes.

O estudo fundamentado nos procedimentos metodológicos da História, conforme Araújo (2016), reforça essa constatação ao trazer os relatos da professora Cileda Coutinho, uma das precursoras da Educação Estatística no Brasil. A pesquisadora relata que a disciplina de Estatística nos cursos de licenciatura é comumente tratada com um "olhar matemático", com ênfase em fórmulas e procedimentos algébricos, desconsiderando suas dimensões investigativas e críticas. A própria ausência da Estatística nas diretrizes curriculares específicas das licenciaturas é apontada como um obstáculo à sua presença efetiva nos currículos de formação docente.

O estudo também aponta que essa abordagem tecnicista da Estatística contribui para a insegurança dos professores da Educação Básica, que frequentemente demonstram receio ou desinteresse por esse campo do conhecimento. Segundo Araújo (2016), essa condição é reflexo de uma formação que não reconhece a Estatística como ciência com especificidades próprias, tratando-a como um apêndice da Matemática escolar.

Além disso, o trabalho destaca a escassez de materiais didáticos voltados à prática pedagógica da Estatística nos anos iniciais, o que reforça a dificuldade dos professores em mobilizar estratégias de ensino significativas e contextualizadas. Como alerta a professora Cileda em seu relato citado anteriormente, a Estatística "precisa de um espaço próprio" na formação docente, por sua natureza epistemológica distinta e por seu potencial formativo no desenvolvimento do pensamento crítico.

Esse diagnóstico é corroborado pela revisão sistemática realizada por Silva e Castro (2023), que analisaram produções acadêmicas entre 2012 e 2022 sobre o ensino de Estatística no ciclo de alfabetização. Os autores apontam três fatores centrais que explicam as dificuldades enfrentadas na implementação da proposta da BNCC: (a) ausência de formação continuada

específica para o trabalho com conteúdos estatísticos; (b) elaboração de materiais didáticos que abordam esses conteúdos de forma superficial; e (c) escassez de pesquisas que evidenciem lacunas didáticas e epistemológicas na prática pedagógica cotidiana.

Ainda segundo as autoras, embora a BNCC (Brasil, 2017) defenda o ensino da Estatística desde os anos iniciais como meio de promover o pensamento crítico e a argumentação com base em dados, a realidade observada nas escolas ainda se aproxima de práticas expositivas, centradas na simples leitura de gráficos e tabelas, sem articulação com processos investigativos.

Deste modo, essa distância entre o prescrito e o realizado revela um desafio formativo que perpassa tanto a formação inicial quanto a prática continuada dos docentes. Como apontam Pontes e Castro (2021), muitos professores baseiam-se exclusivamente no livro didático e não têm acesso a propostas que integrem a Estatística à realidade vivida pelos alunos, tampouco a metodologias interdisciplinares e ativas.

Estudos de Schreiber e Porciúncula (2019), ao realizarem um mapeamento da produção científica na BDTD entre 2001 e 2017, identificaram 120 trabalhos que abordavam a Educação Estatística, mas apenas 11 voltados à formação de professores de Matemática. As autoras constataram que, apesar da crescente valorização da Estatística nos documentos oficiais e nos currículos escolares, os cursos de Licenciatura em Matemática ainda priorizam abordagens centradas em cálculos e fórmulas, com pouca atenção às dimensões pedagógicas do ensino estatístico.

Além disso, há uma clara desarticulação entre a formação matemática e a formação didática, dificultando o desenvolvimento de práticas interdisciplinares e investigativas. As categorias temáticas mais recorrentes nas teses analisadas envolveram o currículo da Licenciatura, as concepções de pesquisadores da área, estratégias de ensino como projetos e resolução de problemas, e a apropriação de conceitos estatísticos como variabilidade e medidas de dispersão. Os resultados reforçam a necessidade de propostas formativas que contemplem o letramento estatístico dos futuros professores e que incentivem práticas pedagógicas conectadas à realidade dos anos iniciais da Educação Básica.

Diante da trajetória histórica da Estatística e de sua consolidação como área essencial nos currículos escolares, observa-se que, embora as diretrizes oficiais e a produção acadêmica tenham avançado significativamente nas últimas décadas, persistem fragilidades na formação inicial dos professores pedagogos, especialmente no que diz respeito à apropriação de saberes estatísticos em sua dimensão didático-pedagógica.

As análises revelam que a formação oferecida nos cursos de Pedagogia ainda se mostra insuficiente para preparar os docentes a mobilizarem esses saberes de forma crítica, investigativa e interdisciplinar. Essa lacuna, amplamente evidenciada por pesquisas recentes, compromete a implementação de práticas significativas que favoreçam o letramento estatístico dos alunos nos anos iniciais. Ao refletirmos sobre a importância da interdisciplinaridade no ensino e as demandas cada vez mais complexas da educação contemporânea, surge a necessidade de explorarmos a relevância da formação continuada de professores pedagogos.

A interdisciplinaridade requer uma abordagem colaborativa entre diferentes disciplinas, e os professores precisam estar preparados para enfrentar esse desafio, adotando estratégias inovadoras e práticas pedagógicas eficazes. Coutinho destaca que

As pesquisas divulgadas no campo da Educação Estatística apontam para a necessidade de maiores estudos sobre materiais didáticos, sobre formação de professores para o ensino dos conteúdos relacionados a esse campo, para que se possa desenvolver adequadamente o letramento estatístico dos alunos (Coutinho, 2016, p. 258).

Nesse contexto, a formação continuada desempenha um papel crucial, fornecendo aos educadores as ferramentas necessárias para promover a integração dos conhecimentos, desenvolver habilidades pedagógicas atualizadas e enfrentar os desafios do ensino de Estatística articulada às outras áreas.

Segundo Nóvoa (2019), “Quando falamos de formação de professores, há uma pergunta decisiva: qual é e a quem pertence o conhecimento relevante e pertinente para formar um professor” (Nóvoa, 2019, p. 204).

O autor levanta uma questão fundamental sobre a formação de professores, ao questionar qual é o conhecimento relevante e pertinente para formar um professor. Essa ponderação está diretamente relacionada à importância da formação inicial dos professores, que fornece as bases necessárias para o exercício da docência.

No entanto, é na formação continuada que os professores têm a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos e habilidades, atualizando-se sobre novas metodologias e práticas pedagógicas.

A formação de professores constitui um processo contínuo e dinâmico. A formação inicial é essencial por estabelecer os fundamentos da prática docente, mas, como observa Imbernón (2011), raramente prepara o educador para aplicar metodologias inovadoras ou para conduzir mudanças significativas na sala de aula.

Nesse sentido, a formação continuada surge como um espaço fundamental de atualização, reflexão e desenvolvimento profissional.

Nóvoa (2019) destaca a importância de discutir “qual é e a quem pertence o conhecimento relevante para formar um professor”, apontando que a construção da profissionalidade docente exige mais do que domínio de conteúdos: requer a capacidade de reconfigurar saberes à luz das práticas.

Complementarmente, Tardif (2014) observa que a aprendizagem contínua permite que os professores desenvolvam competências para enfrentar os desafios do ensino contemporâneo.

Além disso, ao participar de formações, grupos de estudos e experiências colaborativas, os professores desenvolvem uma postura reflexiva sobre sua própria prática, conforme apontam Coutinho (2016) e Imbernón (2011). Como reforça o autor

O tipo de formação inicial que os professores costumam receber não oferece preparo suficiente para aplicar uma nova metodologia, nem preparo para aplicar métodos desenvolvidos teoricamente na prática de sala de aula. Além disso, não se tem a menor informação sobre como desenvolver, implantar e avaliar processos de mudança. E essa formação inicial é muito importante já que é o início da personalização, um período em que as virtudes, as rotinas, etc. são assumidos como processos usuais da profissão (Imbernón, 2011, p. 43).

Essa atitude favorece o planejamento de estratégias didáticas mais contextualizadas, a adaptação às necessidades dos estudantes e o fortalecimento da interdisciplinaridade no ensino. Assim, investir na formação continuada é também investir na qualidade do ensino e no protagonismo docente diante das demandas educacionais atuais.

Investir no aprimoramento profissional dos professores pedagogos fortalece suas práticas pedagógicas e amplia as possibilidades de promover uma abordagem interdisciplinar. Ao capacitá-los para compreender criticamente informações estatísticas e conduzir investigações científicas, a formação continuada contribui para uma educação de qualidade, mais conectada ao mundo real e às necessidades formativas dos alunos.

Um dos desafios centrais na formação de professores para o ensino de Estatística está relacionado à mobilização articulada de diferentes saberes profissionais — conceituais, pedagógicos e práticos — capazes de sustentar práticas didáticas significativas.

Silva e Souza (2019), em estudo com licenciandos dos anos iniciais, identificaram os chamados “Saberes Estatísticos”, entendidos como conhecimentos específicos sobre a construção, leitura e interpretação de gráficos, mobilizados tanto no campo da formação quanto no campo da prática pedagógica.

Os autores, ancorados nas categorias de Shulman (1986), Tardif (2002) e Gauthier *et al.* (1998), demonstram que o conhecimento do conteúdo estatístico precisa estar integrado ao conhecimento pedagógico do conteúdo e aos saberes experienciais dos futuros professores.

A pesquisa evidencia que atividades de formação que envolvem situações reais de coleta, organização e análise de dados — como votações, pesquisas sobre preferências e construção de gráficos com dados das próprias turmas — promovem a construção ativa desses saberes.

Além disso, os autores ressaltam que, ao serem confrontados com a necessidade de adaptar estratégias de ensino a diferentes faixas etárias, os licenciandos passaram a refletir sobre a função formativa da Estatística nos anos iniciais, ampliando sua compreensão sobre o papel da disciplina na formação cidadã e no desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

As concepções que os professores possuem sobre a Estatística, bem como os saberes que mobilizam em sua prática, são elementos centrais para compreender os desafios da sua inserção nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Oliveira Júnior e Vieira (2016), ao realizarem um estudo do tipo “estado da arte”, identificaram que muitos professores dos anos iniciais não reconhecem a Estatística como objeto de ensino, tampouco receberam formação suficiente sobre seus fundamentos e abordagens didáticas. Os autores destacam que elementos como formação, concepções, atitudes e experiências dos docentes influenciam diretamente na forma como esse conteúdo é trabalhado — ou ignorado — em sala de aula.

As pesquisas analisadas no estudo apontam que, mesmo com a presença da Estatística nos documentos oficiais desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a implementação efetiva desse conteúdo na prática cotidiana requer mais do que diretrizes: exige o reconhecimento de que o professor precisa desenvolver saberes específicos, incluindo o domínio conceitual, o conhecimento didático e a sensibilidade para conectar os dados à realidade dos estudantes. Essa perspectiva reforça a importância de formar o pedagogo para além da técnica, incluindo-o como mediador da leitura crítica do mundo por meio dos dados — uma função essencial à formação científica dos estudantes.

Ao discutir os saberes docentes mobilizados no ensino da Estatística, Corrêa (2012) identifica, a partir de pesquisa com professores de Matemática, três pilares fundamentais: a interdisciplinaridade, a resolução de problemas e o construtivismo. Embora o estudo tenha como foco o Ensino Médio, os fundamentos abordados dialogam diretamente com a proposta desta tese ao destacar que os saberes do professor que ensina Estatística não se limitam ao domínio de fórmulas e procedimentos.

Pelo contrário, envolvem a capacidade de articular conhecimentos de diversas áreas, propor situações significativas e contextualizadas para os estudantes e considerar os saberes prévios dos alunos como ponto de partida para a construção de novos significados.

Ancorada em autores como Tardif (2010), Gauthier *et al.* (2006) e Vygotsky (1978), a autora defende que o professor atua como mediador da aprendizagem e que seus saberes são construídos na prática, por meio da reflexão sobre a ação.

Essa concepção é central para repensar a formação dos professores pedagogos, especialmente no que se refere ao ensino de Estatística como ferramenta para o desenvolvimento do pensamento crítico e da leitura do mundo.

Assim, mesmo sendo anterior à BNCC, a pesquisa de Corrêa antecipa debates contemporâneos sobre a natureza interdisciplinar da Estatística e sua importância para uma educação científica emancipadora.

Ao trazer à tona esses fundamentos teóricos e desafios da formação docente, é possível perceber que o êxito na implementação de atividades interdisciplinares e projetos investigativos também depende da qualificação dos professores. A formação continuada aparece, assim, como ponte entre os referenciais teóricos e a prática educativa, oferecendo suporte para que os docentes planejem e executem atividades significativas que integrem Estatística e Ciências da Natureza de modo coerente com as demandas da sala de aula.

Além disso, é preciso compreender o papel da Pedagogia na atualidade, diante das exigências contemporâneas, e estar preparado para enfrentar os desafios que surgem em sala de aula.

Nesse sentido, o debate epistemológico é essencial para a construção de uma intervenção educativa que promova o desenvolvimento e abordagens do conceito de Estatística de forma efetiva. É importante considerar as argumentações e desafios que surgem na prática, justificando a necessidade de produzir práticas pedagógicas mais assertivas e que estejam diretamente ligadas as situações do cotidiano dos alunos.

Assim, torna-se indispensável refletir sobre os caminhos que possibilitem a articulação entre a Estatística e outras áreas do conhecimento, em especial as Ciências da Natureza, campo onde a leitura e interpretação de dados desempenham papel fundamental na construção da Alfabetização Científica.

Essa discussão será aprofundada na próxima seção, que trata da integração entre a Estatística e o ensino de Ciências da Natureza e suas implicações para a prática docente nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

3.2 Integração da Estatística ao Ensino de Ciências da Natureza

Esta seção explora os fundamentos teóricos e empíricos que sustentam a integração entre Estatística e Ciências da Natureza, analisando-os à luz da TAD. O objetivo é compreender como as restrições institucionais e as demandas pedagógicas moldam e limitam essa articulação.

A integração entre Estatística e Ciências da Natureza é, antes de tudo, uma exigência civilizacional (nível Civilização), conforme destacam documentos como a BNCC (2018) e a Agenda 2030 da UNESCO. Essas diretrizes reforçam que a alfabetização científica exige habilidades estatísticas para interpretar dados sobre mudanças climáticas, saúde pública e biodiversidade; e a interdisciplinaridade é um princípio pedagógico central, mas sua operacionalização enfrenta barreiras institucionais.

Nesse contexto, discute-se a necessidade de abordagens curriculares que favoreçam a transversalidade entre os saberes estatísticos e científicos, com base em princípios como a contextualização, a problematização e o uso de dados significativos para os alunos.

A literatura aponta que essa articulação pode contribuir para a formação de sujeitos mais críticos, capazes de interpretar informações, formular hipóteses, tomar decisões fundamentadas e compreender os fenômenos naturais com base em evidências. Tais discussões teóricas fundamentam a importância de integrar os campos da Estatística e das Ciências da Natureza desde os anos iniciais, como estratégia de fortalecimento da alfabetização científica.

A integração entre Estatística e Ciências da Natureza exige uma abordagem que vá além da simples justaposição de conteúdos, requerendo uma atitude interdisciplinar que reconheça a interdependência entre os saberes. Santos e Silva (2021 p. 145) evidenciam que a aprendizagem científica demanda a articulação com a linguagem matemática, a qual “passa a ser estruturante do pensamento científico, permitindo organizar o conhecimento”, reforçando a necessidade de um ensino que relacione lógica, interpretação de gráficos e análise de dados com os fenômenos investigados nas Ciências.

A pesquisa com estudantes de uma Licenciatura em Educação do Campo revelou que a ausência de domínio sobre conteúdos matemáticos básicos, como razão, proporção, porcentagem e interpretação de gráficos, “influi diretamente no raciocínio e resolução relacionados às questões de Física e da própria Matemática” (Docente 03, p. 151), comprometendo também a aprendizagem em Biologia e Química.

Essas constatações reforçam a importância de metodologias que articulem os saberes estatísticos e científicos de forma integrada e contextualizada. Projetos interdisciplinares com coleta e análise de dados reais, por exemplo, podem contribuir para superar as lacunas

apontadas, promovendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada às exigências da alfabetização científica. Assim, a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza não é apenas desejável, mas necessária para fortalecer o raciocínio lógico, a leitura crítica de dados e a compreensão dos fenômenos naturais.

Os autores apontam que a falta de compreensão matemática pode “exigir a interrupção da ementa [...] para explicar conhecimentos básicos” (Docente 01, p. 151), o que revela a urgência de se repensar as práticas didáticas de forma integrada.

Nesse sentido, os autores defendem que “a dificuldade dos estudantes da LEdoC em relação à Matemática Básica exige um tratamento interdisciplinar pois é um problema comum a diferentes disciplinas” (Santos & Silva, 2021, p. 154), indicando a necessidade de projetos e metodologias que promovam a interação entre Estatística e os conteúdos científicos, como forma de fortalecer a alfabetização científica e a permanência dos estudantes na Educação Superior.

A utilização de projetos interdisciplinares baseados em dados reais se mostra uma estratégia promissora para o ensino da Estatística em articulação com outras áreas do conhecimento, como as Ciências da Natureza, pois favorece a construção de significados e a aplicação prática dos conceitos estatísticos. Ferreira *et al.* (2013, p. 2102) evidenciam que a realização de projetos temáticos pelos alunos, com base em pesquisas de opinião, contribui para “minimizar o sentimento de aversão que os alunos sentem pela disciplina Estatística e visualizar a relevância da disciplina”.

Nesse modelo, os estudantes são incentivados a realizar todas as etapas de uma investigação, desde a elaboração dos questionários até a análise crítica dos dados coletados, vivenciando um processo ativo e investigativo. Segundo os autores, essa prática proporciona “um ambiente pedagógico no qual o estudante possa concomitantemente relacionar conceitos estatísticos curriculares com situações reais do seu cotidiano e, criticamente, envolver-se com investigações” (Ferreira *et al.*, 2013, p. 2104).

No estudo de Henriques e Oliveira (2021) relatam uma experiência didática com alunos do 8.º ano, baseada na tarefa “Uma experiência com peixes”, cujo objetivo era investigar, com base em dados simulados, a veracidade da afirmação de que “os peixes geneticamente modificados, ao crescerem, atingem o dobro do comprimento dos peixes normais” (p. 21).

Os autores destacam que “a realização de investigações estatísticas pelos alunos contribui quer para a compreensão da Estatística como um processo investigativo para resolver

problemas reais quer para explorar ideias chave deste domínio do conhecimento” (Henriques e Oliveira, 2021, p. 23).

Além disso, a atividade proporcionou uma rica discussão sobre variabilidade, representatividade das amostras e comparação de distribuições — conceitos estatísticos fundamentais que, ao serem abordados em contexto biológico, ganham significado e relevância para os estudantes. Essa abordagem revela o potencial formativo da Estatística quando ensinada de forma articulada com as Ciências, promovendo competências investigativas, argumentativas e críticas, tão necessárias à alfabetização científica.

A pesquisa de Skora (2012) apresenta uma proposta pedagógica que articulou conceitos estatísticos e conhecimentos científicos em torno da problemática ambiental do descarte de papel na escola. A atividade envolveu os estudantes na coleta diária da quantidade de papel descartado por turmas e setores da escola, seguida da pesagem e registro em tabelas, culminando na construção de gráficos, cálculos de média, estimativas e discussões sobre os impactos ambientais.

A escolha de temas ambientais como eixo estruturante para a integração entre Estatística e Ciências da Natureza se revela uma estratégia eficaz para desenvolver competências investigativas e ampliar a significação dos conteúdos escolares. Skora (2012) utilizou o problema da quantidade de papel descartado na escola como ponto de partida para uma sequência didática interdisciplinar que envolveu a coleta, o registro e a análise de dados ambientais.

Como afirma a autora, “o tema que foi usado como pretexto para a pesquisa dos alunos foi a quantidade de papel descartado pela escola no período da manhã” (Skora, 2012, p. 8), permitindo abordar simultaneamente conteúdos matemáticos e científicos em um contexto significativo. A atividade promoveu o uso de gráficos, tabelas, cálculos de médias, estimativas e introdução ao conceito de frações, sempre relacionados a dados reais e contextualizados, o que demonstra como os conceitos estatísticos podem ser mobilizados em situações autênticas e integradoras.

Além disso, a metodologia adotada baseou-se no ensino com pesquisa, com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem ativa e transformadora. A proposta culminou na produção de materiais de divulgação, oficinas de reciclagem e socialização dos resultados para a comunidade escolar, revelando que a integração entre Estatística e Ciências pode extrapolar os limites da sala de aula e contribuir efetivamente para a formação cidadã e crítica dos estudantes.

A prática revelou-se eficiente na promoção da motivação e do interesse dos alunos, além de possibilitar aprendizagens significativas. Como aponta a autora, “a integração entre o ensino da Matemática e de Ciências possibilita o enriquecimento curricular e aplicabilidade prática dos conhecimentos adquiridos na vida cotidiana” (Skora, 2012, p. 33 e 34), demonstrando que a Estatística, quando contextualizada em temas ambientais, pode contribuir decisivamente para o desenvolvimento da alfabetização científica desde os anos iniciais.

Ao incorporar a Estatística como uma unidade temática interdisciplinar, conectada ao ensino de Ciências da Natureza, os alunos serão incentivados a explorar questões científicas de maneira ativa e envolvente, aplicando conceitos estatísticos para coletar, organizar e analisar dados relevantes em diferentes experimentos. A integração entre Estatística e Ciências fornecerá uma base sólida para o desenvolvimento do pensamento científico, capacitando os estudantes a se tornarem indivíduos mais preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Contudo, a unidade temática, Probabilidade e Estatística, pode ser uma unidade complexa, com uma ampla gama de conceitos e técnicas que podem ser difíceis de entender para alguns alunos.

A interdisciplinaridade tem sido reconhecida como uma abordagem essencial para lidar com a complexidade do mundo contemporâneo, ao integrar saberes de diferentes áreas em torno de problemas reais e significativos.

Como destaca Morin (2000, 2007), essa visão mais ampla do conhecimento contribui para o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de resolver problemas complexos. Ao ultrapassar os limites disciplinares, os estudantes ampliam sua compreensão do mundo e desenvolvem habilidades transferíveis que os preparam para a vida em sociedade. Esse pensamento é aprofundado por Edgar Morin (2000), que defende a relevância social da interdisciplinaridade ao abordar problemas interconectados da sociedade.

A BNCC (Civilização) prevê que os alunos "analisem dados para compreender fenômenos naturais" (EF05MA20), mas os currículos escolares (Escola) segregam Estatística e Ciências em disciplinas estanques, reproduzindo uma lógica fragmentada criticada por Morin (2000). Essa contradição revela uma falha na transposição didática entre níveis hierárquicos.

Paulo Freire (1968), um dos defensores da importância da interdisciplinaridade no ensino, em sua obra “Pedagogia do Oprimido”, publicada originalmente em 1968, defende uma abordagem crítica e interdisciplinar da educação, que permita aos estudantes compreender as relações de poder na sociedade e desenvolver habilidades para transformá-la.

Freire (1968), argumenta que a educação deve ir além da mera transmissão de informações e conceitos isolados, buscando uma integração entre diferentes áreas do conhecimento e a vida cotidiana dos estudantes. Ademais, Freire (1968) defende a importância de uma pedagogia que permita a reflexão crítica sobre as condições sociais, políticas e econômicas da sociedade, e a ação transformadora sobre elas.

Para Fazenda (1998), no contexto escolar, a interdisciplinaridade ganha maior relevância quando vai além da simples busca por conexões entre os conteúdos das disciplinas. Ela envolve a interação entre professor e aluno, aluno e aluno, e escola e família, com o objetivo de atribuir significado aos conteúdos e relacioná-los com a realidade. Essa abordagem visa estabelecer uma relação mais estreita entre teoria e prática.

A autora, explora em seu texto a importância da interdisciplinaridade no campo da educação, ensino e formação de professores, destacando a necessidade de uma abordagem mais abrangente desse conceito. Ao contrário de uma visão simplista que considera a interdisciplinaridade apenas como a integração de disciplinas, e ainda argumenta que é necessário ampliar a compreensão desse conceito por meio de uma nova abordagem das ciências.

Portanto, a adoção da abordagem interdisciplinar no ensino, proporciona uma educação mais abrangente e alinhada às demandas contemporâneas, preparando os estudantes para serem cidadãos críticos, criativos e engajados com a sociedade. Dessa forma, a interdisciplinaridade no ensino, segundo Fazenda (1998, 2018) destaca que a interdisciplinaridade promove uma abordagem holística do conhecimento, contribui para a compreensão de questões sociais complexas, estimula a criatividade e inovação, desenvolve habilidades transferíveis como pensamento crítico e colaboração, e proporciona uma aprendizagem mais significativa ao aproximar os conteúdos da realidade dos alunos.

Esses motivos estão alinhados com a visão de Paviani (2005), que destaca a necessidade de um planejamento estratégico para as iniciativas interdisciplinares, e que segundo o autor,

(...) precisam ser planejadas, pois raramente obtêm resultados positivos quando conduzidas de modo impensado. Exigem uma ação estratégica que objetive as intenções. Os objetivos, as definições conceituais, os tipos de ação, o contexto institucional, tudo requer previsão. A integração, a cooperação e as inter-relações de conhecimentos dependem de procedimentos a serem adotados (Paviani, 2005, p. 63).

Do mesmo modo, o autor destaca a importância do planejamento das iniciativas interdisciplinares para obter resultados positivos. Ressalta ainda que, conduzir iniciativas de forma impensada raramente trará bons resultados e enfatiza a necessidade de adotar procedimentos adequados para facilitar a integração, a cooperação e as inter-relações entre os

diferentes conhecimentos envolvidos nas iniciativas interdisciplinares. Isso implica que uma abordagem estruturada e bem definida é fundamental para o sucesso dessas iniciativas. Portanto, é necessária uma ação estratégica com objetivos claros para alcançar as intenções desejadas.

Conforme Batanero, Garfield, Ottaviani e Truran (2000), os autores apontam que a abordagem dos conteúdos de Estatística e Probabilidade nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental apresentam desafios significativos para os professores. Essas áreas do conhecimento, essenciais para o desenvolvimento de habilidades matemáticas e a compreensão do mundo ao nosso redor, podem ser especialmente complexas de serem trabalhadas nessa etapa escolar.

Segundo Borba *et al.* (2011), uma das principais dificuldades encontradas pelos professores é a falta de familiaridade com os conceitos e métodos estatísticos e probabilísticos. Muitos professores não possuem formação específica nessa área e podem sentir-se inseguros ao abordar esses conteúdos em sala de aula. A falta de conhecimento e confiança pode levar a uma abordagem superficial ou evasiva desses temas, o que pode comprometer a aprendizagem dos alunos.

Por outro lado, o Ensino de Ciências da Natureza é uma área de conhecimento que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a formular perguntas, conduzir experimentos, coletar dados e tirar conclusões baseadas em evidências. Esta abordagem não apenas reflete o método científico, mas também promove habilidades investigativas e analíticas essenciais para a alfabetização científica.

Dessa forma, o ensino das Ciências da Natureza desempenha um papel crucial ao fornecer aos alunos as ferramentas e habilidades necessárias para enfrentarem desafios cotidianos. Ele promove o desenvolvimento de uma apreciação pela natureza e uma consciência ambiental, estimula a curiosidade em relação ao mundo natural e desperta o interesse pela pesquisa científica, fundamental para a compreensão desse contexto (Brasil, 2018).

Adicionalmente, é importante ressaltar a estreita relação entre o ensino das Ciências da Natureza e a abordagem de investigação científica. A aplicação dessa abordagem é uma das maneiras mais eficazes de ensinar as Ciências da Natureza, permitindo que os alunos se envolvam ativamente na exploração e no entendimento dos fenômenos naturais. Conforme Sasseron (2015),

[...] associado ao trabalho do professor e não apenas a uma estratégia específica, o ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de

investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (Sasseron, 2015, p. 58).

No contexto educacional atual, proporcionar uma formação abrangente e significativa aos alunos é um dos principais objetivos dos educadores e das instituições de ensino. Lopes (2010, p. 227) salienta que [...] a presença constante da Estatística no mundo atual tornou-a uma realidade na vida dos cidadãos, levando-o à necessidade de ensinar estatística a um número de pessoas cada vez maior.

De acordo com Batanero (2002, citado por Moraes, 2006), há muitas razões pelas quais devemos ensinar estatística

A estatística ajuda a compreender as outras disciplinas do currículo, tanto da educação básica quanto dos cursos superiores, onde com frequência aparecem gráficos ou conhecimentos estatísticos (...) seu estudo ajuda no desenvolvimento pessoal, baseado na valorização da subjetividade (Batanero, 2002 apud Moraes, 2006, p. 20).

Sabe-se do papel da Estatística no ensino de Ciências da Natureza, quando as atividades envolvem os estudos com pesquisa, experimentos ou observações, levando ao propósito da investigação, por meio da coleta e descrição de dados numéricos, respondendo a uma questão científica (Lopes, 2004).

Corroborando como a ideia das autoras, é fundamental destacar que compreender os conceitos fundamentais da Estatística e ser capaz de conduzir investigações científicas são habilidades cruciais no mundo atual, cada vez mais inundado por dados e informações quantitativas.

A união entre o raciocínio estatístico e a investigação científica poderá ser um caminho valioso para que os estudantes desenvolvam uma compreensão crítica do conhecimento. Essa abordagem será capaz de tornar cidadãos informados, capazes de tomar decisões embasadas em evidências e de enfrentar desafios complexos com pensamento crítico e fundamentado em dados.

Dessa forma, ao promover uma formação sólida em métodos científicos, as escolas estão proporcionando aos alunos ferramentas essenciais para a vida moderna, capacitando-os para enfrentar as demandas de um mundo mais informacional. O aprendizado de Estatística e a prática da investigação científica não apenas capacitam os estudantes para lidar com questões matemáticas complexas, mas também os prepara para uma participação mais ativa na sociedade, tornando-os cidadãos mais críticos e conscientes.

Ao adotar uma perspectiva mais ampla, os professores podem criar situações de ensino que permitam aos alunos explorar dados reais, enfrentar problemas reais e tomar decisões baseadas em informações estatísticas (Monteiro e Cazorla, 2023).

Ao longo dessa História da Educação Estatística, no Brasil e no mundo, foi-se reconhecendo que ensinar conceitos e procedimentos, com dados fictícios e contextos hipotéticos, levam apenas ao domínio procedimental desta importante ferramenta. Assim, começou-se a explorar dados e contextos reais, os quais se mostraram mais potentes para educar pessoas a utilizarem a Estatística como uma poderosa ferramenta a favor da consciência social e de seu papel na transformação da sociedade. Desta maneira, é necessário ensinar estatística em contexto, trabalhando problemas de urgência social, em que os estudantes percorrem as diversas fases da pesquisa estatística, se embrenham na problemática e com evidências baseadas em dados que postulam caminhos, tomam decisões e partem para a ação, sem descuidar os aspectos conceituais (MONTEIRO e CAZORLA, 2023, p. 10).

Os autores trazem uma perspectiva importante sobre o ensino da Estatística na Educação Estatística, ressaltando a evolução histórica da abordagem pedagógica nessa área. Ao longo do tempo, percebeu-se que o ensino baseado exclusivamente em conceitos e procedimentos estatísticos com dados fictícios e contextos hipotéticos têm suas limitações, restringindo-se ao domínio técnico, sem necessariamente conectar os alunos com a realidade e a aplicação prática da Estatística em seu cotidiano e na sociedade.

Pesquisas voltadas para o ensino de Ciências da Natureza, vem apresentando como tema principal, uma pluralidade semântica entre Alfabetização Científica, Letramento Científico, e os dois termos juntos, Alfabetização e Letramento Científico.

Desse modo, inicialmente investigamos o conceito e o entendimento sobre a Alfabetização e o Letramento Científico. Identificou-se que, para Chassot (2003, 2016) e Sasseron e Carvalho (2011), a Alfabetização Científica e o Letramento Científico apresentam uma variação de denominação.

Contudo, as autoras optam por empregar em suas produções, a Alfabetização Científica apenas, visto que, para elas, a influência da concepção freiriana do termo Alfabetização, permite uma criticidade no aluno sobre a leitura de mundo. Sasseron e Carvalho (2011) descrevem uma pluralidade semântica de vários autores em sua pesquisa

[...] utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 60).

Segundo Chassot (2003) “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (Chassot, 2003, p. 91).

Consoante o autor, ser "alfabetizado cientificamente" é muito mais do que apenas ter conhecimento teórico em ciência; é ter a capacidade de "ler" a linguagem em que a natureza

está escrita. Isso significa que a alfabetização científica é a habilidade de entender e interpretar os fenômenos naturais que nos cercam, utilizando o método científico e a racionalidade para analisar e compreender o mundo.

Para Chassot (2006), a Alfabetização Científica é

Um conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. Amplio mais a importância ou as exigências de uma alfabetização científica. [...], seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor (Chassot, 2006, p. 38).

A partir da definição do autor, é possível destacar a importância da leitura de mundo, que deverá ser consciente e contextualizada no ensino de Ciências, contribuindo para compreensão da realidade e as transformações, advindas e exigidas na contemporaneidade.

Para Hazen e Trefil (2005) a Alfabetização Científica:

[...] é ter o conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia [...] O fato é que fazer ciência é inteiramente diferente de usar ciência. E a alfabetização científica refere-se somente ao uso das ciências (Hazen e Trefil, 2005, p. 12).

Os autores destacam a importância da Alfabetização Científica como um conjunto de conhecimentos que capacita as pessoas a compreender e participar dos debates públicos relacionados a questões de ciência e tecnologia. Nesse contexto, a alfabetização científica é vista como uma habilidade essencial para os cidadãos, permitindo-lhes tomar decisões informadas sobre questões científicas que afetam suas vidas e a sociedade na totalidade.

Ao mencionar que “fazer ciência é inteiramente diferente de usar ciência”, os autores destacam uma distinção importante entre a prática da ciência, que envolve o processo de investigação, experimentação e descoberta de novos conhecimentos, e o uso da ciência, que diz respeito à aplicação dos conhecimentos científicos já estabelecidos para resolver problemas práticos e tomar decisões.

Nesse sentido, a Alfabetização Científica concentra-se principalmente no “uso das ciências”, ou seja, na capacidade de utilizar o conhecimento científico disponível para analisar informações, avaliar argumentos, discernir entre evidências sólidas e falácias, e, conseqüentemente, participar ativamente de debates que envolvam temas científicos.

Essa perspectiva ressalta que a Alfabetização Científica não é exclusivamente um domínio dos cientistas ou pesquisadores, mas é uma habilidade que qualquer pessoa pode desenvolver para se envolver de maneira crítica e informada nos assuntos científicos que permeiam a sociedade. Com a rápida evolução da ciência e tecnologia, e o impacto cada vez maior que elas têm em nossas vidas, a Alfabetização Científica se torna cada vez mais relevante

para garantir que as decisões tomadas pela sociedade sejam baseadas em fatos, evidências e raciocínio científico sólido.

Portanto, a Alfabetização Científica é fundamental para uma cidadania ativa e consciente, permitindo que as pessoas participem de debates públicos, tomem decisões informadas e compreendam melhor o mundo em que vivem em um contexto cada vez mais complexo e tecnologicamente avançado.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a Alfabetização Científica é um conceito fundamental para a formação de indivíduos críticos e conscientes, capazes de compreender e avaliar informações científicas presentes no dia a dia. Trata-se de um processo de ensino e aprendizagem que busca desenvolver habilidades e competências que permitam ao indivíduo compreender a ciência de maneira clara e precisa, a fim de utilizá-la como ferramenta para a tomada de decisões informadas e fundamentadas em evidências.

Com base nos Direitos de Aprendizagem e nas Competências Gerais, foi evidenciado e conceituado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a importância do Letramento Científico, em que estabelece:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p. 273, grifos originais da obra).

Porém, apesar dessa pluralidade semântica entre Alfabetização Científica e o letramento científico, os conceitos são complementares e as discussões convergem para o mesmo objetivo, o desenvolvimento de habilidades e práticas dos alunos, promovendo condições correferíveis à cultura e ao fazer científico, e a formação de cidadãos críticos para atuarem fazendo bom uso dessas habilidades e práticas no mundo em que vivem.

Desse modo, julgamos que, a reunião de informações sobre essa pluralidade semântica, aplicados no ensino de Ciências no Ensino Fundamental, se fazem necessárias aos professores de Ciências, como forma de conhecer, entender e reunir o conhecimento científico já produzido sobre o tema, para só então trabalhar os conteúdos obrigatórios e relevantes da Ciência e da Tecnologia, sintetizando evidências disponíveis que possam contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, correlacionando projetos pedagógicos com os projetos de vida dos discentes, enriquecidas com a Alfabetização e/ou o Letramento Científico.

Ademais, promover a Alfabetização Científica desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, segundo Sasseron e Carvalho (2008), é fundamental para que os alunos possam

desenvolver uma compreensão sólida dos conceitos estatísticos e suas aplicações nas mais diversas áreas, tornando-se cidadãos mais informados, responsáveis e capazes de tomar decisões embasadas em evidências. Isso também contribui para a formação de uma sociedade mais crítica e participativa, onde a ciência e a Estatística são valorizadas como ferramentas essenciais para o avanço do conhecimento e o progresso social.

Sasseron (2003), destaca em sua pesquisa alguns autores: Díaz, Alonso e, Mas (2003) que “[...] defendem a ideia de que seja impossível existir um modelo universal para a execução prática da Alfabetização Científica (AC) em salas de aulas, visto que os objetivos mais específicos variam conforme o contexto sociocultural em que os estudantes estão imersos” (SASSERON 2003, p. 65).

Para autora, desenvolver nos alunos, dentro das instituições de ensino, habilidades e competências científicas, como classificação, inferência, observação, experiências investigativas, formulação de perguntas e hipóteses, de modo a despertar o interesse pela ciência, durante os primeiros anos de escola, vem apresentando, na contemporaneidade, mudanças, na prática docente, consideradas por pesquisadores e estudiosos, necessárias e importantes.

Sasseron e Carvalho (2011) identificaram convergências entre diversas habilidades consideradas essenciais para ser alfabetizado cientificamente. A partir de informações comuns da revisão bibliográfica, elas agruparam essas habilidades em três blocos, denominados "eixos estruturantes", que englobam todas as habilidades listadas por diferentes autores pesquisados. Esses eixos fornecem bases sólidas e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas que visem à Alfabetização Científica.

Os eixos estruturantes fundamentais para a Alfabetização Científica e que abordam aspectos cruciais para o desenvolvimento do conhecimento científico dos alunos, são denominados por Sasseron e Carvalho (2011) de:

1) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia); 2) Compreensão da natureza da ciência e dos fatos éticos e políticos que circundam sua prática; 3) Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

O primeiro eixo destaca a importância da compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Essa compreensão é essencial para que os alunos possam aplicar esses conhecimentos de forma apropriada em seu dia-a-dia e em diversas situações.

Além disso, é fundamental para poderem entender informações cotidianas que envolvem conceitos-chave da ciência. Compreender os fundamentos científicos é essencial para uma participação ativa e informada na sociedade.

Já o segundo eixo concentra-se na compreensão da natureza das ciências, incluindo os fatores éticos e políticos que cercam a prática científica. Isso envolve entender que a ciência é um corpo de conhecimentos em constante evolução, obtidos por meio de coleta e análise de dados, síntese e interpretação de resultados. Ao levar este eixo para a sala de aula, especialmente para o Ensino Fundamental, é possível estimular discussões sobre o caráter humano e social das investigações científicas. Dessa forma, alunos e professores podem refletir e analisar informações e novas circunstâncias considerando o contexto antes de tomar decisões.

O terceiro eixo estruturante aborda o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. É fundamental compreender como essas esferas estão entrelaçadas e que a solução imediata para um problema em uma dessas áreas pode levar ao surgimento de outros problemas relacionados. Esse eixo destaca a importância de compreender as aplicações dos conhecimentos científicos, considerando as consequências das ações que podem ser desencadeadas por seu uso.

Trabalhar com esse eixo na escola é crucial para promover a conscientização sobre um futuro sustentável para a sociedade e o planeta, incentivando os alunos a serem agentes de mudança e tomadores de decisões informadas.

São eixos complementares e essenciais para o desenvolvimento de cidadãos críticos, informados e conscientes do papel da ciência na sociedade. Ao trabalhar esses aspectos na educação, estamos contribuindo para a formação de indivíduos capazes de lidar de forma responsável e ética com questões científicas e seus impactos no mundo ao seu redor. A Alfabetização Científica abrange o conhecimento fundamental de conceitos científicos, além da compreensão dos métodos e processos de pesquisa, incluindo a habilidade de identificar fontes confiáveis de informações e avaliar criticamente sua qualidade.

É importante destacar que a Alfabetização Científica não se limita ao ambiente escolar, mas sim é um processo contínuo que se desenvolve ao longo da vida e envolve a participação ativa do indivíduo na busca por conhecimento e compreensão da ciência e sua aplicação no mundo real. No atual contexto de rápidas mudanças tecnológicas e sociais, a alfabetização científica é mais importante do que nunca, uma vez que permite aos indivíduos tomar decisões informadas sobre questões importantes, como saúde, meio ambiente, tecnologia e política.

Ao fornecer aos estudantes ferramentas analíticas e o pensamento crítico necessário para explorar e interpretar dados, a Estatística capacita-os a se tornarem cidadãos informados e conscientes em uma sociedade cada vez mais orientada por informações quantitativas.

A importância do ensino de Ciências por investigação destaca por Bybee (2000) como uma abordagem que visa ao desenvolvimento das habilidades e compreensões dos alunos em relação à Ciência e à pesquisa científica, ao mesmo tempo, em que possibilita o aprendizado de conteúdos científicos. Essa abordagem se diferencia do tradicional ensino expositivo, pois coloca os estudantes como protagonistas ativos do processo de aprendizagem, incentivando-os a explorar, indagar, investigar e construir conhecimento por meio da experimentação e da exploração do mundo ao seu redor.

Dessa forma, a inserção da Estatística em propostas de investigação científica amplia o repertório dos estudantes e enriquece o processo de ensino-aprendizagem. A utilização de dados reais e a análise de fenômenos do cotidiano — como os ambientais — não apenas aproximam os conteúdos escolares da realidade vivida pelos alunos, mas também favorecem a compreensão crítica e fundamentada do mundo, um dos objetivos centrais da alfabetização científica.

Ao adotar a aprendizagem por investigação, os alunos têm a oportunidade de vivenciar o pensamento científico, na prática, o que os auxilia a desenvolver habilidades importantes, como o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a capacidade de questionar e buscar respostas fundamentadas. Além disso, a abordagem estimula o interesse dos alunos pela ciência, tornando o processo de aprendizagem mais significativo.

Segundo Brito e Fireman (2018), a abordagem do ensino por investigação, não é algo novo, embora com raízes americanas e influências da Ciência indutiva desde o século XIX, tem passado por mudanças ao longo do tempo. Ao chegar ao final do século XIX nos Estados Unidos, essa abordagem ganhou respaldo com o advento da pedagogia progressista, notadamente promovida por John Dewey.

Um dos principais defensores da pedagogia progressista, John Dewey, valorizava a aprendizagem baseada na experiência, no pensamento crítico e na investigação ativa, princípios que se mostram intimamente relacionados ao ensino de Ciências por investigação.

A aprendizagem baseada na experiência, no pensamento crítico e na investigação ativa são princípios fundamentais defendidos por Dewey, para que os alunos possam se envolver ativamente na resolução de problemas científicos, explorar e questionar o mundo natural, e compreender os conceitos científicos de forma mais significativa. Ao adotar uma abordagem

de ensino que prioriza esses princípios, os estudantes são incentivados a se tornarem investigadores e a adotarem uma postura científica na busca por respostas e soluções.

Deste modo, ao incorporar a Educação Estatística nesse contexto, como parte integrante dessa abordagem, desafia os estudantes a explorarem conexões entre conceitos científicos e matemáticos, capacitando-os a analisar e interpretar dados com uma perspectiva mais fundamentada. Os alunos são incentivados a coletar e analisar dados reais como parte de seus estudos científicos, fornecendo ferramentas e habilidades importantes para a realização de investigações científicas. Essa integração permite que eles entendam a importância dos dados no processo de investigação, além de aprenderem como os dados podem fornecer evidências sólidas para sustentar hipóteses e tomadas de decisão.

Ademais, a tomada de decisão é uma habilidade essencial na resolução de problemas científicos e também na vida cotidiana. Ao integrar a Educação Estatística no ensino de Ciências da Natureza, os alunos são capacitados a fazer escolhas fundamentadas e embasadas em dados. Eles aprendem a interpretar resultados, avaliar a confiabilidade dos dados e considerar as limitações de suas investigações. Esse processo não apenas fortalece suas habilidades analíticas, mas também fomenta a responsabilidade na utilização e divulgação de informações estatísticas.

Para Giordano e Kistemann Jr. (2023), a Educação Estatística contribui para uma formação cidadã mais completa, permitindo que os alunos compreendam e analisem criticamente informações estatísticas presentes em diferentes contextos, como pesquisas de opinião e notícias. Essa capacidade de discernir informações confiáveis de dados enviesados é essencial em um mundo inundado por informações e *fake news*.

Ao compreenderem criticamente informações estatísticas presentes em pesquisas, os alunos são capazes de interpretar e comunicar de forma mais eficaz os resultados de suas próprias investigações científicas, contribuindo para a transparência e a confiabilidade da ciência na totalidade.

Para Sasseron, (2019), “ciências pode significar, atualmente, a conferência de oportunidades para que os estudantes sejam apresentados a modos de realizar buscas sobre questões que os afligem e, a partir das informações à sua disposição, construir seu posicionamento frente a dúvida” (Sasseron, 2019, p. 564).

A autora apresenta uma visão contemporânea sobre o ensino de ciências, enfatizando a importância de proporcionar aos estudantes oportunidades para explorarem questões que os

inquietam e, a partir disso, desenvolverem suas habilidades de busca por informações e de construção de posicionamentos frente a dúvidas.

Entre as questões que podem ser abordadas no Ensino de Ciências, podemos destacar: a utilização de recursos didáticos adequados à idade dos alunos, como jogos, experimentos e materiais concretos; a relação entre a cultura e o ensino de Ciências, considerando a diversidade cultural das comunidades onde os alunos estão inseridos; a formação inicial e continuada dos professores de Ciências; a relação entre a Alfabetização Científica dos alunos e o seu desempenho escolar em outras áreas do conhecimento; entre outros temas relevantes para a área.

Sasseron (2015) ressalta que a Alfabetização Científica é um dos pilares fundamentais da educação contemporânea, pois busca capacitar os alunos a compreenderem o mundo ao seu redor de maneira crítica e informada. Para alcançar esse objetivo, é essencial promover a intersecção entre o ensino de Ciências da Natureza e Matemática, duas áreas do conhecimento que possuem uma relação intrínseca e complementar, e estão interligadas em diversos aspectos.

A Matemática é uma ferramenta poderosa para descrever e quantificar os fenômenos naturais, fornecendo aos estudantes a linguagem necessária para expressar e analisar relações e padrões observados na natureza. Por sua vez, a Ciências da Natureza utiliza conceitos matemáticos em seus processos de pesquisa, como a análise de dados experimentais, o cálculo de medidas, a modelagem de fenômenos e a previsão de resultados.

Ao longo da história, muitos campos da ciência foram revolucionários por avanços matemáticos significativos. Pinheiro (2003) destaca que

(...) a Matemática teve e tem para o avanço da ciência e da tecnologia, através da atividade de construção de modelos com os quais podemos interpretar a realidade. É justo dizer que a matemática é a linguagem da ciência, constituindo um meio indispensável, dentro do qual a ciência se expressa, formula seus resultados, progride e se comunica. Dessa forma, a matemática, não só serve para formular, clarificar conceitos, leis científicas e expor por métodos de maneira rigorosa, mas se revela em certas situações como elemento indispensável tanto para criação como para o desenvolvimento de novos aportes para a ciência e para a tecnologia (Pinheiro, 2003, p. 27).

De fato, a Matemática desempenha um papel fundamental na maneira como interpretamos e compreendemos a realidade ao nosso redor. Ela fornece um conjunto de ferramentas poderosas para construir modelos que representam fenômenos naturais e sistemas complexos. Deste modo, ao integrar essas duas disciplinas no ensino, os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades de investigação científica, raciocínio lógico e pensamento crítico, aplicando conceitos matemáticos para solucionar problemas científicos reais.

Por meio de experimentos, observações e análises de dados, os estudantes aprendem a formular hipóteses, testar teorias e tirar conclusões embasadas em evidências, construindo uma postura científica diante do mundo.

Além disso, a intersecção entre Ciências da Natureza e Matemática também poderá contribuir para a compreensão de questões complexas que envolvem ambas as áreas, como a análise de padrões climáticos, o estudo de ecossistemas, a modelagem de fenômenos físicos e a interpretação de dados estatísticos em pesquisas científicas.

Para tornar essa intersecção mais efetiva, é importante adotar abordagens pedagógicas que envolvam os alunos ativamente em seus processos de aprendizagem. A aprendizagem baseada em projetos, a resolução de problemas autênticos, a utilização de tecnologias educacionais e a realização de experimentos práticos são algumas das estratégias que podem promover a Alfabetização Científica de forma mais significativa e engajadora.

A Educação Estatística no ensino de Ciências da Natureza pode ser uma estratégia eficaz para a construção do conhecimento científico, mas sua aplicação ainda apresenta desafios. Investigar como esse saber é mobilizado nas práticas docentes — tanto do ponto de vista matemático quanto didático — é fundamental para que a articulação interdisciplinar se concretize de maneira significativa nas escolas.

A revisão de literatura evidencia que os desafios da integração Estatística-Ciências são institucionalmente estruturados. A dimensão ecológica (P3) revela a desconexão entre as políticas macro (BNCC) e as práticas micro (sala de aula), enquanto a dimensão econômica (P2) expõe as organizações praxeológicas do Modelo Epistemológico Dominante (MED) — como a abordagem técnica e descontextualizada da Estatística nos materiais curriculares — e as restrições materiais que perpetuam essa lacuna. O PEP-FP, ao articular essas dimensões, surge como uma estratégia de ecologia do currículo, ressignificando a formação docente por meio de AEPs interdisciplinares e propondo um MERA que pressiona por transformações institucionais

Diante dessas reflexões teóricas sobre a relevância da articulação entre Estatística e Ciências da Natureza, torna-se necessário compreender como essa integração tem se materializado nas práticas pedagógicas e propostas formativas voltadas aos anos iniciais. Para isso, a próxima seção analisa estudos recentes à luz da Teoria Antropológica do Didático, com foco na identificação das praxeologias, das organizações matemáticas e didáticas mobilizadas em experiências interdisciplinares.

3.3 A Estatística como Objeto Matemático: Organizações Matemáticas e Didáticas na articulação com as Ciências da Natureza

Na Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Chevallard (1999), oferece um arcabouço teórico para compreender o saber escolar por meio da análise das praxeologias que o constituem. Uma praxeologia é composta por tarefas, técnicas, tecnologias e teorias que orientam a prática docente e discente.

A tarefa refere-se ao que se propõe fazer; a técnica, ao modo de resolver a tarefa; a tecnologia, ao discurso que justifica a validade da técnica; e a teoria, ao sistema de ideias mais amplo que dá coerência epistemológica a toda a praxeologia. Esta última é fundamental para situar o saber escolar em relação ao saber sábio, assegurando sua legitimidade científica e cultural.

A ausência da dimensão teórica, como se constata em diversas práticas escolares e em algumas das dissertações aqui analisadas, evidencia a necessidade de dispositivos formativos que possibilitem ao professor compreender não apenas como ensinar, mas o que ensina e por que isso é válido em termos epistemológicos, como é o caso do Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

No contexto desta pesquisa, a Estatística é considerada o objeto matemático central, cuja presença nos anos iniciais do Ensino Fundamental tem se manifestado, em muitos casos, por meio de projetos interdisciplinares articulados com os conteúdos de Ciências da Natureza.

Essa integração, no entanto, não ocorre de forma espontânea. Ela exige organizações matemáticas e didáticas coerentes que deem sentido às atividades realizadas e aos conhecimentos produzidos. As organizações matemáticas referem-se à estruturação dos conteúdos estatísticos, enquanto as organizações didáticas dizem respeito às estratégias pedagógicas e metodológicas adotadas para o ensino desses conteúdos.

Nesta seção, busca-se identificar e analisar as praxeologias estatísticas mobilizadas em propostas interdisciplinares, bem como os dispositivos didáticos que sustentam a presença da Estatística em contextos de investigação escolar. Para isso, são examinadas as tarefas propostas, as técnicas utilizadas por professores e alunos, as tecnologias de apoio (materiais, instrumentos, softwares) e os elementos teóricos — ainda que implícitos — que fundamentam tais práticas.

A análise dessas praxeologias e suas formas de organização permite compreender como a Estatística é transposta e ressignificada no interior de práticas escolares que dialogam com as Ciências da Natureza. Essa compreensão é fundamental para avaliar as contribuições da

Educação Estatística na formação de um olhar crítico e investigativo desde os primeiros anos de escolarização.

Com o intuito de atualizar o estado da arte e identificar produções acadêmicas que dialogam com os objetivos desta pesquisa, realizou-se um mapeamento bibliográfico de estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025. A busca foi conduzida em bases de dados nacionais como o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o Repositório Institucional da Universidade de São Paulo (USP), além de plataformas indexadoras como Scielo, Google Acadêmico e o Periódicos CAPES. Para o levantamento, foram utilizadas palavras-chave combinadas por operadores booleanos, tais como: “Educação Estatística” AND “Ensino de Ciências”, “Estatística” AND “Anos Iniciais”, “Alfabetização Científica” AND “Projetos interdisciplinares”, “Teoria Antropológica do Didático” AND “Praxeologia”, “Formação de professores” AND “Estatística Escolar”.

Os critérios de inclusão consideraram estudos que abordassem a Estatística como objeto matemático, especialmente em contextos interdisciplinares vinculados às Ciências da Natureza, com foco na prática docente.

A análise dos trabalhos encontrados buscou evidenciar as praxeologias estatísticas mobilizadas, os dispositivos formativos empregados e os elementos teóricos que sustentam tais práticas, a fim de construir um panorama atualizado e relevante para a fundamentação desta investigação.

O trabalho de Alana Rodrigues Rigão (2022), desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana, intitulado “Contribuições da aprendizagem baseada em projetos para o ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental”. A pesquisa tem como objetivo compreender as contribuições da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no ensino de Ciências e Matemática nos anos iniciais, a partir da escuta de professoras atuantes em uma escola pública que desenvolve seu currículo por meio de projetos.

A abordagem metodológica é qualitativa, de cunho exploratório e narrativo. A autora realiza entrevistas com cinco pedagogas, analisadas com base na Análise Textual Discursiva (Moraes; Galianzi, 2007), buscando evidenciar experiências e reflexões docentes sobre o trabalho com projetos interdisciplinares.

Embora o foco da pesquisa não esteja explicitamente centrado na Estatística, a articulação entre conteúdos matemáticos (como gráficos, medidas, resolução de problemas) e

temas de Ciências da Natureza é explorada por meio de propostas didáticas que mobilizam práticas de investigação e construção coletiva do conhecimento.

Do ponto de vista da Teoria Antropológica do Didático (TAD), é possível identificar a presença de praxeologias didáticas interdisciplinares, ainda que não nomeadas diretamente com essa terminologia. As tarefas propostas às crianças incluem a produção de cartazes, organização de dados em gráficos, realização de pesquisas, experimentos simples e registros escritos. As técnicas relatadas envolvem levantamento de hipóteses, observações sistemáticas, construção colaborativa de materiais e apresentações públicas dos resultados dos projetos.

As tecnologias apresentam como um discurso justificativo implícito sobre a relevância da abordagem por projetos como metodologia que favorece a significação dos saberes. A explicação sobre o uso da Matemática aparece de modo prático, com pouca explicitação formal. Não há descrição de teorias que justifiquem as técnicas (ex.: por que usar contagem para resolver determinado problema). Há fragilidade na dimensão tecnológica, no sentido da TAD, pois as práticas pedagógicas relatadas não são acompanhadas de justificativas teóricas que expliquem o porquê das técnicas adotadas nas tarefas.

No que se refere às Organizações Matemáticas (OM), observa-se que os conteúdos matemáticos são mobilizados em função de situações reais investigadas nos projetos, como meio ambiente, corpo humano e alimentação. As atividades com gráficos, medidas e problemas matemáticos são estruturadas de forma funcional, muitas vezes integradas a práticas de Ciências.

No entanto, não há um aprofundamento quanto à estrutura epistemológica desses conteúdos, permanecendo os conceitos trabalhados de maneira aplicada, mas não analisados em sua lógica interna — aspecto que revela uma fragilidade comum na formação de professores pedagogos, conforme destaca a autora.

Já as Organizações Didáticas (OD) se apresentam como um dos pontos centrais do estudo. A Aprendizagem Baseada em Projetos é descrita como uma abordagem potente para promover o protagonismo dos alunos, o trabalho colaborativo, a pesquisa orientada e a integração curricular.

O papel do professor, nesse contexto, é ressignificado, passando a atuar como mediador e organizador de experiências significativas. A autora baseia-se em Bender (2014) e Hernández e Ventura (2017) para fundamentar a metodologia de projetos, ressaltando seu potencial para promover aprendizagens duradouras e contextualizadas.

O trabalho é de Rigão (2022) contribui significativamente para esta pesquisa ao demonstrar que projetos interdisciplinares são ambientes férteis para a mobilização de praxeologias matemáticas e científicas nos Anos Iniciais. Contudo, evidencia-se a necessidade de maior clareza quanto às dimensões epistemológicas dos saberes mobilizados, o que reforça a importância de propostas formativas que considerem o estudo das organizações matemáticas e didáticas de maneira articulada.

A ausência de uma formação sólida em conteúdos específicos, relatada pelas docentes entrevistadas, corrobora a pertinência de dispositivos formativos como o Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), que visam integrar saberes práticos e teóricos na formação continuada docente.

Com base no segundo trabalho, a dissertação de Carmem Helenice de Oliveira (2023), intitulada “O segredo dos ovos rosados: uma sequência didática para o ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental”, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (UFN). O estudo tem como objetivo analisar a construção de uma sequência didática fundamentada nos conteúdos propostos por Zabala (1998), utilizando como ponto de partida um produto educacional (PE) audiovisual homônimo, criado a partir de uma releitura da obra literária “Um amor de confusão”, de Dulce Rangel.

A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza documental, centrando-se na construção e análise de uma sequência didática voltada ao segundo ano do Ensino Fundamental. A proposta busca articular os conteúdos de Ciências da Natureza e Matemática com base na BNCC e nos tipos de conteúdos descritos por Zabala (1998): conceituais, procedimentais e atitudinais.

A sequência é organizada em quatro aulas estruturadas em momentos pedagógicos intencionais, com foco na construção de significados e na integração de saberes disciplinares. Em termos de organizações matemáticas (OM), a autora mobiliza conteúdos como contagem, adição de parcelas simples e quantificação de elementos, habilidades previstas na BNCC para os anos iniciais (como EF02MA06 e EF02MA08).

Esses conteúdos são trabalhados por meio de situações contextualizadas no enredo da narrativa — como a contagem dos ovos encontrados pela personagem da história —, o que favorece a construção de significados a partir da experiência concreta dos alunos.

Embora a estrutura interna dos conceitos matemáticos não seja discutida nos moldes da Teoria Antropológica do Didático (TAD), observa-se a mobilização de praxeologias

elementares do tipo tarefa-técnica, especialmente associadas à resolução de problemas simples e ao uso de material manipulável.

As organizações didáticas (OD), por sua vez, são o eixo central da proposta. A autora desenvolve uma sequência didática com objetivos claros e ações planejadas, articulando os conteúdos de forma interdisciplinar. A mediação docente assume papel fundamental, orientando leituras, debates, atividades práticas, registros gráficos e avaliações formativas. As estratégias metodológicas valorizam a ludicidade, o uso da literatura infantil e a contextualização dos conteúdos, promovendo a articulação entre linguagem, Ciências e Matemática.

A interdisciplinaridade é evidenciada na construção de conhecimentos a partir de um mesmo tema disparador — a diversidade biológica e a contagem dos ovos —, respeitando a complexidade do campo das Ciências da Natureza e do pensamento matemático nos anos iniciais.

A análise das praxeologias didáticas e matemáticas revela um conjunto de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias que sustentam a prática docente: as tarefas envolvem a identificação de animais ovíparos, a resolução de problemas envolvendo contagem e adição, a produção de cartazes e registros; as técnicas incluem o uso de material concreto, desenhos, estratégias de resolução coletiva e leitura compartilhada

O discurso pedagógico se apoia em Zabala (1998) e na BNCC, o que oferece alguma base para justificar a escolha dos conteúdos e métodos. A explicação sobre as tarefas matemáticas, como contagens e registros, é funcional, mas não está ancorada em discursos explícitos que racionalizem as técnicas matemáticas adotadas. Há início de tecnologia didática, mas não há tecnologia matemática no sentido da TAD (não se justifica, por exemplo, por que a adição é apropriada à situação, ou quais propriedades estão sendo mobilizadas).

A pesquisa de Oliveira (2023) contribui para esta tese ao exemplificar como a integração entre Ciências e Matemática pode ocorrer de maneira planejada, contextualizada e significativa nos anos iniciais. Apesar de não adotar a TAD como referencial, a proposta evidencia praxeologias relevantes que apontam para a necessidade de formação continuada de professores capazes de articular os objetos matemáticos e científicos de forma crítica e intencional.

Tais evidências corroboram a pertinência do dispositivo formativo proposto nesta pesquisa, o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), especialmente na perspectiva de desenvolver a consciência didática sobre as organizações matemáticas e didáticas que sustentam o ensino interdisciplinar.

A dissertação de Kate Rodrigues Zuchetto (2022), intitulada “Datas comemorativas ressignificadas nos anos iniciais: atividades didáticas de Ciências e Matemática norteadas pela Base Nacional Comum Curricular”, desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (UFN), apresenta uma proposta didática que visa integrar conhecimentos das áreas de Ciências e Matemática por meio da ressignificação de datas comemorativas no Ensino Fundamental – Anos Iniciais.

A pesquisa tem como objetivo geral elaborar um Caderno Pedagógico com sugestões de atividades interdisciplinares, ancoradas na BNCC, que favoreçam reflexões críticas e o desenvolvimento de habilidades científicas e matemáticas.

O estudo se caracteriza como uma pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo aplicada, e resulta na produção de um material didático estruturado a partir de seis datas comemorativas (Dia da Paz, Dia da Mulher, Dia Mundial da Água, Dia dos Povos Indígenas, Dia da Independência do Brasil e Dia do Gaúcho). A metodologia de desenvolvimento do Caderno Pedagógico fundamenta-se na articulação entre os direitos de aprendizagem previstos na BNCC e os temas geradores vinculados às datas escolhidas. O enfoque não é apenas comemorativo, mas visa à construção de sentido e à reflexão social, propondo atividades que estimulem a investigação, o pensamento crítico e o diálogo interdisciplinar.

No que diz respeito às organizações matemáticas (OM), a proposta mobiliza conteúdos previstos na BNCC, como contagem, adição, subtração, multiplicação, medida de tempo, grandezas e conceitos básicos de estatística. As atividades propostas envolvem leitura e interpretação de gráficos, resolução de problemas contextualizados e quantificação de dados em situações próximas ao cotidiano dos alunos.

Embora os conceitos sejam adequadamente selecionados e contextualizados, não se observa uma análise formal de suas estruturas teóricas ou epistêmicas nos moldes da Teoria Antropológica do Didático (TAD).

As OM aparecem como instrumentos a serviço das práticas sociais tematizadas, o que evidencia sua função pragmática, mas não aprofunda os elementos tecnológicos e teóricos que as sustentam.

As organizações didáticas (OD), por outro lado, são cuidadosamente planejadas e descritas. Cada proposta de atividade no Caderno Pedagógico é apresentada com objetivos claros, objeto de conhecimento, habilidades da BNCC correspondentes, recursos e estratégias metodológicas.

A estrutura didática prioriza a contextualização dos conteúdos, o respeito à diversidade cultural, a problematização de questões sociais e ambientais e a valorização das experiências dos alunos. A proposta contempla ainda sugestões de como o professor pode mediar as atividades, realizar intervenções formativas e promover a interdisciplinaridade de maneira significativa.

No tocante às praxeologias didáticas e interdisciplinares, a dissertação evidencia um conjunto consistente de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias. As tarefas incluem a elaboração de cartazes, leitura e interpretação de gráficos, resolução de situações-problema e registros escritos; as técnicas envolvem o levantamento de dados, medição com instrumentos concretos, produção de textos informativos e discussões coletivas; as tecnologias matemáticas permanecem implícitas: não há explicitação formal de por que se utiliza determinada técnica matemática ou quais conceitos justificam a sua validade. A ausência de um discurso formal que explique e justifique as técnicas matemáticas indica uma lacuna na dimensão tecnológica-matemática da praxeologia.

As teorias que sustentam a proposta incluem os referenciais da BNCC (Brasil, 2017), bem como os aportes de Freire (2008), Libâneo (2004), Candau (2008) e Zabala (1998), com ênfase em uma perspectiva crítica, multicultural e interdisciplinar da educação.

O estudo de Zuchetto (2022) contribui para esta pesquisa ao demonstrar a potência de propostas didáticas interdisciplinares que promovem a articulação entre saberes matemáticos e científicos a partir de temas socialmente relevantes. Ainda que não faça uso explícito da TAD como referencial analítico, o trabalho revela a mobilização de praxeologias escolares interdisciplinares que se aproximam do que se espera em propostas formativas como o PEP-FP.

A ausência de aprofundamento na estrutura conceitual das OM reforça, contudo, a necessidade de uma formação docente que vá além da prescrição curricular, favorecendo a compreensão das dimensões epistêmicas dos saberes escolares e suas implicações didáticas — aspecto que será explorado nos módulos da proposta formativa desta tese.

A pesquisa desenvolvida em Simone Ribeiro da Silva (2023), intitulada “Alfabetização Científica com Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”, defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), investiga a relação entre a Modelagem Matemática (MM) e a Alfabetização Científica (AC), a partir de atividades desenvolvidas com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental.

O trabalho está ancorado em uma perspectiva qualitativa e foi realizado no contexto de um projeto de Iniciação Científica Júnior (ICJ), ofertado em contraturno escolar, com foco em práticas investigativas integradas ao ensino da Matemática.

O objetivo central da pesquisa foi identificar quais características da Alfabetização Científica emergem nas produções dos estudantes ao vivenciarem atividades de Modelagem Matemática. Para tanto, a autora elabora um quadro analítico com oito aspectos sinalizadores do processo de AC em MM, baseado em revisão de literatura e referenciais como Sasseron e Carvalho (2008), Biembengut (2009), e Almeida, Silva e Vertuan (2016).

A análise dos dados — constituída por registros escritos dos estudantes, panfletos, cadernos de campo, áudios de discussões e materiais produzidos — foi estruturada em dois níveis: análise local (episódios específicos) e análise global (em torno de três vertentes: conhecimento, estratégias e sensibilidade investigativa).

Em termos de organizações matemáticas (OM), a pesquisa mobiliza conteúdos como contagem, proporcionalidade, noções de massa, organização e representação de dados (inclusive em tabelas e gráficos), resolução de problemas e construção de modelos representacionais.

Tais conteúdos são articulados a partir das situações investigadas nas atividades de Modelagem, como no caso da atividade “Refrigerante e o açúcar” e na investigação “Pingue-pongue na escola”. Ainda que os conceitos matemáticos estejam integrados a contextos reais, a dissertação não aprofunda formalmente os elementos epistêmicos internos a essas organizações — como a explicitação das tecnologias e teorias matemáticas envolvidas —, o que aponta para a necessidade de um olhar mais atento à estrutura conceitual das OM em propostas de formação docente.

As organizações didáticas (OD) são meticulosamente planejadas, com foco na intencionalidade pedagógica, no uso de situações-problema autênticas e na valorização da participação ativa dos estudantes. A condução das atividades segue uma lógica de mediação investigativa, em que o professor atua como orientador dos processos de reflexão, pesquisa e argumentação.

O percurso didático é pautado por momentos de exploração, levantamento de hipóteses, experimentações, coleta e organização de dados, socialização das descobertas e retextualizações das produções. Os ambientes de aprendizagem são enriquecidos por materiais concretos (balança, embalagens, tabelas), práticas em campo e rodas de conversa. No que se refere às praxeologias, identificam-se as seguintes dimensões:

- Tarefas: investigação da quantidade de açúcar em refrigerantes; análise da prática de pingue-pongue na escola; construção de panfletos informativos; elaboração de esquemas de investigação.
- Técnicas: levantamento de dados por meio de entrevistas, uso de balança para quantificar açúcar, organização dos dados em tabelas, elaboração de representações visuais (cartazes, esquemas), uso de linguagem científica na produção escrita.
- Tecnologia: As tecnologias matemáticas propriamente ditas (justificações dos procedimentos numéricos ou algébricos usados) não são explicitadas. A presença da tecnologia enquanto discurso racional é mais visível no campo didático que no campo matemático.
- Teorias: os referenciais adotados se articulam à concepção freireana de alfabetização (Freire, 1980), à noção de Alfabetização Científica conforme Sasseron e Carvalho (2008), bem como às abordagens de Modelagem Matemática em contextos escolares (Almeida; SILVA; Vertuan, 2016). A BNCC também é referida como norteadora das habilidades e competências desenvolvidas.

A dissertação de Silva (2023) constitui um aporte relevante à presente pesquisa por demonstrar, com riqueza metodológica e sensibilidade pedagógica, como a Modelagem Matemática pode ser mobilizada como um dispositivo potente para a promoção da Alfabetização Científica nos anos iniciais. Ao propor um quadro de aspectos sinalizadores da AC em MM, a autora contribui com a sistematização de critérios que podem orientar futuras análises didáticas e formativas.

Ainda que não utilize a Teoria Antropológica do Didático (TAD) como referencial, o estudo evidencia praxeologias didáticas e matemáticas coerentes com a proposta de construção de um Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), reafirmando a importância de propostas formativas, como o PEP-FP, que promovam a reflexão crítica sobre o ensino interdisciplinar e a intencionalidade pedagógica na articulação entre Matemática e Ciências.

A pesquisa de Julio Cesar Pupo (2021), desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Saúde da Universidade Anhanguera de São Paulo, aborda a articulação entre saberes das disciplinas de Ciências e Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental, com base na análise das competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

O objetivo do estudo foi identificar possíveis praxeologias escolares associadas à prática docente nas duas áreas, analisando sua adequação às proposições curriculares oficiais e propondo uma abordagem interdisciplinar voltada à aprendizagem significativa.

Ancorada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), sobretudo no conceito de praxeologia, o estudo utiliza como instrumento, a análise de tarefas escolares nos livros didáticos e documentos curriculares.

O autor também mobiliza os conceitos de transposição didática (Chevallard, 1991), práticas sociais de referência (Martinand, 2001), e competência (Gascón, 2011), bem como as noções de aprendizagem significativa segundo Ausubel e subsunçores (Moreira, 2006).

A investigação é de caráter qualitativo e documental, articulando análise de conteúdo dos documentos oficiais (BNCC, Currículo Paulista), materiais didáticos e resultados de avaliações externas (SARESP).

No que se refere às Organizações Matemáticas (OM), o estudo examina conteúdos matemáticos como grandezas e medidas, proporcionalidade, representações gráficas e operações com números racionais, recorrentes no 6º e 7º anos do Ensino Fundamental. Essas OM são identificadas a partir da análise de tarefas propostas nos livros didáticos da coleção Dante (2020) e estão frequentemente associadas a situações de contexto físico-químico (como estudo de massa, volume, densidade e leitura de rótulos nutricionais).

Embora o estudo não aprofunde os encadeamentos teóricos internos dessas OM (tecnologias e teorias implícitas), ele as descreve como saberes escolares dependentes de transposições que nem sempre respeitam a lógica disciplinar ou as práticas sociais de referência, apontando limitações em sua articulação com os saberes científicos.

As Organizações Didáticas (OD) são exploradas por meio da descrição das atividades propostas nos materiais didáticos e pelas orientações curriculares da BNCC e do Currículo Paulista. Pupo destaca a ausência de uma proposta estruturada de interdisciplinaridade entre Ciências e Matemática nas obras analisadas, o que leva à fragmentação do ensino. O autor defende a adoção de projetos codisciplinares que articulem saberes das duas áreas em torno de temas significativos, como alimentação, meio ambiente e energia, para garantir a coerência didática e epistemológica do ensino.

A organização didática sugerida pressupõe a elaboração de tarefas contextualizadas, com intencionalidade pedagógica, que promovam o desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com a BNCC.

Em termos de praxeologias, a dissertação apresenta uma tipologia de tarefas extraídas dos livros didáticos, classificando-as segundo seu potencial de articulação interdisciplinar. São destacadas:

- a) Tarefas: resolução de problemas envolvendo conversões de unidades, interpretação de gráficos e tabelas, cálculos com densidade e proporções, análise de rótulos alimentares, compreensão de processos químicos (como destilação e reações) mediados por dados numéricos;
- b) Técnicas: aplicação de fórmulas, uso de regra de três, leitura de tabelas, resolução algorítmica de problemas, produção de cartazes e resumos com apoio visual;
- c) Tecnologias: estão mais presentes como discurso curricular e didático, do que como tecnologias matemáticas formais.
- d) Teorias: os principais referenciais são os documentos oficiais (BNCC, Currículo Paulista), os fundamentos da TAD e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. A dissertação também valoriza a noção de saber sábio e sua adaptação às situações escolares, ressaltando a necessidade de mediação docente crítica para que o conteúdo escolar mantenha vínculos com as práticas sociais de referência.

A dissertação de Pupo (2021) oferece contribuições relevantes para esta pesquisa, ao sistematizar o mapeamento de praxeologias existentes nas práticas escolares de Ciências e Matemática e discutir sua aderência (ou não) às competências previstas na BNCC.

A abordagem evidencia o potencial formativo da TAD como instrumento de análise e organização do ensino interdisciplinar, ainda que não chegue a propor uma sequência didática ou intervenção prática com estudantes. O estudo reforça a importância de dispositivos formativos que colaborem para o desenvolvimento de projetos codisciplinares planejados com intencionalidade didática, como o Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP) proposto nesta tese.

A dissertação de Rayane Silva de Souza (2022), desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Educação Básica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (CAP-UERJ), apresenta uma proposta de ensino interdisciplinar fundamentada nos princípios da aprendizagem significativa, da alfabetização científica, da modelagem matemática e da etnomatemática.

Com base no tema gerador alimentação, a autora elaborou um produto educacional na forma de um guia prático intitulado Conectando Ciências da Natureza e Matemática: guia de atividades práticas, destinado a turmas do Ensino Médio, mas cujos princípios podem ser adaptados aos anos finais do Ensino Fundamental.

A pesquisa tem como objetivo promover a integração entre os saberes matemáticos e científicos por meio de práticas contextualizadas que articulem hábitos alimentares, atividade física e o uso crítico de tecnologias digitais, especialmente o aplicativo TikTok. Três sequências didáticas compõem o guia: “Alimentação e TikTok”, “O que está no meu prato?” e “Desperdício Alimentar”, cada uma estruturada com objetivos, materiais, etapas detalhadas e metodologias ativas que favorecem a participação estudantil.

No que diz respeito às Organizações Matemáticas (OM), os conteúdos mobilizados incluem leitura e interpretação de tabelas nutricionais, cálculo de calorias e energia, proporcionalidade, medidas de massa e temperatura, unidades de medida, cálculo de índice de massa corporal (IMC) e análise estatística (média, moda, mediana, variância, desvio padrão).

Tais conteúdos são articulados a partir de situações reais e experimentações, especialmente no cálculo da energia liberada por alimentos por meio da fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, relacionando conceitos matemáticos e físicos.

Embora não haja uma análise epistemológica formal dessas OM nos moldes da Teoria Antropológica do Didático (TAD), a estrutura proposta evidencia um esforço de construção de significados e de aproximação entre a Matemática escolar e o cotidiano dos estudantes.

As Organizações Didáticas (OD) são fortemente marcadas pela intencionalidade formativa e pela valorização da interdisciplinaridade. As atividades são planejadas com base na problematização de situações concretas (alimentação, consumo, saúde e bem-estar), com mediação docente que estimula a autonomia, a pesquisa, a investigação e a reflexão crítica.

O uso de recursos digitais, como o *Mentimeter* e o *Padlet* como ferramenta pedagógica, visam ressignificar o papel das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, fortalecendo a motivação e o engajamento dos estudantes. Em relação às praxeologias mobilizadas na proposta, destacam-se:

- a) Tarefas: leitura crítica de rótulos nutricionais; realização de experimentos com combustão de alimentos; cálculo de calorias ingeridas e calorias queimadas com dança; elaboração de pirâmides alimentares personalizadas; análise do desperdício alimentar na escola;

- b) Técnicas: uso de fórmulas matemáticas e físico-químicas, construção de gráficos e tabelas, entrevistas com colegas, medições corporais, registros em diário de bordo e murais colaborativos;
- c) Tecnologias: pouco formalizadas. Não se explica, por exemplo, por que usar média ou variância, ou o fundamento lógico desses conceitos.;
- d) Teorias: a proposta é sustentada por referenciais de autores como D'Ambrosio (1989, 2016) sobre etnomatemática e modelagem matemática; Moreira (2006, 2008) e Ausubel sobre aprendizagem significativa; Chassot (2003) sobre alfabetização científica; além dos documentos oficiais como a BNCC (BRASIL, 2018).

A dissertação de Souza (2022) representa uma valiosa contribuição para esta pesquisa ao demonstrar como o ensino de Ciências da Natureza e Matemática pode ser concebido de forma integrada, crítica e significativa, com base em temas socialmente relevantes e com forte apelo para a realidade estudantil.

Ainda que não utilize a TAD como referencial teórico, a proposta evidencia praxeologias complexas e ricas em potencial formativo, que apontam para a importância de dispositivos de formação continuada, como o Curso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), capazes de aprofundar o conhecimento didático e epistemológico necessário à implementação de práticas interdisciplinares nos anos finais do Ensino Fundamental.

A dissertação de Rosineide Fátima Daleaste (2023), intitulada “Educação Ambiental e Ensino de Matemática: análise de propostas desenvolvidas por docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), tem como foco a integração entre a Educação Ambiental (EA) e o Ensino de Matemática (EM) nos anos iniciais.

O estudo busca identificar as concepções dos professores sobre EA e promover, por meio de um curso de formação continuada, a elaboração de propostas pedagógicas que articulem ambas as áreas com base na Educação Matemática Crítica.

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, e articula análise documental com intervenção formativa. A autora propôs e executou um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais do município de Ramilândia-PR, organizado em cinco etapas, incluindo momentos presenciais, atividades assíncronas e aplicação de planos de aula.

Os dados foram coletados por meio de dois questionários (antes e depois do curso), observação participativa e registros dos encontros. A análise dos dados foi feita com base na técnica de análise de conteúdo.

Em relação às Organizações Matemáticas (OM), a proposta articula conteúdos como contagem, operações fundamentais, leitura e interpretação de tabelas e gráficos, medidas de capacidade, peso, tempo e temperatura, bem como noções de porcentagem e estimativa. Esses conteúdos são mobilizados nas atividades a partir de temas ambientais concretos, como consumo de água, reciclagem, alimentação e desperdício.

Contudo, a estrutura conceitual desses saberes matemáticos não é aprofundada em termos epistemológicos: as OM são selecionadas pela sua funcionalidade, mas não são explicitadas as tecnologias matemáticas (por que as técnicas funcionam) nem as teorias matemáticas (quais sistemas de ideias as sustentam). Assim, embora os conteúdos estejam presentes e contextualizados, o nível de formalização teórica permanece reduzido.

As Organizações Didáticas (OD) evidenciam um planejamento intencional voltado à promoção de práticas pedagógicas significativas, com base em metodologias ativas, como a sala de aula invertida.

O curso de formação foi cuidadosamente estruturado, contemplando estudos teóricos sobre EA, discussões sobre a BNCC e os ODS da Agenda 2030, elaboração coletiva de planos de aula e aplicação das propostas em sala de aula.

A didática proposta valoriza a contextualização, a participação dos estudantes e a articulação com temas reais da comunidade. As atividades desenvolvidas nos planos de aula envolvem observação, análise crítica e levantamento de dados sobre problemas ambientais locais, como uso da água e descarte de resíduos. Quanto às praxeologias mobilizadas na dissertação, temos:

- a) Tarefas: construção de gráficos com dados de consumo de água; interpretação de rótulos de produtos recicláveis; cálculo do desperdício de alimentos na merenda escolar; atividades práticas com medição de volumes e pesos; produção de cartazes com dados quantitativos sobre lixo e consumo; rodas de conversa com base em dados coletados.
- b) Técnicas: contagem de objetos recicláveis, registro em tabelas, uso de unidades de medida (litros, quilos), organização de dados em gráficos simples (barras, colunas), interpretação de faturas de água e receitas agronômicas.

- c) Tecnologias: de forma geral, o discurso que justifica o uso das técnicas permanece implícito. Há um esforço de racionalização didática (tecnologia pedagógica), ao explicar que as atividades contribuem para a formação cidadã e a conscientização ambiental, mas não há justificativa matemática formal sobre por que as técnicas adotadas são válidas. Por exemplo, não se explicita por que se usa um gráfico de barras em vez de outro tipo, ou por que a soma ou média é adequada para um certo dado. Assim, as tecnologias no sentido da TAD aparecem de modo incipiente.
- d) Teorias: a dissertação apoia-se teoricamente na Educação Matemática Crítica, com base em D'Ambrosio (1996), Skovsmose (2000) e Pais (2002), e também na legislação nacional sobre EA (PNEA, BNCC, DCNs). A teoria pedagógica está bem consolidada, mas a teoria matemática específica dos conteúdos mobilizados (como estatística descritiva, proporcionalidade, medida, etc.) não é apresentada.

A dissertação de Daleaste (2023) apresenta uma contribuição significativa ao explorar as potencialidades formativas da articulação entre Educação Ambiental e Matemática nos anos iniciais, com ênfase na perspectiva crítica e na resolução de problemas sociais concretos. Ao implementar um curso de formação continuada com fundamentação pedagógica consistente, a autora evidencia a importância de preparar o professor para o trabalho interdisciplinar com temas ambientalmente relevantes.

Contudo, como nas demais dissertações analisadas, observa-se a ausência da dimensão epistemológica da Matemática escolar em termos de tecnologias e teorias matemáticas — lacuna que sustenta a pertinência da proposta do PEP-FP apresentada nesta tese.

Após a análise de dissertações que abordam a articulação entre Matemática e Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, torna-se relevante ampliar o escopo do levantamento bibliográfico com a inclusão de teses de doutorado que tratem da temática sob perspectivas mais aprofundadas e sistematicamente desenvolvidas.

A partir dessa nova etapa da revisão, busca-se verificar em que medida os estudos em nível de doutorado contribuem para a construção de um Modelo Epistemológico de Referência (MER) voltado à formação docente e à integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais, à luz da Teoria Antropológica do Didático (TAD).

A tese de Maranhão (2021), defendida no Programa de Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), propõe uma investigação sobre o

desenvolvimento do pensamento transnumerativo a partir de um Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) aplicado a licenciandos em Pedagogia. Inserido no marco teórico da Teoria Antropológica do Didático (TAD), o autor estrutura sua investigação em torno da análise das praxeologias estatísticas mobilizadas ao longo do PEP, com o objetivo de compreender de que forma tais praxeologias contribuem para a formação do equipamento praxeológico dos futuros professores dos anos iniciais.

O estudo se destaca pela aplicação robusta da TAD, integrando conceitos como sistema didático, milieu, praxeologia, transposição didática e modelo epistemológico de referência, além de uma revisão crítica dos documentos curriculares nacionais (PCN e BNCC) e de livros didáticos.

No que se refere às Organizações Matemáticas (OM), a tese mobiliza conteúdos estatísticos fundamentais para o letramento dos anos iniciais: contagem, classificação, reclassificação, construção e interpretação de gráficos (barras, colunas, pictogramas), tabelas de dupla entrada, cálculo de medidas de tendência central (média, moda, mediana), frequência absoluta e relativa.

Tais organizações são analisadas com rigor, a partir do cruzamento entre os objetos de ensino (explícitos nos livros e tarefas) e os objetos de saber (a partir da literatura estatística). Além disso, o autor examina o lugar desses saberes na BNCC e nos PCN, destacando as habilidades relacionadas ao bloco Tratamento da Informação, com especial atenção ao que ele chama de “potencial transnumerativo” das tarefas.

As Organizações Didáticas (OD) são constituídas pelo conjunto de estratégias utilizadas no PEP aplicado a quatro licenciandos em Pedagogia, no contexto do ensino remoto durante a pandemia de COVID-19. As sessões do PEP foram organizadas em torno da leitura de textos teóricos (como a obra O3 elaborada pelo autor), análise de livros didáticos, realização de tarefas estatísticas e reflexões escritas nos diários de bordo.

Cada sessão foi documentada e analisada com base em registros audiovisuais e textuais. A organização didática é caracterizada por uma postura problematizadora, investigativa e reflexiva, conforme o paradigma de questionamento do mundo proposto por Chevallard (2013). O professor assume o papel de orientador (y), enquanto os alunos atuam como estudantes-pesquisadores (x), no interior de um sistema didático $S(X, Y, O)$.

As praxeologias mobilizadas na tese são descritas com alto grau de sofisticação e detalhamento, contemplando:

- a) Tarefas: elaboração e análise de gráficos a partir de dados reais; leitura crítica de informações em gráficos de livros didáticos; produção de novas representações gráficas com base em diferentes agrupamentos de dados; resolução de questões sobre frequência e média em situações contextualizadas; reclassificação de dados segundo diferentes critérios.
- b) Técnicas: aplicação de regras de contagem e agrupamento; uso de procedimentos de organização e representação de dados em gráficos e tabelas; construção de histogramas e pictogramas; interpretação de medidas estatísticas básicas.
- c) Tecnologias: o autor explicita os discursos que justificam as técnicas empregadas, destacando, por exemplo, que a escolha por determinado tipo de gráfico (barras ou pictograma) depende do objetivo de comunicação da informação, ou que o uso da média deve ser contextualizado em situações de comparação. Esses discursos aparecem tanto nos textos de apoio (como a obra O) quanto nas falas e produções dos participantes. Assim, a dimensão tecnológica da praxeologia está plenamente presente e analisada.
- d) Teorias: a base teórica é composta por autores da Educação Estatística como Wild e Pfannkuch (1999), Chick *et al.* (2005), Gal (2002), Cazorla (2006) e Batanero (2001), além da própria TAD. A tese estabelece claramente os sistemas teóricos que sustentam tanto os objetos estatísticos (ex.: transnumeração, representação gráfica, medida de tendência central) quanto os processos de ensino (PEP, transposição didática, organização praxeológica). Assim, a dimensão teórica é robusta e confere coerência ao conjunto da pesquisa.

A tese de Maranhão (2021) representa um marco na articulação entre Educação Estatística e TAD, sendo a única, entre os trabalhos analisados, a aplicar integralmente o dispositivo PEP e a estruturar uma análise didática formal das praxeologias mobilizadas.

Além disso, o estudo contribui para a compreensão de como o pensamento transnumerativo pode ser promovido por meio de praxeologias escolares contextualizadas e refletidas, constituindo-se como um referencial fundamental para pesquisas futuras.

A pesquisa confirma a tese de que um PEP pode desencadear o desenvolvimento de praxeologias estatísticas relevantes na formação de professores dos anos iniciais, reafirmando o valor da TAD para repensar a prática pedagógica no campo da Estatística.

A tese de Nascimento (2023), desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), propõe investigar de que modo as Atividades Práticas Experimentais (APE) podem contribuir para a motivação e aprendizagem em Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

O autor constrói uma sólida fundamentação teórica baseada nas teorias da Autodeterminação (Deci & Ryan), Histórico-Cultural (Vygotsky) e da Atividade (Leontiev), articulando-as ao ensino por investigação e ao papel formativo das APE no desenvolvimento do pensamento metacognitivo e da autorregulação cognitiva dos estudantes.

As Organizações Matemáticas (OM) aparecem de forma complementar às atividades de Ciências e são essencialmente vinculadas a tarefas que envolvem medidas, registros em tabelas, gráficos, contagem e comparações numéricas simples. Embora o foco da tese esteja no ensino de Ciências, essas OM estão presentes de maneira instrumental e contextualizada, como suporte à experimentação. Não há, contudo, uma explicitação formal das OM enquanto unidades matemáticas autônomas, nem há uma análise epistemológica que explicita suas propriedades internas. A matemática surge como meio de organização e registro dos dados experimentais — mas não como objeto central de estudo.

As Organizações Didáticas (OD) são detalhadas por meio da estruturação do percurso metodológico da pesquisa de campo. O autor realizou uma formação com professoras de uma escola privada de Natal/RN, com aplicação de questionários, entrevistas e da Escala de Motivação do Estudante do Ensino Fundamental (EMEEF), baseada na Teoria da Autodeterminação. Também conduziu análise documental e revisão sistemática em revistas da área de ensino de Ciências.

As OD priorizam atividades que respeitam o contexto dos estudantes, com ênfase na resolução de problemas, no trabalho em pequenos grupos e no uso do laboratório como espaço mediador da aprendizagem. A estrutura didática valoriza a autonomia docente e discente, a integração teoria-prática e a escuta dos sujeitos envolvidos no processo educativo. No que se refere às praxeologias, observam-se os seguintes elementos:

- a) Tarefas: planejamento e execução de experimentos com materiais acessíveis; observação de fenômenos naturais (ex.: decomposição de alimentos, aquecimento da água); registro dos dados obtidos em tabelas; construção de gráficos; socialização e interpretação dos resultados em sala de aula; entrevistas e questionários aplicados a professores e estudantes.

- b) Técnicas: manuseio de instrumentos simples de laboratório (proveta, termômetro, balança), procedimentos de medição e comparação, uso de esquemas gráficos para representar dados, preenchimento de diários reflexivos, uso de rubricas para avaliação motivacional.
- c) Tecnologias (TAD): os discursos justificativos sobre as técnicas aparecem principalmente do ponto de vista pedagógico e psicológico. O autor articula os fundamentos da Teoria da Autodeterminação para explicar como as atividades são planejadas para satisfazer as necessidades psicológicas de autonomia, competência e pertencimento dos estudantes. Já as justificativas matemáticas e científicas das técnicas utilizadas nas APE não são plenamente formalizadas. Assim, a dimensão tecnológica está presente com forte teor didático e motivacional, mas a tecnologia matemática e científica aparece de forma difusa.
- d) Teorias (TAD): a tese é ricamente embasada em teorias contemporâneas do ensino e aprendizagem. As principais referências são: Vygotsky, Leontiev, Deci & Ryan, Talízina, Flavell e autores da metacognição e autorregulação. Embora não se fundamente diretamente na TAD, o estudo reconhece a centralidade da teoria como fundamento epistemológico para a prática pedagógica, o que confere solidez ao modelo didático proposto. A ausência de teorias matemáticas específicas reforça o caráter complementar da matemática no contexto do ensino de Ciências.

O estudo de Nascimento (2023) oferece contribuições relevantes para a presente pesquisa ao evidenciar como o uso estruturado de APE pode favorecer o engajamento dos estudantes e a construção de aprendizagens significativas. A motivação, tratada como fenômeno psicológico, social e cultural, é reconhecida como mediadora do aprendizado.

Embora a tese não tenha como foco principal a Educação Estatística ou a matemática escolar, suas praxeologias revelam a presença de práticas que articulam medidas e registros — aspectos que podem ser explorados em propostas interdisciplinares futuras. A ausência de uma análise epistemológica mais profunda dos saberes matemáticos e científicos, entretanto, reafirma a necessidade de dispositivos como o PEP-FP para potencializar a apropriação teórica e a coerência didática dessas práticas.

A tese de Pereira (2020), defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),

tem como foco central o panorama da produção científica relacionada à Alfabetização Científica (AC) nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Com abordagem descritiva e exploratória, a autora realiza uma análise bibliográfica e documental de teses, dissertações, grupos de pesquisa e artigos publicados por pesquisadores vinculados a programas de pós-graduação com conceito de excelência (nota 6 ou 7 na avaliação da CAPES). O estudo investiga como a AC tem sido tematizada nas produções acadêmicas e quais abordagens didático-pedagógicas emergem dessas práticas científicas voltadas à Educação Básica.

A tese está organizada em seis artigos que exploram aspectos distintos da AC: desde a relação entre políticas públicas e o ensino de Ciências (com destaque para o PNAIC), passando pela análise de produções acadêmicas (2013-2016), até propostas pedagógicas baseadas em textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje das Crianças (CHC Online).

Deste modo, o trabalho assume um caráter metapesquisador, cujo objeto não é diretamente a implementação de práticas escolares, mas sim a análise crítica da produção científica e das propostas de ensino de Ciências voltadas à AC nos anos iniciais.

No que se refere às Organizações Matemáticas (OM), a tese não traz análises diretas de conteúdos matemáticos. As OM aparecem apenas de forma tangencial, quando a autora menciona indicadores da AC que envolvem a leitura de tabelas, gráficos e outras formas de representação de dados em propostas analisadas.

Entretanto, não há mobilização de objetos matemáticos como razão, média, frequência, nem discussão sobre propriedades ou estruturas matemáticas. Assim, a presença da OM é residual e subordinada à lógica da comunicação científica e da compreensão de textos.

As Organizações Didáticas (OD) emergem com maior clareza a partir da análise de propostas pedagógicas extraídas da revista CHC Online. A autora apresenta um quadro de possibilidades didático-pedagógicas para o uso de textos de divulgação científica com crianças do Ensino Fundamental, destacando temas como alimentação, reciclagem, saúde, meio ambiente, entre outros. O enfoque didático valoriza o uso de textos multimodais, a leitura crítica e a contextualização do conhecimento científico na vida cotidiana dos estudantes.

No entanto, o desenvolvimento de tarefas ou sequências didáticas estruturadas é limitado, dado o caráter mais analítico que propositivo da pesquisa. As praxeologias identificadas na tese, especialmente na seção 4.4 (artigo sobre a revista CHC), podem ser descritas da seguinte forma:

- a) Tarefas: leitura de textos de divulgação científica; elaboração de perguntas sobre o conteúdo lido; debates em sala de aula; produção de resumos ou textos explicativos; proposição de atividades baseadas nos temas dos artigos da revista CHC.
- b) Técnicas: estratégias de leitura e interpretação de textos científicos adaptados ao público infantil; levantamento de ideias prévias; identificação de elementos científicos nos textos; construção de sínteses informativas.
- c) Tecnologias (TAD): o discurso justificativo das técnicas está presente no plano didático-pedagógico — por exemplo, ao defender que o uso de textos de divulgação aproxima o aluno da linguagem científica e promove o desenvolvimento da AC. No entanto, não há tecnologias matemáticas no sentido da TAD, pois as técnicas envolvidas não se referem a objetos matemáticos. A tecnologia, portanto, se manifesta apenas na dimensão pedagógica e comunicacional.
- d) Teorias (TAD): a tese é fundamentada teoricamente na perspectiva crítica da Alfabetização Científica, com base em autores como Sasseron e Carvalho (2008), Chassot (2018), Santos (2007), Fourez (1994), Bybee (1995), Lorenzetti e Delizoicov (2001), entre outros. Além disso, utiliza conceitos de Bourdieu (campo científico e capital científico) para analisar o lugar da produção acadêmica na estrutura social da ciência. Portanto, a teoria enquanto sistema de ideias que sustenta a prática pedagógica e a pesquisa está amplamente presente, ainda que voltada prioritariamente à dimensão didática, e não matemática.

A tese de Pereira (2020) oferece contribuições relevantes para o entendimento das políticas de produção do saber científico na Educação em Ciências e sua repercussão nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Embora não trate da Matemática como objeto de ensino, revela tendências metodológicas e epistemológicas que influenciam práticas interdisciplinares na escola.

A ausência de análises formais sobre praxeologias matemáticas reforça a constatação já feita nas pesquisas anteriores: a Estatística e os saberes quantitativos ainda são subvalorizados nos trabalhos voltados à Alfabetização Científica, o que justifica a pertinência de investigações que proponham a integração sistemática entre Ciências e Estatística, como é o caso do PEP-FP apresentado nesta tese.

Com base nas análises praxeológicas realizadas, torna-se possível sintetizar os principais aspectos observados nas dissertações e teses examinadas por meio de um quadro comparativo, Quadro 8.

Quadro 8 - Síntese das Dissertações e Teses analisadas

Autor/Ano	Foco principal	Organizações Matemáticas (OM)	Organizações Didáticas (OD)	Articulação Estatística e Ciências
Rigão (2022)	ABP e interdisciplinaridade	Contagem e operações simples em projetos	Projetos temáticos com investigação e síntese	Estatística como apoio à análise em projetos temáticos
Oliveira (2023)	Literatura e Ciências por sequência didática	Adição e quantificação de ovos em contexto de Ciências	Sequência didática com leitura e experimentação	Contagem e registros simples dentro de temas científicos
Zuchetto (2022)	Datas comemorativas e integração com BNCC	Gráficos e medidas em propostas comemorativas	Propostas organizadas por datas e temas sociais	Gráficos e dados ambientais usados sem aprofundamento
Silva (2023)	Modelagem Matemática e Alfabetização Científica	Estatística básica: médias, gráficos e tabelas	Atividades investigativas com dados reais	Uso crítico de dados reais com base na Modelagem
Pupo (2021)	Análise de praxeologias em livros e BNCC	Operações, gráficos e unidades com foco curricular	Análise de tarefas didáticas e curriculares	Análise de tarefas estatísticas em contexto de Ciências
Souza (2022)	Alimentação, mídias digitais e AC	Médias calóricas, medidas e análises de dados	Atividades multimodais com vídeos e textos	Estatística no contexto de alimentação e mídias digitais
Daleaste (2023)	Educação Ambiental com medidas e registros	Unidades de medida e gráficos em contexto ambiental	Planos de aula com foco ambiental e contextual	Medições e representação gráfica no tema ambiental
Maranhão (2021)	PEP e praxeologias estatísticas	Estatística formal com foco no pensamento transnumérico	PEP com sessões formativas, leitura e tarefas	Estatística integrada à formação docente com praxeologias completas
Nascimento (2023)	APE e motivação em Ciências	Medições e registros quantitativos auxiliares	Experimentos com participação ativa dos alunos	Estatística como instrumento secundário na experimentação
Pereira (2020)	Produção científica e AC	Ausência de OM significativa	Propostas pedagógicas com base em textos científicos	Estatística ausente, foco exclusivo na AC e leitura

Fonte: autora (2024).

A partir da análise dos trabalhos sintetizados no Quadro 8, observa-se que a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza, nos anos iniciais, tem se concretizado majoritariamente de forma funcional e instrumental, sendo a Estatística frequentemente utilizada como recurso de apoio a práticas investigativas ou registros de experimentações.

Em poucas produções a Estatística é tratada como um objeto matemático com estrutura própria, composto por técnicas, tecnologias e teorias passíveis de transposição didática autônoma. A análise revelou que, embora haja intencionalidade interdisciplinar e valorização de temáticas contextualizadas, as propostas raramente avançam na formalização conceitual dos saberes estatísticos ou em sua fundamentação epistemológica, sobretudo no que diz respeito à sua relação com os conteúdos científicos.

A revisão de literatura e a análise praxeológica das produções acadêmicas realizadas nesta seção, especialmente no que se refere às organizações matemáticas e didáticas, permitiram identificar como a Estatística tem sido integrada aos conteúdos de Ciências da Natureza no contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Diante desse cenário, os achados aqui sistematizados — desde as lacunas na fundamentação teórica da Estatística até as formas como ela tem sido instrumentalizada em práticas interdisciplinares — servirão como base para a construção dos modelos que sustentam o dispositivo formativo desta pesquisa.

Dessa forma, o Capítulo 3 tem como objetivo apresentar e justificar os modelos epistemológicos que delineiam a integração entre Estatística e Ciências da Natureza, à luz da Teoria Antropológica do Didático, como aporte teórico para o desenvolvimento do Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores Pedagogos (PEP-FP).

4 MODELIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA NA INTEGRAÇÃO ENTRE ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS DA NATUREZA: MER, MED E MERA

A integração entre Educação Estatística e Ciências da Natureza, discutida nos capítulos anteriores como um eixo fundamental para a alfabetização científica, revela-se não apenas uma necessidade pedagógica, mas um desafio epistemológico. A fragmentação do conhecimento, criticada por Morin (2000) como resultado de uma "inteligência reducionista", reflete-se na formação docente e nas práticas educativas, limitando a capacidade de estudantes e professores de articular dados estatísticos a fenômenos naturais e sociais.

Diante dessa problemática, a Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Chevallard (1999), emerge como um referencial teórico capaz de reorientar a organização dos saberes escolares, concebendo-os como *praxeologias* — sistemas que integram técnicas, tecnologias e teorias —, condicionados por contextos institucionais.

Nesse cenário, o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), apresenta-se como um dispositivo de modelização que busca transcender a lógica fragmentada dos currículos tradicionais. É nesse contexto que o presente capítulo introduz os conceitos de Modelização Epistemológica de Referência (MER), Modelização Epistemológica Disciplinar (MED) e Modelização Epistemológica de Referência Alternativa (MERA), estruturas teóricas que orientam a análise e a reconstrução de saberes docentes em direção a uma integração orgânica entre áreas.

A modelização epistemológica, ancorada na TAD, permite desvelar como os conhecimentos estatísticos e científicos são transpostos didaticamente, identificando lacunas e contradições nas práxis pedagógicas. Enquanto o MER representa o conhecimento científico em sua forma "pura", tal como produzido por especialistas, o MED reflete sua adaptação aos contextos escolares, muitas vezes reduzida a técnicas descontextualizadas.

Já o MERA surge como uma proposta crítica, que reconstrói saberes a partir de problemas reais, integrando métodos estatísticos a investigações científicas — alinhando-se, assim, à defesa de Gal (2002) sobre a literacia estatística como pilar da alfabetização científica.

Este capítulo, portanto, situa-se na intersecção entre teoria e prática, explorando como a articulação entre MER, MED e MERA pode fomentar uma educação baseada na complexidade, conforme defendido por Morin (2000). Ao analisar os processos de transposição didática e as restrições institucionais, busca-se não apenas compreender as barreiras à integração interdisciplinar, mas propor caminhos para a construção de *praxeologias docentes* transformadoras.

Tais praxeologias, ao unirem técnicas estatísticas (como análise de dados) a teorias científicas (como explicação de fenômenos), capacitam professores a promoverem uma alfabetização científica crítica, essencial para enfrentar desafios contemporâneos — desde mudanças climáticas até debates sobre saúde pública.

De modo a sintetizar as relações entre o saber matemático-científico de referência, os modelos epistemológicos e a proposta formativa desta pesquisa, elaborou-se o seguinte esquema, que explicita a função e a articulação entre MER, o MED e o MERA no contexto da formação de professores pedagogos para a integração da Educação Estatística e das Ciências da Natureza.

O ponto de partida desta modelização é constituído pelo saber matemático-científico de referência, que orienta o ensino da Educação Estatística e das Ciências da Natureza. No âmbito da Educação Estatística, destacam-se os conteúdos relacionados à coleta, organização, representação e interpretação de dados, que são fundamentais para o desenvolvimento de competências investigativas e para a compreensão de fenômenos em contextos escolares e sociais.

Na área das Ciências da Natureza, enfatizam-se os conhecimentos vinculados à investigação de fenômenos naturais e socioambientais, tais como a alimentação saudável.

Esse saber sábio constitui a base para a construção do Modelo Epistemológico de Referência (MER), funcionando como horizonte teórico para orientar a análise e a transformação das práticas pedagógicas. A partir desse saber de referência, constrói-se o Modelo Epistemológico de Referência (MER), compreendido nesta pesquisa como um construto teórico e tipo ideal, que orienta tanto a análise das praxeologias docentes quanto a elaboração das atividades formativas.

Este modelo estrutura-se com base em um estudo epistemológico, histórico e ecológico da articulação entre a Educação Estatística e o Ensino de Ciências da Natureza, conforme fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD). O MER é delineado a partir de três dimensões interdependentes: dimensão epistemológica; dimensão econômica e dimensão ecológica. A construção do MER se configura como uma resposta hipotética progressiva a uma questão geradora (Q_0).

Em seguida, realiza-se o diagnóstico das práticas docentes vigentes e das condições institucionais que impactam a integração entre a Educação Estatística e o Ensino de Ciências da Natureza. Esse diagnóstico envolve:

- A análise de documentos normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os currículos locais e os programas de formação docente;
- O levantamento e análise das praxeologias docentes pré-existentes, identificando como os professores pedagogos compreendem e praticam o ensino da Estatística e das Ciências;
- A identificação das condições e restrições institucionais, didáticas e epistemológicas que dificultam ou impedem a integração entre essas áreas do conhecimento.

Esse levantamento fundamenta-se na análise das dimensões econômica e ecológica do MER, permitindo compreender os limites e as potencialidades do contexto formativo.

A partir da (Q_0), derivam-se outras questões auxiliares, que orientam a identificação dos objetos de saber, a análise das praxeologias mobilizadas, a proposição de tarefas didáticas integradoras e a compreensão das condições institucionais e contextuais que moldam a prática pedagógica. A partir do diagnóstico realizado, configura-se o Modelo Epistemológico Dominante (MED), que expressa as práticas pedagógicas atualmente prevalentes no contexto da formação de professores pedagogos. Esse modelo dominante caracteriza-se pela:

- Fragmentação disciplinar entre a Educação Estatística e o Ensino de Ciências da Natureza;
- Predominância de um ensino da Estatística descontextualizado e focado em técnicas isoladas, desvinculadas de problemas reais;
- Existência de barreiras institucionais e epistemológicas que reforçam a compartimentalização do saber e dificultam a construção de práticas pedagógicas integradoras.

O reconhecimento do MED é fundamental para que o MER não seja um modelo idealizado, mas um instrumento que se contrapõe criticamente às práticas vigentes, promovendo a análise e a superação dos limites identificados. Com base no contraste entre o MER e o MED, implementa-se o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), concebido como uma intervenção formativa orientada pela TAD. O PEP-FP visa:

- Mobilizar praxeologias estatísticas e científicas integradas, favorecendo a construção de novas práticas pedagógicas;
- Estimular a reflexão crítica sobre o modelo dominante, levando os professores a problematizar as práticas fragmentadas e a buscar alternativas;

- Desenvolver práticas pedagógicas inovadoras, capazes de articular a Educação Estatística com o Ensino de Ciências da Natureza, promovendo a interdisciplinaridade e a Alfabetização Científica.

Nas seções subsequentes, detalhar-se-á cada um dos modelos (MER, MED e MERA), examinando seu papel na reestruturação na Educação Estatística integrada ao ensino de Ciências da Natureza.

A discussão partirá de exemplos concretos, como a análise de dados e interpretação de gráficos epidemiológicos, para ilustrar como a modelização epistemológica pode romper com a dicotomia entre "conteúdos prontos" e "investigações autênticas".

Por fim, o capítulo reforçará a contribuição da TAD e do PEP-FP na formação de professores pedagogos, destacando a urgência de currículos que valorizem a interdisciplinaridade como fundamento para uma educação transformadora.

4.1 O Modelo Epistemológico de Referência (MER) para Integração da Educação Estatística e Ciências da Natureza

Nesta seção, apresentamos os fundamentos e as características que compõem o Modelo Epistemológico de Referência (MER) para a integração da Educação Estatística ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Seu propósito principal é servir como um referencial idealizado para a análise didática, mostrando os objetos de saber que deveriam ser ensinados, as praxeologias ideais e suas justificativas epistemológicas. É uma construção que explicita o "saber sábio", ou seja, a organização do saber científico na forma mais completa possível antes de ser transposto para o contexto escolar.

Assim, o MER delineado nesta pesquisa configura-se como um modelo epistemológico idealizado, construído a partir dos saberes acadêmicos e científicos (saber sábio), oferecendo uma referência teórica que permite analisar criticamente as praxeologias docentes reais.

Nesse sentido, o MER atua principalmente como referencial de contraste em relação ao Modelo Epistemológico Dominante (MED), que corresponde às práticas pedagógicas vigentes nas escolas, frequentemente caracterizadas pela fragmentação entre a Educação Estatística e o Ensino de Ciências da Natureza.

A análise do contraste entre o MER (modelo epistemológico idealizado) e o MED nas práticas reais, conforme orienta a Teoria Antropológica do Didático (TAD), permitiu identificar fenômenos didáticos importantes, como a fragmentação disciplinar e a simplificação das praxeologias docentes.

Esses fenômenos didáticos orientaram, então, a elaboração de um Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), resultante da reorganização das praxeologias docentes realizada no âmbito da intervenção formativa promovida pelo Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

O MER é concebido nesta pesquisa como um tipo ideal, no sentido weberiano. A referência "weberiano" na TAD remete ao conceito de tipo ideal (*Idealtypus*) desenvolvido pelo sociólogo alemão Max Weber. Segundo Gascon (2014)

Max Weber postula que toda ciência social tem necessidade de construir “tipos ideais” de conceitos que funcionem como “conceitos limites” ou conceitos “ideais”. Esses tipos ideais⁵ estão caracterizados teoricamente, mas não são cópias fotográficas dos assuntos empíricos, isso não existe em estado puro na realidade histórica. Podemos interpretá-los como modelos e contos, tendo uma função metodológica, heurística, que serve para compará-los (ou contrastá-los) com a realidade empírica, historicamente existente e para gerar novas perguntas (Gascon, 2014, p. 104, tradução nossa).

Deste modo, o MER é compreendido como um construto teórico idealizado, que não corresponde exatamente à complexidade empírica das práticas de ensino, mas que funciona como referência epistemológica para analisar criticamente essas práticas. Ao explicitar claramente os objetos e praxeologias ideais, o MER oferece uma base sólida para a construção do MERA, este sim diretamente implicado na transformação das práticas docentes através da intervenção formativa proposta pelo Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

Assim, a construção do MER implica um movimento inicial essencial de emancipação epistemológica frente aos modelos dominantes que estruturam atualmente o ensino dessas disciplinas, conforme destaca Gascón (2014).

Obviamente, a emancipação epistemológica constitui um aspecto particular, um primeiro passo essencial, da emancipação institucional, que poderia ser definida, em geral, como a libertação da sujeição à ideologia dominante nas instituições que fazem parte de seu objeto de estudo; ou seja, a emancipação não apenas do provincianismo epistemológico, mas também de todo provincianismo didático, pedagógico e cultural. (Gascón, 2014, p. 100, tradução nossa).

A elaboração de Modelos Epistemológicos de Referência possibilita a emancipação da Didática frente aos modelos epistemológicos que predominam nas instituições escolares, favorecendo o surgimento de novos fenômenos didáticos e a reinterpretação das práticas pedagógicas vigentes. Assim, o MER se configura como uma ferramenta que visa liberar as investigações didáticas da sujeição aos códigos da escola e, em particular, aos que regem a relação desta com os saberes disciplinares (GASCÓN, 2014).

Além de sua função analítica, o MER desempenha uma função fenomenotécnica, no sentido atribuído por Gaston Bachelard e retomado por Gascón (2014). Isso significa que o modelo não apenas explicita os objetos de saber ideais, mas também possibilita a emergência de novos fenômenos didáticos, tornando visíveis dimensões do ensino que frequentemente permanecem ocultas sob formas tradicionais de organização curricular. Conforme aponta Gascón (2014, p. 104)

(...) que todas as ciências (e em particular as ciências sociais) têm, em maior ou menor grau, de acordo com seu nível de desenvolvimento, a capacidade potencial de produzir os fenômenos que descrevem e explicam; isto é, postulamos que as ciências têm um caráter potencialmente fenomenológico no sentido de Gaston Bachelard (Gascon, 2014, p. 104, tradução nossa).

Desse modo, embora o MER seja fundamentalmente um exercício teórico de referência epistemológica, sua elaboração gera condições para identificar e compreender fenômenos didáticos inéditos. Tais fenômenos, uma vez explicitados pelo MER, podem então ser mobilizados pelo MERA, implementado via intervenção formativa do PEP-FP, visando à transformação efetiva das condições institucionais e didáticas que limitam a integração entre a Educação Estatística e as Ciências da Natureza.

Conforme argumenta Gascón (2014), o MER possui um caráter relativo e provisório, sendo suscetível a revisões e aprimoramentos contínuos à luz das reflexões epistemológicas e teóricas desenvolvidas no contexto investigativo. Embora não se confronte diretamente com os dados empíricos das práticas escolares — papel desempenhado pelo MERA — o MER atua como um instrumento epistemológico que orienta a análise crítica dessas práticas, oferecendo uma referência idealizada para subsidiar propostas pedagógicas mais integradoras.

Desse modo, a construção do MER fornece um instrumento teórico-metodológico que possibilita uma reflexão crítica sobre os objetos e as praxeologias ideais, oferecendo uma perspectiva que supera a visão fragmentada e naturalizada dos saberes disciplinares.

A partir desse referencial epistemológico ideal, é possível realizar uma análise aprofundada das praxeologias docentes reais, fundamentando, assim, o processo de transformação efetiva dessas práticas no contexto da formação continuada de professores, por meio do MERA implementado no PEP-FP.

Conforme assinala Gascón (2014), a emancipação epistemológica exige que o pesquisador não aceite passivamente a divisão disciplinar estabelecida pelas instituições escolares, mas que a tome como objeto de análise crítica, visando à construção de propostas

didáticas que rompam com o 'provincianismo epistemológico' e com a 'compartimentación del saber' (Gascón, 2014, p. 100-101).

Nesse sentido, o MER, enquanto tipo ideal e instrumento fenomenotécnico, fornece uma referência epistemológica idealizada fundamental para compreender a natureza e a organização dos saberes que devem ser integrados na formação de professores pedagogos. Sua elaboração, portanto, orienta a análise crítica das praxeologias docentes reais e oferece as bases conceituais para o desenvolvimento do MERA.

Este último, por sua vez, implementado através do Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), é que orienta diretamente a estruturação das atividades formativas e concretiza a integração efetiva entre Educação Estatística e Ciências da Natureza, contribuindo para o desenvolvimento da Alfabetização Científica

A dimensão epistemológica do MER refere-se à identificação, organização e análise dos objetos de saber que constituem a base epistemológica idealizada para a integração entre Educação Estatística e Ciências da Natureza. No campo da Estatística, destacam-se conteúdos como a coleta, organização, representação e interpretação de dados. Na área das Ciências da Natureza, incluem-se conhecimentos relacionados à investigação de fenômenos naturais e socioambientais, como sustentabilidade, alimentação e saúde.

Essa dimensão corresponde à necessidade de explicitar claramente a estrutura conceitual e funcional do saber acadêmico-científico que serve como referência ideal para o ensino. Segundo Almouloud (2021)

A análise das dimensões epistemológica e econômico-institucional de um problema didático baseia-se no desenvolvimento histórico, permitindo a identificação das diferentes formas de concepção de um dado objeto matemático que podem favorecer a análise didática. Este estudo permite, entre outros aspectos, a identificação das razões de ser desse objeto matemático e dos problemas do seu ensino (Almouloud, 2021, p. 407, tradução nossa).

Além disso, conforme enfatiza Gascón (2014), a construção de Modelos Epistemológicos de Referência permite tornar visíveis novos fenômenos didáticos, explicitando a incidência da epistemologia sobre a Didática, o que reforça a centralidade dessa dimensão na estruturação conceitual do MER.

A dimensão econômica do MER refere-se às condições institucionais internas que regulam a organização e o funcionamento das praxeologias associadas aos saberes em uma determinada instituição. Envolve normas, políticas, orientações curriculares e práticas que determinam como e em que medida os saberes são ensinados, bem como os recursos e as restrições que influenciam essa organização. Como aponta Almouloud (2021)

A análise da dimensão econômica é necessária para identificar como as praxeologias (as tarefas, as formas de resolvê-las e suas justificativas matemáticas) se comportam em uma determinada

instituição (na matemática, nos projetos pedagógicos dos cursos universitários, nos livros didáticos mais utilizados, etc.). Ela se baseia, entre outros fatores, em questões relativas às condições que regem a organização e o funcionamento dessas práticas na instituição de referência (a universidade, por exemplo), ou seja, em questões relativas ao sistema de princípios e leis (regras) que regem sua vida institucional. A dimensão institucional-econômica permeia a dimensão ecológica, uma vez que o “nascimento”, a “vida” e a possibilidade de “murchar” e/ou “ressurgir” dispõem as condições econômicas (Almouloud, 2021, p. 407 – 408, tradução nossa).

Essa dimensão considera as condições que regulam a organização e o funcionamento das praxeologias no interior da instituição de referência, incluindo seus sistemas de regras, restrições e possibilidades.

No âmbito desta pesquisa, essa análise incide, por exemplo, sobre o papel normativo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os programas de formação de professores e as práticas escolares que, muitas vezes, contribuem para a compartimentalização entre os saberes estatísticos e os conteúdos de Ciências da Natureza.

Ao integrar essa dimensão à construção do MER — entendido como tipo ideal — é possível antecipar e teorizar sobre os obstáculos e limites institucionais que devem ser enfrentados para viabilizar a integração interdisciplinar no ensino.

Assim, o MER atua como uma ferramenta teórica que permite contrastar e superar os modelos epistemológicos dominantes, contribuindo para a emancipação da didática em relação às condições institucionais que estruturam o ensino (Gascón, 2014).

Conforme Almouloud (2021)

A dimensão ecológica permite, por exemplo, localizar, do ponto de vista didático, os habitats e nichos do objeto matemático investigado no ecossistema do ensino em questão. Os habitats serão os ambientes conceituais onde um determinado objeto do conhecimento matemático encontra e experimenta suas práticas. Os habitats serão os setores de um ecossistema onde os componentes curriculares abrigam praxeologias com objetos matemáticos (Almouloud, 2021, p. 408, tradução nossa).

Nesse sentido, a dimensão ecológica refere-se às condições institucionais e sociais que possibilitam a circulação, a manutenção, a transformação ou a exclusão de um saber no ecossistema escolar. Ao identificar os habitats e nichos didáticos — ou seja, os contextos curriculares e organizacionais nos quais determinados objetos matemáticos são abrigados ou negligenciados — essa dimensão permite compreender de que modo o saber se manifesta, se estabiliza, se transforma ou se oculta nas práticas educativas.

No contexto desta pesquisa, a análise ecológica é essencial para identificar os obstáculos e as potencialidades para a integração entre Estatística e Ciências da Natureza, bem como para propor estratégias formativas que visem superar a fragmentação disciplinar. Nesse sentido, Gascón reforça que a superação dessas barreiras passa pela crítica ao provincianismo epistemológico, didático, pedagógico e cultural (Gascón, 2014).

A construção do MER, conforme orientam Sierra e Gascón (2023), se materializa como uma resposta hipotética progressiva a uma questão geradora (Q_0) e às suas perguntas derivadas, que orientam o desenvolvimento da modelização didática.

Nesse sentido, a construção do MER se materializa por meio de uma hipotética resposta progressiva a essa pergunta (Q_0) e às suas perguntas derivadas. Segundo Sierra e Gascón (2022)

O resultado deste questionamento se materializará na construção explícita de um *modelo epistemológico de referência* (MER) que atribui a essa área de atividade matemática uma nova razão de ser, uma nova estrutura e uma nova relação com os demais blocos da matemática escolar.

O questionamento e a consequente reconstrução das praxeologias matemáticas a serem ensinadas é apenas o ponto de partida do processo de formação de professores (Sierra e Gascón, 2022, p. 134).

Portanto, a elaboração do MER, não se faz de maneira isolada, mas orienta-se pela questão geratriz (Q_0), previamente definida (ver seção 1.2). A partir desta (Q_0), desdobram-se questões derivadas que orientam a construção progressiva do MER, permitindo identificar os objetos de saber, analisar as praxeologias mobilizadas, propor tarefas didáticas e compreender as condições institucionais e contextuais que influenciam a integração entre a Educação Estatística e o ensino de Ciências da Natureza, conforme recomenda Sierra e Gascón (2022).

1. Quais são os objetos de saber estatísticos relevantes para serem integrados ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais, visando à promoção da Alfabetização Científica?
2. Quais objetos de saber das Ciências da Natureza podem ser articulados com praxeologias estatísticas, de modo a potencializar o desenvolvimento de competências investigativas nos alunos?
3. Quais praxeologias estatísticas e científicas os professores pedagogos já mobilizam ou poderiam mobilizar para promover práticas integradas e significativas?
4. Como propor tarefas didáticas que articulem as praxeologias estatísticas e científicas, favorecendo práticas pedagógicas interdisciplinares nos anos iniciais?
5. Quais obstáculos epistemológicos, didáticos e institucionais se interpõem à integração entre a Educação Estatística e o ensino de Ciências da Natureza na formação de professores pedagogos?
6. Como as condições econômicas (institucionais) e ecológicas (circulação dos saberes) influenciam a organização e a sobrevivência das praxeologias estatísticas e científicas nas práticas docentes?

7. Como a adoção do MERA no PEP-FP pode reestruturar as praxeologias docentes, transformando a visão epistemológica sobre a Estatística e facilitando sua integração com as Ciências da Natureza como base para a Alfabetização Científica?

Essas questões derivadas não apenas aprofundam a problematização do saber, mas também orientam os caminhos da modelização didática a ser empreendida. Elas funcionam como vetores analíticos que permitem identificar quais saberes estatísticos e científicos são relevantes, quais práticas docentes os mobilizam ou os restringem, e quais condições institucionais, epistemológicas e ecológicas interferem em sua circulação e transformação no contexto da formação de professores pedagogos.

Dessa forma, o conjunto dessas questões delineia o escopo investigativo necessário à construção do MER, estruturando as decisões teóricas e praxeológicas da pesquisa.

O resultado deste questionamento se materializará na construção explícita de um MERA que atribui a essa área de atividade matemática uma nova razão de ser, uma nova estrutura e uma nova relação com os demais blocos da matemática escolar.

Em nosso MER, buscamos situar os saberes estatísticos e científicos na história da ciência e da educação, de forma a fornecer elementos epistemológicos que justificam sua razão de ser como saber escolar.

Isso implica compreender sob quais condições e restrições os conhecimentos da Estatística e das Ciências da Natureza são gerados, se legitimam, se desenvolvem, se estabilizam, se transformam ou mesmo desaparecem no contexto escolar. Ao mobilizar essa perspectiva, tornamos visíveis as escolhas, permanências e ausências que permeiam a construção do currículo e das práticas docentes, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

No esquema que apresentamos adiante, situamos os modelos que foram construídos em relação ao saber estatístico e científico que fundamenta a integração entre Educação Estatística e o ensino de Ciências da Natureza, com foco na formação de professores pedagogos atuantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

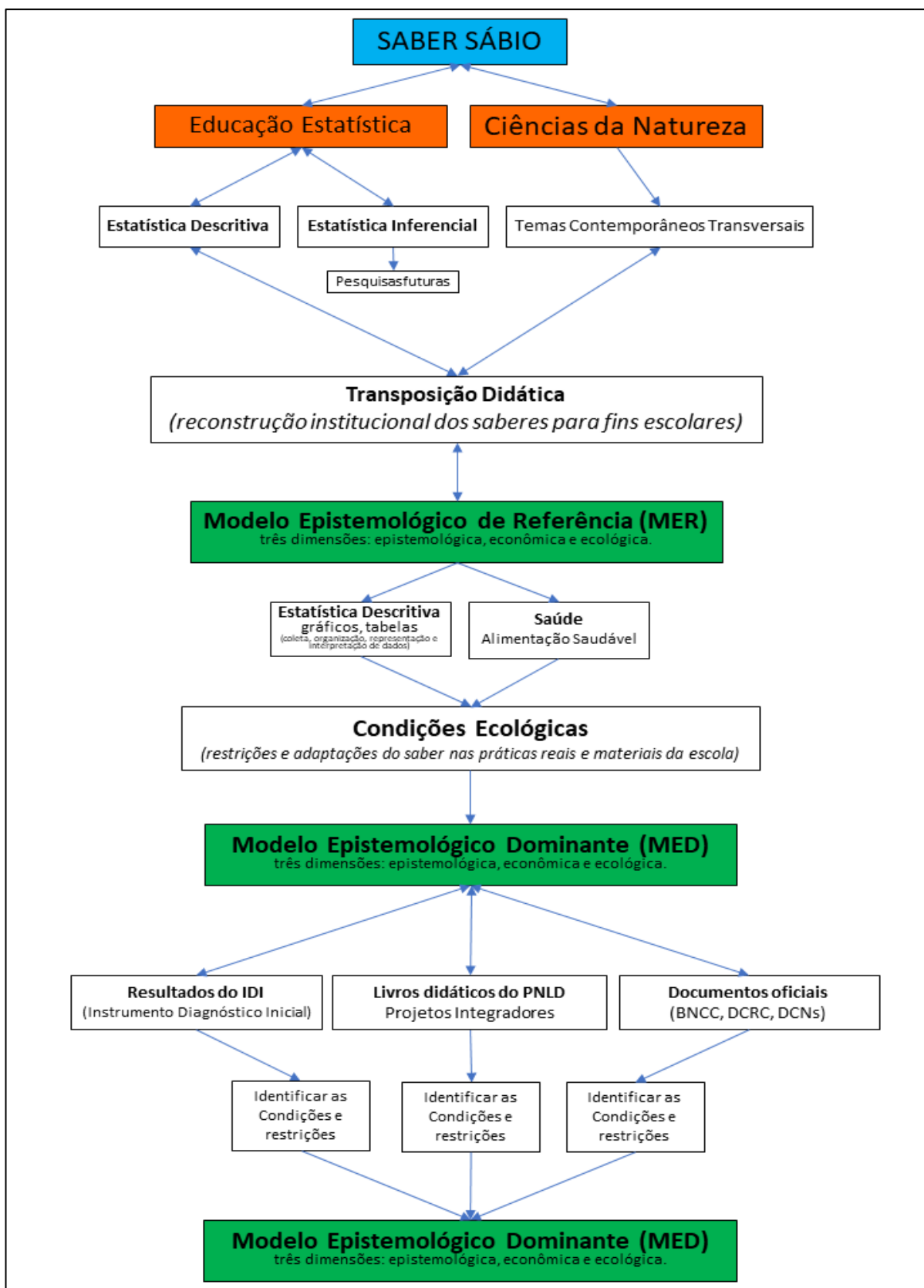
Esse esquema não apenas sintetiza a trajetória investigativa delineada por esta pesquisa, mas também ilustra, de forma articulada, os elementos que sustentam o processo de construção do MER. O percurso parte da questão geradora (Q_0) e se desdobra nas questões derivadas, que orientam a construção progressiva e fundamentada do MER.

A organização gráfica proposta permite visualizar o movimento de transposição do saber sábio — aqui entendido como o conjunto de saberes historicamente produzidos no campo da Estatística e das Ciências da Natureza — até sua reconstrução institucional no contexto escolar. Nesse percurso, destacam-se as influências epistemológicas, ecológicas e econômicas que condicionam a transposição didática e a constituição dos modelos escolares.

O esquema explicita ainda os efeitos da transposição didática e das condições ecológicas sobre o saber escolar, evidenciando as restrições que caracterizam o Modelo Epistemológico Dominante (MED), tal como identificado nas práticas institucionais.

Por fim, esta representação gráfica serve como guia para a construção posterior do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), que busca superar as limitações observadas no MED, integrando os saberes estatísticos e científicos com foco na formação crítica e emancipadora dos professores.

Figura 3 - Esquema da pesquisa por meio dos modelos construídos



Fonte: adaptado de Lobo (2019, p. 92).

Assim, o fluxograma não apenas sintetiza as dimensões que estruturam a modelização epistemológica, mas também evidencia os desafios e potencialidades da articulação entre saberes estatísticos e científicos no contexto da formação docente.

Diante da questão geradora e de suas derivações, a construção do MER exige um retorno ao campo originário dos saberes que se pretende integrar no contexto escolar. Isso implica considerar o saber estatístico em sua forma não escolarizada, tal como é produzido, organizado e validado nas esferas científicas, técnicas e sociais — o que a Teoria Antropológica do Didático denomina saber sábio (Chevallard, 1991; Bosch; Gascon, 2006).

Como afirma Chevallard (2013, p. 12), “O conhecimento a ser ensinado, e cada “pedaço” de conhecimento que compreende, existe apenas em contextos que não podem ser fielmente reproduzidos dentro da escola”, sendo necessário reconstruir ambientes didáticos adequados que possibilitem a aprendizagem desses saberes.

Compreender a natureza, a estrutura e as funções da Estatística enquanto saber sábio é, portanto, um passo fundamental para selecionar, justificar e organizar os objetos de conhecimento que comporão o MER, orientando uma transposição didática que preserve sua racionalidade conceitual e sua relevância social.

Como destacam Triola (2017) e Moore e McCabe (2009), a Estatística é um campo estruturado por métodos de coleta, organização e interpretação de dados, sendo amplamente mobilizado em contextos científicos, sociais e tecnológicos.

Esse processo também dialoga com os fundamentos da Educação Estatística, que reconhecem o papel formativo da Estatística na leitura crítica de fenômenos naturais, sociais e ambientais. Como afirmam Batanero e Díaz (2010, p. 7), “*to be statistically knowledgeable it is essential for today’s citizens to be critical regarding the available information, to understand how the information is generated, as well as to be able to make personal or social decisions.*” Nessa mesma direção, Gal (2002) destaca que

Neste artigo, a alfabetização estatística foi descrita como a capacidade de interpretar, avaliar criticamente e, se necessário, comunicar informações, argumentos e mensagens estatísticas. Foi proposto que o comportamento alfabetizado em estatística requer a ativação conjunta de cinco bases de conhecimento inter-relacionadas (alfabetização, estatística, matemática, contexto/mundo e crítica), mas que tal comportamento se baseia na presença de uma postura crítica e em crenças e atitudes que a sustentam (Gal, 2002, p. 19, tradução nossa).

Essa concepção amplia a compreensão da Educação Estatística, mas também domínio contextual, atitudes reflexivas e competências comunicativas. Trata-se, portanto, de uma

abordagem formativa que transcende o ensino de técnicas isoladas, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e engajados.

A seguir, apresentamos uma análise introdutória desse campo vasto, com ênfase na Estatística Descritiva, tendo em vista sua articulação com temas de Ciências da Natureza e sua contribuição para o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

4.1.1 *História da Estatística enquanto saber sábio*

Nesta seção, buscamos situar os saberes estatísticos e científicos no interior de suas trajetórias históricas e epistemológicas, a fim de compreender os fundamentos que justificam sua presença no currículo dos anos iniciais. Ao construir o Modelo Epistemológico de Referência (MER), partimos da indagação central: qual é a razão de ser da integração entre a Educação Estatística e o ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais? Por que promover essa articulação no contexto da formação docente? Como esses saberes se constituem, se estabilizam e circulam nas práticas escolares?

A essas perguntas se somam um conjunto de questões derivadas que orientam a construção progressiva do MER, permitindo identificar os objetos de saber, analisar as praxeologias mobilizadas, propor tarefas didáticas e compreender as condições institucionais e contextuais que influenciam essa integração, conforme propõem Sierra e Gascón (2022).

A Estatística, tal como a conhecemos hoje, é o produto de uma longa trajetória histórica que acompanhou as necessidades humanas de entender, organizar e interpretar grandes volumes de dados. Originalmente voltada para fins administrativos e governamentais, a Estatística tornou-se, ao longo dos séculos, um instrumento essencial para a ciência, a economia, a saúde, a tecnologia e a sociedade em geral.

A Estatística, enquanto campo do saber científico, constitui-se por um conjunto estruturado de métodos voltados ao tratamento de dados numéricos afetados por múltiplas causas, sendo especialmente apropriada para a análise de fenômenos em contextos de incerteza e variabilidade. Como destaca Memória (2004)

A etimologia da palavra, do latim *status* (estado), usada aqui para designar a coleta e a apresentação de dados quantitativos e interesse do Estado, bem reflete essa origem. Entretanto, a mera coleta de dados assim apresentados está longe de ser o que entendemos, hoje, por Estatística. Na verdade, sua feição essencial é a de ser um conjunto de métodos (métodos estatísticos), especialmente apropriado, no dizer de George Udny Yule (1871 – 1951), ao tratamento de dados numéricos afetados por uma multiplicidade de causas (Memória, 2004, p. 10).

De acordo com o autor sua essência não se limita à simples coleta ou apresentação de dados, como sugere o senso comum ao associá-la a gráficos e tabelas. Ao contrário, a Estatística

compreende processos que envolvem coleta, organização, apresentação, análise e interpretação de dados quantitativos, ancorados em fundamentos matemáticos, especialmente no cálculo de probabilidades.

Em seu uso prático, a Estatística remonta a tempos muito mais antigos. No Egito Antigo (c. 3000 a.C.), pesquisas arqueológicas evidenciam a realização de recenseamentos populacionais e de bens com objetivos tributários e administrativos, configurando um uso primitivo, porém sistemático, de informações de natureza estatística.

No Império Babilônico, há registros de inventários agrícolas e práticas de contabilidade comercial gravados em tabuletas de argila, evidenciando formas iniciais de organização econômica que, mais tarde, dariam origem ao desenvolvimento do cálculo atuarial.

Na China (século III a.C.), o governo chinês já utilizava recenseamentos regulares para fins de administração tributária como forma de controle populacional e arrecadação de impostos, e na Roma Antiga, "censo romano" tinha importância central na vida política e fiscal do império, sendo uma das práticas administrativas que anteciparam, ainda que de forma empírica, o uso social e governamental de dados quantitativos (Memória, 2004).

Nessa fase inicial, a Estatística era praticamente descritiva, aplicada para coletar dados sobre populações, territórios, bens e atividades econômicas. A evolução histórica da Estatística demonstra sua íntima relação com o desenvolvimento da ciência.

Desde os registros populacionais e econômicos voltados à administração pública, passando pelos avanços na Astronomia, Medicina e Ciências Sociais, a Estatística consolidou-se como disciplina autônoma a partir do século XX. Nesse percurso, ela foi reconhecida como um saber que não apenas representa realidades, mas as modela, oferecendo instrumentos para a formulação de hipóteses, experimentações e inferências.

Ao delinear o saber sábio que sustenta o MER desta pesquisa, é essencial considerar o percurso histórico da Estatística enquanto campo de conhecimento. Antes de se constituir como ciência formalizada, a Estatística esteve presente em práticas sociais ancestrais, relacionadas à contagem e registro de informações demográficas, econômicas e administrativas. Registros históricos apontam que civilizações antigas, como Egito, Babilônia e China, já utilizavam dados quantitativos para fins de controle populacional, arrecadação de tributos e organização do trabalho agrícola (Memória, 2004).

Segundo Memória (2004)

Confúcio relatou levantamentos feitos na China, há mais de 2000 anos antes da era cristã. No antigo Egito, os faraós fizeram uso sistemático de informações de caráter estatístico, conforme evidenciaram pesquisas arqueológicas. Desses registros também se utilizaram as civilizações pré-colombianas dos maias, astecas e incas. É conhecido

de todos os cristãos o recenseamento dos judeus, ordenado pelo Imperador Augusto. (...) Com o Renascimento, foi despertado o interesse pela coleta de dados estatísticos, principalmente por suas aplicações na administração pública. A obra pioneira de Francesco Sansovini (1521 – 1586), representante da orientação descritiva dos estatísticos italianos, publicada em 1561, é um exemplo dessa época (Memória, 2004, p. 11-12).

Contudo, é no século XVII que a Estatística começa a adquirir um caráter mais sistemático, com destaque para o trabalho de John Graunt, que em 1662 publicou uma análise das listas de mortalidade de Londres.

Esse trabalho pioneiro deu origem a uma nova forma de observar padrões populacionais por meio de dados numéricos, sendo considerado um marco na gênese da demografia e das primeiras inferências estatísticas. Em seguida, Edmond Halley elaborou tábuas de vida com base em registros de nascimentos e mortes, conferindo ainda mais precisão às análises da época.

William Petty (1623–1687), considerado o sucessor de John Graunt, foi responsável por nomear de Aritmética Política a prática de raciocinar com base em dados sobre população, economia e governo. Seus estudos, voltados à análise quantitativa de dados econômicos, são reconhecidos como precursores da estatística aplicada à economia.

Embora tenha proposto a criação de repartições para registro de estatísticas vitais, a consolidação institucional desses órgãos só ocorreria no século XIX. Nesse período, os fundamentos matemáticos da Estatística ainda eram incipientes (Memória, 2004).

Durante os séculos XVII e XVIII, consolidou-se o desenvolvimento da Teoria da Probabilidade, inicialmente motivada por problemas relacionados a jogos de azar. Blaise Pascal e Pierre de Fermat, no século XVII, estabeleceram as bases matemáticas desse novo campo ao buscar soluções para questões propostas pelo Chevalier de Méré.

Posteriormente, Jacob Bernoulli (1655–1705) formulou a Lei dos Grandes Números, estabelecendo uma ponte com a inferência estatística. Já Abraham de Moivre contribuiu significativamente ao utilizar a distribuição normal como aproximação para somas de variáveis aleatórias, antecipando os fundamentos da estatística moderna (Memória, 2004).

Ainda nesse período, Pierre-Simon Laplace (1749–1827), em sua obra *Théorie Analytique des Probabilités* (1812), sistematizou diversas contribuições à teoria das probabilidades e à modelagem estatística com alto rigor matemático.

Sua abordagem influenciou diretamente o desenvolvimento da Estatística Inferencial, especialmente no uso da distribuição normal e no tratamento dos erros de medição, consolidando fundamentos que seriam aprofundados nas gerações seguintes (Memória, 2004).

Nos séculos XVIII e XIX, a Estatística passa por um processo de formalização, impulsionado pelos avanços no campo da Matemática. As contribuições de Laplace e Gauss são centrais nesse processo, com a consolidação da distribuição normal, do método dos mínimos quadrados e do teorema central do limite. A partir dessas formulações, a Estatística deixa de ser apenas uma ferramenta de descrição empírica e se afirma como ciência com forte fundamentação teórica, capaz de produzir modelos explicativos e preditivos.

O século XIX foi marcado pela consolidação da Estatística como ciência aplicada às ciências naturais e sociais. Destaca-se nesse contexto Adolphe Quetelet (1796–1874), considerado um dos fundadores da estatística moderna, especialmente por seu papel na formalização da *physique sociale* e na criação do conceito de homem médio.

Ao estudar fenômenos como criminalidade, natalidade e mortalidade, Quetelet via nas regularidades estatísticas não meros dados empíricos, mas expressões de leis naturais, antecipando uma cosmologia estatística pautada na previsibilidade dos comportamentos coletivos (SENRA, 2009).

Em uma linha distinta, Francis Galton introduziu conceitos fundamentais como a correlação e a regressão à média, aplicando métodos estatísticos à genética e inaugurando o campo da biometria. Posteriormente, Karl Pearson (1857–1936) deu um salto teórico ao formalizar a Estatística Matemática, estabelecendo-a como uma disciplina autônoma, fundamentada em rigorosos modelos probabilísticos e técnicas inferenciais (Senra, 2009).

Como campo científico ocorreu com a emergência da chamada Escola Biométrica, liderada por Francis Galton e consolidada por Karl Pearson. Essa escola se destacou por utilizar ferramentas estatísticas para compreender a variabilidade biológica, especialmente no estudo da hereditariedade e das diferenças individuais, o que implicou na formalização de conceitos essenciais como correlação, regressão, desvio padrão e curva normal (Memória, 2004).

Outros marcos importantes, foi a criação dos primeiros serviços nacionais de estatística e a introdução da Estatística em pesquisas agrônomicas, biológicas e industriais. Ao reconhecer a variabilidade como um traço constitutivo dos fenômenos naturais e humanos — e não como erro ou ruído —, a Escola Biométrica transformou a Estatística em um recurso analítico poderoso para interpretar padrões em grandes conjuntos de dados.

Deste modo, essa concepção epistemológica foi determinante para a consolidação da inferência estatística como área de estudo, influenciando desde pesquisas biomédicas até o desenvolvimento de instrumentos de avaliação educacional.

A consolidação da Estatística como ciência aplicada intensifica-se no século XX com o avanço da experimentação científica. Trouxe uma verdadeira revolução no modo como se concebe. Nesse período, a Estatística passa a ser compreendida não apenas como um conjunto de técnicas descritivas, mas como um sistema articulado de planejamento, controle e análise de experimentos, tornando-se indispensável em todas as ciências experimentais e empíricas.

A contribuição de Ronald A. Fisher (1890–1962) é central na formalização da estatística experimental, tendo sistematizado princípios fundamentais como a randomização, a replicação e o controle de variáveis. É reconhecido por introduzir técnicas como a análise de variância (ANOVA), o desenho de experimentos e o conceito de máxima verossimilhança.

Embora Francis Edgeworth já tivesse esboçado ideias probabilísticas aplicadas à economia e às ciências sociais décadas antes, conforme aponta Porter (1986), suas formulações tiveram impacto limitado, não sendo conhecidas por Fisher, que acabou por inaugurar uma nova era da estatística matemática ao lado de Pearson e Galton (Porter, 1986).

A consolidação da inferência estatística no século XX foi marcada pelas contribuições de Jerzy Neyman e Egon Pearson, que desenvolveram a teoria da testagem de hipóteses e os conceitos de erro tipo I e tipo II. Essa abordagem, conforme destacado por Hacking (1990), não se limita à dedução lógica, mas corresponde a um comportamento indutivo — um agir fundamentado em incerteza.

A formalização matemática da estimação de parâmetros populacionais, com o controle do erro amostral e a definição de intervalos de confiança, permitiu que a inferência estatística se tornasse uma prática decisiva em políticas públicas, como pesquisas eleitorais, avaliações educacionais em larga escala e estudos epidemiológicos.

Posteriormente, esse arcabouço conceitual foi ampliado por modelos lineares generalizados, análise multivariada, séries temporais, métodos não paramétricos e, mais recentemente, pelo ressurgimento da estatística bayesiana, capitaneado por autores como Bruno de Finetti (Hacking, 1990).

O desenvolvimento computacional ampliou significativamente as possibilidades de análise estatística, permitindo o uso de métodos intensivos como o *bootstrap*, o *jackknife* e os algoritmos de Monte Carlo. Softwares como SPSS, SAS, R e Python passaram a integrar o cotidiano acadêmico, científico e corporativo, promovendo inovações no ensino e na aplicação da Estatística (Bussab e Morettin, 2017).

Como reforçam Bussab e Morettin (2017), o uso de ferramentas computacionais tornou possível a implementação de técnicas complexas e gráficos interativos. No século XX, a

Estatística consolida-se como ciência aplicada, articulando planejamento experimental, controle de variáveis e análise rigorosa de dados — ultrapassando sua função descritiva e assumindo papel central em processos científicos e decisórios.

Além de representar uma mudança de paradigma metodológico, a fase da experimentação sinaliza também uma transformação epistemológica no modo como a ciência passou a lidar com os dados: não mais como expressões diretas de leis determinísticas, mas como manifestações de fenômenos sujeitos a incertezas, ruídos e múltiplas influências simultâneas. Assim, a aleatoriedade deixa de ser tratada como obstáculo e passa a ser incorporada como objeto de modelagem e controle (Memória, 2004).

Nesse contexto, a obra de Ronald A. Fisher inaugura uma forma científica de planejar e interpretar experimentos, cujo impacto se estende para além das Ciências Naturais, alcançando áreas como a Educação. A compreensão de que as observações variam e que conclusões devem ser extraídas a partir de evidências organizadas em estruturas experimentais marca um avanço significativo na formalização da Estatística como ciência (Memória, 2004).

Outro marco na constituição da Estatística como saber científico foi o desenvolvimento dos levantamentos por amostragem, que transformaram a maneira como os dados populacionais passaram a ser coletados e analisados.

Em oposição à exigência de censos completos e onerosos, a amostragem possibilitou inferências confiáveis sobre grandes populações a partir da análise de subconjuntos representativos. Essa mudança metodológica não apenas viabilizou estudos mais ágeis e econômicos, como também instituiu novos critérios de rigor na produção e interpretação dos dados (Memória, 2004).

Nos anos 2000 e 2010, a Estatística passou a ser um dos pilares da revolução digital e da Inteligência Artificial. A explosão de dados ‘big data’ demandou novos métodos: estatística em alta dimensão, aprendizado de máquina, análise de redes e estatística bayesiana computacional. A Ciência de Dados emergiu como um campo interdisciplinar, unindo estatística, matemática, computação e conhecimento de domínio.

Assim, a Estatística tornou-se peça-chave em áreas como: saúde pública e epidemiologia; genética e bioinformática; economia e finanças quantitativas; ciências sociais e políticas públicas; marketing preditivo e análise comportamental; e aprendizado de máquina e inteligência artificial (Silva, 2015).

Ao longo de sua evolução, a Estatística deixou de ser puramente descritiva ou administrativa e tornou-se uma ciência formal, com base teórica rigorosa. Hoje, é fundamental

em qualquer investigação empírica ou experimental e desempenha um papel decisivo na produção de conhecimento confiável em um mundo inundado por dados.

No campo da Estatística formal, Bussab e Morettin (2017) apresentam uma concepção abrangente e funcional da área, compreendendo-a como um conjunto de métodos voltados à coleta, organização, apresentação, análise e interpretação de dados com vistas à tomada de decisões em contextos de incerteza.

Os referidos autores, distinguem dois grandes domínios que compõem o corpo da Estatística: o descritivo e o inferencial. A Estatística Descritiva trata da sistematização dos dados observados, por meio de tabelas, gráficos e medidas de posição e dispersão; já a Estatística Inferencial se ocupa da generalização dos resultados obtidos em amostras para a totalidade da população, fundamentando-se em modelos probabilísticos. Embora essa última não seja comumente explorada nos anos iniciais do Ensino Fundamental, seus princípios estão implícitos em práticas escolares que envolvem levantamento de dados e construção de conclusões com base em evidências.

Cabe ressaltar ainda que, os autores ressaltam o caráter aplicado e interdisciplinar da Estatística, enfatizando sua presença em diversas áreas do conhecimento — como medicina, agronomia, ciências sociais e educação — e sua importância para decisões baseadas em dados concretos.

Triola (2016), em sua clássica obra introdutória, apresenta a Estatística como uma ciência aplicada voltada à coleta, organização, análise e interpretação de dados, com a finalidade de subsidiar decisões baseadas em evidências. Essa concepção pragmática evidencia o papel da Estatística como linguagem essencial para compreender o mundo contemporâneo, marcado por intensas trocas de informação numérica, estimativas probabilísticas e gráficos de diferentes naturezas.

O autor destaca que a compreensão de conceitos como população, amostra, variável, média, desvio padrão e margem de erro não deve ser restrita a especialistas, mas sim difundida amplamente como parte da formação básica de todo cidadão. Essa perspectiva dialoga diretamente com os objetivos da Alfabetização Científica e Estatística, que busca preparar os sujeitos para interpretar criticamente informações veiculadas em mídias, relatórios e políticas públicas.

Sob essa mesma perspectiva, Triola (2016) chama atenção para os perigos do uso indevido ou enganoso da Estatística, o que reforça a necessidade de um ensino que vá além da técnica e promova a formação de atitudes éticas e investigativas.

Ao apresentar a Estatística como um conjunto de procedimentos orientados pela lógica da evidência, da variabilidade e da probabilidade, sua obra oferece fundamentos sólidos para a construção de praxeologias escolares voltadas à compreensão crítica de dados e fenômenos naturais — configurando-se, assim, como importante referência no campo do saber sábio.

Na perspectiva de Moore, McCabe e Craig (2012), a Estatística é definida como a ciência da aprendizagem a partir dos dados. Essa concepção amplia o entendimento tradicional da Estatística, deslocando o foco do simples cálculo numérico para um raciocínio investigativo, fundamentado na variabilidade, na inferência e na interpretação crítica das informações.

Tais pesquisadores organizam o campo estatístico em torno de três grandes eixos que orientam o pensamento estatístico: (1) análise exploratória de dados, com ênfase na descrição, visualização e resumo de conjuntos de dados; (2) produção de dados, com foco na concepção de experimentos e estratégias de amostragem que garantam representatividade e validade; e (3) inferência estatística, que envolve a generalização dos resultados a partir de técnicas probabilísticas, como estimativas, testes de hipótese e intervalos de confiança. Esses eixos fornecem um referencial metodológico robusto, aplicável à formação de professores e à organização de praxeologias escolares que aproximem os alunos da prática científica.

Outro ponto central da obra é a ênfase na variabilidade como objeto de estudo da Estatística. Moore e McCabe (2012) argumentam que os dados são, por natureza, variáveis, e que compreender essa variabilidade — suas fontes, padrões e incertezas — é essencial para o pensamento estatístico. Esse aspecto contribui para que a Estatística seja concebida como uma ciência da incerteza controlada, que oferece ferramentas para lidar com dúvidas e construir conclusões fundamentadas, ainda que não definitivas.

Assim, o ensino da Estatística não deve ser reduzido à apresentação de fórmulas e algoritmos, mas deve cultivar no sujeito uma postura crítica, reflexiva e interpretativa frente aos dados.

Ainda nesse sentido, os autores destacam a importância da comunicação estatística: um trabalho estatístico bem conduzido deve ser compreensível para diferentes públicos, o que exige clareza na apresentação de gráficos, na formulação de argumentos e na identificação de limitações dos estudos.

Trata-se, portanto, de uma ciência que articula técnica, ética e linguagem — dimensões fundamentais para a construção de uma alfabetização estatística crítica e cidadã, em consonância com os objetivos da Educação Científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Nesse sentido, a obra de Moore, McCabe e Craig (2012) fornece um conjunto de fundamentos epistemológicos e metodológicos que estruturam o saber sábio da Estatística. Seus princípios — como variabilidade, inferência, representatividade e clareza comunicacional — oferecem subsídios para uma prática estatística escolar investigativa, ética e socialmente comprometida.

A obra de Charles Wheelan (2016) destaca-se no campo da divulgação científica por seu compromisso em tornar a Estatística compreensível, instigante e socialmente relevante. Ao contrário das abordagens puramente técnicas ou acadêmicas, Wheelan (2016) apresenta a Estatística como uma linguagem de interpretação do mundo, ao explorar aplicações estatísticas em áreas como política, economia, saúde e educação, o autor contribui significativamente para a compreensão do saber sábio da Estatística em sua dimensão social, ética e formativa.

No contexto contemporâneo, essa perspectiva reforça a compreensão da Estatística como uma forma de pensar: um conjunto de princípios e ferramentas que permitem ao sujeito compreender fenômenos complexos a partir da análise cuidadosa de dados.

Segundo o autor, essa habilidade vai além do domínio de fórmulas e gráficos — trata-se de construir raciocínios baseados em evidências, reconhecer padrões, avaliar riscos e identificar relações entre variáveis.

Wheelan (2016) ressalta que vivemos em uma era saturada de dados, gráficos, médias e probabilidades — e que, nesse cenário, o domínio do pensamento estatístico é indispensável para o exercício da cidadania. Com uma abordagem crítica e provocativa, o autor demonstra como números podem ser manipulados para distorcer realidades e sustentar argumentos falaciosos, o que reforça a urgência de se desenvolver uma competência estatística que ultrapasse a execução técnica: uma habilidade analítica, investigativa e ética.

Um dos maiores desafios da sociedade atual, segundo Wheelan (2016), está no volume massivo de informações numéricas circulantes e na forma como essas informações são utilizadas — nem sempre com honestidade ou rigor metodológico.

Por isso, a formação estatística deve ir além da aplicação de procedimentos, promovendo o desenvolvimento de competências interpretativas e reflexivas. Ao afirmar que a Estatística é uma maneira de pensar, e não um conjunto de fórmulas, o autor desloca o foco de um ensino centrado na repetição mecânica para uma abordagem crítica e contextualizada, que valoriza o questionamento e a argumentação baseada em dados.

Cabe ressaltar ainda que, Wheelan (2016) desmistifica a Estatística como um campo inacessível, apresentando-a como um conjunto de ideias poderosas, mas intuitivas, que ajudam

a compreender a aleatoriedade, construir inferências e tomar decisões fundamentadas. O raciocínio estatístico, segundo ele, é essencial para que o sujeito saiba formular boas perguntas, avaliar a confiabilidade das fontes e desconfiar de conclusões precipitadas. Nesse sentido, uma das funções mais relevantes da Estatística é permitir que decisões sejam tomadas com base em evidências e não em suposições ou intuições frágeis.

Por fim, Wheelan (2016) chama atenção para o papel ético da Estatística, ao alertar que ela pode ser usada tanto para esclarecer quanto para manipular. Por isso, defende que o ensino desse campo comece desde os níveis iniciais da escolarização, como forma de formar cidadãos capazes de interpretar criticamente a informação quantitativa que circula nos meios de comunicação, nas políticas públicas e na vida cotidiana.

Torna-se evidente, então, que, a abordagem proposta por Wheelan (2016) fortalece a concepção de que o saber estatístico — enquanto saber sábio — extrapola o domínio técnico e atua como um componente essencial da educação científica básica.

Sua proposta contribui para formar sujeitos críticos, investigativos e socialmente conscientes, capazes de compreender e intervir, com responsabilidade, no mundo cada vez mais orientado por dados.

Nesse contexto, é preciso destacar que um dos elementos fundamentais do pensamento estatístico — frequentemente subestimado nas práticas escolares — são as representações gráficas. Muito além de ferramentas ilustrativas, os gráficos configuram-se como formas de expressão do raciocínio estatístico, com papel epistemológico na construção de sentidos, inferências e decisões.

É nesse sentido que se propõe, a seguir, uma reflexão mais aprofundada sobre o lugar dos gráficos na constituição do saber estatístico escolar e suas implicações para o ensino nos anos iniciais.

No âmbito do ensino, os gráficos são muitas vezes reduzidos a representações visuais de dados numéricos, tratados apenas como recursos auxiliares. No entanto, autores como Tufte (2001) argumentam que as representações gráficas constituem, em si, uma linguagem estruturante do pensamento estatístico, sendo fundamentais para organizar, condensar e amplificar o raciocínio humano.

Para Tufte (2001), gráficos bem elaborados não apenas ilustram dados, mas permitem inferir relações, padrões e causalidades que seriam invisíveis em uma tabela. Trata-se, portanto, de uma forma de conhecimento visual que integra o saber estatístico em sua totalidade epistemológica.

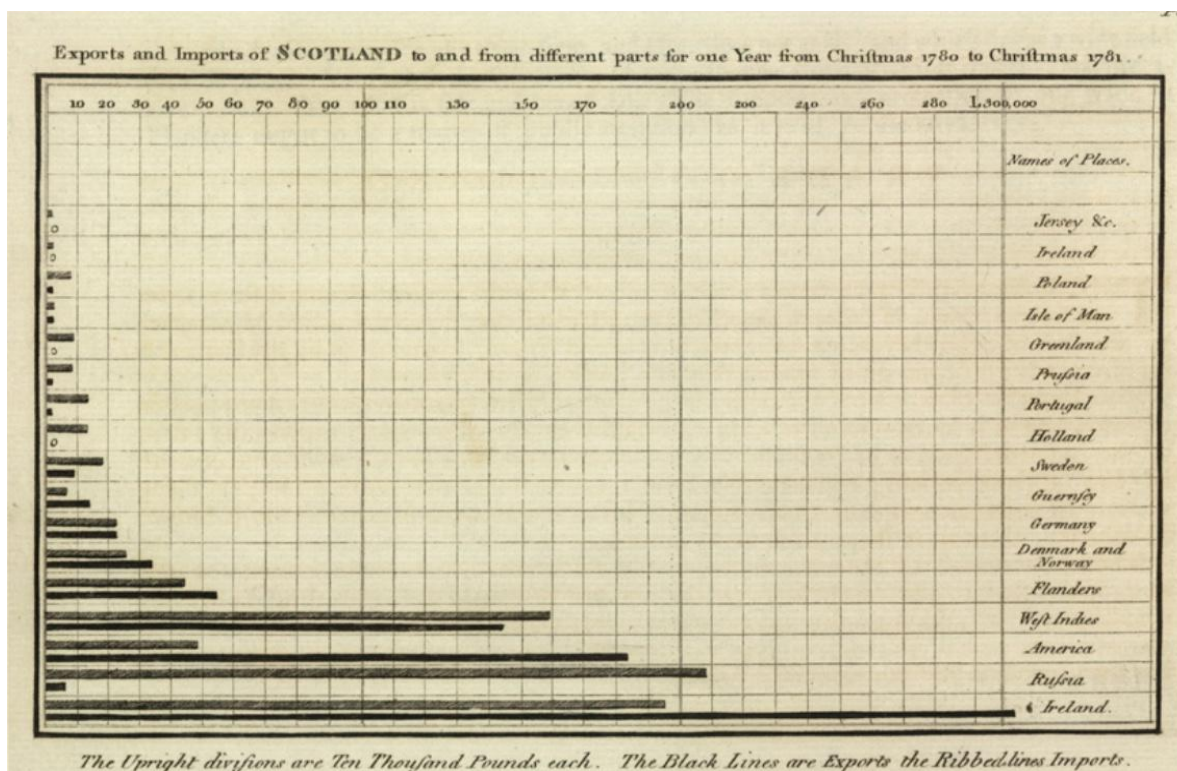
Complementando essa perspectiva, Friendly (2008) apresenta uma ampla revisão histórica que demonstra como a evolução das representações gráficas dos dados esteve intrinsecamente associada ao avanço da Estatística como ciência.

O autor mostra que, desde o século XVIII, com os trabalhos de William Playfair, a visualização de dados serviu tanto para análise como para comunicação pública de informações. Gráficos como os de barras, linhas, setores (pizza) e áreas foram criados como formas de tornar comparações mais claras e acessíveis, consolidando-se como instrumentos de pensamento e não apenas de exibição. A visualização estatística, nesse sentido, é parte constituinte do saber estatístico sábio, articulando cognição, estética e interpretação.

A origem das representações gráficas modernas remonta ao final do século XVIII, com as inovações do escocês William Playfair, considerado o pai da visualização estatística. Ao desenvolver os primeiros gráficos de barras, linhas e setores, Playfair não apenas criou formas visuais de representar dados, mas também inaugurou uma nova linguagem para expressar relações quantitativas e comunicar evidências de forma acessível. Suas contribuições revelam que os gráficos não são apenas recursos pedagógicos contemporâneos, mas elementos constitutivos do próprio desenvolvimento do saber estatístico.

Apresentamos a seguir, na Figura 4, o gráfico de barras criado por William Playfair em 1786, representando as exportações da Escócia para diversos países. Considerado o marco inicial da visualização estatística moderna, destaca-se por sua clareza visual e simplicidade no comparativo de magnitudes.

Figura 4 - Primeiro Gráfico de barras da histórica (1786)

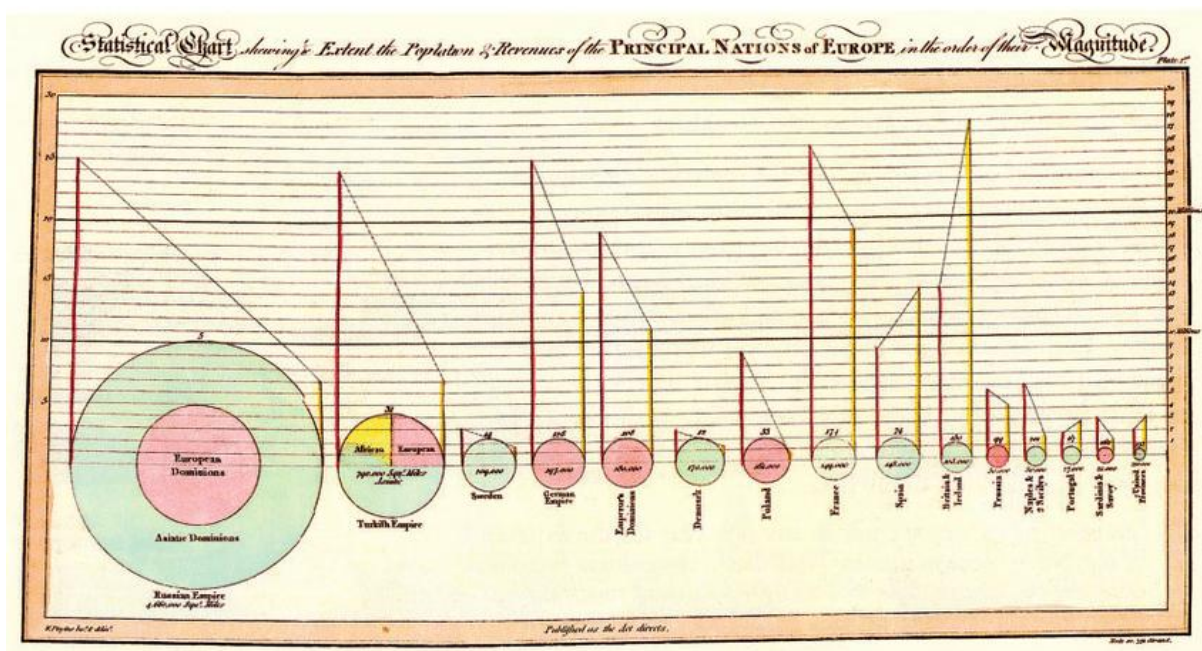


Fonte: Friendly & Wainer (2021, p. 113).

A inclusão do gráfico de barras desenvolvido por William Playfair em 1786 (Figura 4) sinaliza um ponto de inflexão na história da Estatística. Pela primeira vez, dados econômicos foram convertidos em uma forma visual capaz de facilitar comparações e comunicar ideias complexas de forma acessível. Essa inovação marca o início da visualização como linguagem epistemológica da Estatística e oferece forte subsídio para compreender a razão de ser dos gráficos no ensino contemporâneo (Friendly & Wainer 2021).

Apresentamos na Figura 5 o gráfico publicado por William Playfair em 1801 para representar a composição territorial do Império Otomano. Apesar de sua popularidade posterior, o gráfico de pizza foi utilizado apenas uma vez pelo autor (Friendly & Wainer 2021).

Figura 5 - Primeira utilização registrada do gráfico de setores



Fonte: Friendly & Wainer (2021, p. 235).

Michael Friendly (2006), em *“A Brief History of Data Visualization”*, pontua que desde o século XVIII os gráficos desempenharam papéis científicos, persuasivos e políticos. Playfair, segundo Friendly (2006), criou os primeiros gráficos de barras, linhas, áreas e pizza para análises econômicas e comparações sociais, transformando dados em forma de conhecimento visual. Esses elementos são constitutivos do saber estatístico, não apenas ilustrações acessórias.

Nesse sentido, o uso de gráficos na escola, se bem orientado, contribui para desenvolver o que Friendly (2006) chama de *“insight visual”*, ou seja, a capacidade de perceber estruturas e regularidades nos dados com apoio da visualização. Tufte (2001) reforça que isso envolve decisões éticas e cognitivas — como a escolha de escalas, formatos, cores e proporções — e que o mau uso dos gráficos pode resultar em distorções graves na interpretação dos dados.

Dessa forma, a presença dos gráficos na escola deve ser compreendida como parte de uma transposição institucional qualificada do saber estatístico, e não como mero recurso pedagógico. Incorporá-los nas praxeologias escolares significa reconhecer que o pensamento estatístico se apoia na visualização como estratégia de compreensão da incerteza, da variabilidade e da inferência, aspectos centrais do campo.

A articulação entre o saber sábio e a prática escolar demanda que os gráficos sejam tratados como instrumentos cognitivos e formativos, sendo mobilizados não apenas para comunicar dados, mas para estruturar a compreensão e a tomada de decisão frente a fenômenos sociais e científicos.

A compreensão da Estatística enquanto saber sábio evidencia sua relevância para interpretar a realidade em múltiplas dimensões — científica, social, política e ética. Contudo, para que esse saber circule no meio escolar, ele precisa ser transposto e reconfigurado por diversas instâncias institucionais.

Antes de alcançar os currículos formais e os materiais didáticos, a Estatística já se faz presente em esferas não escolares: está nos noticiários, nos debates sobre saúde pública, nas análises econômicas e nos processos eleitorais. Tal presença revela a sua centralidade nas práticas sociais contemporâneas, o que impulsiona a demanda por sua inserção na formação básica dos cidadãos.

Essa expansão do uso da Estatística em contextos sociais e profissionais cria uma tensão entre o saber que é produzido e aplicado na sociedade e o que é ensinado na escola. Como apontam Batanero, Burrill e Reading (2011), a inclusão da Estatística nos sistemas educativos não responde apenas a motivações didáticas, mas a uma necessidade de preparar os indivíduos para compreender e participar de um mundo orientado por dados.

A transposição institucional do saber estatístico, nesse sentido, é mediada por diferentes ecossistemas — científicos, midiáticos, políticos e educacionais — que moldam o modo como esse conhecimento chega à escola.

Compreender a trajetória histórica da Estatística, desde suas raízes na administração pública até sua consolidação como campo científico e aplicado, permite reconhecer a complexidade e a relevância desse saber para a leitura do mundo contemporâneo. Essa trajetória evidencia que a Estatística não se restringe a técnicas descritivas ou à apresentação gráfica de dados, mas integra um corpo conceitual robusto, voltado à interpretação crítica de fenômenos em contextos de variabilidade e incerteza.

A evolução do saber científico demonstra que a Estatística, longe de ser um campo isolado, é uma disciplina transversal que se interliga e enriquece praticamente todas as áreas do conhecimento. Ela fornece as ferramentas necessárias para transformar dados em informação útil, permitindo a compreensão de fenômenos complexos, a tomada de decisões embasadas e a formulação de novas teorias. A capacidade da Estatística de lidar com a variabilidade e a incerteza a torna uma ferramenta indispensável na busca contínua por conhecimento em um mundo cada vez mais orientado a dados.

No entanto, para que esse saber se torne ensinável nos anos iniciais, é necessário reconfigurá-lo à luz das possibilidades didáticas e das demandas formativas da escola básica. Nesse sentido, na próxima seção, aprofundamos as contribuições do saber estatístico em sua

forma sábia — tal como é produzido e validado em contextos científicos — para a construção do Modelo Epistemológico de Referência (MER), que orientará a seleção e a organização dos objetos de ensino na presente pesquisa.

A compreensão da trajetória histórica da Estatística e sua consolidação como ciência autônoma evidencia não apenas a complexidade conceitual desse campo, mas também sua relevância social no mundo contemporâneo.

Em um contexto marcado pelo predomínio de informações quantitativas, gráficos e índices estatísticos, torna-se imperativo promover desde os anos iniciais uma formação que capacite os sujeitos a interpretar, avaliar e tomar decisões fundamentadas em dados. Assim, a Estatística ganha razão de ser enquanto saber escolar ao assumir o papel de instrumento de leitura crítica da realidade, contribuindo para a formação de uma cidadania ativa, consciente e ética.

4.1.2 Fundamentos Epistemológicos do Saber Estatístico no MER para a Transposição Didática Integrada com as Ciências da Natureza no 2º ano do Ensino Fundamental

Após delinear o percurso histórico e a consolidação social da Estatística como saber científico, voltamo-nos agora para as contribuições conceituais e epistemológicas do saber sábio que fundamentam a construção do MER proposto nesta pesquisa. O desafio central aqui é: como manter o "saber sábio" (científico) autêntico sem ser inacessível para crianças pequenas? A armadilha seria infantilizar demais e cair no MED por acidente. Em decorrência disso, focamos na concretude, visto que as crianças nessa idade operam no concreto (Piaget). Então as "tarefas" precisam ser materiais e sensoriais. E os ritmos não-verbais, inclui-se aspectos corporais e lúdicos como parte da praxeologia.

Esta seção analisa os fundamentos epistemológicos do saber estatístico no Modelo Epistemológico de Referência (MER), visando sua transposição didática integrada ao ensino de Ciências da Natureza no 2º ano do Ensino Fundamental – etapa crucial para a Alfabetização Científica nos anos iniciais. Aprofundamos uma das dimensões centrais do saber estatístico que orienta o MER construído nesta pesquisa: a interpretação crítica de dados e a tomada de decisão fundamentada.

Esse eixo não apenas expressa a complexidade do saber sábio da Estatística, como também delineia objetivos formativos essenciais para sua transposição didática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A construção do Modelo Epistemológico de Referência (MER), conforme delineado pela Teoria Antropológica do Didático (TAD), exige a identificação e análise dos saberes

científicos que fundamentam o campo a ser ensinado. Esses saberes, denominados por Chevallard (1991) como *saberes sábios*, constituem o conhecimento produzido por especialistas e difundido em obras acadêmicas e técnicas, anterior à sua transposição para os contextos escolares.

No campo da Estatística, esse saber sábio é representado por uma base conceitual que articula procedimentos de coleta, organização, análise e interpretação de dados, com vistas à compreensão de fenômenos marcados pela variabilidade e pela incerteza.

De acordo com Triola (2016), a Estatística é definida como “o ramo da matemática que coleta, organiza, analisa e interpreta dados para tomar decisões baseadas em tais dados” (p. 3). Esse autor destaca que o raciocínio estatístico está intimamente vinculado à realidade, e que os procedimentos estatísticos oferecem suporte à tomada de decisões informadas em diversas áreas do conhecimento.

Para Moore *et al.* (2012), a essência da Estatística reside no tratamento da variabilidade. Ao afirmar que “os dados não falam por si mesmos”, os autores ressaltam a importância de interpretar resultados com base em inferências cuidadosas, reconhecendo os limites do conhecimento estatístico e a influência do contexto na produção e análise de informações quantitativas.

A esse escopo científico se soma a perspectiva da Educação Estatística, que emerge como campo autônomo nas últimas décadas, a partir de pesquisas que discutem o ensino e aprendizagem de conceitos estatísticos em diferentes níveis. Batanero e Díaz (2010) argumentam que a compreensão dos fundamentos da Estatística é condição indispensável para o exercício da cidadania na sociedade contemporânea, marcada pela presença massiva de informações quantitativas nos meios de comunicação, nas políticas públicas e nas decisões cotidianas.

Complementando essa visão, Gal (2002) define o letramento estatístico (*statistical literacy*) como a capacidade de interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações e argumentos estatísticos. Para o autor, esse letramento envolve a ativação conjunta de cinco domínios de conhecimento: o estatístico (conceitos e procedimentos), o matemático (operações, proporções), o contextual (compreensão do fenômeno estudado), o crítico (questionamento e julgamento) e o comunicacional (capacidade de expressar-se sobre dados).

Essas contribuições delineiam o núcleo epistemológico da Estatística que orienta a construção do MER nesta pesquisa. A partir delas, serão explicitados, na próxima seção, os principais objetos matemáticos e praxeologias que compõem a proposta de integração entre

Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais, com vistas ao desenvolvimento da Alfabetização Científica.

Para os anos iniciais, especialmente o 2º ano do Ensino Fundamental (crianças de 7-8 anos), o desafio reside em construir um MER que mantenha o rigor lógico das disciplinas; respeite o desenvolvimento cognitivo infantil (Kamii, 2000); evite analogias que banalizem o conhecimento (Weissmann, 2012).

O saber estatístico no MER deve refletir a epistemologia da disciplina: coleta, organização e interpretação de dados para tomada de decisão sob incerteza (Wild & Pfannkuch, 1999). No 2º ano do Ensino Fundamental (7-8 anos), o desafio é materializar esse saber em micro-praxeologias que respeitem o estágio do pensamento concreto da criança, conforme propõe Kamii (2000), para quem o conhecimento é construído pela ação, experimentação e reflexão crítica.

A partir da análise da obra *Estatística para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental* (Cazorla *et al.*, 2017), observamos que a Estatística pode ser vivenciada como um campo de investigação com sentido, em que as crianças formulam perguntas, coletam e organizam dados reais e elaboram conclusões fundamentadas, favorecendo a construção de significados e o desenvolvimento do pensamento crítico desde os anos iniciais.

Complementarmente, a Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990) orienta o planejamento de situações didáticas que provoquem a mobilização de esquemas conceituais em torno do tratamento da informação. Ao invés de tarefas mecânicas, propõem-se problemas que demandem categorização e identificação de regularidades.

Dessa forma, ao considerar a construção do MER da Estatística para os anos iniciais, é fundamental reconhecer que tarefas envolvendo classificações cruzadas, como as tabelas de dupla entrada, não podem ser reduzidas à mera manipulação de objetos concretos. Ainda que crianças pequenas sejam capazes de preencher tais representações com apoio didático, a compreensão plena da noção de intersecção exige a coordenação de dois descritores independentes e a referência simultânea a múltiplas classes, o que implica operações mentais mais complexas.

Nesse sentido, ao discutir a noção de intersecção no processo de classificação, Vergnaud (2009) destaca que

O “cruzamento” de dois descritores independentes é tão importante para a noção de intersecção que é natural introduzir esta noção com o apoio de uma “representação cruzada” ainda chamada de “tabela de dupla entrada” ou, ainda, “diagrama de Carrol”. Uma representação desse tipo pode ser facilmente empregada com crianças a partir de 5 ou 6 anos em tarefas de classificação. Porém, isto não significa que, por causa desse

fato, tenham elas uma compreensão clara e completa da noção de intersecção (Vergnaud, 2009, p. 113 - 114).

Como indica Vergnaud (2009), há uma gradação nos níveis de sofisticação conceitual exigidos: desde o uso inicial da tabela como instrumento mecânico até a habilidade de inferir cardinais com base em relações lógicas entre conjuntos. Essa evolução conceitual está diretamente ligada ao desenvolvimento de esquemas operatórios que fundamentam o raciocínio estatístico.

Essa abordagem está em consonância com os princípios de Wild e Pfannkuch (1999), que veem a Estatística como ciência da investigação e da inferência. Mesmo que de forma introdutória, é possível construir, já no 2º ano, um ambiente de aprendizagem que preserve a essência epistêmica da Estatística, sem reduzi-la a atividades de contagem ou ilustração de gráficos, mas promovendo práticas pedagógicas ativas, investigativas e socialmente relevantes.

A coleta de dados, no contexto do 2º ano do Ensino Fundamental, deve ser compreendida como uma prática ativa de investigação que mobiliza a curiosidade infantil e valoriza as experiências concretas dos alunos. No MER aqui proposto, esse processo deve integrar a identificação de um problema significativo, a definição de variáveis e a seleção de instrumentos adequados à faixa etária, conforme orientações de Cazorla *et al.* (2017).

Para essa etapa, é fundamental que os dados sejam produzidos a partir de temas próximos ao cotidiano das crianças, tais como: “Qual o maior medo dos alunos da turma?”, “Quantos dentes de leite já caíram?”, “Qual o animal favorito?”, ou “Qual o lanche preferido?”. Essas perguntas não apenas motivam a participação ativa dos alunos, como também oferecem oportunidades para refletir sobre a construção de categorias, a partir de suas próprias vivências e linguagem.

Cazorla *et al.* (2017) propõe que, a coleta seja realizada por meio de entrevistas, questionários, desenhos ou observações diretas, sendo os dados registrados de forma acessível à criança, por meio de listas, quadros ou pictogramas. Ao explorar diferentes formas de registro, o professor pode discutir com a turma sobre o tipo de dado coletado (qualitativo ou quantitativo), a forma de categorização (*a priori* ou *a posteriori*) e a necessidade de uniformização do instrumento de coleta.

A categorização, nesse sentido, é uma etapa que deve ser construída com os alunos, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de observar semelhanças e diferenças entre os dados coletados. Como apontam as autoras, a classificação pode ser feita com apoio de objetos concretos ou listas de categorias emergentes, reforçando o papel da ação e da experimentação no processo de construção do conhecimento estatístico.

Nesse sentido, Van de Walle (2009, p. 485) afirma que:

[...] os alunos devem ter experiências informais, mas significativas com conceitos básicos de Análise de Dados* ao longo de seus anos escolares. Da Educação Infantil à 3ª série, os estudantes podem começar essa compreensão aprendendo como os dados podem ser categorizados e exibidos em várias formas gráficas. Quando os alunos chegarem à 5ª série, eles já devem ter tido muitas experiências em coletar e organizar conjuntos de dados como também representar dados em várias formas gráficas para melhor mostrar o que os dados indicam. Eles devem começar a aprender sobre conceitos estatísticos, tais como média, mediana e moda (Van de Walle, 2009, p. 485).

Van de Walle (2009, p. 487) reforça esse aspecto ao afirmar

[...] a coleção de dados deve ter um propósito, responder uma questão, da mesma maneira que no mundo real. A Análise de Dados deve ter a agenda de trabalho de acrescentar informações sobre algum aspecto de nosso mundo. [...] Os estudantes devem ter oportunidades para gerar suas próprias questões, decidir-se por dados apropriados para ajudar a responder a essas questões, e determinar os métodos para coletar os dados. Evite reunir dados simplesmente para construir um gráfico (Van de Walle, 2009, p. 486).

O autor evidencia que o ensino de Estatística deve refletir as práticas sociais autênticas do campo estatístico, nas quais os dados existem para subsidiar decisões, resolver problemas e comunicar informações. Ou seja, o saber sábio da Estatística envolve competências investigativas, comunicativas e críticas — e não apenas a execução de técnicas de organização ou representação gráfica.

A obra do autor propõe que o interesse das crianças seja o ponto de partida para a formulação de perguntas e levantamento de dados. Ao investigar, por exemplo, “qual comida da merenda é mais desperdiçada?”, os alunos desenvolvem competências para planejar a coleta, organizar os dados e inferir consequências — aproximando-se de um modo de pensar estatístico.

Assim, a proposta de Van de Walle (2009) complementa os fundamentos do MER ao destacar a dimensão investigativa, contextual e funcional da Estatística como um saber cuja transposição didática deve preservar seu caráter original de produção de sentido em contextos reais.

Por fim, destaca-se que essa etapa do MER tem um duplo objetivo: (1) proporcionar à criança uma vivência real e significativa da coleta de dados e (2) favorecer o desenvolvimento de competências cognitivas ligadas à categorização, sistematização e organização da informação, respeitando as características do pensamento infantil e sua progressiva capacidade de abstração.

No contexto do 2º ano do Ensino Fundamental, a representação gráfica dos dados deve ser compreendida como um meio de organizar e comunicar informações relevantes coletadas pelos próprios alunos. No MER que propomos, com base em Cazorla *et al.* (2017), essa prática

não se limita à construção formal de gráficos, mas se configura como uma oportunidade para desenvolver noções fundamentais de organização, contagem, comparação e interpretação visual.

A representação de dados deve partir de experiências concretas vividas na etapa anterior da coleta e categorização. O uso de pictogramas, listas organizadas, quadros de dupla entrada e gráficos de colunas são formas acessíveis e potentes para introduzir as crianças no universo da leitura e produção de representações gráficas.

Conforme destacam as autoras, é essencial que essas representações estejam vinculadas a contextos significativos para os alunos, como o número de alunos que têm animais de estimação, a fruta mais consumida na merenda ou os tipos de transporte utilizados para chegar à escola.

A construção dos gráficos, nesse nível de escolaridade, pode ser realizada de maneira coletiva, com materiais concretos (adesivos, palitos, tampinhas, cartões) antes de passar para o papel. Isso favorece a compreensão da correspondência entre quantidade e representação gráfica, ao mesmo tempo que reforça as relações entre os dados e sua visualização simbólica. O livro recomenda, inclusive, que o professor explore as diferentes formas de registros (figuras, símbolos, barras) e discuta com a turma qual delas melhor comunica a informação desejada.

É importante que o professor promova, desde o início, atividades que envolvam não apenas a construção, mas também a leitura e interpretação dos gráficos, explorando questões como: “Qual é a categoria mais frequente?”, “Há empate entre categorias?”, “Quantas crianças escolheram a segunda opção mais votada?”. Tais perguntas mobilizam os alunos a pensarem sobre as regularidades e variações nos dados, favorecendo o desenvolvimento do pensamento estatístico.

Dessa forma, a representação gráfica no MER do 2º ano não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como parte de um processo investigativo mais amplo, em que as crianças são desafiadas a comunicar o que observaram, comparar quantidades, identificar padrões e justificar suas conclusões com base nos dados visualizados.

No 2º ano do Ensino Fundamental, a introdução das medidas de tendência central – em especial a moda – deve ocorrer de forma intuitiva, explorando situações reais e significativas para os alunos. No MER aqui delineado, com base na obra de Cazorla *et al.* (2017), o ensino dessas medidas deve respeitar as características cognitivas da faixa etária e estar inserido em contextos de investigação coletiva, nos quais os dados fazem sentido para os estudantes e suas análises emergem naturalmente da curiosidade e da necessidade de sistematizar observações.

A moda, por ser a categoria mais frequente em um conjunto de dados, pode ser explorada em perguntas como: “Qual é a cor preferida da turma?”, “Qual fruta apareceu mais no lanche de hoje?”, “Qual o tipo de brinquedo mais escolhido?” ou “Qual foi o número que mais saiu no dado após dez jogadas?”. Nesses exemplos, os alunos podem descobrir, por si mesmos, que algumas respostas “aparecem mais” e que isso pode indicar uma preferência ou uma tendência.

O conceito de média aritmética, embora mais abstrato, pode ser abordado de maneira inicial e exploratória. As autoras sugerem o uso de contextos de redistribuição, como: “Se queremos repartir igualmente os 12 brinquedos entre 4 crianças, com quantos cada uma ficará?”, ou “Se um grupo colheu 20 frutas em 5 dias, quantas frutas foram colhidas por dia, em média?”. Tais situações promovem a construção da ideia de “distribuição equitativa”, que é a base intuitiva da média.

A mediana, por sua vez, não costuma ser trabalhada sistematicamente nesse nível de escolaridade, mas pode ser introduzida de forma lúdica em atividades de ordenação, como: “Vamos colocar as crianças da menor para a maior altura. Quem está no meio da fila?”. Essa vivência corporal pode contribuir para desenvolver noções iniciais sobre posições centrais em conjuntos organizados.

O fundamental, conforme o livro, é que o trabalho com essas medidas não se reduza à aplicação de fórmulas, mas que se constitua como uma oportunidade para refletir sobre o que os dados nos dizem.

Com isso, o MER deve contemplar situações didáticas que promovam a compreensão do significado das medidas e de suas implicações nas decisões e conclusões que os alunos elaboram a partir dos dados investigados.

Desse modo, mesmo que ainda de forma introdutória, o desenvolvimento dessas praxeologias no 2º ano permite cultivar noções iniciais de síntese de dados e apoiar a alfabetização científica e estatística, como parte da formação de sujeitos capazes de interpretar o mundo com base em evidências.

A interpretação dos dados e a tomada de decisão são momentos fundamentais no ciclo investigativo da Estatística, e devem estar presentes no MER do 2º ano como culminância das etapas anteriores de coleta, categorização, representação e síntese de informações. Mesmo com alunos de 7 a 8 anos, é possível promover práticas que estimulem a leitura crítica dos dados e a elaboração de conclusões fundamentadas, conforme defendido por Cazorla *et al.* (2017).

Essa dimensão do saber estatístico exige que os alunos retomem as perguntas que motivaram a pesquisa, confrontem hipóteses iniciais com os resultados obtidos e elaborem respostas com base nos dados coletados e organizados. O livro ressalta que essa prática amplia a capacidade de argumentação das crianças, permitindo que elas justifiquem suas ideias com evidências e se abram ao debate de diferentes pontos de vista.

A interpretação crítica pode ser fomentada por perguntas como: “O que esse gráfico nos mostra?”, “Todos os colegas gostam da mesma fruta?”, “Por que será que a maioria tem medo de escuro?”, “O que podemos fazer com essa informação na escola?”. Tais perguntas ajudam a criança a perceber que os dados não apenas “mostram coisas”, mas orientam decisões e ações – como alterar o cardápio da merenda, repensar horários escolares ou criar campanhas de conscientização.

No 2º ano, é essencial que o professor medie o processo interpretativo, ajudando os alunos a diferenciar fatos (frequência, padrões, relações entre categorias) de opiniões ou julgamentos pessoais.

Ao mesmo tempo, deve valorizar a produção de textos orais e escritos que expressem as conclusões da turma, como relatórios, cartazes e apresentações, sempre articulados com outras áreas do conhecimento.

Outro aspecto destacado por Cazorla *et al.* (2017) é que a Estatística, quando orientada para a tomada de decisão, aproxima-se de sua função social e formativa. Ao analisar dados de forma crítica e coletiva, os alunos se envolvem em situações que extrapolam o exercício escolar, tornando-se sujeitos capazes de interpretar o mundo à sua volta, reconhecer incertezas e agir com base em evidências.

Para a integração da Estatística ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais, torna-se essencial delimitar quais objetos estatísticos e respectivas praxeologias devem ser mobilizados como parte de um saber escolar relevante, contextualizado e formativo. Essa delimitação não parte de uma prescrição teórica abstrata, mas se ancora em dois eixos fundamentais: (i) a análise dos manuais dos livros didáticos de Matemática e Ciências da Natureza aprovados no PNLD, que revela os objetos estatísticos presentes nas práticas escolares contemporâneas; e (ii) o exame de produções acadêmicas consolidadas no campo da Educação Estatística, que oferecem fundamentos epistemológicos, didáticos e pedagógicos para o ensino desse campo nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Dentre as obras de referência utilizadas para orientar essa delimitação, destacam-se *Estatística aplicada à Educação* (Medeiros, 2007), *Estatística e Probabilidade na Escola*

(Guimarães & Carvalho, 2021), e *Perspectivas para o Ensino e a Aprendizagem de Estatística e Probabilidade* (Lopes, Porciúncula & Samá, 2019).

Esses trabalhos não apenas apontam para a importância da inserção precoce da Estatística no currículo escolar, como também indicam diretrizes metodológicas para o desenvolvimento do letramento estatístico desde os primeiros anos da escolaridade, enfatizando o uso de situações-problema, de pesquisas com os alunos e de estratégias de interpretação crítica dos dados.

Nesse contexto, propõe-se uma organização dos objetos e praxeologias estatísticas em quatro blocos temáticos, os quais expressam etapas complementares do ciclo investigativo em Estatística: (i) coleta e categorização de dados; (ii) representação gráfica; (iii) medidas de tendência central; e (iv) interpretação crítica e tomada de decisão.

Cada um desses blocos será descrito a seguir, com base em análises empíricas e referenciais teóricos que compõem o saber sábio mobilizado neste MER.

4.1.2.1 *Coleta e categorização de dados*

A coleta e a categorização de dados constituem o ponto de partida do ciclo investigativo em Estatística, representando praxeologias fundamentais para o desenvolvimento do letramento estatístico desde os primeiros anos da escolaridade. Trata-se de práticas que articulam a experiência concreta dos alunos com procedimentos de organização da informação, permitindo a construção progressiva de noções como variável, unidade estatística, atributo, critério de classificação e frequência.

Nos anos iniciais, essas praxeologias geralmente se materializam em atividades que envolvem pesquisas escolares simples — como levantamento das frutas preferidas da turma, meios de transporte utilizados para ir à escola ou número de irmãos dos colegas —, que instigam os alunos a propor perguntas, realizar entrevistas, organizar os dados em registros orais, tabelas ou quadros, e refletir sobre formas de agrupamento e classificação.

Conforme apontam Guimarães e Carvalho (2021), essa etapa contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual das crianças e para o exercício da curiosidade investigativa, aspectos fundamentais do letramento estatístico.

Medeiros (2007) ressalta que essas praxeologias são diretamente associadas ao cotidiano escolar e, por isso, têm o potencial de romper com a fragmentação disciplinar, especialmente quando vinculadas a temas de Ciências da Natureza, como alimentação, meio ambiente, saúde e hábitos corporais.

A coleta de dados sobre hábitos alimentares, por exemplo, pode ser articulada a projetos interdisciplinares que envolvam análise de rótulos, identificação de grupos alimentares e composição de cardápios saudáveis, promovendo simultaneamente o raciocínio estatístico e a alfabetização científica.

Do ponto de vista da TAD, a técnica de “coletar e classificar dados” pode ser descrita como uma técnica estatística elementar, cuja tecnologia didática se fundamenta na ideia de que o conhecimento estatístico se inicia com a problematização da realidade e com a sistematização de informações que emergem da vivência dos próprios estudantes.

Lopes e Porciúncula (2019) reforçam esse entendimento ao afirmarem que atividades baseadas em investigação promovem maior engajamento e compreensão por parte dos alunos, principalmente quando eles participam da definição do que será coletado e como será classificado.

4.1.2.2 *Representação gráfica*

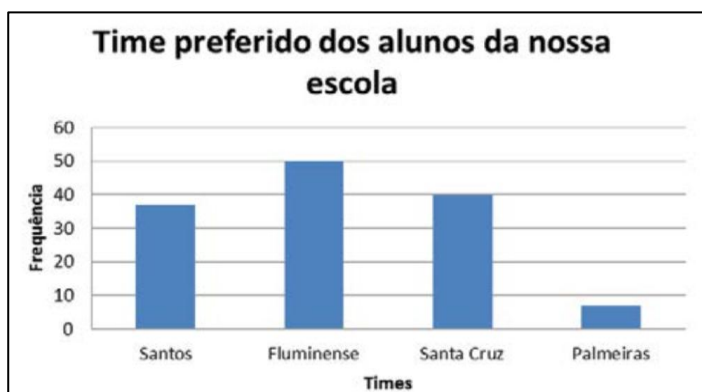
A representação gráfica de dados é uma das praxeologias estatísticas mais presentes no ensino fundamental, especialmente nos anos iniciais, por seu caráter visual, comunicativo e acessível. Trata-se de uma prática que busca sintetizar informações coletadas, facilitando sua leitura, interpretação e discussão. A construção de gráficos por crianças pequenas, além de desenvolver habilidades matemáticas e cognitivas, favorece a compreensão de fenômenos sociais, ambientais e científicos de maneira contextualizada.

Nos termos da Teoria Antropológica do Didático, as praxeologias de representação gráfica envolvem técnicas específicas (como construir gráficos de barras, pictogramas e diagramas simples) e tecnologias didáticas que justificam o uso dessas representações como ferramentas para visualizar regularidades, identificar padrões e comunicar conclusões baseadas em dados. Segundo Medeiros (2007), os gráficos funcionam como dispositivos semióticos que potencializam o desenvolvimento da competência de análise e de síntese, permitindo que o aluno compreenda aspectos quantitativos e qualitativos de um fenômeno.

No contexto dos anos iniciais, os tipos de gráficos mais comuns são:

- **Gráficos de colunas ou barras simples**, utilizados para representar categorias discretas, como cores favoritas ou tipos de animais;

Figura 6 - Exemplo de gráfico de barra



Fonte: Guimarães e Carvalho (2021, p. 60).

- **Pictogramas**, nos quais imagens são usadas em lugar de barras para tornar os dados mais acessíveis visualmente;

Figura 7 - Exemplo de pictograma de fruta e sabor de sorvete favoritos



Fonte: Guimarães e Carvalho (2021, p. 47)

- **Tabela de distribuição de frequência (TDF) simples**, usados como etapa anterior à construção dos gráficos, para organizar os dados por categorias.

Figura 8 - Exemplo de Tabela Simples

Nome	Gênero			Gênero	Nº de alunos	%
Ana		Feminino		Feminino	18	54,5
Artur				Masculino	15	45,5
Bianca						
Bruna						
Beto						
...						
		Total		Total	33	100,0

Tabela 1: Distribuição dos alunos por gênero

Fonte: Guimarães e Carvalho (2021, p. 55).

Guimarães e Carvalho (2021) alertam, entretanto, que muitas vezes os alunos são expostos à leitura de gráficos prontos, sem participação ativa no processo de construção. Isso

limita o desenvolvimento do pensamento estatístico e reduz o uso do gráfico a uma mera decodificação de dados, sem relação com a experiência vivida.

Por isso, os autores defendem que a construção do gráfico — e não apenas sua leitura — seja uma etapa indispensável nas atividades escolares, pois ela obriga o aluno a decidir como organizar as informações e que forma de representação é mais adequada aos dados disponíveis.

Essa recomendação também aparece em Lopes, Porciúncula e Samá (2019), que destacam a importância de envolver os estudantes em todo o ciclo da pesquisa estatística, desde a formulação de questões até a análise dos resultados representados graficamente. A construção do gráfico deve emergir da necessidade de comunicar algo que foi observado, investigado ou vivido. Isso é particularmente relevante em projetos interdisciplinares com Ciências da Natureza, como em atividades de medição de temperatura, observação do crescimento de plantas ou acompanhamento do volume de resíduos recicláveis em sala.

A análise dos manuais dos livros didáticos revela, contudo, que a representação gráfica muitas vezes aparece desvinculada das etapas anteriores da praxeologia estatística (coleta e categorização), sendo trabalhada como um conteúdo isolado, desprovido de sentido investigativo.

Em contrapartida, o MER aqui delineado propõe a reestruturação dessa praxeologia, inserindo a construção de gráficos como uma resposta significativa a situações-problema contextualizadas e articuladas a outras áreas do conhecimento.

4.1.2.3 *Medidas de tendência central*

As medidas de tendência central — média, moda e mediana — têm por objetivo sintetizar um conjunto de dados por meio de um valor representativo. No contexto da Educação Estatística nos anos iniciais, a introdução desses conceitos deve ocorrer de forma gradual, a partir de situações significativas para os estudantes, respeitando sua etapa de desenvolvimento cognitivo e priorizando a compreensão do sentido dessas medidas em vez de cálculos formais.

Na perspectiva praxeológica, essas medidas compõem uma família de técnicas estatísticas de resumo, cuja tecnologia didática se sustenta na necessidade de interpretar conjuntos de dados a partir de um valor central que os represente, facilitando comparações e tomada de decisões.

Conforme destaca Medeiros (2007), as medidas de tendência central são recursos fundamentais para a análise de dados em contextos escolares e educacionais, especialmente por permitirem avaliar desempenhos, identificar padrões e refletir sobre a distribuição dos valores observados.

Guimarães e Carvalho (2021) ressaltam que a introdução da média aritmética nas séries iniciais deve ocorrer com cuidado, evitando abordagens puramente algorítmicas. Atividades que envolvem partilha equitativa — como dividir uma quantidade de frutas entre colegas, redistribuir objetos entre grupos ou analisar a quantidade média de livros lidos por estudantes — permitem que as crianças construam intuitivamente o conceito de média como equilíbrio ou compensação. A moda, por sua vez, pode ser trabalhada em contextos em que se deseja identificar a categoria mais frequente em uma coleta de dados, sendo mais acessível conceitualmente. A mediana, embora mais abstrata, pode ser explorada a partir da ordenação de dados e da busca pelo “valor do meio”.

No âmbito dos manuais didáticos analisados, nota-se que a abordagem dessas medidas tende a ocorrer de forma superficial ou descontextualizada, muitas vezes como exercício de aplicação direta de fórmulas, sem articulação com a coleta e a análise de dados previamente investigados pelos alunos. Essa abordagem fragiliza o processo de construção do sentido estatístico e desvirtua o papel formativo dessas medidas no desenvolvimento da literacia estatística.

Por outro lado, conforme argumentam Lopes, Porciúncula e Samá (2019), o ensino das medidas de tendência central pode ser significativamente enriquecido quando vinculado a projetos investigativos. Em um projeto sobre alimentação saudável, por exemplo, é possível calcular a média de porções de frutas consumidas pelos alunos durante a semana; em uma investigação sobre o tempo gasto em frente às telas, a mediana pode indicar o comportamento típico da turma; em uma pesquisa sobre brinquedos preferidos, a moda pode apontar a categoria mais popular. Assim, essas medidas deixam de ser apenas ferramentas matemáticas e passam a ser instrumentos de leitura crítica da realidade.

Portanto, no MER delineado nesta pesquisa, as medidas de tendência central são consideradas objetos fundamentais que, desde que trabalhados em consonância com as demais praxeologias estatísticas, contribuem para a compreensão de fenômenos naturais e sociais e para a tomada de decisões informadas pelos estudantes dos anos iniciais.

4.1.2.4 Interpretação crítica e tomada de decisão

A interpretação crítica de dados e a tomada de decisão constituem o ápice do ciclo investigativo da Educação Estatística, especialmente no que diz respeito à sua função formativa. Nessa etapa, o foco desloca-se do tratamento técnico dos dados para a reflexão sobre seus significados, suas implicações e seu uso em contextos sociais, científicos e ambientais.

Trata-se, portanto, de um momento em que os alunos são convidados a posicionar-se diante da informação quantitativa, desenvolvendo atitudes de questionamento, análise e argumentação — habilidades essenciais para o exercício da cidadania.

No plano praxeológico, a interpretação e a decisão não se reduzem a técnicas isoladas, mas compõem um bloco de tecnologias discursivas sustentadas por saberes estatísticos, matemáticos e contextuais.

Como afirmam Batanero e Díaz (2010), a literacia estatística envolve não apenas a capacidade de ler e construir representações de dados, mas também de fazer julgamentos fundamentados sobre essas informações e de participar de discussões públicas informadas. Essa competência exige o acionamento simultâneo de diferentes registros de conhecimento: saberes matemáticos, compreensão de contexto, habilidades comunicativas e disposições críticas.

Guimarães e Carvalho (2021) defendem que o ensino da Estatística nos anos iniciais deve privilegiar situações em que os alunos não apenas respondam a questões, mas também formulem hipóteses, analisem possíveis explicações para os resultados obtidos e proponham ações com base nas conclusões construídas.

Em atividades que envolvem temas como saúde, alimentação, consumo, poluição, ou organização do espaço escolar, a leitura dos dados deve ser acompanhada de perguntas como: "O que isso significa?", "Por que isso acontece?", "O que podemos fazer a partir disso?".

Essa perspectiva crítica também é reforçada por Lopes, Porciúncula e Samá (2019), que afirmam que a Estatística, quando bem trabalhada, contribui para desenvolver a autonomia intelectual dos estudantes, ao colocá-los diante da complexidade dos fenômenos estudados. A tomada de decisão, nesse contexto, não é vista como escolha mecânica entre alternativas, mas como ato fundamentado na análise e na interpretação reflexiva de dados.

Contudo, a análise dos manuais dos livros didáticos revela que essa dimensão interpretativa é frequentemente negligenciada ou tratada de maneira superficial. Muitos dos exercícios propostos nos livros analisados limitam-se à leitura direta dos dados, sem explorar inferências, comparações, causas ou consequências. Essa lacuna compromete o potencial da Educação Estatística como ferramenta para a alfabetização científica e para a formação de sujeitos críticos.

Diante disso, o MER proposto nesta pesquisa defende a centralidade da interpretação crítica e da tomada de decisão como eixo estruturante das praxeologias estatísticas escolares. Essa centralidade implica reorganizar o ensino de Estatística em torno de projetos investigativos

interdisciplinares que confrontem os estudantes com situações-problema reais, incentivando-os a utilizar dados para compreender melhor o mundo e agir sobre ele de forma ética e consciente.

Portanto, no MER aqui proposto, a interpretação crítica e a tomada de decisão não são um ponto final, mas uma abertura para novas investigações. Elas consolidam o ciclo estatístico como prática escolar investigativa e democrática, potencializando o desenvolvimento do pensamento estatístico e científico desde os primeiros anos da escolarização.

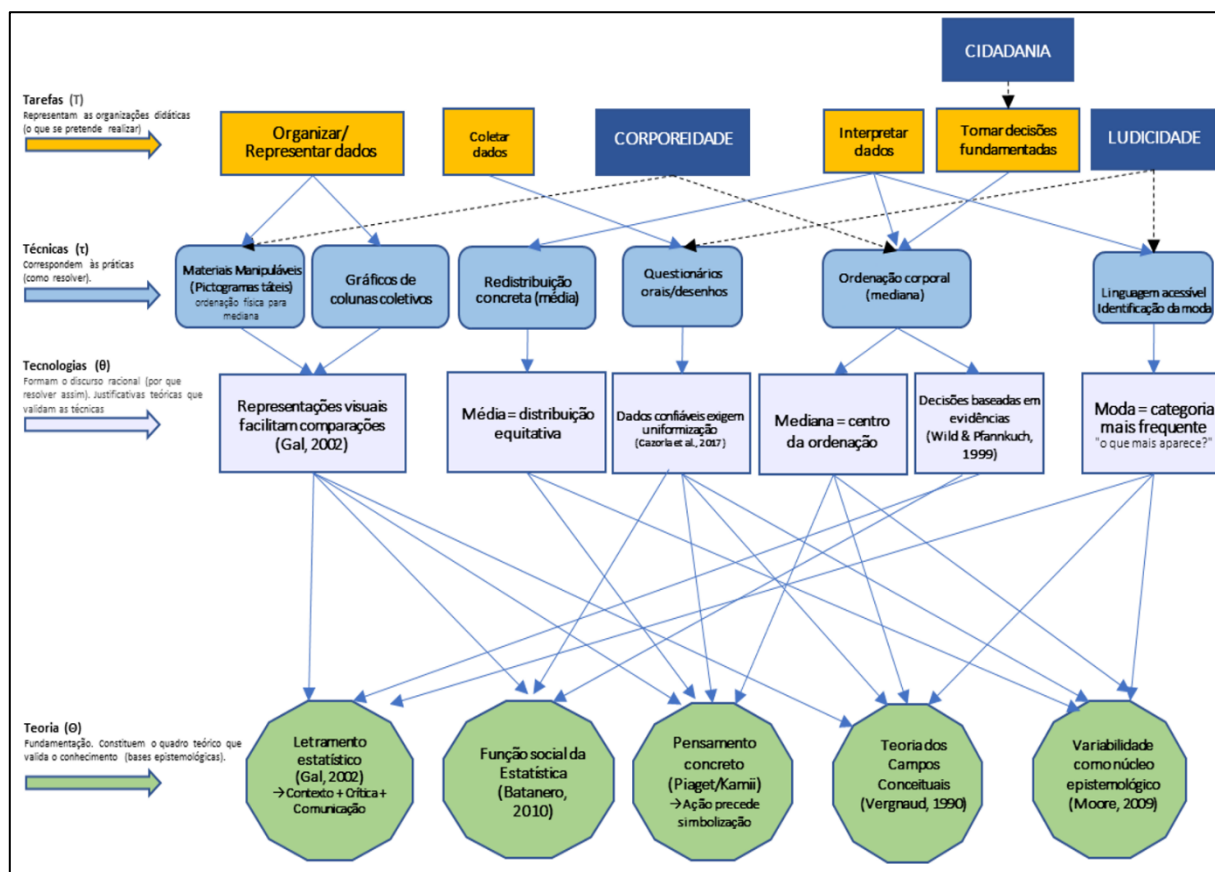
Dessa forma, os objetos e praxeologias estatísticas delineados ao longo desta seção ganham sentido à medida que se articulam a uma proposta de ensino que reconhece a Estatística como um saber fundamental à leitura crítica do mundo. A razão de ser da Estatística no currículo dos anos iniciais reside exatamente nessa articulação entre sua base conceitual, sua aplicabilidade social e seu potencial formativo, legitimando sua presença desde as primeiras etapas da escolarização e fundamentando sua transposição para o contexto da formação docente.

Para consolidar as contribuições do saber sábio da Estatística na construção do MER para os anos iniciais, propõe-se uma síntese visual (Figura 9) que organiza, de forma integrada, os elementos da praxeologia didática (tarefas, técnicas, tecnologias e teorias) e os eixos transversais que fundamentam o ensino estatístico nesse nível de escolaridade.

A representação visual do MER que articula tarefas estatísticas (coleta, organização, interpretação e tomada de decisão) às respectivas técnicas, tecnologias e fundamentos teóricos. O diagrama integra contribuições do saber sábio (Gal, 2002; Moore, McCabe e Craig, 2012; Batanero, 2010; Wild & Pfannkuch, 1999), com adaptações didáticas compatíveis com o pensamento operatório-concreto (Piaget; Kamii), incorporando eixos transversais de

corporeidade, ludicidade e cidadania para garantir intencionalidade pedagógica e relevância social na formação estatística no 2º ano do Ensino Fundamental (EF).

Figura 9 - Diagrama da estrutura epistemológica e praxeológica da Estatística no 2º ano do Ensino Fundamental



Fonte: autora (2025).

As tarefas fundamentais do ensino de Estatística — coletar, organizar, interpretar dados e tomar decisões — são operacionalizadas por técnicas didáticas concretas, como o uso de pictogramas táteis, ordenações corporais e redistribuição física de objetos. Essas técnicas estão em consonância com o estágio operatório-concreto, conforme Piaget e Kamii, permitindo que a simbolização matemática emergja a partir da ação corporal e da manipulação direta dos dados.

As tecnologias didáticas — entendidas como justificativas epistemológicas e pedagógicas — orientam essas práticas e resgatam o rigor do saber sábio. Por exemplo, a compreensão da média como redistribuição equitativa, da moda como categoria mais frequente e da mediana como centro da ordenação ganham sentido por meio de representações visuais e experiências concretas, mas permanecem ancoradas em seus significados estatísticos originais.

O diagrama também destaca as teorias científicas subjacentes ao MER, como o letramento estatístico proposto por Gal (2002), a centralidade da variabilidade em Moore,

McCabe e Craig, 2012 e o papel das decisões baseadas em evidência, conforme Wild e Pfannkuch (1999). Essas teorias sustentam uma abordagem estatística que vai além do tratamento técnico dos dados e valoriza a construção de atitudes críticas, interpretativas e socialmente responsáveis.

A teoria do Letramento Estatístico (Gal, 2002) não se restringe à leitura de gráficos ou representações visuais. Ela pressupõe que o sujeito seja capaz de interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações estatísticas, integrando conhecimentos contextuais, matemáticos, estatísticos, críticos e comunicacionais.

Por isso, no MER aqui proposto, o letramento se articula não apenas à tecnologia de representações gráficas, mas também àquelas que envolvem a identificação da moda, tomada de decisão baseada em evidências e, potencialmente, à construção de dados confiáveis, considerando sua relevância na formação de sujeitos críticos e capazes de participar ativamente da vida social a partir de uma leitura consciente dos dados.

Na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1990), os conceitos estatísticos fundamentais trabalhados nos anos iniciais — como frequência, mediana e comparação de dados — não são assimilados apenas por meio de definições verbais ou manipulação mecânica, mas emergem da mobilização de esquemas de ação conceituais construídos pelas crianças em situações didáticas significativas.

A identificação da moda como a categoria mais frequente, por exemplo, exige que o aluno compare quantidades, mobilizando invariantes operatórios como “o que aparece mais vezes é o mais importante”, em uma ação comparativa que antecede a formalização do conceito.

Da mesma forma, a compreensão da mediana como centro da ordenação requer que a criança ative esquemas relacionais e ordinais, como “quem está no meio da fila representa o valor central”, estruturando cognitivamente a noção de posição em conjuntos ordenados. Além disso, a uniformização das categorias na coleta de dados — necessária para garantir sua confiabilidade (Cazorla *et al.*, 2017) — também demanda a construção de esquemas de categorização e classificação estáveis.

A TCC ainda sustenta a leitura e interpretação de representações visuais, como gráficos de colunas, uma vez que a comparação entre alturas ou quantidades visuais ativa conceitos-em-ação do tipo “a barra mais alta representa o maior número”.

Assim, a Teoria dos Campos Conceituais amplia o entendimento das tecnologias didáticas do MER, ao evidenciar que conceitos estatísticos aparentemente simples exigem uma

complexa articulação entre ação, representação, linguagem e raciocínio lógico — características centrais do pensamento conceitual em desenvolvimento.

A partir da concepção de Moore, McCabe & Craig, 2012 a variabilidade constitui o núcleo epistemológico da Estatística, conferindo-lhe uma identidade distinta no campo das ciências. No MER construído nesta pesquisa, esse princípio se concretiza em diferentes tecnologias didáticas. A identificação da moda como categoria mais frequente só faz sentido diante da variabilidade entre respostas.

A necessidade de uniformização dos dados busca reduzir o ruído e preservar a variabilidade real. A média e a mediana, por sua vez, são medidas que sintetizam a dispersão de dados, oferecendo um ponto de referência dentro da distribuição.

Dessa forma, ao reconhecer e interpretar variações nos dados — mesmo em situações simples — os alunos desenvolvem um raciocínio estatístico fundado na compreensão de que o mundo é incerto, diverso e sujeito a múltiplas influências. Essa perspectiva reforça a função formativa da Estatística desde os anos iniciais, como campo voltado à análise de padrões, regularidades e diferenças.

O pensamento concreto, na perspectiva de Piaget e Kamii, refere-se ao estágio operatório-concreto (7–11 anos), no qual as crianças constroem significados por meio da ação sobre objetos reais, antes de compreender representações simbólicas abstratas. Kamii reforça que a aprendizagem matemática precisa emergir da ação e da reflexão sobre essa ação.

O princípio do pensamento concreto, segundo Piaget e Kamii, sustenta que a construção de conceitos estatísticos nos anos iniciais deve ocorrer a partir da ação sobre objetos concretos, antes da introdução de representações simbólicas. Essa abordagem se materializa em técnicas como a redistribuição concreta para a média, a ordenação corporal para a mediana, e o uso de pictogramas e colunas táteis para visualização da moda. Tais práticas didáticas não apenas respeitam o desenvolvimento cognitivo das crianças, como também promovem a construção significativa de conceitos estatísticos, ancorados em experiências corporais e perceptuais.

Segundo Batanero (2010), a Estatística assume uma função social quando capacita os sujeitos a interpretar criticamente os dados, participar de decisões coletivas e compreender fenômenos sociais, ambientais e científicos.

No contexto dos anos iniciais, essa função é promovida por meio de práticas que envolvem a coleta de dados confiáveis, a leitura de representações visuais e a tomada de decisões com base em evidências, tornando a aprendizagem estatística um instrumento de formação para a cidadania.

Batanero (2010) defende que a Estatística deve ser compreendida não apenas como um conjunto de técnicas, mas como prática social, voltada à: compreensão crítica de fenômenos reais, participação cidadã, tomada de decisões fundamentadas em evidências.

Portanto, ela atribui à Estatística um papel ativo na vida social — seja por meio de interpretação de dados, crítica de informações enviesadas ou formação de opinião pública informada.

Embora a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) não explicita o ensino formal de medidas de tendência central (média, moda e mediana) para o 2º ano do EF — limitando-se à coleta, organização e representação de dados (EF02MA25) —, o diagrama não contradiz, mas amplia criticamente as orientações oficiais. Fundamenta-se em três pilares: Evidências didáticas (Cazorla *et al.*, 2017; Kamii, 2000) que demonstram a viabilidade de introduzir noções intuitivas desses conceitos por meio de concretude, corporeidade e ludicidade; a natureza epistemológica da Estatística, que exige a interpretação de dados para tomada de decisão (Wild & Pfannkuch, 1999) — etapa inviável sem sínteses elementares, ainda que não algorítmicas; a integração com as Ciências da Natureza, que demanda ferramentas estatísticas básicas para análise de fenômenos investigativos (ex.: 'Qual planta cresceu mais?' exige comparação; 'Quantas sementes germinaram?' requer identificação de frequências).

Assim, o MER não 'antecipa' conteúdos, mas resgata a essência do pensamento estatístico (síntese de dados para inferências) por meio de micro-praxeologias adequadas ao estágio operatório-concreto. Como alerta Weissmann (2012), evitar reducionismos não significa omitir conceitos-fundamento, mas transpô-los didaticamente sem banalização — tal como proposto nas técnicas de redistribuição equitativa (média), identificação do 'mais frequente' (moda) e ordenação corporal (mediana).

Adicionalmente, o modelo incorpora três eixos transversais — Corporeidade, Ludicidade e Cidadania — como elementos que potencializam a aprendizagem. A corporeidade permite que conceitos estatísticos abstratos (como mediana e média) sejam inicialmente experienciados por meio da ação física; a ludicidade amplia o engajamento e favorece a repetição significativa de conceitos; e a cidadania orienta o uso social dos dados, reforçando a função formativa da Estatística na educação básica.

A seguir, sintetiza-se por meio do Quadro 9 a estrutura do MER construída nesta pesquisa, articulando as tarefas estatísticas às técnicas didáticas, tecnologias justificadoras e teorias subjacentes que fundamentam sua transposição para o 2º ano do Ensino Fundamental (EF).

Quadro 9 - Componentes e fundamentos teóricos do MER para o 2º ano do EF

Componente MER	Elementos	Fundamentação Teórica
Tarefas	- Coletar dados - Organizar/Representar dados - Interpretar dados - Tomar decisões	Chevallard (1991): Tarefas como eixo das praxeologias didáticas
Técnicas	- Pictogramas táteis - Ordenação corporal - Redistribuição concreta - Questionários orais/desenhos	Kamii (2024): Conhecimento construído pela ação concreta
Tecnologias	- Representações visuais facilitam comparações - Média = distribuição equitativa - Dados confiáveis exigem uniformização - Mediana = centro da ordenação - Decisões baseadas em evidências - Moda = categoria mais frequente	Gal (2002); Cazorla <i>et al.</i> (2017); Wild & Pfannkuch (1999)
Teorias	- Letramento estatístico (Gal) - Função social da Estatística (Batanero) - Pensamento concreto (Piaget/Kamii) - Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud) - Variabilidade como núcleo epistemológico (Moore, McCabe e Craig, 2012)	Gal (2002); Batanero (2010); Piaget & Kamii; Vergnaud (1990); Moore (2009)
Eixos Transversais	•Corporeidade • Ludicidade com intencionalidade didática • Cidadania	Kamii (1983); Gallahue <i>et. al</i> (2013); Batanero (2010)

Fonte: Autora (2025).

Essa estrutura praxeológica e epistemológica traduz-se visualmente no diagrama apresentado anteriormente (Figura 9), o qual integra tais componentes aos eixos transversais da corporeidade, ludicidade e cidadania.

Nesta pesquisa, o saber sábio integrado entre a Educação Estatística e as Ciências da Natureza não é encontrado explicitamente na literatura acadêmica em uma forma consolidada única. Em vez disso, é compreendido como um construto epistemológico desenvolvido a partir da aproximação entre os fundamentos epistemológicos da Estatística acadêmica (Batanero & Díaz, 2010; Moore, McCabe & Craig, 2012; Triola, 2016) e os referenciais teóricos da Alfabetização Científica e Educação em Ciências (Fourez, 2003; Sasseron & Carvalho, 2011; Bybee, 2010).

O saber sábio da Estatística acadêmica (Triola, 2016; Moore *et al.*, 2012) oferece ferramentas essenciais para a coleta, organização, análise e interpretação crítica de dados, capacitando os indivíduos a tomar decisões fundamentadas em contextos de incerteza. Paralelamente, o saber sábio das Ciências da Natureza (Fourez, 2003; Sasseron & Carvalho,

2011) enfatiza a compreensão crítica dos fenômenos naturais e socioambientais, através da investigação, experimentação e formulação de explicações científicas.

A integração desses dois campos no contexto escolar implica, portanto, uma convergência epistemológica que se materializa na capacidade de interpretar fenômenos científicos por meio de dados estatísticos. Exemplos desse saber integrado são visíveis em contextos acadêmicos como a epidemiologia, estudos ambientais e investigações sobre sustentabilidade, em que fenômenos naturais são compreendidos essencialmente por meio de raciocínios baseados em evidências quantitativas.

No Quadro 10, a seguir, explicitam-se esses aspectos epistemológicos compartilhados, tais como o raciocínio investigativo, o tratamento da incerteza, a tomada de decisões informadas e a leitura crítica do mundo. Esses pontos comuns configuram-se como alicerces teóricos que justificam e sustentam a construção do Modelo Epistemológico de Referência (MER) integrado ao contexto escolar do 2º ano do Ensino Fundamental.

Quadro 10 - Aspectos epistemológicos comuns entre Estatística e Ciências da Natureza

Aspecto Epistemológico Comum	Estatística	Ciências da Natureza	Contribuição para o MER do 2º ano EF
Raciocínio investigativo	Coleta, análise e interpretação de dados.	Investigação sistemática dos fenômenos naturais.	Justifica tarefas como “medir o crescimento de plantas diariamente e coletar dados sobre plantas” (investigação + coleta de dados) (Ciências) + “organizar em tabelas” (Estatística).
Tratamento da incerteza	Probabilidade e variabilidade.	Compreensão das relações e variáveis da natureza.	Fundamenta discutir “por que algumas sementes não germinaram?”
Tomada de decisão informada	Inferências estatísticas para decisões embasadas.	Decisões baseadas em evidências científicas.	Sustenta ações como “regar plantas conforme dados de umidade” (baseado em evidências)
Leitura crítica do mundo	Competências de interpretação crítica dos dados.	Alfabetização científica para interpretação crítica dos fenômenos socioambientais.	Valida perguntas como “por que devemos economizar água?” (dados locais + impacto socioambiental)

Fonte: Autora 2025.

Dessa forma, o MER integrado aqui proposto, resulta de um movimento de síntese epistemológica e curricular entre dois saberes acadêmicos tradicionalmente tratados de forma isolada: a Educação Estatística e as Ciências da Natureza.

Tal integração se justifica epistemologicamente pela afinidade de objetivos formativos—como a tomada de decisão informada, o desenvolvimento do raciocínio crítico e investigativo, e a compreensão científica de fenômenos complexos—que são fundamentais tanto para uma Alfabetização Científica robusta quanto para a Alfabetização Estatística crítica.

Diante do problema didático (Pδ) formulado na Seção 2.1 – que expõe as restrições ecológicas à integração Estatística-Ciências –, construímos agora um Modelo Epistemológico de Referência (MER) que fundamenta cientificamente a práxis integradora almejada.

O MER aqui construído configura-se como um referencial idealizado, nos moldes weberianos, que explicita o 'saber sábio' integrado entre Estatística e Ciências da Natureza e delinea as praxeologias docentes desejáveis para o 2º ano do Ensino Fundamental.

Como instrumento fenomenotécnico e analítico da TAD, sua função não é ser aplicado diretamente em sala de aula, mas servir de contraste epistemológico para diagnosticar as limitações do Modelo Epistemológico Dominante (MED) — o qual reflete as práticas fragmentadas vigentes nas escolas.

A transformação didática concreta ocorrerá por meio do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), a ser construído na intervenção formativa do PEP-FP a partir da reorganização das praxeologias docentes reais.

Nesse sentido, a próxima seção (3.2) avança para o diagnóstico do MED, analisando criticamente as práticas e saberes docentes observados antes da implementação do PEP-FP, com vistas a identificar os obstáculos institucionais e didáticos que o MERA buscará superar.

4.2 Diagnóstico do Modelo Epistemológico Dominante (MED): práticas e saberes docentes antes do PEP-FP

Nesta seção, buscamos delinear e discutir o Modelo Epistemológico Dominante (MED) que rege, de forma implícita ou explícita, o ensino de Estatística nos anos iniciais do Ensino Fundamental, especialmente no que se refere à sua integração (ou ausência dela) com o ensino de Ciências da Natureza. Para tanto, fundamentamo-nos na metodologia de análise proposta por Almouloud (2021), que articula as dimensões epistemológica, econômica e ecológica como chaves interpretativas para os problemas didáticos.

Esta tripla estrutura fundamenta-se na metodologia de análise proposta por Saddo Almouloud (2021), segundo a qual essas dimensões são indispensáveis para compreender e modelar problemas didáticos no âmbito da TAD. Conforme destaca Almouloud

Utilizamos todos os trabalhos de pesquisa aqui abordados para observar as dimensões epistemológica, ecológica e econômica, com o objetivo de identificar as diferentes formas de concepção de um determinado objeto matemático que podem favorecer a análise didática. Este estudo nos permitiu determinar, entre outros aspectos, as razões de ser dos objetos matemáticos e os problemas relacionados ao seu ensino (Almouloud, 2021, p. 412 - 413, tradução nossa).

A análise do MED neste trabalho apoia-se em três eixos complementares articuladas às dimensões de Almouloud (2021): (i) os documentos curriculares oficiais, como os PCNs, a BNCC e as diretrizes locais; (ii) os livros didáticos utilizados nas escolas, com destaque para os volumes do PNLD; e (iii) as práticas docentes reais, identificadas por meio de registros de formação, questionários e observações empíricas realizadas no âmbito do PEP-FP. Para sintetizar o percurso analítico, o Quadro 11 organiza os modelos mobilizados.

Quadro 11 - Organização e articulação dos modelos epistemológicos mobilizados na pesquisa

Modelo	Fonte de Análise	Categoria Central	Objetivo	Resultado
<i>MER – Modelo Epistemológico de Referência</i>	Fundamentação teórica e construção do PEP individual	Saberes estatísticos e científicos relevantes	Identificar objetos de ensino e praxeologias integradas	Modelo ideal de referência para a formação de professores
<i>MED1 – Modelo Dominante 1</i>	Documentos oficiais (BNCC, PCNs, DCNs)	Organização curricular prescrita	Identificar prescrições e ênfases da política curricular	Diagnóstico do saber prescrito
<i>MED2 – Modelo Dominante 2</i>	Livros didáticos (PNLD de Matemática e Ciências)	Tarefas e praxeologias propostas	Verificar objetos de ensino efetivamente transpostos	Diagnóstico do saber transposto didaticamente
<i>MERA – Modelo Epistemológico de Referência Alternativo</i>	Resultante da análise crítica do MER confrontado com os MEDs	Integração entre Estatística e Ciências da Natureza	Superar lacunas e propor uma alternativa formativa viável	Modelo orientador do PEP-FP

Fonte: autora (2025).

Conforme o quadro, o MED1 (documentos) que reflete a dimensão econômica e o MED2 (manuais de Livros Didáticos) que reflete a dimensão econômico-institucional. A confrontação entre Modelo Epistemológico de Referência - MER (ideal) e MED (real) permitirá identificar os obstáculos à integração Estatística-Ciências e fundamentar o MERA.

Deste modo, adotamos a abordagem proposta por Gascón (2011), que estabelece um padrão heurístico para o desenvolvimento de problemas didáticos de investigação. A estrutura heurística proposta por Gascón (2011) envolve uma sequência lógica de dimensões fundamentais P1 (epistemológica), P2 (econômica) e P3 (ecológica), articuladas em um problema docente mais amplo (P0). Essa abordagem baseia-se em três dimensões fundamentais

de um problema didático, -respectivamente, epistemológica, econômica e ecológica, considerando a Teoria Antropológica do Didático (TAD).

O percurso metodológico adotado nesta pesquisa estruturou-se a partir da construção desse MER, originado de um PEP individual conduzido pela pesquisadora com base na questão geratriz: “Como integrar praxeologias estatísticas e didáticas no ensino de Ciências da Natureza para promover a Alfabetização Científica na formação de professores pedagogos?”.

No escopo deste trabalho, esses conteúdos serão posteriormente mobilizados na construção de tarefas didáticas e analisados em suas condições de circulação e transposição institucional, buscando superar o MED e caminhar em direção a uma proposta formativa que favoreça a compreensão crítica, investigativa e contextualizada dos dados.

A seguir, detalhamos o diagnóstico por dimensão, evidenciando como cada MED revela restrições à integração interdisciplinar

4.2.1 *Análise do MED1 (Dimensão Econômica-Institucional) - Documentos Oficiais*

Nesta subseção, discutiremos a abordagem da Educação Estatística e de Ciências da Natureza nos documentos oficiais, com o objetivo de delinear como esses saberes são propostos para o 2º ano do Ensino Fundamental, especialmente no que se refere às praxeologias prescritas para o desenvolvimento do pensamento estatístico e científico.

Os documentos oficiais são aqueles que orientam o currículo nacional e as práticas pedagógicas nas escolas brasileiras, com diretrizes específicas para cada etapa da Educação Básica.

Nesse sentido, selecionamos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e, como referência principal, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017, por ser o documento normativo vigente que orienta o currículo em todo o território nacional. A BNCC estrutura os direitos de aprendizagem por componentes curriculares, entre eles Matemática e Ciências da Natureza, que estabelece as competências gerais e específicas a serem desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental, organizadas por componentes curriculares, objetos de conhecimento, por unidades temáticas e habilidades (Brasil, 2018).

Compreender o Modelo Epistemológico Dominante (MED) implica investigar de que forma a Estatística tem sido abordada nesses documentos curriculares oficiais que norteiam a prática docente nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Deste modo, para apresentar o MED1, dimensão Econômica, no currículo brasileiro atual, formulamos a seguinte questão: quais objetos de saber estatísticos relevantes são

propostos para integração com o ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais, especialmente no 2º ano, visando à promoção da Alfabetização Científica?

Essa questão orienta nossa análise das organizações prescritas nos documentos oficiais, com ênfase nas competências/habilidades estatísticas e científicas mobilizáveis em práticas interdisciplinares que favoreçam a compreensão crítica de fenômenos naturais a partir de dados no 2º ano.

Esta etapa da Educação Básica brasileira, integra a segunda, sucedendo a Educação Infantil e antecedendo o Ensino Fundamental Anos Finais e o Ensino Médio. Regida por um conjunto de orientações legais e curriculares que buscam assegurar os direitos de aprendizagem das crianças entre 7 e 8 anos.

A partir da década de 1980, organizações internacionais como a *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI) e a *International Statistical Institute* (ISI) passaram a defender a inclusão da Estatística na educação básica como parte de um esforço global de letramento científico. Esse movimento influenciou reformas curriculares em diversos países, inclusive no Brasil, e ajuda a compreender o contexto internacional que impulsionou a inserção da Estatística nos documentos nacionais, como os PCN e a BNCC.

Logo, analisamos como a Estatística foi progressivamente incorporada aos currículos escolares brasileiros, desde os PCN até a BNCC, problematizando sua transposição institucional e suas implicações para a prática docente. Em seguida, examinamos como esse conteúdo pode ser articulado ao ensino de Ciências da Natureza, apontando desafios e possibilidades para sua integração interdisciplinar.

Os PCN (Brasil, 1997) introduziram o bloco "Tratamento da Informação" dentro da área de Matemática, abrangendo noções de Estatística, Probabilidade e Combinatória. Esta nomenclatura revela uma concepção particular: a estatística é entendida fundamentalmente como um conjunto de procedimentos para manipular, organizar e interpretar informações. O termo "tratamento" sugere uma abordagem instrumental, onde os dados são objetos a serem processados e transformados em conhecimento útil. Essa intenção formativa é explicitada diretamente nos PCN, conforme o trecho a seguir

A demanda social é que leva a destacar este tema como um bloco de conteúdo, embora pudesse ser incorporado aos anteriores. A finalidade do destaque é evidenciar sua importância, em função de seu uso atual na sociedade. Integrarão este bloco estudos relativos a noções de estatística, de probabilidade e de combinatória. Evidentemente, o que se pretende não é o desenvolvimento de um trabalho baseado na definição de termos ou de fórmulas envolvendo tais assuntos. Com relação à estatística, a finalidade é fazer com que o aluno venha a construir procedimentos para coletar, organizar, comunicar e interpretar dados, utilizando tabelas, gráficos e representações que aparecem freqüentemente em seu dia-a-dia (Brasil, 2018, p. 40).

Essa perspectiva presente nos PCN configurou-se como um marco ao reconhecer a necessidade de formar cidadãos capazes de ler e interpretar dados do mundo real. Já destacavam práticas como a coleta e organização de dados, leitura e construção de gráficos e interpretação de informações quantitativas em situações cotidianas.

Essa visão proposta pelos PCN ganha ainda mais clareza ao reforçar, posteriormente, que os conteúdos referentes ao Tratamento da Informação têm o objetivo de estimular nos estudantes não apenas competências técnicas relacionadas à leitura de gráficos e tabelas, mas principalmente habilidades investigativas que lhes permitam questionar, interpretar e compreender criticamente a realidade ao seu redor, mobilizando saberes matemáticos, conforme destacado no trecho seguinte

Os assuntos referentes ao Tratamento da Informação serão trabalhados neste ciclo de modo a estimularem os alunos a fazer perguntas, a estabelecer relações, a construir justificativas e a desenvolver o espírito de investigação. A finalidade não é a de que os alunos aprendam apenas a ler e a interpretar representações gráficas, mas que se tornem capazes de descrever e interpretar sua realidade, usando conhecimentos matemáticos (Brasil, 2018, p. 49).

Contudo, muitas vezes, a abordagem limitou-se à coleta, organização (tabelas, gráficos simples) e cálculo de médias, negligenciando a análise crítica e a interpretação contextualizada dos dados. A Estatística ficou restrita à Matemática, sem conexões explícitas com outras áreas, apesar de sua natureza transversal. Tal limitação gerou a necessidade de investigar mais profundamente os processos envolvidos no ensino e na aprendizagem estatística, contribuindo para a consolidação de uma nova área de pesquisa acadêmica denominada Educação Estatística, que, segundo Cazorla *et al.* (2010, p. 9),

A partir da década de 1970, surgiu um movimento, em nível mundial, que reconheceu a importância do desenvolvimento do raciocínio probabilístico, a necessidade de romper com a cultura determinística nas aulas de Matemática, a dimensão política e ética do uso da Estatística na Educação Básica. Em decorrência muitos países inseriram o ensino desta ciência nesse nível escolar, com reflexões sobre os aspectos didáticos (Batanero, 2001apud Cazorla *et al.*, 2010, p. 9).

Fica claro como a Educação Estatística emergiu como resposta às limitações observadas nas práticas escolares tradicionais, ampliando o horizonte formativo e interdisciplinar desse conhecimento.

Desde o 1º e 2º ciclo do Ensino Fundamental, etapa que, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, 1996), corresponde atualmente aos Anos Iniciais (alunos na faixa de 7 e 8 anos), os PCN, publicados em 1997 pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC), estabelecem que os alunos devem ser capazes de coletar, organizar e descrever dados, interpretar e elaborar listas, tabelas simples e gráficos de colunas. Essa progressão revela uma

concepção linear do conhecimento estatístico, partindo da coleta para chegar à representação e interpretação.

O PCN+ (Orientações Complementares - 2002) e os Parâmetro Curriculares do Ensino Médio (PCNEM- 1999/2002), ampliam e contextualizam reforçando a importância do "Tratamento da Informação". Começaram a enfatizar a contextualização e o uso da Estatística para tomada de decisões. No Ensino Médio, houve tentativas de integrá-la mais às Ciências da Natureza e Humanas (Brasil, 1998).

A dificuldade em encontrar contextos autênticos e relevantes para os alunos persistiu. Muitas vezes, os "contextos" eram artificiais ou desinteressantes. A integração com outras áreas esbarrou na estrutura disciplinar rígida das escolas e na falta de planejamento conjunto entre professores e abordagem mais investigativa demandava mais tempo e recursos (dados reais, tecnologia), nem sempre disponíveis.

À época da publicação dos PCN, alguns desses desafios já eram conhecidos pelos próprios autores do documento, especialmente aqueles relacionados à implementação curricular e às práticas docentes, o que ainda permanece atual, apesar do tempo decorrido. Sobre esses desafios e reconhecendo-os explicitamente no texto original, os PCN (Brasil, 1997) afirmam

O desafio que se apresenta é o de identificar, dentro de cada um desses vastos campos; de um lado, quais conhecimentos, competências, hábitos e valores são socialmente relevantes; de outro, em que medida contribuem para o desenvolvimento intelectual do aluno, ou seja, na construção e coordenação do pensamento lógico-matemático, da criatividade, da intuição, da capacidade de análise e de crítica, que constituem esquemas lógicos de referência para interpretar fatos e fenômenos. Um olhar mais atento para nossa sociedade mostra a necessidade de acrescentar a esses conteúdos aqueles que permitam ao cidadão "tratar" as informações que recebe cotidianamente, aprendendo a lidar com dados estatísticos, tabelas e gráficos, a raciocinar utilizando idéias relativas à probabilidade e à combinatória (Brasil, 1997, p. 53).

A Estatística adquire *status* de Unidade Temática específica, denominada "Probabilidade e Estatística". Tornou-se uma unidade temática específica, com maior densidade e progressão ao longo de todas as etapas (EF e EM). Esta mudança terminológica e organizacional revela uma evolução no MED: a Estatística é reconhecida como área de conhecimento com especificidade própria, embora mantendo vínculos com a probabilidade.

Nos termos da BNCC há uma consolidação e o enfoque em competências, ou seja, o foco explícito em coletar, organizar, ler, interpretar, analisar criticamente, comparar e comunicar informações e dados apresentados em diferentes linguagens (tabelas, gráficos diversos, textos), além de produzir argumentos com base em dados.

A transversalidade está mais explícita; a BNCC estabelece que habilidades de leitura e interpretação de dados e informações devem ser desenvolvidas em todas as áreas do

conhecimento. A área Ciências da Natureza, por exemplo, tem habilidades específicas relacionadas a análise de dados experimentais e informações científicas (Brasil, 2017).

Esses conteúdos aparecem de forma progressiva ao longo do Ensino Fundamental, sendo introduzidos já no 1º ano, com a construção de registros simples, e aprofundados até o 5º ano, com o uso de gráficos de barras e pictogramas para representar resultados de pesquisas.

A leitura articulada dos documentos curriculares permite não apenas identificar os conteúdos prescritos, mas também vislumbrar possibilidades concretas de integração entre a Estatística e os temas das Ciências da Natureza. Com base nesse diagnóstico, apresentamos a seguir alguns eixos temáticos com potencial de articular saberes estatísticos e científicos em propostas interdisciplinares nos anos iniciais.

Tais objetos de saber, ao serem articulados com temas científicos como alimentação, reciclagem, consumo de energia, saúde e biodiversidade, podem servir de base para o desenvolvimento de praxeologias integradas, capazes de fomentar a Alfabetização Científica nos anos iniciais. A delimitação desses objetos, portanto, contribui para fundamentar o MER proposto nesta pesquisa, ao mesmo tempo que denuncia a fragmentação curricular que impede sua apropriação integrada.

No que se refere ao letramento Estatístico e crítico, o documento busca formar cidadãos capazes não só de calcular, mas de questionar fontes, metodologias, vieses e argumentos baseados em dados.

No entanto, o nível de profundidade e o foco em análise crítica exigem uma formação docente muito mais sólida e contínua em Estatística e Didática específica. Implementar a transversalidade requer ruptura com estruturas disciplinares estanques, planejamento integrado constante e tempo para colaboração docente, ainda um grande desafio organizacional.

Ademais, a abordagem crítica e investigativa depende de acesso a fontes diversificadas e confiáveis de dados e ao uso de ferramentas tecnológicas como: planilhas, *software* de análise, internet, de forma crítica, o que não é universal.

Para o 2º ano, a BNCC especifica como objeto de conhecimento a "coleta, classificação e representação de dados em tabelas simples e de dupla entrada e em gráficos de colunas". A ênfase na classificação como operação central revela uma concepção da Estatística como atividade de categorização e organização sistemática da realidade.

O documento normativo organiza o conhecimento estatístico através de uma estrutura mais formalizada, expressa em objetos de conhecimento e habilidades específicas. A habilidade EF02MA23 (Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis

categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.), estabelece parâmetros precisos: pesquisas em universos de até 30 elementos, escolha de até três variáveis categóricas, organização em listas, tabelas e gráficos de colunas simples (Brasil, 2018).

Esta especificação quantitativa (30 elementos, três variáveis) revela uma concepção mais técnica e controlada do trabalho estatístico, diferentemente da abordagem mais aberta dos PCN. A delimitação sugere uma preocupação com a viabilidade pedagógica e a progressão sistemática dos conceitos. Propõe o desenvolvimento do pensamento estatístico já nos anos iniciais, incluindo objetos de conhecimento como coleta, organização e interpretação de dados em contextos próximos ao cotidiano dos estudantes.

Ademais, explicita a articulação entre estatística e probabilidade desde o 2º ano, através da habilidade EF02MA21 (Classificar resultados de eventos cotidianos aleatórios como "pouco prováveis", "muito prováveis", "improváveis" e "impossíveis"), que trabalha com eventos aleatórios e suas classificações probabilísticas. Esta integração revela uma concepção mais abrangente da área, reconhecendo a interdependência entre análise de dados e incerteza (Brasil, 2018).

A habilidade EF02MA22 (Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima), que foca na comparação de informações para "melhor compreender aspectos da realidade próxima", mantém a perspectiva contextualizada, mas com ênfase na função instrumental da estatística como ferramenta de compreensão (Brasil, 2018).

Os PCN de Ciências Naturais (BRASIL, 1998), embora não mencionem diretamente a Estatística, promovem práticas de observação sistemática, registro de informações e análise de fenômenos, que pressupõem, ainda que implicitamente, o uso de ferramentas estatísticas.

A BNCC na área de Ciências da Natureza propõe práticas investigativas que envolvem coleta, organização e interpretação de dados. Embora essas práticas não sejam nomeadas como “estatísticas”, elas compartilham praxeologias com a Educação Estatística, evidenciando um espaço potencial para integração interdisciplinar.

Apesar dessas diretrizes, observa-se que os documentos oficiais ainda carecem de delimitação mais precisa quanto às praxeologias didáticas e matemáticas que orientem a integração efetiva entre a Educação Estatística e o ensino de Ciências da Natureza, o que reforça a importância de investigações que busquem superar essa lacuna. A leitura conjunta desses

documentos revela que o currículo já oferece brechas para uma integração efetiva entre Estatística e Ciências da Natureza — especialmente por meio de temas que mobilizam dados reais, análise de informações e tomada de decisão.

A presença da Estatística nos currículos escolares não é fruto de uma decisão apenas pedagógica ou matemática, mas responde a uma crescente demanda social por competências estatísticas fundamentais à vida cidadã. Conforme destacam autores como Batanero, Burrill e Reading (2011) e Triola (2017), o ensino da Estatística no Ensino Básico se justifica pela necessidade de formar indivíduos capazes de interpretar e avaliar criticamente as informações quantitativas que circulam em diversos meios — como mídias jornalísticas, campanhas publicitárias, estudos populacionais e políticas públicas. Essa demanda, impulsionada também pelos avanços tecnológicos e pela intensificação dos fluxos de dados, reforça a importância da Estatística como linguagem de leitura do mundo.

Ainda segundo esses autores, essa presença institucional nem sempre se converte em práticas escolares significativas. Entre os principais obstáculos estão: a escassa formação docente na área, a abordagem superficial nos materiais didáticos e a ausência de articulação com outras áreas do currículo, como as Ciências da Natureza.

É importante destacar que a integração entre Ciências e Estatística não se reduz à sobreposição de conteúdos, mas exige a construção de tarefas que convoquem os alunos a atuar como pequenos investigadores: formulando perguntas, produzindo dados, representando informações e, sobretudo, construindo significados a partir da análise. Essa abordagem amplia o escopo da Estatística escolar, deslocando-a da técnica para o campo da compreensão crítica e da intervenção cidadã.

Lopes e Curi (2016) observam que a efetivação da Estatística nas práticas escolares depende não apenas da inclusão curricular, mas também da existência de políticas de formação docente e de materiais pedagógicos que favoreçam o trabalho com dados em contextos reais.

Segundo Batanero, Díaz e Rivas (2001), a ampla difusão dos computadores, o crescimento da capacidade de processamento de dados e a intensificação dos fluxos de informação nas sociedades modernas provocaram um aumento significativo da demanda por formação estatística básica, especialmente nos níveis não universitários, função que tem sido atribuída majoritariamente aos professores de Matemática.

Essa expansão do uso da Estatística gerou, por sua vez, recomendações curriculares em diversos países para sua inclusão desde o Ensino Fundamental. No entanto, as autoras observam

que essa presença institucional nem sempre se traduz em práticas escolares efetivas, seja por abordagens excessivamente formalistas, seja pela omissão do tema em sala de aula.

Diante desse panorama nacional, torna-se relevante considerar também os documentos curriculares produzidos em âmbito regional, os quais complementam e especificam diretrizes conforme as particularidades locais.

No caso do estado do Ceará, tais orientações ganham corpo nas Diretrizes Curriculares e Referenciais para a Educação Integral (DCRC-CE), que buscam integrar as competências previstas na BNCC com temas contemporâneos e demandas sociais emergentes.

Essas diretrizes evidenciam como os sistemas educacionais locais podem ampliar o escopo formativo ao propor práticas pedagógicas contextualizadas, como aquelas relacionadas à alimentação saudável, abrindo novas possibilidades de articulação entre os saberes estatísticos e científicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

As DCRC (2019), em sua Parte III, Seção 3.5 – Educação Alimentar e Nutricional, reconhecem a relevância de práticas educativas voltadas para a alimentação saudável como componente essencial da formação integral dos estudantes, abordando o tema como um direito e uma necessidade educacional. Essa valorização é também reforçada em âmbito nacional. Conforme o Guia Alimentar para a População Brasileira, publicado pelo Ministério da Saúde

A alimentação adequada e saudável é um direito humano básico que envolve a garantia ao acesso permanente e regular, de forma socialmente justa, a uma prática alimentar adequada aos aspectos biológicos e sociais do indivíduo e que deve estar em acordo com as necessidades alimentares especiais; ser referenciada pela cultura alimentar e pelas dimensões de gênero, raça e etnia; acessível do ponto de vista físico e financeiro; harmônica em quantidade e qualidade, atendendo aos princípios da variedade, equilíbrio, moderação e prazer; e baseada em práticas produtivas adequadas e sustentáveis (Brasil, 2014, p. 8).

O Guia evidencia que o ensino sobre alimentação saudável ultrapassa uma abordagem meramente biológica ou comportamental, assumindo uma dimensão social, ética e cultural. Ao reconhecê-la como um direito humano básico, o documento reafirma sua relevância como conteúdo curricular que contribui para a construção de sujeitos críticos, autônomos e conscientes de suas escolhas alimentares.

Integrada à Estatística, essa temática possibilita o desenvolvimento de praxeologias didáticas que envolvem a investigação de hábitos alimentares, a análise de dados reais e a tomada de decisões fundamentadas, fortalecendo, assim, a articulação entre Alfabetização Científica e formação cidadã nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Tais fundamentos institucionais indicam que o saber sobre alimentação saudável não é apenas legítimo como objeto de ensino, mas necessário para responder às demandas sociais,

culturais e institucionais que atravessam o cotidiano escolar. Ao ser integrado a praxeologias estatísticas — como coleta, organização e interpretação de dados sobre consumo alimentar — esse saber ganha potencial para promover práticas pedagógicas mais contextualizadas, interdisciplinares e voltadas à formação de sujeitos críticos e conscientes.

A partir da análise do saber sábio da Estatística e de sua justificada presença no currículo escolar, delimitamos quais objetos de saber estatísticos são efetivamente prescritos nos documentos oficiais e como podem ser integrados ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais. Essa delimitação é fundamental, pois permite identificar quais conteúdos estão escolarizados e quais lacunas, tensões ou oportunidades existem para reorganizá-los de maneira interdisciplinar.

A análise permitiu identificar elementos estruturais e normativos que regulam o ensino, como políticas curriculares, diretrizes pedagógicas, disponibilidade de recursos materiais e modelos de gestão escolar. Esses fatores podem atuar como restrições, quando imutáveis no contexto analisado, ou como condições modificáveis, quando há possibilidade de adaptação, favorecendo maior flexibilidade no planejamento interdisciplinar. A análise revela que as restrições ao ensino integrado operam em dois planos complementares: a desconexão institucional e as barreiras práticas.

Deste modo, a análise documental revela que as restrições ao ensino integrado de Estatística e Ciências estão enraizadas em todos os níveis, desde políticas públicas até práticas pedagógicas. Apresentamos no Quadro 12 a seguir, uma síntese da análise documental.

Quadro 12 - Síntese da Análise documental aos Níveis de Co-determinação

Nível	Documento	Restrição Identificada
Civilização	BNCC, PNE	Fragmentação curricular e falta de integração explícita.
Sociedade	Planos Municipais/Estaduais	Foco em infraestrutura física, sem priorização de recursos pedagógicos integrados.
Escola	PPP, Livros Didáticos	Materiais descontextualizados e ausência de orientações para integração.
Pedagogia	Planos de Aula, Avaliações	Cultura de fragmentação e avaliações que não valorizam interdisciplinaridade. O planejamento anual segue os capítulos do livro didático. O professor se sente mais seguro com exercícios fechados do livro.
Disciplina	Registros de Aprendizagem	A estatística é tratada como “parte da matemática”, e não como ciência investigativa. Dificuldade dos alunos em relacionar estatística a fenômenos científicos.

Fonte: Autora (2025).

Enquanto no nível “Civilização”, a cultura da quantificação e da vigilância de dados faz da Estatística um saber valorizado socialmente, consequentemente a BNCC inclui a Estatística como conteúdo obrigatório desde os primeiros anos do EF, criando condições curriculares para sua presença nos livros didáticos.

Contudo, no nível Civilização, ao priorizar a ciência e a educação como pilares do desenvolvimento, reflete-se em documentos normativos como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Plano Nacional de Educação (PNE) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Esses marcos, embora estabeleçam competências essenciais — como "utilizar dados para comunicar informações" (Matemática) e "investigar fenômenos naturais" (Ciências) —, não explicitam conexões entre as áreas, perpetuando uma visão fragmentada do conhecimento.

O PNE, por exemplo, prioriza a alfabetização científica, mas ignora a integração com a Educação Estatística, enquanto os PCN, desatualizados, mantêm orientações genéricas que não dialogam com demandas contemporâneas de interdisciplinaridade. Essa desconexão normativa, enraizada em políticas macro, traduz-se em uma Sociedade que valoriza resultados padronizados, mas falha em articular ações concretas para unir saberes, limitando a formação de cidadãos críticos e integradores.

As diretrizes da “Sociedade” materializam-se nos Planos Estaduais/Municipais de Educação e nos Projetos Político-Pedagógicos (PPP) das escolas, que replicam metas do PNE sem inovar em estratégias pedagógicas. Enquanto os planos priorizam infraestrutura física (como construção de salas) em detrimento de recursos didáticos, os PPPs reproduzem a estrutura da BNCC sem adaptações criativas, revelando uma Escola sem autonomia para redesenhar currículos. Essa lacuna entre políticas e prática cria um ambiente onde a integração entre Estatística e Ciências depende da iniciativa individual de professores, muitas vezes sem apoio institucional ou materiais adequados, reforçando desigualdades educacionais.

Ao alcançar o nível "Escola", os recursos didáticos — como livros do PNLD e guias de professores — tornam-se centrais. Desta forma, a opção por uma análise praxeológica (T , τ , θ , Θ) das coleções de Projetos Integradores aprovadas no PNLD 2023, inspirada no modelo metodológico proposto por Almouloud (2015), justifica-se por múltiplas razões que dialogam diretamente com os objetivos desta pesquisa.

No nível da Pedagogia, analisam-se as abordagens metodológicas que operacionalizam a integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais. A BNCC e os PCN

preconizam práticas investigativas, mas a transposição para o cotidiano escolar esbarra em limitações concretas.

A formação docente, frequentemente centrada em disciplinas estanques, dificulta a adoção de metodologias interdisciplinares. Muitos professores reproduzem atividades isoladas (ex.: construir gráficos com dados fictícios) em vez de projetos integrados que articulem observação científica e análise estatística.

Ademais, prevalecem práticas que enfatizam procedimentos mecânicos (preencher tabelas, desenhar gráficos) em detrimento de atividades críticas, como questionar fontes de dados ou debater implicações éticas de descobertas científicas. Essa lacuna reflete a escassa incorporação de tecnologias didáticas (ex.: softwares de simulação, bancos de dados reais) e a ausência de formação continuada em Educação Estatística crítica.

Por fim, os documentos oficiais não detalham como articular, por exemplo, a habilidade EF02MA23 (coleta de dados) com temas de Ciências (ex.: hábitos alimentares). Isso gera insegurança pedagógica, levando professores a recorrerem a materiais didáticos descontextualizados, que ignoram a dimensão investigativa.

Deste modo, a desconexão entre as prescrições curriculares e as práticas pedagógicas reforça um ensino fragmentado. Propostas interdisciplinares ficam restritas a iniciativas individuais de professores, sem sistematização ou apoio institucional.

No plano da Disciplina, examinam-se as microdecisões docentes e as dinâmicas concretas de sala de aula que materializam (ou não) a integração curricular. As "pesquisas" prescritas pela BNCC (EF02MA23) frequentemente se resumem a exercícios artificiais (ex.: contar cores de balões), sem vinculação com problemas científicos reais. A habilidade EF02MA22 (comparar dados para compreender a realidade) raramente evolui para discussões sobre fenômenos naturais, como padrões climáticos ou biodiversidade local.

A ênfase em produtos mensuráveis (tabelas "corretas", gráficos padronizados) sobrepõe-se ao desenvolvimento de competências como argumentação baseada em dados ou interpretação crítica. Isso reforça uma praxeologia restrita (τ : técnicas de representação; θ : regras de construção gráfica), negligenciando tecnologias de análise (θ : conceitos de variação, incerteza) e teorias (Θ : estatística como ferramenta cidadã).

Mesmo quando Ciências e Matemática abordam temas convergentes (ex.: alimentação saudável), as atividades raramente compartilham objetos comuns. Um professor de Ciências pode trabalhar nutrição sem dados quantitativos; o de Matemática, tratar gráficos sem contextualização científica.

Por tanto, a prática em sala de aula tende a reforçar a dicotomia entre "saber fazer" (técnica) e "compreender" (crítica), perpetuando a visão da Estatística como ferramenta auxiliar, e não como linguagem estruturante do pensamento científico.

A seguir, apresenta-se o quadro síntese desses achados, articulando as implicações para a estruturação e desenvolvimento para o Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP).

Quadro 13 - Síntese da Dimensão Econômica

Dimensão	Documentos oficiais	Implicações para o PEP-FP
Econômica	A BNCC recomenda a interdisciplinaridade, mas não explicita a articulação entre Estatística e Ciências, gerando fragmentação curricular. A análise documental revelou que os PPP das escolas e os livros didáticos mantêm a separação entre os saberes, com foco na Matemática como disciplina isolada. Além disso, identificou-se carência de laboratórios e materiais para práticas integradas.	O PEP-FP poderá incorporar atividades que simulam a transposição didática entre níveis (ex.: como traduzir a BNCC e os Projetos Integradores em práticas de sala de aula). O dispositivo poderá propor estudos de caso e módulos que orientam a criação de sequências didáticas integradas, superando a fragmentação curricular. A modelização didática busca fortalecer o planejamento interdisciplinar, considerando as limitações institucionais identificadas.

Fonte: autora 2025.

Com base nos achados das análises nos documentos, tornou-se necessário avançar para uma leitura mais aprofundada das razões institucionais que condicionam a presença, a forma e a função das praxeologias estatísticas nos livros didáticos.

A seguir, examinamos como os livros didáticos — principais instrumentos de transposição didática no contexto escolar — tratam a Estatística e quais praxeologias são efetivamente mobilizadas no ensino dos anos iniciais.

4.2.2 *Análise do MED2 (Dimensão econômica): Manuais dos Livros Didáticos*

Nesta etapa, avançamos na constituição do diagnóstico do Modelo Epistemológico Dominante (MED), focalizando sua dimensão econômica por meio da análise de manuais didáticos. A metodologia fundamenta-se nos pressupostos de Almouloud (2015), articulados à Teoria Antropológica do Didático (TAD), com ênfase na identificação das praxeologias estatísticas mobilizadas nas coleções.

Os livros didáticos de Matemática para a Educação Básica têm sido amplamente investigados pela Educação Matemática brasileira, especialmente sob a lente da TAD. Nesta perspectiva, eles se configuram como ecossistemas didáticos que medeiam a circulação de saberes escolares, revelando indícios do MED vigente. Conforme Almouloud (2015), tais manuais são artefatos institucionais que materializam escolhas curriculares e epistemológicas subjacentes às práticas pedagógicas.

A análise pautou-se no modelo praxeológico da TAD (Chevallard, 1999), examinando: (i) Tipos de tarefas (T), (ii) Técnicas de resolução (τ), (iii) Discursos tecnológicos de justificação (θ), e (iv) Teorias fundamentadoras (Θ). Essa abordagem permite transcender o mero inventário de conteúdos – conforme alerta Almouloud (2015) –, para investigar a função institucional das tarefas e suas condições de produção e sobrevivência no ecossistema escolar.

A literatura especializada (Batanero; Díaz; Rivas, 2001) adverte que a institucionalização da Estatística como conteúdo escolar não garante sua efetiva apropriação formativa. A persistência de um ensino procedural descontextualizado e a frágil articulação com áreas como as Ciências da Natureza evidenciam um MED alinhado a uma epistemologia reducionista, distante do saber sábio estatístico. Superar esse cenário exige, como apontam Cazorla *et al.* (2008), investimentos em formação docente, reestruturação curricular e materiais que articulem a Estatística a contextos socialmente relevantes.

Deste modo, essa etapa busca compreender como os saberes estatísticos prescritos pelos documentos oficiais analisados na seção anterior (MED1 – dimensão econômica) são transpostos nesses materiais, e por que determinadas praxeologias foram institucionalizadas

Para isso, consideram-se fatores como as restrições do PNLD e BNCC; lógicas editoriais; viabilidade pedagógica; e o grau de articulação com as Ciências da Natureza. Assim, a análise de como a Estatística é apresentada nesses materiais permite identificar tanto as praxeologias efetivamente propostas quanto os obstáculos epistemológicos e didáticos que restringem a emergência de uma abordagem mais crítica, contextualizada e interdisciplinar.

Tal abordagem permite não apenas descrever o conteúdo presente nos materiais, mas compreender as condições institucionais que explicam sua configuração e sua legitimidade no ecossistema escolar, ultrapassando uma leitura restrita aos componentes curriculares tradicionais e assumindo uma perspectiva ecológica e transversal, conforme propõe a Teoria TAD.

Para tanto, utilizamos dois tipos de materiais: os Manuais dos livros didáticos tradicionais de Matemática e Ciências da Natureza (abordagem disciplinar) e os livros didáticos - Projetos Integradores para o 2º ano do EF (proposta interdisciplinar do MEC), utilizados pelos professores pedagogos, uma iniciativa mais recente do MEC que busca fomentar abordagens interdisciplinares nos anos iniciais, o que abre espaço para articulações entre diferentes campos do saber, como a Matemática, a Estatística e as Ciências da Natureza.

Ambos compõem o corpus de análise por refletirem diferentes estratégias de materialização curricular no contexto do Programa Nacional do Livro Didático PNLD. Essa

seleção justifica-se por refletir diferentes estratégias de transposição didática no âmbito do PNLD. A análise, orientada pelos critérios dos editais, permite identificar potencialidades e fragilidades didáticas; obstáculos epistemológicos à abordagem crítica e interdisciplinar e condições institucionais que legitimam configurações praxeológicas específicas.

Devido à extensão do corpus, não se almejou esgotar todas as organizações praxeológicas, mas capturar tendências significativas que elucidem o MED em sua dimensão econômica.

No contexto desta pesquisa, a seleção dos manuais dos livros didáticos de Matemática e Ciências da Natureza e os manuais dos livros didáticos - projetos integradores, para o 2º ano do Ensino Fundamental, baseou-se nas coleções aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2023, especificamente no Objeto 1 – Obras Didáticas.

Atualmente, apenas os livros aprovados pelo Ministério da Educação (MEC), com base em critérios específicos estabelecidos nos editais trienais do PNLD, são disponibilizados às redes públicas de ensino. É importante observar, contudo, que nem todas as obras publicadas, como exemplo no campo da Matemática, são contempladas pelo programa, o que já constitui um primeiro filtro curricular e institucional.

As coleções selecionadas para análise representam as propostas mais recentes de integração curricular, alinhadas às diretrizes da BNCC (BRASIL, 2017) e da PNA (BRASIL, 2019), configurando-se como artefatos institucionais que materializam o Modelo Epistemológico Dominante (MED) vigente nas políticas educacionais. Conforme explicitado no Guia PNLD 2023

As obras didáticas dos anos iniciais do ensino fundamental possuem dois importantes balizadores: a Base Nacional Comum Curricular/BNCC (BRASIL, 2017), que visa contribuir para a integração e continuidade entre as aprendizagens desenvolvidas nos anos iniciais e a educação infantil, promovendo a integração entre as duas fases do ensino fundamental – anos iniciais e anos finais – de modo a propiciar um percurso contínuo de aprendizagens. E ainda, por se tratar da fase em que ocorre a alfabetização, o edital também se refere à Política Nacional de Alfabetização/PNA (BRASIL, 2019), que destaca importantes pontos da Base que terão papel essencial na consolidação de conhecimentos de literacia e de numeracia (Brasil, 2023, p. 16).

O Guia de Livros Didáticos, foi criado por meio do PNLD, a partir de 1998. Tendo em vista esses referenciais normativos, torna-se fundamental compreender como as obras didáticas aprovadas no PNLD expressam tais diretrizes em suas propostas pedagógicas. Diante desse contexto institucional e curricular, a pesquisadora, atuando como formadora técnica vinculada à Secretaria de Educação, participou ativamente dos processos de análise das obras disponibilizadas pelas editoras, prática recorrente no trabalho das equipes pedagógicas municipais.

Os manuais escolares desempenham um papel fundamental na formação das praxeologias docentes, uma vez que são responsáveis por concretizar currículos prescritos em práticas didáticas cotidianas. Segundo Lajolo (1996)

(...) o livro didático é instrumento específico e importantíssimo de ensino e de aprendizagem formal. Muito embora não seja o único material de que professores e alunos vão valer-se no processo de ensino e aprendizagem, ele pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado resultante das atividades escolares (Lajolo, 1996, p. 3).

Embora reconheçamos sua função instrumental – "decisivo para a qualidade do aprendizado" (Lajolo, 1996, p. 3) e, em muitos contextos, "um dos instrumentos do trabalho pedagógico do professor" (Vergeze; Silvino, 2008, p. 88) –, a perspectiva da TAD exige transcender essa visão utilitarista. Os manuais são artefatos que codificam o MED, atuando como filtros curriculares que naturalizam certas organizações praxeológicas em detrimento de outras

O PNLD, instituído em 1937 e reformulado ao longo de décadas (FREITAS; SANTOS, 2019), consolida-se como mecanismo central de economia do saber. Estabelece critérios trienais para seleção de obras; determina o acesso de redes públicas a materiais didáticos e opera como filtro institucional primário, como exemplo temos, a exclusão de obras de Matemática não alinhadas aos editais.

Além disso, estudos baseados sob a ótica da TAD, têm demonstrado que, apesar dos critérios estabelecidos nos editais, muitas coleções aprovadas ainda apresentam lacunas essas que se manifestam na proposição de tarefas repetitivas (T), técnicas mecânicas (τ), ausência de tecnologias de justificação (θ) e pouca articulação com teorias que sustentem o uso da Estatística na resolução de problemas do cotidiano (Freitas, 2019).

Embora autores como Lajolo (1996) e Verceze e Silvino (2008) destaquem o valor funcional do livro didático, na perspectiva da TAD, ele deve ser compreendido como um instrumento de regulação praxeológica: define quais tarefas (T) são legitimadas institucionalmente, que técnicas (τ) são consideradas válidas, e quais tecnologias (θ) e teorias (Θ) são silenciadas ou promovidas, configurando o MED

Nos manuais de Matemática e Ciências da Natureza do 2º ano do EF, investigamos especificamente objetos de saber — como coleta e organização de dados, construção de gráficos e interpretação de informações e, dimensão praxeológica — tratamento didático dos tipos de tarefas (T); Técnicas (τ) privilegiadas e articulação com práticas investigativas das Ciências.

Essa abordagem permite mapear como as restrições ecológicas do PNLD/BNCC (e.g., exigências de numeracia, integração curricular) condicionam a transposição didática do saber

estatístico, configurando ecossistemas que podem inibir ou favorecer abordagens interdisciplinares críticas. A seguir, analisamos cada manual dos livros didáticos.

A coleção *Presente Mais – Matemática* (2º ano) distribui conteúdos estatísticos transversalmente pelas quatro unidades, configurando micro-praxeologias que envolvem coleta, organização e representação de dados – alinhadas às expectativas da BNCC. Sob a lente da TAD (Chevallard, 1999; Almouloud, 2015), analisamos sua organização praxeológica.

O livro propõe diversas tarefas que envolvem práticas investigativas simples. Na Unidade 1, p. 20 do livro, temos a leitura e interpretação de gráfico de barras, a partir da observação de dados sobre frutas preferidas.

Na unidade 2, p. 72, atividades com estimativas e comparações, que, embora não configurem análise estatística formal, envolvem julgamento de grandezas com base em dados; na Unidade 3, p. 126 e p. 147: propõe pesquisa estatística conduzida pelas próprias crianças (por exemplo: investigar os esportes favoritos da turma) e exploração da relação entre informações, números e gráficos; e na unidade 4, p. 180, nova proposta de pesquisa com representação gráfica, consolidando o ciclo praxeológico da Estatística escolar.

Essas tarefas aproximam os alunos da realidade, favorecendo a produção de sentido social para os dados. Temáticas como hábitos alimentares e esportes poderiam articular-se a Ciências da Natureza (saúde, ambiente), mas permanecem confinadas ao domínio matemático.

As técnicas envolvem: Leitura e construção de gráficos de barras; Registro em tabelas simples; Comparações entre quantidades coletadas; Estimativas numéricas baseadas em observações (embora mais vinculadas ao campo da medição, contribuem para práticas estatísticas escolares nos anos iniciais).

Essas técnicas são apropriadas para o nível de desenvolvimento dos alunos do 2º ano e estão geralmente acompanhadas de instruções claras para o professor. No entanto, observa-se que as técnicas (τ) adotadas seguem um roteiro altamente prescrito: a contagem de dados, a montagem de colunas e a codificação por símbolos gráficos, sem variações ou desafios que estimulem o aluno a justificar suas escolhas ou construir representações próprias, sem espaços para criação de representações alternativas ou justificativas discentes.

Na tecnológica é abordada de forma incipiente, mas há momentos em que o manual orienta o professor a problematizar os dados, como: “Por que representamos os dados dessa maneira?”, “O que podemos concluir com esse gráfico?”. Embora não haja aprofundamento formal sobre a função das representações, há indícios de que o livro busca dar sentido às práticas e não apenas ensinar a técnica pelo procedimento.

Os fundamentos teóricos da Estatística são pouco explorados. Contudo, a proposta de investigar, representar e interpretar dados coletados, ainda que restrita ao âmbito descritivo, aproxima os alunos de uma vivência concreta da Estatística como ferramenta de leitura do mundo.

Embora o manual seja de Matemática, as temáticas das pesquisas, como frutas preferidas, meios de transporte, esportes, hábitos cotidianos, abrem espaço para articulações com Ciências da Natureza, especialmente em temas como saúde, alimentação e meio ambiente. Essa potencialidade, no entanto, não é explorada no manual, o que indica uma abordagem disciplinar isolada.

A coleção possibilita um repertório de tarefas escolares estatísticas autênticas, principalmente nas unidades 3 e 4, e poderia ser base para desenvolvimento de praxeologias mais completas em formação docente. O trabalho com investigação e gráficos, mesmo que ainda limitado conceitualmente, representa uma base para transposição didática mais crítica e integrada, alinhada ao MER proposto nesta pesquisa.

Para ilustrar a natureza das praxeologias estatísticas propostas na coleção *Presente Mais – Matemática*, apresentamos na Figura 10 seguir, um de atividade que integra o conteúdo de gráficos de barras a uma temática contextualizada, permitindo uma leitura visual dos dados por meio de representações simples.

Figura 10 - Gráfico de barras da página que representa a preferência por frutas na turma



Fonte: MODERNA. *Presente Mais: Matemática – 2º ano. Manual do Professor* (2021, p. 54).

Essa figura representa uma tarefa escolar de interpretação de gráfico de barras, construída a partir de dados coletados junto aos alunos sobre sua fruta preferida após o estudo

de frutas da Amazônia. A atividade convida os estudantes a observar a figura e responder a perguntas com base nas frequências visuais apresentadas.

À luz da Teoria Antropológica do Didático (TAD), essa tarefa mobiliza técnicas elementares de leitura gráfica, mas também permite observar indícios da tecnologia subjacente, como a escolha da escala, o critério de ordenação e o uso de imagens como suporte à leitura.

Ainda que não haja exploração de conceitos estatísticos mais complexos — como variabilidade, moda ou média —, o exercício representa uma praxeologia estatística escolar legítima, situada em um contexto significativo para os alunos.

O uso de dados reais e o vínculo com o conteúdo de Ciências (frutas da Amazônia) abrem possibilidades para a construção de tarefas interdisciplinares, ainda não exploradas na coleção, mas que podem ser integradas em propostas como a do Modelo Epistemológico de Referência (MER) defendido nesta pesquisa.

A coleção Desafio – Matemática – 2º ano, também da Editora Moderna, organiza seus conteúdos em doze unidades. A Estatística — embora não apareça como um eixo temático explícito — é abordada em algumas dessas unidades, com tarefas pontuais que mobilizam praxeologias associadas à coleta, organização e representação de dados. A presença estatística se dá de forma esparsa, mas não ausente, podendo ser mapeada nas unidades 4, 5, 10 e 11.

Na Unidade 2, propõe interpretação de gráficos de barras a partir de dados coletados sobre preferências esportivas e disciplinares em duas turmas distintas. As atividades convidam os alunos a ler, interpretar e comparar dados em gráficos de barras verticais. As tarefas envolvem identificar quantidades associadas às categorias representadas e calcular o total de entrevistados com base na contagem dos quadros coloridos. Os dados simulam situações de coleta real, o que ajuda a ancorar a tarefa em um contexto significativo. No Quadro 14 a seguir, apresentamos a análise dos modelos praxeológicos da atividade da Unidade 2.

Quadro 14 - Análise da atividade da unidade 2

Elemento da TAD	Análise da Atividade
Tipo de tarefa	- Ler, interpretar, completar, comparar, calcular e somar dados em uma tabela.
Técnica	- Observar ícones, extrair dados do texto, preencher lacunas, operar adição e realizar comparações simples.
Tecnologia	- Há justificativas visuais (tabela, imagens das medalhas) e apoio textual, mas a explicação conceitual é mínima. O entendimento se apoia em relações intuitivas e uso da linguagem cotidiana.
Teoria	- Não há formalização teórica da leitura de tabelas, nem definição explícita de “tabela”, “frequência” ou “comparação de dados”. É um saber funcional (uso prático).
Ecologia didática	- O tema é altamente contextualizado (Jogos Olímpicos de 2016), favorecendo o engajamento. Integra o eixo da BNCC de Estatística e se relaciona com temas sociais e esportivos, podendo favorecer articulações interdisciplinares.

Fonte: Autora (2025).

À luz da TAD, essa atividade mobiliza claramente a tarefa (T) e a técnica (τ), pois envolve a leitura de gráficos e o uso de contagem para inferência direta. Na tecnológica (θ), os alunos não são questionados sobre por que o gráfico foi representado dessa forma, ou qual outro tipo de representação poderia ser mais adequado — o que evidencia uma ausência de problematização sobre o uso das técnicas. A teoria (Θ) estatística também não é mobilizada de forma explícita.

A atividade da unidade 4 propõe aos estudantes a leitura, interpretação e comparação de dados apresentados em um gráfico de barras verticais, relacionado a uma campanha de doação de agasalhos. A tarefa convida os alunos a observar o gráfico e responder perguntas que envolvem a identificação da maior e da menor quantidade de agasalhos doados por três crianças, a leitura de um valor exato e a comparação entre duas quantidades para identificar a diferença entre elas. Ao final, é proposta uma pergunta de caráter reflexivo sobre a importância social das campanhas de doação.

Do ponto de vista da TAD, essa atividade mobiliza uma organização praxeológica que se estrutura principalmente no “saber-fazer”, ou seja, no cumprimento de tarefas por meio de técnicas visuais e operatórias simples, como contagem, comparação e subtração. As tarefas propostas são claras e contextualizadas, e as técnicas utilizadas se apoiam na leitura das barras e dos eixos do gráfico.

A tecnologia dessas técnicas — ou seja, as justificativas que dão sentido às ações realizadas — está implícita, limitada à funcionalidade visual da atividade. Já a teoria, no sentido de um discurso matemático mais formalizado sobre gráficos, está ausente. Não há, por exemplo, uma explicação conceitual sobre o que é um gráfico de barras ou por que ele é uma forma adequada de representar esses dados.

No entanto, a atividade apresenta um ponto forte em sua ecologia didática: o contexto da campanha do agasalho aproxima a Estatística do cotidiano dos alunos e promove uma conexão entre o conteúdo matemático e dimensões sociais e afetivas da formação cidadã.

A última questão, de caráter mais aberto, amplia essa ecologia ao estimular o diálogo em sala e a valorização de ações solidárias. Trata-se, portanto, de uma praxeologia que, embora tecnicamente simples, se mostra significativa ao promover a leitura crítica de dados com base em situações reais e socialmente relevantes. A seguir, no Quadro 15 sintetizamos essa análise da atividade da unidade 4, nos termos da TAD.

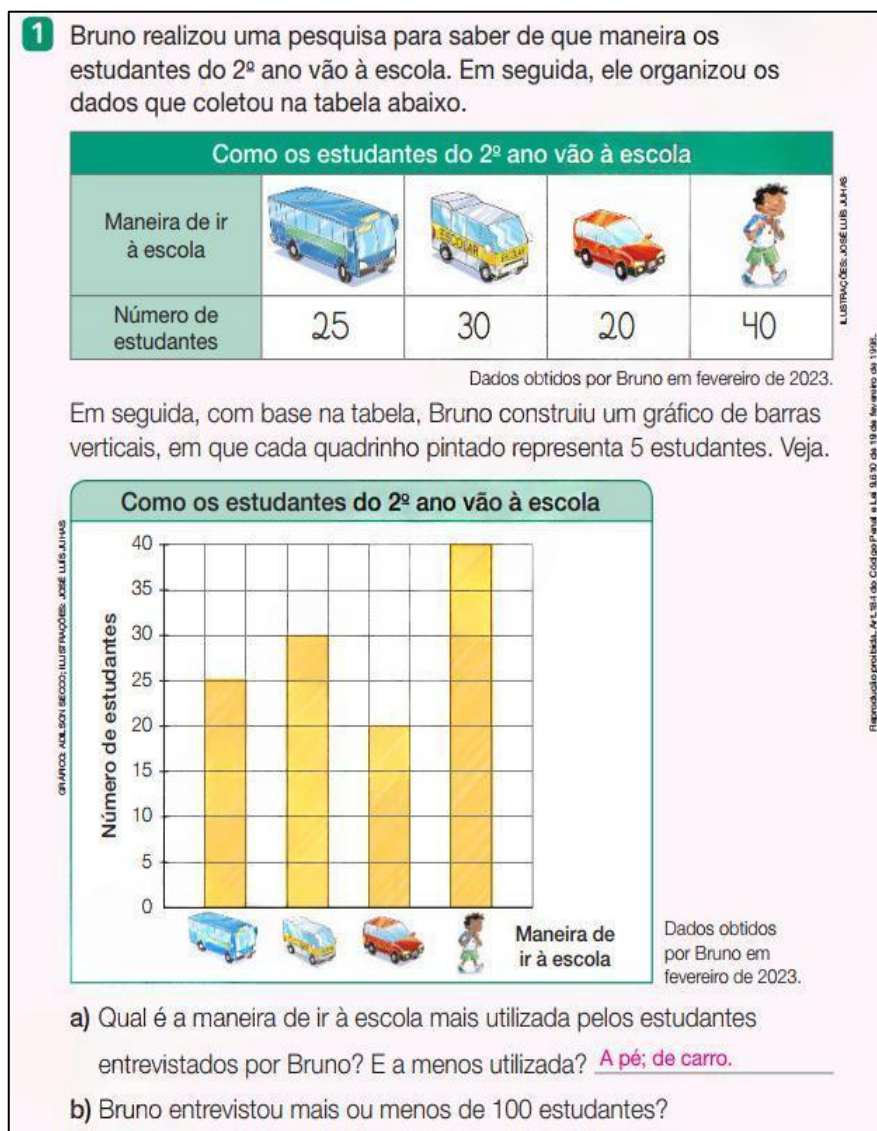
Quadro 15 - Análise da atividade da unidade 4

Elemento da TAD	Análise da Atividade
Tipo de tarefa	- Ler e interpretar um gráfico de barras; realizar comparações; extrair e calcular informações quantitativas a partir de dados visuais.
Técnica	- Contar as unidades nos eixos do gráfico, identificar a altura das colunas, subtrair valores para obter diferenças entre quantidades.
Tecnologia	-Justificativa implícita baseada na visualização clara das quantidades; há uma relação visual entre a altura da barra e o valor da doação. Não há explicitação formal de conceitos estatísticos.
Teoria	- Ausente. Não há definição de gráfico de barras, nem discussão sobre por que esse tipo de gráfico é apropriado ou como é construído.
Ecologia didática	-Forte contextualização social (campanha do agasalho), que aproxima a Estatística do cotidiano dos alunos. A questão final estimula a reflexão ética e cidadã, alinhada à BNCC.

Fonte: Autora (2025).

As atividades da unidade 5, inserem os alunos no processo de transposição de dados de uma tabela para um gráfico de barras verticais. Na primeira situação apresentada na Figura 11, os estudantes são convidados a interpretar uma tabela construída a partir de uma pesquisa fictícia realizada por um colega chamado Bruno, que coletou dados sobre as maneiras como os alunos do 2º ano vão à escola.

Figura 11 - Situação problema envolvendo uma pesquisa



Fonte: Coleção Desafio Matemática – 2º ano. Manual do Professor (2021, p. 130).

A partir disso, o gráfico é apresentado como uma representação visual derivada da tabela, e os alunos devem responder a perguntas baseadas nos dados. Na sequência, uma segunda atividade propõe a construção do gráfico pelos próprios alunos, agora com dados sobre as cores de camisetas escolhidas em uma gincana.

Essas atividades favorecem a mobilização de praxeologias elementares da Educação Estatística, ao integrar tarefas de leitura, organização e representação de dados. A primeira tarefa envolve interpretar tanto a tabela quanto o gráfico, o que implica a aplicação de técnicas de contagem, comparação e estimativa (por exemplo, identificar a maior ou menor quantidade e verificar se o total excede 100 alunos). A segunda tarefa amplia o engajamento prático ao exigir que os alunos construam o gráfico, completando colunas de acordo com a escala indicada.

Do ponto de vista da TAD, as tarefas estão bem delineadas e possuem finalidades claras no interior da instituição escolar. As técnicas mobilizadas são coerentes com o nível de escolaridade e acessíveis aos alunos, sendo apoiadas por representações visuais. Contudo, observa-se que a tecnologia que justifica essas técnicas – ou seja, o discurso que explicaria por que os gráficos são construídos dessa forma, ou por que são úteis – aparece de forma implícita, muitas vezes restrita à organização estética dos dados.

Além disso, não há um aprofundamento teórico sobre o que constitui uma tabela ou um gráfico de barras, tampouco são discutidos os critérios de escolha entre diferentes formas de representação de dados. Essa ausência de um “logos” mais desenvolvido limita a amplitude das praxeologias, tornando-as essencialmente operatórias. Ainda assim, a atividade tem valor ecológico, pois as temáticas abordadas (modos de ir à escola e participação em gincanas escolares) aproximam-se do cotidiano do aluno, conferindo significado social e funcional ao tratamento da informação.

Por fim, destaca-se o potencial da pergunta final da página 99 (“Você prefere comparar os dados da pesquisa observando a tabela ou o gráfico de barras verticais? Por quê?”), que incentiva a metarreflexão sobre as formas de representação e leitura de dados, um passo importante para o desenvolvimento da literacia estatística e do pensamento crítico. No Quadro 16, a seguir, apresentamos a sistematização dessa análise da atividade da unidade 5.

Quadro 16 - Análise da atividade da unidade 5

Elemento da TAD	Análise da Atividade
Tipo de tarefa	- Ler e interpretar dados em tabelas. - Transportar dados de uma tabela para um gráfico de barras. - Comparar quantidades e tirar conclusões com base nas representações.
Técnica	- Contar e relacionar os valores das tabelas com os eixos do gráfico. - Preencher barras verticais com base em escalas pré-definidas (ex: cada quadrinho representa 5 ou 10 unidades). - Realizar comparações quantitativas (mais/menos).
Tecnologia	- A justificativa do uso de tabelas e gráficos é implícita, baseada na clareza e na organização visual dos dados. - Não há discussão formal sobre quando e por que se deve usar cada forma de representação.
Teoria	- Ausente ou apenas sugerida: não há definição de gráfico, tabela ou de critérios para seleção de representações. - O foco está na prática de leitura e construção, e não na fundamentação estatística.
Ecologia didática	- Alto grau de contextualização com a realidade escolar (formas de transporte, escolha de camisetas em uma gincana). - As atividades se aproximam da experiência cotidiana do aluno, o que favorece a significação dos conteúdos. - A última pergunta convida à reflexão crítica, promovendo a formação da literacia estatística.

Fonte: Autora (2025).

As atividades propostas na unidade 8, colocam os alunos em contato direto com uma prática essencial da Estatística Escolar: a organização de dados em tabelas simples e de dupla entrada, por meio de uma situação significativa que envolve preferências por brinquedos e temas para uma feira cultural. Primeiramente, os estudantes são convidados a observar duas tabelas com a distribuição dos brinquedos preferidos por meninas e meninos. Em seguida, devem reorganizar essas informações em uma única tabela de dupla entrada, agregando os dados por gênero e brinquedo. A mesma lógica se aplica à segunda situação, em que os alunos devem sintetizar os dados de duas tabelas (separadas por gênero) em uma única, cruzando as variáveis “gênero” e “tema favorito”.

No campo das praxeologias, as tarefas envolvidas são claras: ler, comparar, agrupar e organizar informações numéricas. As técnicas mobilizadas incluem contagem, adição e preenchimento de células de tabelas. Esses procedimentos, por sua vez, apoiam-se em um saber-fazer comum ao campo da Estatística escolar, sendo acessíveis aos alunos dos anos iniciais. A seguir, apresentamos no Quadro 17, a análise dos modelos praxeológicos da atividade da Unidade 2.

Quadro 17 - Análise da atividade da unidade 2

Elemento da TAD	Análise da Atividade
Tipo de tarefa	- Ler, comparar e organizar dados em tabelas. - Completar tabelas de dupla entrada. - Cruzar duas variáveis categóricas (gênero e brinquedo/tema).
Técnica	- Identificar e somar valores correspondentes. - Preencher linhas, colunas e totais. - Reconhecer a estrutura de tabelas simples e de dupla entrada.
Tecnologia	- A justificativa da técnica é implícita: parte-se da ideia de clareza e organização para facilitar a leitura dos dados. - Não há explicitação sobre o motivo da escolha por tabelas de dupla entrada.
Teoria	- Não há formalização do conceito de tabela, de variável categórica ou da utilidade comparativa entre diferentes formas de organização de dados.
Ecologia didática	- Temas familiares e significativos para os alunos (brinquedos, eventos escolares). - Estímulo à leitura crítica e organização da informação. - Potencial para interdisciplinaridade com Língua Portuguesa e Ciências Humanas.

Fonte: Autora (2025).

Contudo, as tecnologias e teorias que justificam essas ações não são explicitadas: não há explicação formal sobre o que constitui uma tabela de dupla entrada, nem sobre os critérios que orientam sua utilização. A organização dos dados aparece como um procedimento útil, mas seu valor formativo — enquanto ferramenta de análise, síntese e comunicação de informações — é pouco tematizado.

A ecologia das tarefas é um ponto forte da proposta. Os temas abordados (preferência por brinquedos e escolha de tema para evento escolar) são próximos da realidade dos alunos e socialmente significativos, o que favorece o engajamento e a construção de sentido. Além disso,

as atividades articulam conteúdos de Matemática com habilidades de leitura, interpretação, e trabalho com dados categóricos, contribuindo para o desenvolvimento da literacia estatística.

Por fim, a etapa final — que propõe que os alunos construam, no caderno, uma nova tabela sintetizando os dados — representa um avanço em termos de mobilização de praxeologias mais complexas, pois exige reorganização ativa da informação e não apenas sua leitura passiva.

As atividades da Unidade 10 exploram o uso de gráficos de barras horizontais, com foco em situações contextualizadas. A primeira atividade apresenta o registro de brinquedos vendidos em uma loja, utilizando “bolinhas” como unidades visuais, o que aproxima o conteúdo da realidade dos alunos. Com base nesses dados, os estudantes devem construir o gráfico de barras e responder a questões que envolvem leitura, ordenação e cálculo de diferença e total.

A segunda atividade amplia esse trabalho, agora com dados sobre a quantidade de mudas plantadas em parques públicos, já representados em um gráfico. A proposta exige dos alunos habilidades como contar unidades, comparar quantidades, dobrar valores e interpretar escalas, já que cada quadrinho representa múltiplos de 5. Além disso, há uma pergunta final que propõe a conexão com a realidade local do aluno, estimulando a reflexão crítica sobre o meio ambiente.

Sob o olhar da TAD, essas atividades mobilizam praxeologias organizadas principalmente no eixo prático (tarefa + técnica). As tarefas são bem definidas (construir e interpretar gráficos), e as técnicas envolvem procedimentos como contagem, traçado de colunas, organização crescente e resolução de problemas com dados explícitos.

Contudo, a tecnologia (justificativa das técnicas) e a teoria (fundamentação dos conceitos estatísticos) permanecem pouco exploradas. Não há uma explicação explícita sobre o que caracteriza um gráfico de barras horizontais, nem sobre a escolha desse tipo de representação em relação a outros. O gráfico é tratado como um instrumento funcional, mas não há aprofundamento conceitual sobre sua estrutura ou finalidade comparativa.

O ponto forte das atividades está em sua ecologia didática. Os contextos propostos (loja de brinquedos e arborização urbana) são próximos da realidade das crianças e favorecem a interdisciplinaridade com temas de Educação Ambiental e Cidadania. Além disso, o trabalho com escalas e unidades de contagem contribui para o desenvolvimento da literacia estatística e da compreensão de representações quantitativas. A seguir, a tabela praxeológica correspondente.

Quadro 18 - Praxeologia correspondente

Elemento da TAD	Análise da Atividade
Tipo de tarefa	- Construir gráfico de barras horizontais. - Interpretar dados representados visualmente. - Realizar comparações e cálculos com os dados.
Técnica	- Contagem de unidades visuais. - Uso de escala para preencher e interpretar gráficos. - Operações simples (diferença, total, dobro).
Tecnologia	- Implícita: justifica-se a técnica pela organização visual e clareza dos dados, mas sem explicação formal.
Teoria	- Ausente: não há definição conceitual de gráfico, nem discussão sobre a escolha entre gráfico horizontal ou vertical.
Ecologia didática	- Fortemente contextualizada (venda de brinquedos, arborização urbana). - Incentiva a interdisciplinaridade com temas ambientais e de cidadania. - Estimula a observação do cotidiano e a análise crítica de dados.

Fonte: Autora (2025).

Na análise textual da Unidade 11, os alunos são convidados a observar um gráfico de barras verticais com o título “Estilo musical preferido”, construído com base em uma pesquisa feita por uma personagem (Magali) com colegas de trabalho. A tarefa proposta vai além da simples leitura dos dados: os alunos devem responder perguntas abertas (relacionadas a preferências pessoais e hipóteses sobre outro público) e, sobretudo, escrever um texto interpretativo comparando os dados dos estilos musicais.

Na página 198, o foco muda para a interpretação de duas tabelas contendo dados sobre uma campanha de arrecadação em duas escolas. Após ler os dados, os estudantes devem compará-los, responder a perguntas objetivas e, finalmente, produzir um texto que sintetize as comparações, justificando com argumentos e uso de expressões matemáticas (ex.: “90 é maior que 74”).

Figura 12 - Atividade de interpretação de Tabelas

Atividade 2

Leia o enunciado com a turma e, depois, faça uma análise das duas tabelas apresentadas, comparando as quantidades arrecadadas de cada material nas duas escolas.

A produção do texto deve estar pautada na comparação dos dados das duas tabelas apresentadas. Esse pode ser o momento oportuno para avaliar o nível de escrita dos estudantes e refletir sobre estratégias de ensino e aprendizagem que podem auxiliá-los a superar suas dificuldades. Ao final, peça que compartilhem com os colegas o texto que fizeram.

Para ampliar a atividade, organize uma campanha de arrecadação de roupas e de produtos de higiene, por exemplo, para algum asilo da região. Se possível, mobilize toda a comunidade escolar nessa empreitada. Além disso, é importante orientar os estudantes e os participantes da campanha sobre o estado do item doado, pois deve estar em boas condições de uso. Visitar um asilo pode ser uma ótima forma de colocar em prática a importância de preocupar-se com o próximo, desenvolvendo um trabalho de formação cidadã e, dessa maneira, contribuir para o desenvolvimento da competência específica 7.

2 A escola de Alexandre e a escola de Caio fizeram uma campanha para arrecadar materiais para doar a um asilo de idosos. Veja, nas tabelas abaixo, os materiais e as quantidades arrecadadas pelas duas escolas.

Material	Quantidade
Pacote de fraldas	90
Cobertor	26
Escova de dentes	72

Dados obtidos pela escola de Alexandre em maio de 2023.

Material	Quantidade
Pacote de fraldas	74
Cobertor	35
Escova de dentes	60

Dados obtidos pela escola de Caio em maio de 2023.

a) Qual escola arrecadou 6 dúzias de escovas de dentes:
a de Alexandre ou a de Caio? A escola de Alexandre.

b) Qual escola arrecadou maior quantidade de cada material?
E qual arrecadou mais material no total? Escreva um pequeno texto que contenha essas informações e as justificativas para cada uma.
Exemplo de texto:
A escola de Alexandre arrecadou mais pacotes de fraldas que a escola de Caio, porque 90 é um número maior que 74; a escola de Alexandre arrecadou mais escovas de dentes que a escola de Caio, porque 72 é um número maior que 60; a escola de Caio arrecadou mais cobertores que a escola de Alexandre, porque 35 é um número maior que 26. A escola que arrecadou mais material no total foi a de Alexandre, porque o número 188 (total de material arrecadado pela escola de Alexandre) é um número maior que 169 (total de material arrecadado pela escola de Caio).

198 cento e noventa e oito

Sugestão de roteiro para as últimas aulas desta Unidade

Aulas 141 a 143

BNCC: Habilidade EF02MA08.

Objetivos:

- Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem.

- Planejar ações que ajudem os estudantes a superar suas dificuldades.

Recurso utilizado: Livro do Estudante.

Encaminhamento:

- Tire as dúvidas remanescentes da avaliação de processo e peça que façam a Autoavaliação.
- Coloque em prática as possibilidades da avaliação formativa descritas na Conclusão da Unidade 11.

Fonte: Coleção Desafio Matemática – 2º ano. Manual do Professor (2021. p. 130).

Essas atividades representam um avanço importante na complexidade praxeológica do trabalho com Estatística. Ao lado das tarefas clássicas de ler e interpretar representações gráficas e tabelares, surgem novas tarefas: formular hipóteses, comparar dados em linguagem verbal e matemática, produzir textos argumentativos com base em evidências numéricas.

Do ponto de vista da TAD, temos praxeologias mais completas. As tarefas envolvem interpretação, comparação e argumentação; as técnicas vão além da leitura e passam a envolver a produção discursiva a partir de dados organizados; a tecnologia, embora ainda implícita, começa a se expandir na medida em que os estudantes precisam justificar suas conclusões com base em evidências quantitativas.

Ainda que a teoria formal (estatística) não esteja explícita, nota-se um deslocamento do “fazer” para o “compreender e comunicar”. A ecologia didática se fortalece ao conectar os

dados a temas do cotidiano (preferência musical, ações solidárias), promovendo integração com conteúdos de Língua Portuguesa e valores de cidadania.

Essas atividades dialogam diretamente com os princípios da literacia estatística e crítica, pois exigem que os alunos mobilizem habilidades de leitura de dados, compreensão social e produção textual fundamentada.

Ao analisar o manual do professor e as atividades propostas no livro didático *ÁpisMais – Matemática (2º ano)* da Editora Ática, observa-se que os conteúdos relacionados à Estatística estão presentes de forma fragmentada e diluída em outras unidades temáticas, sem que haja sua explicitação como campo de conhecimento autônomo.

Tal constatação confirma o que Embora Almouloud (2015) analise livros didáticos dos anos finais do Ensino Fundamental, suas conclusões sobre a limitação técnica e a ausência de fundamentação teórica nas atividades propostas podem ser indiretamente associadas a práticas didáticas também presentes nos anos iniciais.

As atividades analisadas abordam procedimentos como coleta de dados, organização em tabelas simples ou de dupla entrada, construção e leitura de gráficos de colunas verticais e horizontais, e interpretação de informações quantitativas, mobilizando tarefas que se alinham à habilidade “EF02MA22 Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima” (BRASIL, 2018, p. 285).

Entretanto, esses conteúdos aparecem dissociados de uma estrutura epistemológica que dê sentido às práticas estatísticas. Não há, por exemplo, discussão sobre a natureza dos dados, sobre os critérios para escolha de diferentes representações, ou ainda sobre conceitos fundamentais como variabilidade, tendência ou aleatoriedade.

Observa-se, na prática pedagógica dos anos iniciais, que o trabalho com Estatística tende a se restringir ao uso de gráficos e tabelas como ferramentas ilustrativas, sem aprofundamento conceitual ou discussão teórica que favoreça a construção de significados mais amplos. Embora Almouloud (2015), em suas conclusões sobre o caráter tecnicista e a limitação teórica das propostas, também ecoam desafios semelhantes nas práticas dos anos iniciais.

Isso se reflete nas atividades propostas pelo manual da Editora Ática, que, embora contextualizadas em situações do cotidiano dos estudantes — como preferências musicais, pesquisas sobre brinquedos e campanhas de arrecadação —, mantêm o foco no “saber-fazer” técnico, com tarefas de contagem, comparação e preenchimento de gráficos, sem avançar para o desenvolvimento da literacia estatística crítica.

Além disso, a ausência da nomeação explícita da Estatística no sumário do manual revela um possível apagamento curricular desse campo, como destaca o autor. A Estatística aparece subordinada a outros eixos, como “tratamento da informação” ou “noções de raciocínio lógico”, o que pode dificultar tanto a sistematização do ensino quanto a formação de professores nesse domínio.

As tarefas e técnicas são mobilizadas, mas as tecnologias e teorias permanecem ausentes ou implícitas, restringindo a compreensão conceitual dos estudantes sobre o papel da Estatística como ciência que permite compreender, modelar e tomar decisões frente à variabilidade dos fenômenos.

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, ainda que o trabalho com a Estatística deva respeitar as especificidades cognitivas das crianças, é fundamental que as atividades propostas superem a simples execução de procedimentos técnicos, como preencher tabelas ou identificar barras em gráficos.

É necessário que os estudantes sejam mobilizados a construir significados sobre os fenômenos representados, compreendendo não apenas como organizar dados, mas também por que fazê-lo, em que contextos e com que finalidades.

Essa compreensão está alinhada à perspectiva defendida por Batanero e Díaz (2010), segundo a qual a Educação Estatística deve favorecer a construção de noções fundamentais desde os primeiros anos escolares, mesmo que de forma intuitiva e contextualizada.

Os autores destacam que crianças pequenas podem desenvolver ideias iniciais sobre variabilidade, tendência e comparação de informações, desde que essas noções sejam inseridas em situações significativas, vivenciadas e socialmente relevantes.

Nesse contexto, defender a tematização sistemática e conceitualmente fundamentada da Estatística nos anos iniciais não significa antecipar formalismos acadêmicos, mas sim assegurar que os alunos tenham oportunidades de compreender os usos sociais da informação, o papel dos dados na construção de argumentos e a importância da leitura crítica diante da variabilidade dos fenômenos.

Gal (2002), ao propor uma concepção de literacia estatística, afirma que comportamentos estatisticamente letrados requerem a ativação conjunta de cinco domínios de conhecimento: matemático, estatístico, de leitura, do mundo e crítico. Tais competências podem ser desenvolvidas desde a infância, desde que se ofereça uma abordagem didática planejada e intencional.

Embora a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) não mencione explicitamente conceitos como variabilidade, tendência ou aleatoriedade nos anos iniciais, diversas habilidades do componente Matemática – especialmente aquelas ligadas à unidade temática “Probabilidade e Estatística” – já pressupõem o desenvolvimento de práticas que os envolvem implicitamente, como organizar dados, comparar quantidades e tirar conclusões com base em representações.

Na análise praxeológica do livro *A Conquista da Matemática – Volume 2* do Manual do Professor, PNLD 2023, Editora FTD, com ênfase nos conteúdos relacionados à leitura e interpretação de dados estatísticos. As tarefas propostas referem-se majoritariamente à leitura e interpretação de gráficos de colunas, bem como à comparação direta de valores extraídos de tabelas.

As atividades solicitam, por exemplo, que os estudantes identifiquem a maior ou menor quantidade expressa graficamente ou que comparem dados apresentados em colunas. Essas tarefas são institucionalmente reconhecidas no contexto da Educação Básica, estando alinhadas às habilidades previstas na BNCC, como a EF02MA20.

Contudo, observou-se que as tarefas estão restritas a ações de leitura e interpretação imediata, sem avanços para processos de produção ou coleta de dados pelos estudantes.

As técnicas mobilizadas baseiam-se na observação direta das representações visuais (gráficos e tabelas) e na comparação quantitativa entre dados. Os alunos são instruídos a utilizar comparações como “mais do que”, “menos do que” ou a identificar “valores iguais”.

Embora adequadas e acessíveis, essas técnicas apresentam caráter operacional, centrado no uso de informações já fornecidas. Não se observou o desenvolvimento de técnicas relacionadas à construção de representações ou à tomada de decisões sobre como representar determinados dados.

As tecnologias, no sentido de discursos que legitimam as técnicas, são incipientes. As justificativas teóricas para o uso de gráficos ou tabelas restringem-se a afirmações como: “o gráfico de colunas é usado para comparar quantidades”, sem que se explorem as razões matemáticas subjacentes ou os critérios para a escolha de determinado tipo de gráfico. Ausenta-se, assim, uma mediação conceitual mais elaborada que explique, por exemplo, a adequação de determinada escala, a leitura dos eixos ou a interpretação do espaçamento entre colunas.

Não foram identificadas referências explícitas a teorias estatísticas ou matemáticas que fundamentem as tecnologias apresentadas. O livro não aborda conceitos como variabilidade, tendência, média ou dispersão, limitando-se a propor atividades de caráter ilustrativo.

Dessa forma, o bloco $[\Theta]$ não se encontra mobilizado, o que evidencia a ausência de uma articulação com saberes mais amplos da estatística descritiva.

Os conteúdos analisados aparecem nos materiais como elementos a serem ensinados nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Contudo, seu tratamento ocorre de forma pontual e desvinculada de projetos interdisciplinares ou de situações-problema contextualizadas.

A função atribuída aos conteúdos estatísticos restringe-se à visualização de dados e ao exercício de leitura. A “função ecológica” desse saber parece limitada à aquisição de uma habilidade interpretativa básica, sem conexão com outras disciplinas ou com demandas sociais. As representações estatísticas não são utilizadas como ferramentas para problematizar questões do cotidiano ou para fomentar a alfabetização científica.

De acordo com os critérios sugeridos por Chevallard (1999), as tarefas propostas são elementares e pouco representativas das praxeologias estatísticas presentes em práticas sociais mais amplas. As técnicas são eficazes no que se propõem, mas não contribuem para o desenvolvimento de uma compreensão crítica ou conceitual.

As tecnologias e teorias estão ausentes ou pouco desenvolvidas, o que fragiliza a aprendizagem significativa e limita a autonomia dos estudantes frente à leitura e produção de informações estatísticas.

A análise do livro *A Conquista da Matemática – Volume 2* evidencia uma abordagem centrada na manipulação imediata de dados previamente organizados, sem a devida problematização conceitual.

A organização praxeológica predominante é caracterizada pela ênfase nos blocos $[T/\tau]$, com ausência ou fragilidade dos blocos $[\theta/\Theta]$, o que compromete a formação de uma base sólida em Educação Estatística.

A análise da coleção *Da escola para o mundo – Matemática – 2º ano*, publicada pela Editora Scipione no âmbito do PNLD 2023, revelou uma recorrência significativa de atividades voltadas à coleta, organização e interpretação de dados, distribuídas ao longo de diversas unidades do livro. As tarefas estatísticas identificadas propõem que os estudantes colem informações sobre preferências da turma (como brinquedos, esportes, alimentos, datas comemorativas ou animais), preencham tabelas com esses dados e os representem por meio de gráficos de colunas.

Além disso, são solicitadas interpretações diretas dos dados representados, como identificar o item mais votado, comparar quantidades entre categorias ou elaborar perguntas a

partir da leitura gráfica. Essas tarefas estão coerentes com as habilidades previstas na BNCC para o 2º ano do Ensino Fundamental, especialmente as habilidades EF02MA22 e EF02MA23.

As técnicas propostas pelo manual são simples, eficazes e bem adaptadas à faixa etária dos estudantes. Em algumas atividades, os estudantes são incentivados a elaborar suas próprias perguntas com base nos dados apresentados, o que contribui para o desenvolvimento de competências investigativas básicas.

Tais técnicas favorecem a apropriação de procedimentos elementares de leitura e representação de dados, promovendo a construção de repertórios simbólicos essenciais ao pensamento estatístico inicial.

No que se refere ao bloco tecnológico (θ), observou-se que as justificativas para o uso de determinadas representações são sugeridas sobretudo nas orientações didáticas ao professor, com questionamentos como: “Qual gráfico torna os dados mais fáceis de comparar?” ou “Qual dado é mais visível no gráfico?”.

Essas orientações, embora pertinentes, apresentam um nível limitado de formalização teórica. A função da representação gráfica é compreendida de maneira prática e intuitiva, sem aprofundamento nos critérios matemáticos que orientam a escolha de diferentes tipos de gráficos ou na discussão sobre a natureza dos dados.

Quanto ao bloco teórico (Θ), não foram encontradas referências explícitas a conceitos fundamentais da Estatística. As atividades mobilizam um saber pragmático, centrado na leitura e na organização de dados simples, sem articulação com fundamentos epistemológicos que sustentem a construção do conhecimento estatístico. Com isso, constata-se uma ausência do bloco [Θ], o que limita o desenvolvimento de uma alfabetização estatística crítica.

Do ponto de vista ecológico, os objetos estatísticos trabalhados no manual encontram-se inseridos no habitat escolar e cumprem uma função de organização e comunicação de dados do cotidiano da turma, como preferências, votações e eventos. Entretanto, o nicho ocupado por esses saberes permanece restrito ao ambiente escolar, sem extrapolar para outros contextos sociais ou interdisciplinares que confeririam maior sentido e funcionalidade ao uso da Estatística.

Com base na análise realizada, conclui-se que o manual em questão apresenta uma predominância do bloco praxeológico [T/τ], com presença incipiente de tecnologias (θ) e ausência de teorias (Θ). As tarefas são contextualizadas e estimulam o envolvimento ativo dos estudantes, mas carecem de aprofundamento conceitual e de articulação com saberes estatísticos mais complexos.

Dessa forma, ainda que o material contribua para a familiarização dos alunos com representações de dados e com noções básicas de organização da informação, ele não favorece, de forma significativa, o desenvolvimento de uma Educação Estatística crítica e reflexiva, conforme apontado por Almouloud (2015).

Ao concluir esta etapa da análise dos manuais do professor das coleções de Matemática no PNLD 2023, é importante destacar que a seleção das editoras aqui consideradas não se deu ao acaso. Foram priorizadas as coleções mais adotadas nas escolas públicas brasileiras, tanto pela sua tradição editorial quanto pela ampla distribuição nacional, o que as torna fortemente representativas do material didático que circula nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Essa escolha metodológica está alinhada à dimensão ecológica, uma vez que busca compreender como a Estatística é introduzida, adaptada e institucionalizada nesses ecossistemas escolares a partir das praxeologias propostas pelos manuais.

Além disso, essa delimitação permite articular a análise a uma leitura crítica do Modelo Epistemológico Dominante (MED) e das possibilidades de construção de um Modelo Epistemológico de Referência (MER).

A seguir, inicia-se a análise das obras de Ciências da Natureza, com o mesmo rigor investigativo e foco na identificação de praxeologias estatísticas integradas, como parte da proposta da integração e o desenvolvimento da Alfabetização Científica nos anos iniciais.

Concluída a análise das praxeologias estatísticas mobilizadas nos manuais de Matemática, voltamos nosso olhar para outro componente curricular de relevância na formação integral dos estudantes: as Ciências da Natureza. Considerando a proposta desta pesquisa de investigar a integração entre a Educação Estatística e o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental, torna-se essencial examinar como os manuais dessa área abordam (ou silenciam) saberes relacionados à coleta, organização e interpretação de dados.

A seguir, apresentamos a análise dos manuais de Ciências da Natureza selecionados, com base nos mesmos eixos temáticos e pressupostos teórico-metodológicos anteriormente adotados, a fim de identificar indícios de articulação interdisciplinar e de possibilidades para a promoção da Alfabetização Científica.

O manual do professor da coleção *Da escola para o mundo – Ciências* da Editora Scipione (2023), destinado ao 2º ano do Ensino Fundamental, possibilita observar como os saberes escolares das Ciências da Natureza são organizados e quais praxeologias são mobilizadas, especialmente nos temas que apresentam a integração com a Educação Estatística.

Tal análise visa identificar indícios da presença ou ausência de praxeologias estatísticas no ensino de Ciências, permitindo compreender as relações epistemológicas, econômicas e ecológicas que estruturam esse saber escolar na instituição escolar. A obra é organizada em quatro unidades: (1) “*Seres Vivos E Ambientes*”; (2) “*O Mundo Das Plantas*”; (3) “*Objetos E Materiais No Cotidiano*”; (4) “*Sol: Luz E Calor*”.

Ao longo dessas unidades, observamos que temas como alimentação saudável, higiene, consumo responsável, resíduos sólidos, ambiente urbano e cuidado com a natureza aparecem com frequência — o que revela um atributo para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares envolvendo coleta, organização e análise de dados.

Do ponto de vista epistemológico, o livro mobiliza saberes oriundos da Biologia, Ecologia e Educação Ambiental, porém com pouca explicitação dos objetos teóricos de referência. Há predomínio de atividades descritivas e observacionais, como "verificar", "observar", "listar" ou "completar", com pouca presença de problemas que exijam sistematização, modelização ou produção de dados empíricos por parte dos alunos.

Em termos econômicos, ou seja, da organização didática das tarefas, há atividades que propõem pequenas investigações, como construir cartazes, desenhar hábitos alimentares ou registrar preferências da turma.

Contudo, esses momentos são explorados de forma pontual e não articulada a uma praxeologia estatística completa (coleta – organização – tratamento – interpretação de dados). Por exemplo, ao propor que a turma registre alimentos que consome ou formas de economizar água, o manual não orienta o uso de gráficos, tabelas ou análise comparativa dos dados — limitando-se ao plano do registro espontâneo ou da ilustração.

Do ponto de vista ecológico, nota-se uma valorização de temas contemporâneos e socialmente relevantes, como o cuidado com o ambiente, a reciclagem e o descarte consciente. Tais temas configuram uma oportunidade real para o desenvolvimento da Alfabetização Científica por meio da integração de conhecimentos estatísticos, como proporções, frequência de respostas, comparação entre turmas, análise de consumo, entre outros. No entanto, essas possibilidades são pouco exploradas pelo livro, que não oferece orientação didática explícita para o trabalho interdisciplinar com a Matemática.

Dessa forma, a análise permite inferir que a praxeologia dominante no ensino de Ciências da Natureza, tal como expressa nesse manual, silencia a integração com a Estatística, mesmo quando os temas abordados (como hábitos saudáveis, meio ambiente, consumo, alimentação etc.) ofereçam terreno fértil para tal articulação.

Esse silenciamento contribui para a fragmentação curricular e evidencia a necessidade de construção de um Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), capaz de superar essa dicotomia e de promover a Educação Estatística como ferramenta para a Alfabetização Científica.

Na análise do manual do professor da coleção *A Conquista Ciências – 2º ano*, da Editora FTD (PNLD 2023), no que se refere aos tipos de tarefas (T), o manual contempla atividades que propõem a observação e registro de dados oriundos de situações investigativas, tais como hábitos alimentares dos colegas, tipos de materiais descartados, preferências alimentares, características dos animais, entre outros.

As tarefas envolvem a coleta de dados da realidade próxima aos estudantes, sua organização em listas ou tabelas simples e posterior representação por meio de gráficos de colunas ou pictogramas.

Além disso, são frequentes os exercícios de leitura e interpretação dos dados representados, com questões que favorecem comparações e reflexões sobre os fenômenos observados. Essas tarefas se destacam por articular a alfabetização científica e a alfabetização estatística, promovendo aprendizagens contextualizadas e socialmente significativas.

As técnicas (τ) mobilizadas são compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental, compreendendo o registro sistemático dos dados em tabelas, o agrupamento e contagem de elementos, a construção de gráficos e a leitura direta das representações visuais.

As orientações ao professor sugerem, ainda, o uso de estratégias didáticas que favorecem o diálogo, a análise coletiva dos dados e a proposição de hipóteses pelos estudantes. Tais técnicas revelam coerência interna com as tarefas propostas, sendo operatórias e acessíveis à faixa etária, além de favorecerem o desenvolvimento de competências de investigação científica elementar.

Em relação ao bloco das tecnologias (θ), observa-se que o manual apresenta justificativas para o uso dos gráficos como instrumentos de apoio à comunicação e à análise dos dados coletados. Essas justificativas aparecem tanto nas orientações docentes quanto em passagens do livro do aluno, geralmente por meio de perguntas provocadoras que visam promover o pensamento crítico, tais como: “Por que é importante registrar os dados coletados?” ou “Como os gráficos ajudam a entender melhor a realidade?”.

Ainda que esse discurso justificativo esteja presente, ele assume uma dimensão essencialmente funcional e utilitária, sem adentrar discussões de natureza epistemológica sobre as formas de representação dos dados.

Por fim, no que se refere ao bloco teórico (Θ), constata-se a ausência de conceitos estatísticos formais ou fundamentos epistemológicos que subsidiem a construção teórica do conhecimento estatístico. O material não aborda noções como média, variabilidade, tendência central, margem de erro ou representatividade.

As representações de dados são utilizadas de forma pragmática e desprovida de aprofundamento conceitual, o que limita o potencial da Estatística como campo de reflexão crítica sobre os fenômenos investigados.

Do ponto de vista ecológico, os saberes estatísticos analisados estão inseridos no habitat escolar por meio de seu uso nas atividades investigativas das Ciências, com destaque para temas como alimentação saudável, consumo consciente, saúde e meio ambiente.

O nicho ocupado por esses saberes se define pela função de organizar e comunicar os dados resultantes das investigações, sendo instrumental ao desenvolvimento do pensamento científico em contextos próximos da realidade dos alunos. No entanto, tal função ainda não extrapola para um engajamento mais crítico com os dados na esfera pública ou midiática.

Dessa forma, a análise praxeológica do manual *A Conquista Ciências – 2º ano* permite concluir que há uma valorização pedagógica das tarefas de observação, registro e representação gráfica de dados no contexto das Ciências da Natureza, o que contribui positivamente para a integração inicial entre Estatística e Ciência.

Contudo, essa integração se dá majoritariamente no plano dos blocos [T] e [τ], com presença incipiente das tecnologias (θ) e ausência do bloco teórico (Θ). Embora a abordagem represente um avanço em relação à inserção da linguagem estatística nos anos iniciais, o material ainda carece de fundamentação teórica que favoreça uma formação estatística mais crítica e conceitualmente sustentada.

A análise revelou, contudo, uma homogeneização significativa nos blocos de conteúdos estatísticos abordados nas coleções. As variações mais expressivas residiram na sequência didática e nas estratégias de apresentação – reflexo de escolhas editoriais distintas –, mantendo-se os objetos de ensino relativamente constantes.

Essa padronização é sintomática das restrições ecológicas impostas pelo PNLD/BNCC, que tendem a normalizar certas organizações praxeológicas. A seguir, apresentamos os resultados dessa análise, organizados por coleção.

A análise praxeológica das coleções, revelou uma abordagem frequentemente isolada ou descontextualizada dos conteúdos estatísticos, o que fragiliza sua função epistêmica no desenvolvimento da alfabetização científica. Em algumas coleções, percebe-se uma tentativa de integração interdisciplinar, mas ainda limitada a enunciados genéricos nos guias do professor, com pouca proposição de tarefas autênticas ou técnicas diversificadas.

Além dos manuais disciplinares, outro tipo de material didático tem ganhado espaço nas escolas públicas brasileiras, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental: os livros da coleção Projetos Integradores, cuja proposta é promover a interdisciplinaridade a partir de temas significativos e contextos reais.

Diante da relevância que esses materiais assumem na mediação dos saberes escolares e na articulação entre diferentes campos do conhecimento, faz-se necessário analisar como neles se materializam — ou não — as praxeologias estatísticas e científicas, e em que medida favorecem a construção de uma Educação Estatística integrada ao ensino de Ciências da Natureza.

O Livro Didático Projetos Integradores do PNLD é uma ferramenta fundamental no contexto educacional brasileiro, destinada a enriquecer o processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas do conhecimento.

Ainda que os Projetos Integradores não estejam oficialmente vinculados a um componente específico, seu potencial de atravessamento entre áreas os torna objeto relevante para a investigação da presença — ou ausência — de praxeologias estatísticas aplicadas a contextos científicos.

Em segundo lugar, os temas explorados nas coleções frequentemente envolvem fenômenos investigáveis do mundo natural e social, como consumo de água, alimentação, saúde e meio ambiente, que seriam, por sua natureza, férteis para o desenvolvimento da alfabetização científica com base em dados.

Desenvolvido com base nas diretrizes curriculares nacionais e nas necessidades específicas de cada série escolar, este material didático se destaca por sua abordagem inovadora e integradora.

Um dos principais objetivos do Livro Didático Projetos Integradores é promover uma aprendizagem mais significativa, conectando os conteúdos disciplinares com situações do cotidiano dos alunos.

Por meio de projetos interdisciplinares, os estudantes são estimulados a investigar, refletir e colaborar, desenvolvendo não apenas conhecimentos específicos, mas também habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico.

Além disso, o Livro Didático Projetos Integradores valoriza a diversidade e a contextualização dos conteúdos, buscando representar a pluralidade cultural e social do Brasil. Por meio de atividades que exploram temas relevantes e atuais, os alunos são incentivados a pensar de forma crítica sobre questões como cidadania, sustentabilidade, inclusão social e tecnologia.

Outro aspecto importante desse material é a sua flexibilidade e adaptabilidade às diferentes realidades escolares. Os projetos propostos podem ser ajustados de acordo com as características de cada turma, permitindo que os professores personalizem o ensino de acordo com as necessidades e interesses dos estudantes.

O Livro Didático Projetos Integradores também se destaca por sua abordagem pedagógica inovadora, que valoriza a autonomia do aluno e o protagonismo juvenil. Ao invés de apenas transmitir informações de forma passiva, este material estimula a participação ativa dos estudantes em seu próprio processo de aprendizagem, tornando-os protagonistas na construção do conhecimento. O papel do livro didático na educação é indiscutível, proporcionando aos professores uma valiosa fonte de informações e atividades para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, é crucial reconhecer que ele não deve ser o único recurso utilizado em sala de aula. O professor desempenha um papel central na orientação das atividades, adaptando o material didático às necessidades e interesses dos alunos.

Além disso, é fundamental explorar outras abordagens pedagógicas, como os projetos interdisciplinares. Essa metodologia, conforme evidenciado por Barbosa e Horn (2008), oferece oportunidades para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, promovendo a integração de diversos aspectos do conhecimento.

Os projetos interdisciplinares não apenas incentivam habilidades importantes, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico, mas também tornam o processo de ensino mais interessante e significativo, aumentando a motivação e o envolvimento dos estudantes na sala de aula. Segundo Oliveira (2006), ensinar por meio de projetos

[...] permite trabalhar com grupos cooperativos, cria condições para que os alunos vivenciem suas descobertas, desenvolvam confiança na própria capacidade de aprender e tomar decisões, façam escolhas adequadas na vida. Também possibilita praticar a escuta e a reflexão sobre os fatos; defender-se e defender suas ideias de forma adequada; agir para concretizar os objetivos; dizer a verdade, honrar compromissos e servir de exemplo (Oliveira, 2006, p. 18).

A autora destaca aspectos fundamentais do processo educativo, especialmente quando se trata da implementação de projetos integradores, como os que estão presentes no Livro Didático do PNLD.

Esses projetos não apenas promovem o trabalho em grupos cooperativos, mas também proporcionam um ambiente propício para que os alunos possam vivenciar suas próprias descobertas, desenvolvendo assim confiança em suas capacidades de aprendizado e tomada de decisões.

Além disso, a prática da escuta e da reflexão sobre os fatos, bem como a defesa e argumentação adequada de ideias, são habilidades essenciais que podem ser cultivadas através desses projetos.

Portanto, o Livro Didático com Projetos Integradores do PNLD não apenas enriquece o processo de ensino e aprendizagem, mas também contribui para a formação integral dos estudantes, preparando-os para enfrentar os desafios e oportunidades da vida de maneira mais plena e significativa.

No contexto do PNLD 2023, foram validadas diversas coleções de Projetos Integradores destinadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental, no entanto, apenas quatro delas indicam claramente contemplar o 2º ano. São elas: “Eu gosto Projetos Integradores” (Editora BMH Eireli), “Conhecer e Transformar: Projetos Integradores” (Editora do Brasil S/A), “Nosso livro de projetos integradores” (Zapt Editora Ltda) e “Conhecer e Transformar: Projetos Integradores” (Editora do Brasil S/A).

Essas coleções, embora aprovadas de forma ampla para os anos iniciais, destacam-se por oferecer propostas pedagógicas que viabilizam a abordagem interdisciplinar desde os primeiros anos da escolarização formal.

A presença dessas obras representa um avanço na direção de práticas didáticas integradoras e contextualizadas, especialmente quando articuladas a temas como Estatística e Ciências da Natureza, possibilitando que os alunos desenvolvam competências investigativas desde o início de sua trajetória escolar.

Apresentamos no Quadro 19 a seguir, 16 livros didáticos - Projetos Integradores PNLD, aprovados para o ano de 2023.

Quadro 19 - Manuais das coleções de Projetos Integradores do PNLD

Editora	Coleção	Áreas do conhecimento integradas	Autores
Moderna Ltda	Presente Mais Projetos integradores	Livro indisponível	Livro Indisponível
	Pitangá Mais – Projetos Integradores – Matemática e Ciências da Natureza	Matemática e Ciências da Natureza	Fausto Arnaud Sampaio Andréa Fiorello
	Buriti Mais – Projetos Integradores	Linguagens e Ciências Humanas	Juliana Vegas Chinaglia
	Coleção Desafio – Projetos Integradores	Linguagens e Ciências Humanas	Paulo Ferraz
FTD S.A	A Conquista da Matemática	Ciências Humanas e Ciências da Natureza	Gabriela Finco, Roberta Bueno e Thiago Macedo
	EntreLaços	Todos os componentes Curriculares	Aparecida Razão
Editora BMH Eireli	Coleção Eu Gosto	Linguagens e Ciências Humanas	Alecsandro Diniz e Laura Baggio
Editora Brasil	Novo AKIPALÔ	Todos os componentes Curriculares	Júlio Fonseca (editor responsável)
	Conhecer e Transformar – Projetos Integradores	Todos os Componentes Curriculares	Maria Cecilia Guedes Condeixa (coordenação), Alpha Simonetti, Judith Nuria Maida, Ligia Baptista Gomes e Maria Teresinha Figueiredo.
Estúdio da Carochinha Produção Editorial Ltda. - EPP	Projeto Caleidoscópio	Livro indisponível	Livro Indisponível
FBF Cultural Ltda	Aprendendo com Projetos	Livro indisponível	Livro Indisponível
SEI Ltda	Caminhos do	Livro indisponível	Livro Indisponível

	aprender		
	Aprender e Criar	Língua Portuguesa e Matemática	Alessandra Corá, Marianka Santa Barbara e Raphaelle Vicentin
Scipione S. A	Da escola para o mundo	Língua Portuguesa, Arte, Ciências, Geografia e Matemática	Heloísa Pimentel
Borel	Experimentar, refletir e comunicar – Primeiros Anos	Todos os componentes do currículo	Alessandra Corá, Ana Paula Ribeiro, André Góbi, Daniella Barroso e Lígia Carvalho.
Zapt Editora Ltda.	Nosso livro de projetos integradores	Arte, Língua Portuguesa, Ciências, Geografia, História e Matemática	Márcia Cristina Hipólide

Fonte: Elaborado a partir do manual dos livros Didáticos, Brasil (2023).

Diante da escassez de manuais digitais acessíveis especificamente voltados ao 2º ano do Ensino Fundamental, optou-se por ampliar o escopo da análise às coleções de Projetos Integradores s no PNLD 2023 que apresentaram propostas aplicáveis aos anos iniciais de forma geral.

Com o intuito de aprofundar a compreensão sobre os saberes estatísticos presentes nos materiais aprovados no PNLD, realizamos uma análise das coleções de projetos integradores. Esta análise se apoia nos conceitos centrais de praxeologia didática e matemática.

A TAD possibilita uma leitura do material didático enquanto artefato institucional, considerando sua estrutura, intencionalidade pedagógica, e os saberes que veicula, organiza e legitima.

Embora todas as coleções analisadas já tenham sido aprovadas pelo PNLD 2023, faz-se necessário adotar critérios próprios de seleção para identificar, entre elas, aquelas que efetivamente serão analisadas. Para fins de seleção, foram priorizadas coleções que:

- Estão disponíveis gratuitamente para consulta e análise;
- Contemplam o componente curricular de Matemática ou trazem abordagens interdisciplinares que envolvam conteúdos estatísticos;
- Possuem estrutura didática coerente com as orientações do PNLD e com os princípios da alfabetização científica.

Ancorados na abordagem de Almouloud (2015) para análise de materiais à luz da TAD, estabelecemos cinco eixos analíticos inter-relacionados: (1) Integração com a Matemática; (2) Organização Praxeológica (segundo a TAD); (3) Organização Didática; (4) Coerência com a BNCC; e (5) Avaliação.

O Quadro 20 sistematiza os critérios específicos aplicados às coleções de Projetos Integradores, operacionalizando esses eixos para capturar as praxeologias estatístico-científicas e sua articulação interdisciplinar.

Quadro 20 - Critérios de seleção das coleções Projetos Integradores

Eixo	Critério	Descrição
1. Integração com a Matemática	1.1 Presença de conteúdos matemáticos	O projeto contempla conteúdos matemáticos? Quais?
	1.2 Inclusão de conteúdos estatísticos	Há tratamento de dados, gráficos, tabelas, medidas estatísticas básicas?
	1.3 Função dos conteúdos matemáticos	A Matemática aparece apenas como ferramenta auxiliar ou é conteúdo central para desenvolver competências investigativas?
2. Organização Praxeológica (TAD)	2.1 Tipos de tarefas (T)	Que tarefas são propostas aos alunos? São significativas e contextualizadas?
	2.2 Técnicas (τ)	Quais as técnicas mobilizadas para realização das tarefas? São bem definidas e consistentes?
	2.3 Tecnologias (θ)	Há justificativas explícitas (discursos) para as técnicas utilizadas? Há argumentação?
	2.4 Teorias (Θ)	Existe fundamentação teórica ou conceitual por trás das propostas? Está explícita ou implícita?
3. Organização Didática	3.1 Estrutura do projeto	O projeto é bem estruturado (introdução, desenvolvimento, produto final, avaliação)?
	3.2 Participação ativa do aluno	O aluno atua como sujeito do processo investigativo? Há protagonismo?
	3.3 Articulação com outras áreas	O projeto é verdadeiramente interdisciplinar? Quais áreas são envolvidas?
4. Coerência com BNCC	4.1 Competências gerais e específicas	O projeto menciona ou se articula com a BNCC? Quais competências estão envolvidas?
	4.2 Habilidades estatísticas da BNCC	As habilidades relacionadas à análise e interpretação de dados são contempladas? (EF05MA20, por exemplo)
5. Avaliação	5.1 Formas de avaliação propostas	Há proposta de avaliação processual, formativa, autoavaliação?
	5.2 Avaliação da aprendizagem estatística	Há evidências de avaliação voltada à leitura e produção de dados?

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de Almouloud (2015).

Esses critérios orientaram uma análise sistemática dos manuais, permitindo identificar a natureza das organizações praxeológicas (T/ τ / θ / Θ) em cada coleção; mapear o grau de articulação entre saberes estatísticos e conteúdos de Ciências; detectar regularidades, lacunas e recorrências no tratamento didático.

O foco recaiu sobre a integração Estatística-Ciências da Natureza; o potencial para práticas investigativas; e as manifestações do MED na economia dos saberes (e.g., ênfase em técnicas τ em detrimento de tecnologias θ).

A partir dos critérios apresentados no Quadro 20, realizou-se uma análise das tendências que se manifestam na abordagem da Estatística nas coleções disponíveis, com foco na sua integração com os conteúdos de Ciências da Natureza e nas possibilidades de articulação com práticas investigativas. Essa análise priorizou a identificação de regularidades, lacunas e recorrências no tratamento dos conteúdos estatísticos.

A seguir, analisamos cada coleção à luz dos cinco eixos, examinando como as tarefas propostas (T) concretizam (ou não) a integração interdisciplinar; como as técnicas (τ) e tecnologias (θ) legitimam determinadas abordagens; e como as teorias subjacentes (Θ) sustentam práticas de letramento estatístico crítico.

A análise foi conduzida de forma sistemática, buscando evidenciar regularidades, lacunas e possibilidades de integração interdisciplinar a partir das tarefas propostas, das técnicas sugeridas, dos discursos legitimados e das teorias eventualmente mobilizadas nos materiais.

Análise Praxeológica dos Manuais *Zapt*, *Buriti*, *Eu Gosto*, *Pitanga*, *A Conquista e Entrelaços*, há predominância de tarefas descritivas e fechadas, como leitura de gráficos ou observação de tabelas prontas. As Tarefas (T) de coleta de dados reais são raras e, quando aparecem, não estão integradas a situações significativas da vida real ou a fenômenos naturais.

Algumas coleções apresentam propostas de “pesquisas” simples entre os colegas, mas sem desdobramento investigativo. As Técnicas (τ) sugeridas estão quase sempre ligadas à contagem e preenchimento (frequência, números absolutos) e à construção de gráficos de barras ou pictogramas, com pouco espaço para escolha metodológica por parte dos alunos. Não há estímulo à comparação de técnicas diferentes para tratar os dados.

Em geral, as coleções não apresentam justificativas claras para o uso das técnicas. As tecnologias (θ) são superficiais: apenas afirmam que “o gráfico ajuda a visualizar” ou que “a tabela organiza melhor”, sem contextualização científica, sem discussão crítica ou relação com o campo das Ciências da Natureza. Não há presença de Teorias (Θ) explícitas, como conceitos de variabilidade, tendência central, amostragem, etc. Quando muito, aparecem menções indiretas à “importância da leitura de dados”, sem suporte teórico que ancore essa prática no desenvolvimento de competências estatísticas ou científicas.

As coleções *Aprender e Criar – Projetos Integradores* (Editora SEI) e *Desafio – Projetos Integradores*, foram observadas tendências recorrentes que revelam importantes

lacunas no tratamento da Estatística como prática integrada ao ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais. A seguir, apresentamos os principais achados dessa análise, organizados de acordo com os elementos da organização praxeológica: tarefa (T), técnica (τ), tecnologia (θ) e teoria (Θ), conforme os pressupostos da Teoria Antropológica do Didático.

Nas duas coleções analisadas, as tarefas (T) propostas aos estudantes são, em sua maioria, contextualizadas, com apelo social e foco em projetos de intervenção e protagonismo estudantil. Os temas abordam questões relevantes, como sustentabilidade, alimentação saudável, consumo e cuidados com a água. No entanto, não se identificam tarefas estatísticas explícitas, como levantamento de dados reais, organização desses dados em tabelas, construção de gráficos ou análise quantitativa de fenômenos naturais. As atividades se limitam a investigações qualitativas ou à leitura e interpretação de textos, com escassa mobilização de práticas ligadas ao pensamento estatístico.

As técnicas (τ) utilizadas nas tarefas, portanto, mantêm-se em um plano descritivo e argumentativo, centradas na produção escrita, rodas de conversa, entrevistas e elaboração de cartazes ou maquetes. Embora tais atividades possam favorecer a expressão crítica e o letramento, elas não envolvem procedimentos técnicos próprios da Estatística escolar, como medição, quantificação, classificação de dados ou comparação de frequências. Mesmo em temas que naturalmente comportariam tais práticas — como “O custo da comida” ou “Economia de água” —, as técnicas propostas não ultrapassam a dimensão discursiva e não exploram o potencial quantitativo dos fenômenos.

No que se refere às tecnologias (θ), isto é, aos discursos justificativos das técnicas propostas, as coleções analisadas se apoiam em princípios pedagógicos como a aprendizagem por projetos, os multiletramentos e a contextualização do ensino. Entretanto, não se observa a presença de discursos que justifiquem a escolha de abordagens estatísticas ou a importância da análise de dados como ferramenta científica e formativa. A Estatística, quando mencionada, surge de forma genérica, e não como um saber com papel epistêmico na construção de explicações sobre a realidade investigada.

Por fim, as teorias (Θ) subjacentes às propostas pedagógicas das coleções concentram-se nas metodologias ativas e na valorização da realidade sociocultural dos alunos. Contudo, não há fundamentação teórica específica que sustente o ensino da Estatística ou sua articulação com o campo das Ciências da Natureza. As coleções não fazem referência a ideias estatísticas fundamentais, como variabilidade, distribuição ou tendência central, tampouco propõem reflexões teóricas sobre a leitura crítica de informações numéricas no cotidiano.

Assim, embora apresentem estruturas didáticas modernas e valorizem o protagonismo estudantil, as coleções *Aprender e Criar*, e *Desafio*, não desenvolvem uma praxeologia estatística completa nem robusta, ficando aquém das possibilidades formativas que a Estatística pode oferecer no contexto interdisciplinar dos anos iniciais. Tal constatação evidencia a necessidade de reavaliar como a Estatística é mobilizada nos projetos integradores, sobretudo em sua função de aproximar os alunos de práticas científicas baseadas em dados, investigação e tomada de decisão informada.

Após a análise aprofundada dos livros didáticos — com ênfase nas coleções de Projetos Integradores —, que serviu como desdobramento concreto da co-determinação no nível da escola, retomamos agora a apresentação sequencial dos níveis de co-determinação didática, conforme proposto por Chevallard (1999).

Os resultados dessa análise evidenciam traços recorrentes do Modelo Epistemológico Dominante (MED) nos manuais: foco em tarefas procedimentais, desvinculadas de contextos investigativos; escassa integração entre Estatística e Ciências da Natureza; e a permanência de praxeologias tradicionais, com baixa mobilização de tecnologias de interpretação crítica dos dados.

Em síntese, a análise dos manuais escolares revela a persistência de um Modelo Epistemológico Dominante (MED) fragmentado, em que os saberes estatísticos são tratados como ferramentas técnicas e descontextualizadas, raramente articuladas às Ciências da Natureza. Essa abordagem reforça uma lógica disciplinar estanque e limita as possibilidades de uma alfabetização científica crítica e significativa nos anos iniciais. A compreensão desse cenário é fundamental para a construção, na próxima seção, de um Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA), que aponte caminhos para uma prática docente mais integrada e formativa.

4.2.3 Considerações parciais e articulação com o MED

A análise das praxeologias estatísticas e científicas presentes nas práticas dos professores pedagogos permitiu identificar os saberes efetivamente ensinados, os fazeres profissionais associados a esse ensino e os limites epistemológicos, didáticos e institucionais que condicionam ou possibilitam a integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais.

Esses achados complementam e aprofundam o diagnóstico já delineado nas análises dos documentos oficiais (MED1) e dos manuais didáticos (MED2), revelando como tais limitações se concretizam na prática docente cotidiana.

Os dados iniciais levantados nesta pesquisa — por meio de questionários, registros de formação e análise documental de materiais didáticos — indicam que as praxeologias estatísticas mais frequentemente mobilizadas pelos professores concentram-se em tarefas como levantamento de dados simples e construção de gráficos de barras ou pictogramas.

Tais tarefas, como já evidenciado no MED2, são majoritariamente desprovidas de fundamentação tecnológica (θ) ou teórica (Θ), restringindo-se ao uso de técnicas procedimentais (τ) e à execução de tarefas padronizadas (T), conforme observado na maioria dos manuais didáticos analisados.

Essas práticas, embora relevantes, são geralmente desenvolvidas de forma desarticulada do conteúdo de Ciências da Natureza. A mesma desconexão foi identificada nos livros didáticos, especialmente nas coleções avaliadas no MED2, nas quais a Estatística é abordada como apêndice técnico da Matemática, sem articulação com fenômenos científicos ou com a construção de argumentos baseados em evidências. A redução de tarefas interdisciplinares nos manuais é reflexo direto da fragmentação curricular identificada no MED1, em que a lógica disciplinar persiste como diretriz organizacional hegemônica.

No campo das Ciências da Natureza, por outro lado, os professores demonstram familiaridade com práticas investigativas como observação, registro e descrição de fenômenos, mas raramente articulam essas atividades à produção e análise de dados quantitativos. O distanciamento entre as duas áreas, também verificado nos documentos curriculares, compromete o potencial da Estatística como linguagem científica e como ferramenta para a Alfabetização Científica.

O ensino da Estatística se restringe, em muitos casos, à leitura de gráficos previamente prontos, espelhando a mesma abordagem encontrada nos livros didáticos. Como apontado nos questionários aplicados, 72% dos professores ainda associam Estatística exclusivamente à Matemática, corroborando a ausência de articulação interdisciplinar denunciada nos documentos curriculares e nos manuais analisados.

Diante disso, torna-se necessário propor uma reconstrução das praxeologias docentes a partir de tarefas interdisciplinares que exijam tanto a investigação científica quanto o uso de ferramentas estatísticas para organizar e interpretar os dados produzidos.

Essa reconstrução das praxeologias docentes, necessária à superação do MED, implica também considerar as praxeologias potencialmente mobilizáveis — ou seja, aquelas que poderiam ser ativadas no contexto de uma formação continuada orientada pela TAD.

Conforme demonstrado no MED1 (análise documental) e no MED2 (praxeologias em manuais), a integração Estatística-Ciências esbarra em uma ecologia didática adversa, onde políticas curriculares fragmentadas (nível civilização), recursos didáticos desarticulados (nível escola) e práticas docentes isoladas (nível pedagogia) reforçam a desconexão epistêmica. Esses entraves são agravados por pressões institucionais ligadas ao tempo escolar, à avaliação externa e à lógica disciplinar, que inviabilizam práticas interdisciplinares autênticas.

A construção do MER, conforme orientam Sierra e Gascón (2022), constitui um movimento teórico-prático que visou compreender, problematizar e reconstruir o saber a ser ensinado na escola a partir de uma razão de ser.

No presente capítulo, essa construção foi guiada pela questão geratriz da pesquisa e por suas derivações, permitindo delimitar objetos de saber, analisar praxeologias, mapear obstáculos e propor alternativas formativas integradoras entre a Estatística e o ensino de Ciências da Natureza.

Sob a dimensão epistemológica, identificou-se a Estatística como campo de saber estruturado por conceitos, técnicas e modos de pensar próprios, cuja razão de ser está intrinsecamente ligada à necessidade humana de interpretar, descrever e inferir a partir de dados em contextos marcados pela incerteza.

A análise de obras de referência como as de Triola (2017), Moore, McCabe e Craig (2017) e Wheelan (2016) permitiu evidenciar que a Estatística vai além do domínio técnico: trata-se de uma linguagem para compreender o mundo, organizar informações e tomar decisões fundamentadas — características que a tornam um componente essencial da alfabetização científica.

Na dimensão histórica, foi possível evidenciar que a Estatística não surgiu como um conteúdo escolar, mas como um campo de práticas e saberes originado em contextos sociais e científicos específicos — desde os levantamentos populacionais do Estado moderno até a visualização de dados por William Playfair, culminando nas aplicações contemporâneas. Esse percurso histórico sustenta a compreensão de que os gráficos, por exemplo, não são meros recursos didáticos, mas parte constitutiva do saber estatístico, cuja função epistemológica deve ser recuperada no contexto escolar.

A dimensão ecológica permitiu compreender que a circulação, sobrevivência e transformação das praxeologias estatísticas e científicas dependem de um ecossistema didático-institucional que pode favorecer ou restringir sua integração. Os currículos oficiais (como os PCN e a BNCC), embora tenham incorporado a Estatística como conteúdo obrigatório, ainda a

mantêm frequentemente atrelada à Matemática, desconsiderando suas interfaces investigativas com as Ciências da Natureza.

Esse diagnóstico foi fundamental para reconhecer a existência de um Modelo Epistemológico Dominante (MED), que reduz a Estatística à técnica e à repetição, em contraste com o MER aqui delineado, que valoriza a articulação conceitual, interpretativa e interdisciplinar.

A trajetória da Estatística nos currículos brasileiros, dos PCN à BNCC, mostra uma evolução positiva: de um componente quase acessório no "Tratamento da Informação" para uma unidade temática central na Matemática e uma competência transversal essencial para todas as áreas, com ênfase no letramento crítico.

Contudo, a transposição institucional dessa visão ambiciosa esbarra em desafios estruturais profundos: formação docente inicial e continuada insuficiente, estrutura escolar disciplinar rígida, carência de recursos e dificuldades em avaliação e material didático alinhados.

A articulação com as Ciências da Natureza é não apenas possível, mas desejável e necessária para uma educação científica plena. Ela oferece contextos autênticos e motivadores para a Estatística e instrumentaliza os alunos para ler e interagir criticamente com a ciência e a informação no mundo.

A superação dos desafios – principalmente através de investimento maciço em formação docente integrada, criação de espaços e tempos para planejamento colaborativo, e desenvolvimento de recursos didáticos contextualizados e tecnológicos – é crucial para que a BNCC não se torne apenas uma intenção no papel, mas transforme efetivamente a prática em sala de aula, formando cidadãos verdadeiramente críticos e cientificamente letrados.

As análises realizadas nos subtópicos anteriores permitiram delimitar os objetos e praxeologias estatísticas que integram o Modelo Epistemológico de Referência (MER) para o 2º ano do Ensino Fundamental, com base na obra de Cazorla *et al.* (2017).

Tais praxeologias refletem a essência epistêmica da Estatística enquanto ciência da investigação e da inferência (Wild & Pfannkuch, 1999), e foram reorganizadas pedagogicamente para atender às especificidades cognitivas e sociais das crianças de 7 a 8 anos, conforme os aportes de Kamii (2000) e Vergnaud (1990).

No MER proposto, a coleta e categorização de dados são compreendidas como práticas ativas e contextualizadas, nas quais o aluno se posiciona como sujeito da investigação. A

representação gráfica, por sua vez, deixa de ser um produto final meramente ilustrativo para se tornar uma forma de organização do pensamento e de comunicação estatística.

As medidas de tendência central, especialmente a moda, são exploradas como sínteses significativas de conjuntos de dados reais, enquanto a interpretação crítica e a tomada de decisão constituem o eixo formativo que legitima a presença da Estatística desde os anos iniciais, ao fomentar a argumentação com base em evidências e a leitura crítica do mundo.

Ao contrastarmos essas praxeologias com aquelas observadas no Modelo Epistemológico Dominante (MED), construído a partir da análise dos materiais curriculares vigentes e práticas docentes consolidadas, evidenciam-se alguns deslocamentos importantes.

No MED, a Estatística é frequentemente reduzida à leitura superficial de gráficos prontos, ao preenchimento de tabelas com dados fornecidos e à execução de tarefas mecânicas, desvinculadas de um contexto de pesquisa ou tomada de decisão. Há uma ênfase no produto gráfico ou numérico em detrimento do processo investigativo que caracteriza a prática estatística autêntica.

Além disso, o saber estatístico no MED tende a ser fragmentado, desvinculado das demais áreas do conhecimento e desprovido de função social. A criança ocupa, muitas vezes, uma posição passiva, limitando-se a responder a perguntas prontas, sem participação efetiva nas etapas de coleta, categorização ou interpretação dos dados.

Essa configuração compromete a construção de significados estatísticos relevantes e restringe o potencial da Estatística como instrumento de alfabetização científica e cidadã. A análise realizada nas três dimensões do MED evidencia a necessidade de um modelo formativo que vá além da mera integração de conteúdos.

A fragmentação entre Estatística e Ciências da Natureza deriva: (i) da desarticulação curricular imposta pelos documentos oficiais (MED1), (ii) da superficialidade e tecnicismo dos materiais didáticos (MED2), e (iii) da ausência de repertório praxeológico interdisciplinar nas práticas docentes (MED3).

Tais evidências reforçam a urgência de um modelo alternativo que reoriente a formação docente e o ensino nos anos iniciais a partir de tarefas integradoras, fundamentadas e situadas. O MERA proposto busca, assim, instaurar um novo horizonte didático, onde a Alfabetização Científica e Estatística não seja um ideal abstrato, mas uma prática concreta e possível — sustentada por praxeologias que sobrevivam nos ecossistemas escolares por sua relevância, legitimidade e potência formativa.

A seguir, na Seção 4.3, serão apresentadas as diretrizes que compõem esse modelo, com base nas análises aqui sintetizadas. A proposta envolverá o delineamento de tarefas interdisciplinares, a reconfiguração das praxeologias envolvidas e a explicitação das condições ecológicas e institucionais que favorecem sua viabilidade no contexto escolar real.

4.3 Proposição do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA): transformação esperada a partir do PEP-FP

A elaboração do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) representa um movimento teórico-metodológico que visa superar as limitações identificadas nas análises do Modelo Epistemológico Dominante (MED), detalhadas nas seções anteriores.

O MERA deve responder a questões fundamentais da pesquisa, visto que justifica por que certas escolhas metodológicas, são epistemicamente consistentes. Pode questionar abordagens tradicionais propondo alternativas alinhadas à epistemologia. sua função é estruturar uma visão coerente e crítica sobre como se constrói o saber, indo além do MER (Modelo Epistemológico de Referência) e do MED (Modelo Epistemológico Dominante) para propor perspectivas inovadoras ou ajustadas ao contexto dos anos iniciais.

A proposta do MERA emerge como resposta crítica às limitações do MED, cujos diagnósticos revelaram: (i) praxeologias docentes restritas a técnicas descontextualizadas (τ), carentes de fundamentação tecnológica (θ) e teórica (Θ); (ii) forte fragmentação curricular entre os componentes de Matemática e Ciências da Natureza; (iii) ausência de propostas interdisciplinares contextualizadas nos livros didáticos (MED2) e nos documentos oficiais (MED1); e (iv) limitações institucionais como currículos rígidos, falta de formação docente específica e ausência de recursos pedagógicos adequados.

A partir desse diagnóstico, o MERA que propomos assume uma tripla fundamentação – epistemológica, histórica e ecológica –, com vistas a articular saberes estatísticos e científicos em torno de tarefas fundamentais recontextualizadas como AEPs, ancoradas na realidade escolar dos professores participantes do PEP-FP.

Diante disso, o MERA aqui proposto não se limita à simples reorganização de conteúdos. Trata-se de um modelo de transposição didática alternativo, fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), que visa reorganizar e ressignificar os saberes escolares por meio de praxeologias integradas e socialmente significativas.

A proposta se concretiza na criação de Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs), que favorecem a articulação entre técnicas estatísticas (τ) e tecnologias científicas (θ), justificadas por teorias (Θ) socialmente contextualizadas. Essas AEPs são ancoradas na investigação

interdisciplinar promovida pelo PEP-FP, o que justifica como e por que esse percurso pode transformar as práticas docentes, promovendo uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar.

Essa construção epistemológica considera ainda as condições e restrições institucionais diagnosticadas na escala de co-determinação didática, permitindo ao modelo alternativo se configurar como uma resposta concreta às limitações do modelo dominante.

A integração proposta enfrenta entraves que exigem análise tridimensional conforme a TAD: a epistemológica, a didática e a institucional (Chevallard, 2008; Gascón, 2014). Tais dimensões confirmam um sistema de restrições que o MERA busca subverter.

Desta forma, procuraremos desenvolver um MERA por meio de um Projeto Interdisciplinar “*Comida e Alimentos*”, explorando de maneira lúdica e educativa, o universo dos alimentos, ensinando sobre a importância de uma alimentação equilibrada e saudável, enquanto desenvolve habilidades de investigação científica e, de coleta de dados, de forma a responder à seguinte questão derivada: De que maneira o PEP-FP pode favorecer a reorganização das praxeologias docentes, promovendo a superação das fragmentações disciplinares e a construção de um modelo formativo mais integrado?

A estrutura do MERA fundamenta-se em três pilares: (i) o reconhecimento das tarefas fundamentais para a integração entre Estatística e Ciências da Natureza; (ii) a progressividade das praxeologias estatístico-científicas organizadas em torno de problemas autênticos; e (iii) a centralidade das AEPs como mediadoras da aprendizagem e da formação docente.

Em termos praxeológicos, o MERA propõe organizações locais que se desenvolvem a partir de situações investigativas como: classificação dos alimentos, coleta dos dados sobre as preferências alimentares da turma, e construir gráficos pictográficos que representem os dados coletados. Essas situações provocadoras constituem o ponto de partida para o desenvolvimento de organizações regionais e globais que sustentam a construção da alfabetização científica na escola.

Nesse processo, os professores assumem sucessivamente posições distintas: como aprendizes, como analistas e como designers de situações didáticas. Essa alternância de posturas permite que se reconheça e critique o MED — caracterizado pela fragmentação, mecanização e descontextualização dos saberes — e se construa, de forma coletiva, um MERA, mais articulado, integrado e significativo.

Esse modelo deve assumir como eixos: a articulação entre tarefa (T), técnica (τ), tecnologia (θ) e teoria (Θ); a ancoragem das propostas em problemas reais e socialmente

relevantes; e a criação de condições ecológicas e institucionais favoráveis à sua sobrevivência e circulação.

Conforme o padrão heurístico proposto por Gascón (2011), o problema docente (P_0) articula três dimensões interdependentes: epistemológica (P_1), econômica-institucional (P_2) e ecológica (P_3). O MERA, tal como delineado, constitui uma tentativa de responder a esse problema composto.

Na dimensão epistemológica, o MERA considera a Estatística como linguagem para compreender fenômenos naturais e sociais com base em dados. Justifica-se sua presença escolar como ferramenta para desenvolver a alfabetização científica. As tecnologias (θ) e teorias (Θ) mobilizadas ultrapassam o tecnicismo dos gráficos e tabelas, conectando-os à tomada de decisão informada e à análise crítica da realidade.

A Estatística é resgatada em sua gênese interdisciplinar, historicamente ligada à demografia, saúde pública e ciências naturais. O MERA recusa o reducionismo escolar que confina a Estatística a exercícios mecânicos, e recupera seu papel original como instrumento de interpretação do mundo.

Na dimensão econômico-institucional, o MERA busca responder às restrições sistêmicas que condicionam a viabilidade, circulação e sustentação das praxeologias no ecossistema escolar. Segundo Gascon (2011), discorre que a dimensão econômico-institucional envolve questões relacionadas às Organizações Matemáticas (OM) e às Organizações Didáticas (OD) em uma instituição específica, além de desenvolver, experimentar e analisar novos ODs.

Nesta dimensão, o MERA considera os dispositivos normativos, curriculares e materiais que regulam a presença e a circulação dos saberes escolares que revelaram um modelo curricular marcado pela ausência de propostas interdisciplinares nos documentos oficiais e pela superficialidade das praxeologias estatísticas nos manuais didáticos.

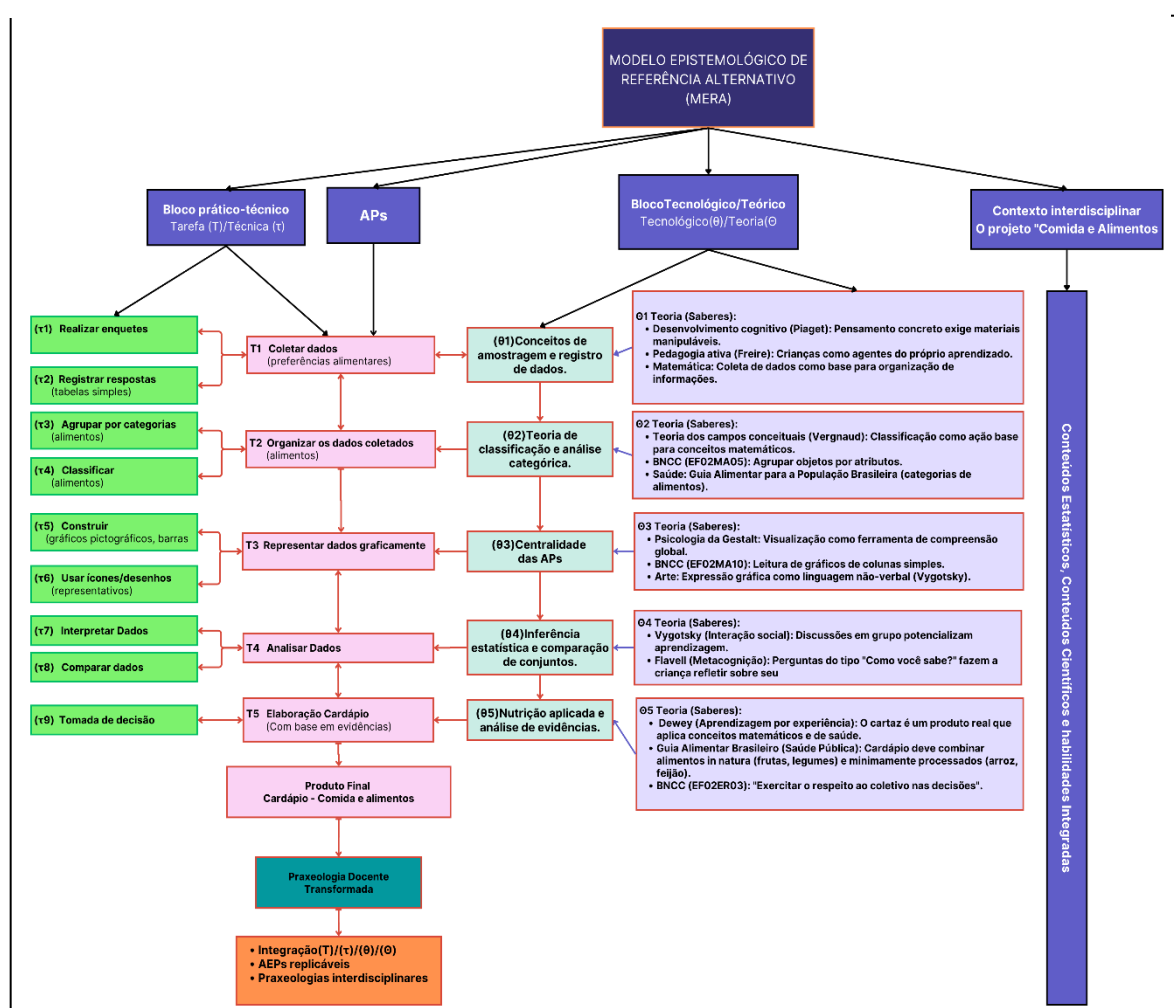
Na dimensão ecológica, o modelo reconhece as restrições curriculares e materiais enfrentadas por professores dos anos iniciais. Nesse sentido, propõe tarefas que, mesmo com recursos simples favorecem a articulação entre Estatística e problemáticas reais, como consumo de água, alimentação e resíduos sólidos.

As diretrizes do MERA, formuladas a partir do confronto com os resultados empíricos da pesquisa (análises documentais, manuais e práticas docentes), ganham robustez teórica e validade didática. O diagnóstico revela, por exemplo, que 90% das tarefas estatísticas nos livros didáticos analisados se restringem ao preenchimento de tabelas e leitura de gráficos — muitas vezes desprovidos de contexto e sem articulação com problemas investigáveis. Do mesmo

modo, os questionários aplicados aos professores apontam para a associação exclusiva da Estatística à Matemática, desconsiderando sua potência no campo das Ciências.

A implementação do MERA será realizada no âmbito do PEP-FP, conforme descrito nos capítulos seguintes. A Figura 13 ilustrará o mapa conceitual do MERA, elaborado como uma organização praxeológica no sentido dado por Chevallard (1999), a fim de orientar o desenvolvimento da alfabetização estatística em crianças do 2º ano do Ensino Fundamental.

Figura 13 - Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O mapa sistematiza uma tecnologia de ensino (Brousseau, 1986) que viabiliza a transposição de saberes estatísticos e científicos — como a estatística descritiva e os princípios da alimentação saudável — em tarefas cognitivamente acessíveis e pedagogicamente significativas para alunos em estágio operatório-concreto (Piaget, 1970).

A estrutura obedece à lógica da Teoria Antropológica do Didático (TAD), articulando os quatro blocos praxeológicos: tarefas (T), técnicas (τ), tecnologias (θ) e teorias (Θ). As tarefas

definem os tipos de problemas didáticos que organizam a progressão epistemológica, como a coleta de dados (T1), a representação gráfica (T3) e a tomada de decisão baseada em evidências (T5).

Cada tarefa está associada a técnicas operatórias específicas — como o uso de enquetes visuais, tabelas simples ou pictogramas com ícones representativos —, assegurando a adaptabilidade às restrições cognitivas da faixa etária. As tecnologias e teorias mobilizadas, por sua vez, ancoram-se nos saberes transpostos de diversos campos: estatística básica (frequência e comparação), saúde pública (Guia Alimentar para a População Brasileira) e psicologia cognitiva (Piaget, Flavell, Vygotsky).

O mapa concretiza o MERA como eixo estruturante da atividade didática. Ao articular saberes conceituais (classificação, comparação, proporcionalidade), procedimentais (registro, organização e representação de dados) e atitudinais (validação das escolhas por critérios nutricionais e tomada de decisão coletiva), o mapa resolve uma ruptura didática central: como ensinar pensamento estatístico a crianças sem recorrer a formalizações abstratas? A solução consiste na reconfiguração de ostensivos escolares em artefatos concretos: blocos de montar representam unidades de frequência; gráficos são formados com colunas manipuláveis; decisões são tomadas a partir da análise visual dos dados.

Além disso, o MERA mapeado alinha-se a múltiplas demandas externas: curriculares, como as habilidades EF02MA05 (classificar objetos), EF02MA10 (representar e interpretar dados em gráficos) e EF02ER03 (decisão coletiva com base em critérios); sociais, por meio da incorporação do Guia Alimentar como referencial para escolhas alimentares conscientes; cognitivas, ao recorrer à mediação de signos visuais (Vygotsky, 1984) e ao estímulo de metacognição através de perguntas do tipo “Como você sabe?” (Flavell, 1979).

Dessa forma, o mapa ultrapassa a condição de sequência didática e passa a configurar-se como um modelo de transposição didática replicável, aplicável ao ensino de domínios complexos em idades precoces.

Ele traduz, de modo visual e analítico, como obstáculos de natureza cognitiva podem ser convertidos em dispositivos didáticos significativos, capazes de promover o engajamento ativo das crianças em processos de coleta, análise e tomada de decisão baseada em dados.

Nesse contexto, o cardápio final elaborado pelos professores participantes — produto epistêmico da sequência — torna-se símbolo da transformação de experiências empíricas em saberes escolares legitimados.

A análise *a posteriori* dos episódios de estudo (sessões do PEP-FP) permitirá validar empiricamente a efetividade do modelo, a partir de evidências como gravações, portfólios docentes e materiais produzidos nas formações.

Como parte da experimentação do MERA, uma das Atividades de Estudo e Pesquisa (AEPs) desenvolvidas no PEP-FP será o projeto “Comida e Alimentos”, voltado para alunos do 2º ano do Ensino Fundamental. Este projeto constitui um exemplo concreto da aplicação do modelo, ao articular tarefas como a classificação de alimentos, a coleta de dados sobre preferências alimentares, a construção e interpretação de gráficos e a elaboração de um cardápio saudável com base em evidências. Essas ações permitem que os professores mobilizem praxeologias estatísticas e científicas de forma integrada, alinhadas à proposta epistemológica e ecológica do MERA.

O projeto também será objeto de análise didático-praxeológica nas sessões formativas do PEP-FP, funcionando como elemento validatório do modelo proposto nesta pesquisa. A escolha por trabalhar com o tema da alimentação saudável, um conteúdo já previsto nas diretrizes curriculares e nos livros do PNLD Projetos Integradores, visa minimizar as barreiras econômicas e materiais, aproveitando o que já está institucionalmente acessível ao professor.

Desse modo, compreender o que os professores já fazem e o que poderiam vir a fazer, sob determinadas condições formativas, permite à pesquisa delinear com mais precisão um MER que seja, ao mesmo tempo, realista e transformador — ancorado nas práticas existentes, mas orientado para sua reinvenção em direção a uma integração significativa entre Estatística e Ciências da Natureza.

Superar esses obstáculos implica a construção de dispositivos formativos que favoreçam o deslocamento epistemológico, a problematização didática e a reorganização institucional das práticas docentes. O PEP-FP, adotado nesta pesquisa, constitui uma proposta que busca enfrentar esses desafios de forma articulada, promovendo um trabalho interdisciplinar sustentado por praxeologias robustas e socialmente significativas.

5 CONCEPÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS (PEP-FP)

Este capítulo apresenta a estruturação teórico-metodológica do Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) voltado à formação de professores pedagogos, com foco na integração da Educação Estatística e do ensino de Ciências da Natureza para a Alfabetização Científica. A abordagem está fundamentada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), conforme Chevallard (2009), e visa superar a fragmentação entre saberes estatísticos e científicos, na prática docente. Segundo Teixeira *et al.* (2022), o PEP

(...) é o principal elemento do paradigma do “questionamento do mundo”, demarcando algumas das mais atuais pesquisas em Didática. Quem compartilha de um mesmo paradigma, está comprometido com regras e padrões semelhantes. Quando essas regras e padrões não se sustentam mais, inicia-se um processo de mudança de paradigma.

A chamada ‘quebra de paradigma’, citada por Thomas Kuhn (2017), também atinge o campo da Didática. Em determinado momento histórico com regras e padrões, formas de pensar e de processar as ideias se modificam (Teixeira *et al.*, 2022, p.117)

Assim como Kuhn (2017) destaca a transformação de paradigmas, a TAD reconhece a necessidade de ressignificar paradigmas didáticos, superando a fragmentação disciplinar por meio do PEP como uma engenharia codisciplinar (Chevallard, 2009a). O caráter codisciplinar do PEP (Chevallard, 2009a) exige a mobilização de praxeologias de múltiplos campos, como Estatística e Ciências, rompendo com fronteiras disciplinares.

A TAD, proposta por Yves Chevallard, introduz uma profunda mudança no modo de conceber o ensino e a aprendizagem ao deslocar o foco da simples transmissão de saberes consolidados para a problematização ativa do saber.

Essa inflexão epistemológica é expressa por Chevallard (2013) na transição do paradigma de visita às obras (PVO) para o paradigma do questionamento do mundo (PQM), o que configura, uma mudança paradigmática no campo da Didática da Matemática.

No paradigma de visita às obras (PVO), predomina uma visão monumentalista do saber escolar. O ensino é centrado na apresentação de "obras acabadas", isto é, conteúdos já estabilizados, descontextualizados e muitas vezes desprovidos de significado para os estudantes. Como descreve Benito (2019), trata-se de um paradigma em que o professor atua como guia de uma galeria, conduzindo os alunos por exposições de saberes canônicos, sem abrir espaço para a problematização ou a reconstrução do conhecimento em situações vivas e significativas.

Em contraste, o paradigma do questionamento do mundo (PQM) inaugura uma nova racionalidade didática. Nesse paradigma, o ponto de partida do ensino não é mais o conteúdo

dado, mas sim uma questão geratriz, oriunda de uma preocupação social, cultural ou profissional autêntica.

García-Cuéllar (2021) destaca que esse paradigma visa instaurar um campo de estudo em que o saber a ensinar emerge da necessidade de responder a uma questão que afeta o mundo vivido, mobilizando praxeologias teóricas e técnicas para compreendê-lo e transformá-lo.

A implementação do PQM exige a construção de dispositivos formativos como o PEP, que se organiza em torno da problematização, da pesquisa e da reconstrução coletiva do saber. Carvalho (2019) evidencia que o PEP, ancorado na TAD, favorece a reconfiguração das praxeologias matemáticas e didáticas dos professores ao inserir o conhecimento em um movimento de investigação, superando a abordagem reprodutiva do paradigma anterior.

Essa mudança paradigmática implica, ainda, em uma alteração na posição do professor e do aluno. O professor deixa de ser o "transmissor" e passa a assumir o papel de mediador do estudo, enquanto o aluno deixa de ser o "receptor passivo" para tornar-se sujeito ativo da investigação. Como pontua Rodrigues (2019), o PEP mobiliza um novo contrato didático, com ênfase na autonomia dos estudantes e na construção de sentidos para os saberes escolares.

No campo da formação de professores, essa virada paradigmática apresenta-se como condição necessária para a reconfiguração do ensino, pois promove o desenvolvimento de posturas investigativas, reflexivas e comprometidas com a produção de conhecimento escolar significativo.

Oliveira (2020) ilustra como a integração de tecnologias como o GeoGebra, dentro de um PEP fundamentado no PQM, pode fortalecer a construção de praxeologias mais coerentes com a complexidade dos saberes escolares e com a realidade dos alunos.

Portanto, a mudança do PVO para o PQM representa mais do que uma inovação didática; trata-se de uma revolução epistemológica, na qual o ensino passa a ser compreendido como um processo dinâmico de problematização, estudo e construção coletiva do saber, no interior de instituições escolares que se abrem à complexidade da vida e à pluralidade dos saberes.

Para Sierra e Gascón (2022, p. 148), o PEP-FP é um dispositivo destinado “a capacitar o professor em formação a desenvolver conhecimentos teóricos e práticos que lhe permitem delimitar, interpretar, questionar e explicitar *as razões de ser* das praxeologias a lecionar, bem como conhecer e construir as praxeologias didáticas associadas”.

Essa concepção formativa do PEP-FP, voltada à capacitação do professor em formação para atuar sobre os saberes a ensinar e as praxeologias didáticas correspondentes, está ancorada

em uma trajetória teórica mais ampla no âmbito da Teoria Antropológica do Didático. Conforme Freitas e Almouloud (2023)

(...) a respeito do processo de evolução da TAD, as diversas pesquisas que se debruçaram sobre esta teoria também, contribuíram, em nosso ponto de vista, para a consolidação, segundo Chevallard (2009), dessa engenharia didática: o “*Parcours d’Étude et de Recherche*”, mais popularmente conhecido como PER, em francês, ou Percurso de Estudo e de Pesquisa (PEP), em português brasileiro, ou ainda “*Recorrido de Estudio e Investigación*” (REI), em espanhol (Freitas e Almouloud, 2023, p. 282).

Nesse processo, o PEP se afirma como um modelo didático-epistemológico viável tanto para o ensino quanto para a formação de professores. Deste modo, concebido como uma Engenharia Didática (ED) de PEP-FP, nesta pesquisa, articula saberes estatísticos e científicos, promovendo a ressignificação das práticas pedagógicas necessárias para avançar em direção a um novo paradigma de questionamento do mundo (PQM). Segundo Freitas (2019)

A noção de PEP, segundo Chevallard (2009), vai possibilitar incluir em um contexto mais amplo, um conjunto de práticas sociais de conhecimentos, mais ou menos discrepantes, seja uma pesquisa científica, uma investigação policial ou jornalística etc. Nesse sentido, incluímos os processos de ensino e de aprendizagem de matemática, ou outras áreas, como na física, na química etc.

No âmbito dessas práticas sociais, a Educação Matemática, enquanto área em constituição, se beneficia da metodologia de engenharia didática de PEP, tanto no âmbito da pesquisa, como no âmbito dos processos de ensino e de aprendizagem. O sistema antropológico da TAD está no cerne da constituição e da análise das práticas que são desenvolvidas por meio do funcionamento do dispositivo TAD/PEP-FP, tendo a base na praxeologias matemáticas (Freitas, 2019, p.246).

Essa perspectiva fortalece a compreensão do PEP-FP como um dispositivo que vai além da organização didática tradicional, incorporando elementos da prática social e da complexidade epistemológica dos saberes escolares.

Nesse sentido, a TAD não é apenas um referencial teórico, mas um instrumento potente para compreender e intervir nas condições institucionais, epistemológicas e ecológicas que moldam os processos de ensinar e aprender nos anos iniciais.

Dessa forma, compreender o funcionamento do dispositivo PEP-FP exige uma atenção não apenas à sua dimensão investigativa, mas também à organização das etapas que o constituem enquanto uma engenharia didática. Nesse sentido, diversos pesquisadores têm se debruçado sobre a estruturação metodológica do PEP, buscando aprimorar sua aplicabilidade e coerência interna.

É o caso dos trabalhos de Bosch e Barquero (2015), bem como de García, Barquero, Florensa e Bosch (2019), que propuseram uma reorganização das fases da Engenharia Didática originalmente desenvolvida por Guy Brousseau na década de 1970, com vistas a torná-la mais adequada à lógica investigativa e às necessidades formativas implicadas na construção, aplicação e análise de um PEP.

A abordagem da ED, fundamentada na comparação com o trabalho de um engenheiro no contexto educacional, destaca o papel ativo do professor na elaboração e execução de estratégias pedagógicas.

Por conseguinte, realizou-se inicialmente uma análise contextual preliminar, na qual foi detalhada a dimensão Ecológica e suas restrições, como também a formulação do Problema Didático (**P δ**). Isso incluiu consequentemente uma análise epistemológica para construir um Modelo Epistemológico de Referência (MER), e o diagnóstico do Modelo Epistemológico Dominante (MED).

Para o desenvolvimento do Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) nesta pesquisa, buscou-se superar os limites identificados nas dimensões econômica, epistemológica e ecológica do MED, especialmente no que se refere à fragmentação entre os saberes estatísticos e científicos no contexto dos anos iniciais.

Em seguida, na fase de desenho e análise *a priori*, serão identificadas as questões centrais (Q0-FP) do módulo inicial do PEP-FP, considerando, aspectos como ensinar o objeto matemático, por que ensiná-lo e outras perguntas relacionadas.

Posteriormente, será realizada a experimentação e a descrição *a posteriori*, conduzida com base nos momentos didáticos vividos e nas praxeologias mobilizadas, conforme Chevallard (1999), e com a análise dos resultados, estruturando-se como ED do PEP-FP.

Nesse sentido, o PEP-FP busca mapear praxeologias prévias dos professores (saberes estatísticos, didáticos e científicos); desenvolver organizações didáticas que integrem Estatística e Ciências da Natureza e promover a reflexão crítica sobre obstáculos e possibilidades na prática interdisciplinar.

Compreendemos que o desenvolvimento de um PEP-FP não visa abarcar a totalidade do corpo teórico das áreas envolvidas, mas se ancora na construção de um modelo epistemológico de referência alternativo (MERA), que seja viável e coerente com o contexto de formação docente investigado.

No âmbito desta pesquisa, delimitamos nosso PEP-FP e essa delimitação não representa uma redução do escopo formativo, mas uma escolha metodológica orientada pelas restrições institucionais, pelo tempo disponível para a experimentação e, sobretudo, pela necessidade de construir um espaço de formação que permita aos professores ressignificarem suas práticas pedagógicas por meio do questionamento e da investigação sobre o ensino desses saberes escolares.

Para compreender a estrutura teórica do PEP-FP, é crucial entender as etapas que moldam sua metodologia. O sistema didático $S(X, Y, Q)$ em que o X é coletivo de professores participantes em formação; o Y se refere ao pesquisador-formador, responsável pela mediação e orientação e o Q , conjunto de questões derivadas da problemática central, iniciadas pela questão geratriz (Q_0): Como integrar praxeologias estatísticas e didáticas no ensino de Ciências da Natureza para promover a Alfabetização Científica na formação de professores pedagogos?

Essa questão geratriz serve como ponto de partida para o desenvolvimento do processo formativo e desempenha um papel central, fornecendo a direção e o propósito para o percurso de investigação, representado pelo PEP-FP.

Para estudar as condições necessárias para transitar em direção ao PQM, a dinâmica do PEP-FP segue o esquema herbartiano $[S(X; Y; Q) \rightarrow M] \rightarrow R^\heartsuit$, que serve como uma lupa através da qual os pesquisadores em Didática, sob a perspectiva da TAD, regulam e ajustam sua visão ao longo do percurso.

O esquema sugere que os estudantes (representados por X), no PEP-FP, onde o professor estaria na posição deste estudante, envolvendo-se na investigação de uma pergunta Q , sob a orientação de Y , visando de fornecer uma resposta R para essa pergunta. Em outras palavras, os professores exploram a questão Q e trabalham para produzir uma resposta R . Essa dinâmica é representada pela seta $\rightarrow$.

A criação de uma resposta $R^\heartsuit$, a partir da pergunta Q , implica que o sistema S desenvolve um milieu didático M , um meio de exploração e construção da resposta para a questão Q . O esquema herbartiano, em estágio de desenvolvimento, sugere que o sistema didático elabore e estruture ($\rightarrow$) o milieu M , o qual resultará na produção ($\rightarrow$) da resposta R , conforme discutido por Chevallard (2009b).

Com a introdução do esquema herbartiano, Chevallard (2009a, 2009b) sugere que o PEP-FP tenha como ponto de partida uma questão central Q , a questão geratriz, cuja resposta não é imediata. Ele propõe que, ao buscar respostas para essa questão, novas perguntas derivadas de Q são naturalmente geradas, conforme as necessidades de conhecimento que surgem durante o estudo da questão central.

A construção do ambiente didático (M) ocorre simultaneamente à elaboração das respostas, desafiando a noção de que o professor é o detentor absoluto do conhecimento. De acordo com Chevallard (2012b), os estudantes expandem suas habilidades ao formular perguntas, procurar recursos, construir respostas, avaliá-las criticamente e defendê-las perante

os colegas. O PEP-FP é caracterizado como codisciplinar, exigindo dos participantes a mobilização de diversas ferramentas praxeológicas de distintos campos matemáticos e estabelecendo conexões entre disciplinas diversas (Chevallard, 2009a).

A proposta metodológica, PEP-FP em Estatística integrada ao ensino de Ciências por investigação, surge como resposta à necessidade de proporcionar aos professores pedagogos uma formação especializada e prática no ensino de Matemática e Ciências. Seu desenvolvimento e implementação nesta pesquisa, sustentam-se em três fundamentos essenciais, que orientam sua concepção e justificam sua pertinência como dispositivo formativo inovador.

Em primeiro lugar, destaca-se a relevância social e acadêmica da Alfabetização Científica, entendida como um processo formativo que transcende a sala de aula, capacitando os alunos a interpretar criticamente questões complexas, tais como mudanças climáticas, saúde pública e inovações tecnológicas.

A integração entre Educação Estatística e Ensino de Ciências da Natureza é fundamental para esse propósito, uma vez que, sem essa articulação, os estudantes perdem a oportunidade de compreender como os dados sustentam argumentos científicos, tornando-se mais vulneráveis a discursos desinformados e pouco críticos.

Em segundo lugar, evidencia-se a inovação didática proposta pelo PEP-FP, fundamentada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), que orienta a ressignificação das praxeologias docentes. Por meio de Atividades de Estudo e Pesquisa (AEP), os professores são desafiados a criar situações-problema interdisciplinares — como, por exemplo, a análise de dados sobre meio ambiente ou a interpretação de gráficos sobre alimentação saudável — vinculando métodos estatísticos a fenômenos naturais e sociais. Essa abordagem rompe com a transmissão mecânica de conteúdos, consolidando a Estatística como uma linguagem fundamental para a investigação científica e para a formação de cidadãos críticos.

Por fim, o PEP-FP busca contribuir para a superação de restrições institucionais históricas, promovendo a reestruturação dos currículos de formação docente no sentido de incluir módulos interdisciplinares, fomentar a colaboração entre formadores de diferentes áreas e desenvolver recursos pedagógicos que favoreçam a prática integrada. Exemplos disso incluem o uso de kits de experimentação científica com instrumentos para coleta de dados e a adoção de softwares acessíveis de análise estatística.

Desta forma, vivenciar e construir praxeologias interdisciplinares com os professores participantes que se posicionam como designer e analista no processo, possibilitando

ferramentas para o desenho, análise e implementação de propostas didáticas para o ensino de Estatística integrada ao ensino de Ciências da Natureza, na perspectiva da TAD, poderá ser uma possibilidade para o desenvolvimento profissional docente e melhorias na qualidade do ensino.

Isto posto, na próxima seção, detalharemos o desenho *a priori* do processo de formação continuada dos professores pedagogos, com base no dispositivo PEP-FP. Para tanto, organizamos o percurso em cinco módulos (M0 a M4) que estruturam as sessões de estudo, conforme proposto por Barqueiro *et al.* (2019).

5.1 Desenho e análise *a priori* do PEP-FP

Esta subseção tem como objetivo o desenho e a análise *a priori* do dispositivo PEP-FP, assim como descrever os principais elementos que constituirão as etapas de experimentação e prever, com base na fundamentação teórica, algumas das respostas globais que poderão ser mobilizadas pelos sujeitos da pesquisa.

O percurso formativo proposto no PEP-FP será permeado por diferentes tipos de situações que mobilizam os professores a atuar como sujeitos da investigação didática, enfrentando tarefas que os desafiam a coletar, organizar, interpretar e tomar decisões com base em dados – e, ao mesmo tempo, a refletir criticamente sobre os saberes científicos envolvidos nesse processo.

No âmbito desta pesquisa, as perguntas que orientam a construção do percurso são: Como descrever a organização de ensino voltada à integração entre Estatística e Ciências da Natureza? Quais são os tipos de tarefas prioritários? Que tecnologias e teorias sustentam essas tarefas?

Chevallard (1999) argumenta que não se pode esperar que a reconstrução, no decorrer de um processo de estudo, de uma organização matemática (ou estatística, neste caso) seja realizada de maneira única ou linear. Independentemente do caminho escolhido, certos tipos de situações tendem a emergir com regularidade, ainda que de forma variável em termos qualitativos e quantitativos.

A esses tipos de situações, o autor denomina momentos de estudo ou momentos didáticos, pois, independentemente da trajetória seguida, chega-se necessariamente a momentos em que certos gestos de estudo devem ser realizados. Por exemplo: o momento em que os sujeitos devem estabilizar os conhecimentos produzidos (momento de institucionalização) ou aquele em que devem refletir sobre a validade do que foi construído até então (momento de avaliação).

Esses momentos não correspondem a uma sequência cronológica rígida, mas sim a dimensões constituintes do próprio funcionamento do estudo. Cada momento didático pode ocorrer mais de uma vez, distribuído ao longo do tempo e em diferentes sessões, refletindo a dinâmica multifatorial que caracteriza o desenvolvimento de praxeologias.

Essa recorrência não se dá apenas por razões temporais ou organizacionais, mas também em função da própria dinâmica do estudo: por exemplo, uma sessão centrada no trabalho de uma técnica de representação gráfica pode demandar o reexame do ambiente tecnológico-teórico anteriormente elaborado, levando os participantes a vivenciar novamente um momento de institucionalização ou até a elaborar uma nova resposta parcial a uma questão derivada da questão geratriz (Q_0).

A concepção do PEP-FP toma como ponto de partida a passagem do Paradigma de Visita às Obras (PVO) para o Paradigma do Questionamento do Mundo (PQM). Enquanto o PVO apresenta saberes escolarizados como “monumentos” prontos, o PQM inaugura uma racionalidade na qual o ensino se organiza em torno de uma questão geratriz (Q_0) que emerge de problemas do mundo vivido. Esse movimento, enfatizado por Chevallard (2013) e discutido na prática por Valenzuela (2021) em seu PEP-FP sobre vetores, marca uma transição metodológica em que a problematização e a pesquisa substituem a exposição como eixo do trabalho docente.

No nosso percurso, a Q_0 – “Como integrar praxeologias estatísticas e didáticas no ensino de Ciências da Natureza para promover a Alfabetização Científica?” – cumpre essa função de vetor epistemológico: ela dispara sessões sucessivas em que professores-participantes levantam, refinam e respondem perguntas derivadas, reconstruindo coletivamente saberes estatísticos e científicos.

Para transformar a lógica do PQM em organização de formação, articulamos os seis momentos didáticos descritos por Chevallard (1999) – Apresentação da tarefa, Exploração da técnica, Constituição do ambiente tecnológico-teórico, Trabalho da técnica, Institucionalização e Avaliação – aos cinco módulos formativos (M0 à M4), estruturando um percurso que forma o professor nas cinco posições fundamentais: professor tradicional (M0), professor-aluno (M1), professor-analista (M2), professor-designer (M3) e professor-analista-designer (M4). (M0–M4) propostos por Barquero et al. (2019) nesta pesquisa.

O Quadro 21 a seguir sintetiza as relações entre os momentos didáticos, o objetivo de estudo, o módulo e o papel do professor.

Quadro 21 - Síntese da relação entre momento didático ao papel do professor

Momento didático (TAD)	Objetivo dentro do estudo	Módulo em que predomina	Papel do professor
Apresentação da tarefa	Provocar necessidade de técnica	M0 – Exploração das razões de ser do PEP-FP	Professor-mediador introduz Q ₀
Exploração da técnica (τ)	Produzir e testar estratégias	M1 – Vivência do PEP	Professor-aluno experimenta tarefas
Ambiente tecnológico-teórico (θ/Θ)	Justificar por que a técnica funciona	M2 – Análise do PEP vivido	Professor-analista articula teoria e prática
Trabalho da técnica	Refinar/otimizar procedimentos	M3 – Desenho do PEP	Professor-designer adapta o percurso ao seu contexto
Institucionalização	Validar o saber produzido	M3 ↔ M4	Equipe docente consolida consensos
Avaliação	Controlar domínio/valor do saber	M4 – Gerenciamento e experimentação	Professor-analista-designer revisita resultados

Fonte: autora 2025.

O Quadro 21 sintetiza os principais momentos didáticos inspirados na TAD e sua correspondência com os módulos PEP-FP. Nela, observa-se a articulação entre os objetivos de cada etapa formativa, os papéis assumidos pelos professores ao longo do percurso e as dimensões praxeológicas mobilizadas em cada módulo.

Essa organização permite visualizar, de forma panorâmica, como o percurso é estruturado para promover o deslocamento progressivo do professor desde a posição tradicional até a de analista-designer de sua própria prática.

A seguir, cada módulo será apresentado em detalhe, com base nos princípios teóricos da TAD, nas formulações de Barquero, Bosch e Romo (2015; 2019), nas experiências formativas já analisadas em outras pesquisas e no contexto específico desta investigação:

- **Módulo 0 – Exploração das Razões de Ser do PEP-FP**

O módulo inicial do percurso formativo constitui-se como um espaço de sensibilização e contextualização, em que os professores participantes são convidados a refletir sobre os fundamentos epistemológicos e didáticos que sustentam a proposta de formação.

Em consonância com Barquero, Bosch e Romo (2019), este módulo tem por finalidade mobilizar os docentes a partir de um problema oriundo da prática: a fragmentação curricular e a dificuldade em integrar saberes estatísticos e científicos nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Neste módulo, o professor assume a posição de mediador reflexivo, sendo instigado a explorar as razões de ser do Percurso de Estudo e Pesquisa para a Formação de Professores

(PEP-FP). A partir da apresentação da questão geratriz (Q_0) — “Como integrar saberes estatísticos e científicos de modo a promover a alfabetização científica nos anos iniciais?” — são criadas as condições didáticas para a emergência de um estudo coletivo.

Essa questão não é apenas um ponto de partida, mas um vetor que orientará as sessões de estudo, instigando a formulação de novas questões derivadas (Q') ao longo do percurso.

A atividade formativa prevista para este módulo envolve a análise de documentos oficiais (como a BNCC), de situações reais do cotidiano escolar e de registros didáticos que evidenciem os desafios enfrentados no ensino de Estatística e Ciências da Natureza.

A partir dessa análise, os professores serão incentivados a compartilhar suas experiências, crenças e obstáculos enfrentados, favorecendo a construção de um ambiente de problematização compartilhada, nos termos do Paradigma do Questionamento do Mundo (PQM) proposto por Chevallard (2009).

Do ponto de vista praxeológico, esse módulo ativa praxeologias institucionais já conhecidas pelos professores — como planejamentos escolares e práticas avaliativas —, mas convida-os a reinterpretá-las à luz de uma perspectiva crítica e investigativa. Trata-se de iniciar o deslocamento paradigmático necessário para o engajamento em um percurso que requer abertura à dúvida, ao erro, à reconstrução dos saberes e à explicitação dos porquês do ensinar.

Ao final do módulo, espera-se que os participantes estejam mobilizados em torno da questão geratriz e reconheçam a importância de abordar a formação docente não apenas como aquisição de técnicas, mas como um processo de investigação compartilhada sobre o ensinar e o aprender:

● **Módulo 1 – Vivência do PEP-FP**

Neste segundo módulo do percurso formativo, os professores participantes assumem a posição de professor-aluno, vivenciando na prática uma Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP) que integra conceitos estatísticos e científicos no contexto da educação infantil. Tal como descrito por Barquero *et al.* (2019), trata-se de um momento fundamental em que os docentes experimentam, a partir do lugar de aprendizes, uma proposta didática elaborada segundo os princípios do Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP).

A vivência do percurso assume, nesta pesquisa, a forma do projeto interdisciplinar “Por que a produção de resíduos pode ser um problema?”, cujo foco está na articulação entre Educação Estatística e Ciências da Natureza com base no tema transversal da alimentação e do consumo consciente. Os professores, como estudantes, são convidados a realizar tarefas que envolvem a coleta de dados sobre alimentos e resíduos sólidos, a categorização de informações,

a representação gráfica (por meio de tabelas e pictogramas), e a análise crítica das consequências do consumo excessivo e do desperdício de alimentos.

Ao colocar-se no lugar do aluno, o professor tem a oportunidade de experimentar as técnicas (τ) de resolução de problemas, bem como de formular questões derivadas (Q') que emergem naturalmente do processo investigativo. Esse movimento de exploração inicial visa criar uma tensão didática produtiva, na qual os docentes experimentam a necessidade de construir justificativas para os procedimentos adotados e de buscar referências teóricas que sustentem suas ações — aspectos que serão aprofundados no módulo seguinte.

Esse momento formativo é estruturado como uma atividade de estudo coletivo, na qual os professores trabalham em grupos, compartilham hipóteses, produzem registros escritos e constroem esquemas representativos dos dados coletados.

Essa dinâmica visa favorecer a emergência das primeiras praxeologias estatísticas e científicas, em um contexto didático que simula a prática escolar, mas que, ao mesmo tempo, a transcende por meio da reflexão crítica e da mediação formativa.

Tal como destacam Rita Lobo (2022) e Valenzuela (2021), esse módulo é decisivo para instaurar uma nova relação dos professores com os saberes escolares, uma vez que, ao experienciar o conteúdo como aprendizes, os docentes são desafiados a reconhecer as potencialidades e limites das propostas didáticas que usualmente aplicam em sala. A experiência vivida, portanto, torna-se objeto de análise futura e prepara o terreno para a compreensão mais profunda das tecnologias (θ) e teorias (Θ) subjacentes ao saber escolar.

Ao final do Módulo 1, espera-se que os professores estejam engajados no processo de construção do saber, não apenas em sua dimensão técnica, mas também epistemológica, e que tenham vivenciado os efeitos formativos de um ensino integrado e problematizador, conforme preconiza o Paradigma do Questionamento do Mundo (Chevallard, 2009):

● **Módulo 2 – Análise do PEP Vivenciado**

No terceiro módulo do percurso, os professores assumem a posição de professor-analista, voltando-se para a análise crítica da experiência vivenciada no módulo anterior. Conforme estruturado por Barquero, Bosch e Romo (2015; 2019), este é o momento de reflexão sistematizada sobre o percurso vivido, à luz dos fundamentos teóricos e didáticos da Teoria Antropológica do Didático (TAD).

A vivência da AEP “Por que a produção de resíduos pode ser um problema?”, realizada no módulo anterior, torna-se aqui objeto de análise praxeológica. Os participantes são incentivados a examinar as tarefas realizadas, as técnicas empregadas, as tecnologias

(justificações pragmáticas) utilizadas e os possíveis aportes teóricos (Θ) que sustentam ou poderiam sustentar tais práticas. Esse movimento constitui o cerne da organização praxeológica completa, conforme proposto por Chevallard (1999), e é fundamental para a formação de professores reflexivos e críticos.

A análise ocorre em duplo nível: Epistemológico-didático: os professores discutem o valor formativo das tarefas propostas, identificam os conteúdos matemáticos e científicos envolvidos, problematizam as formas de representação de dados (gráficos, tabelas) e avaliam a coerência entre os objetivos da atividade e os conhecimentos mobilizados.

Ecológico-institucional: são analisadas as condições materiais, curriculares e institucionais que impactam a implementação de propostas interdisciplinares nas escolas. Questões como tempo escolar, estrutura de trabalho docente, acesso a materiais pedagógicos e apoio da gestão são colocadas em pauta como parte do diagnóstico.

Esse módulo também permite a identificação de obstáculos epistemológicos, tanto no que diz respeito ao conteúdo estatístico (por exemplo, a compreensão equivocada de média ou a leitura mecânica de gráficos), quanto às concepções sobre ensino de Ciências da Natureza (por exemplo, a ideia de que basta memorizar classificações). Esses obstáculos, longe de serem problemas individuais, são tratados como efeitos da institucionalização do saber escolar, conforme a TAD.

A atividade central do módulo consiste em reconstruir a organização praxeológica da AEP vivenciada, a partir da seguinte pergunta: “O que fizemos? Por que fizemos assim? O que poderíamos ter feito diferente?” Esse exercício de reconstrução permite que os professores desenvolvam uma postura analítica em relação às práticas escolares e fortalece a articulação entre teoria e prática.

Em consonância com os relatos de Valenzuela (2021) e Rita Lobo (2022), este módulo contribui para que os docentes compreendam que ensinar é uma atividade complexa, ancorada em escolhas epistemológicas, tecnológicas e institucionais.

Assim, a análise do percurso vivido não se limita à crítica, mas constitui um ato de produção de conhecimento didático, necessário para que os professores possam, no módulo seguinte, assumir o papel de designers de suas próprias propostas formativas:

● **Módulo 3 – Desenho do PEP**

Neste módulo, os professores transitam para a posição de professor-designer, assumindo a responsabilidade pelo planejamento de uma nova Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP), adaptada à sua realidade educacional. Esse momento é caracterizado, conforme Barquero,

Bosch e Romo (2015; 2019), pela transposição do conhecimento analisado em experiências anteriores para a criação de um novo percurso didático, com base em critérios praxeológicos, ecológicos e epistemológicos.

A proposta do módulo é que cada grupo de professores, tomando como referência o percurso vivenciado e analisado nos módulos anteriores, elabore uma sequência de atividades que articule conceitos estatísticos e científicos, tomando como foco um problema real do cotidiano escolar. O objetivo é que o saber não seja apenas ensinado, mas investigado, construído coletivamente e justificado por meio de técnicas, tecnologias e teorias adequadas ao nível de escolaridade dos alunos.

Para guiar esse processo, os professores são provocados por perguntas como: Que tipo de tarefa pode gerar questionamentos estatísticos e científicos nos meus alunos? Quais saberes são necessários para que eles justifiquem suas respostas? Que representações gráficas são mais adequadas ao seu nível de desenvolvimento? Como posso apoiar o aluno a interpretar os dados de forma crítica e significativa?

A produção do desenho do PEP-FP exige o domínio de uma engenharia didática fundamentada, em que os professores se apoiam na análise praxeológica feita no Módulo 2 para organizar os novos conteúdos. Isso envolve prever:

- a) Tarefas (T) coerentes com os objetivos da alfabetização científica e estatística;
- b) Técnicas (τ) que estimulem a manipulação de dados reais;
- c) Tecnologias (θ) que articulem práticas sociais com saberes escolares;
- d) Teorias (Θ) que sustentem epistemologicamente as escolhas didáticas.

Esse processo se ancora no modelo do Paradigma do Questionamento do Mundo (Q), no qual o saber a ser ensinado emerge como resposta a um problema significativo e não como um conteúdo pronto. O desenho elaborado pelos professores deve, assim, estar orientado por uma nova questão geratriz (Q_0'), surgida da análise da realidade escolar e das aprendizagens anteriores.

Conforme apontam Rita Lobo (2022) e Maritza Luna Valenzuela (2021), esse módulo representa um ponto de inflexão na formação docente, pois marca a passagem do professor que executa para o professor que projeta e fundamenta suas escolhas. O saber didático torna-se, aqui, objeto de estudo e construção.

A mediação formativa desempenha papel essencial neste módulo, pois cabe ao formador assegurar que os percursos desenhados não se resumam a atividades soltas, mas que mobilizem praxeologias significativas, contextualizadas e epistemologicamente justificáveis.

Ao final do Módulo 3, os professores terão produzido um esboço estruturado de AEP, passível de ser implementado em suas turmas e avaliado de forma crítica, o que será realizado no módulo seguinte:

- **Módulo 4 – Gerenciamento e Experimentação do PEP**

No último módulo do percurso, os professores assumem uma posição híbrida de professor-analista-designer, articulando a implementação prática de sua proposta didática com uma análise crítica de sua execução. Este módulo corresponde, segundo Barquero, Bosch e Romo (2015; 2019), ao momento de gestão, experimentação e institucionalização do PEP adaptado ao contexto real de sala de aula.

Neste estágio, cada grupo de professores é incentivado a colocar em prática a AEP que foi elaborada no módulo anterior, adaptando-a às condições específicas de sua escola, de seus alunos e das diretrizes curriculares locais.

A experimentação se constitui como uma dimensão essencialmente ecológica, pois evidencia os condicionantes institucionais e materiais que podem favorecer ou restringir a integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais. A implementação do percurso não se limita à aplicação de atividades, mas exige do professor uma postura reflexiva durante todo o processo.

Para tanto, são utilizados instrumentos de observação e registro, como diários de campo, fotos de produções dos alunos, gravações em áudio ou vídeo e protocolos de avaliação diagnóstica e formativa. Esses registros subsidiam a análise *a posteriori* do percurso, que será realizada em momentos coletivos com o grupo de formação.

A dimensão *in vivo* da prática — tal como destacada por Chevallard (2009) e reforçada por Maritza Luna Valenzuela (2021) — emerge aqui como oportunidade formativa: ao vivenciar tensões didáticas reais, os professores são levados a reconfigurar suas escolhas iniciais, identificar obstáculos não previstos e desenvolver estratégias de regulação e mediação mais eficazes.

A análise *a posteriori* busca responder a perguntas como: Quais tarefas mobilizaram mais fortemente os saberes estatísticos e científicos? Houve mudanças nas representações e interpretações dos alunos? Como os alunos reagiram à proposta investigativa? O que poderia ser melhorado em uma próxima aplicação?

Esse momento também permite uma revisitação da questão geratriz (Q₀), com base nos dados da prática. Trata-se de avaliar até que ponto a proposta conseguiu promover uma

alfabetização científica por meio da integração dos saberes, rompendo com a fragmentação curricular e com o ensino tecnicista.

Conforme destacam Rita Lobo (2022) e Teixeira *et al.* (2023), o Módulo 4 representa o fechamento de um ciclo formativo que transforma o professor em pesquisador de sua própria prática, ao mesmo tempo em que institucionaliza um novo modo de conceber o ensino e a aprendizagem nos anos iniciais.

Ao final deste módulo, os professores são convidados a sistematizar os aprendizados, documentar os percursos desenvolvidos e compartilhar suas experiências com o grupo, possibilitando uma circulação horizontal de saberes e a criação de uma comunidade formativa pautada na colaboração, na análise crítica e na autonomia docente.

Enquanto os módulos compõem o nível macro da formação e organizam o ciclo de desenvolvimento profissional, as sessões referem-se a recortes específicos das sessões de formação que podem ser analisados com maior profundidade. Já os momentos didáticos — como a apresentação da tarefa, a exploração da técnica (τ) e a justificação teórica (θ/Θ) — dizem respeito à estrutura interna de cada sessão, conforme os princípios da Teoria Antropológica do Didático. O Quadro 22 a seguir explicita essa articulação conceitual.

Quadro 22 - Articulação entre os níveis do PEP-FP

NÍVEL	CONCEITO	FINALIDADE
MÓDULO (M0–M4)	Etapa formativa no percurso. Define a posição didática assumida e organiza os objetivos formativos da formação continuada.	Estruturar a trajetória do professor no PEP-FP como mediador, aluno, analista, designer.
SESSÃO	Recorte de uma sessão ou prática vivida no percurso. Permite a análise localizada de ações didáticas.	Investigar situações de ensino e aprendizagem dentro das sessões.
MOMENTO DIDÁTICO	Elemento conceitual da TAD que descreve o que ocorre dentro de uma sessão. Representa a dinâmica interna do saber em estudo.	Analisar o desenvolvimento praxeológico: tarefa, técnica, teoria, institucionalização.

Fonte: Autora 2025.

A seguir, descrevo cada sessão previsto para a formação. Cada sessão será entendido como uma unidade significativa dentro de uma sessão de formação, com finalidade própria, atividade central e momentos didáticos predominantes.

Como parte do desenho *a priori* do PEP-FP, propõem-se dez sessões formativos distribuídos ao longo dos cinco módulos da formação. Cada sessão é concebido com objetivos específicos, atividades centrais e momentos didáticos correspondentes, articulando a progressiva mobilização de praxeologias e a mudança de posição do professor-formando.

Desta forma, propõe-se a partir de uma situação-problema inspirada na prática docente dos professores pedagogos participantes da formação, consideramos, como ponto de partida, o tema da alimentação saudável, já presente no currículo do 2º ano do Ensino Fundamental e com forte potencial interdisciplinar entre as áreas de Ciências da Natureza e Estatística, a seguinte situação:

A professora Ana, que leciona para uma turma do 2º ano do Ensino Fundamental, observa o desinteresse dos alunos por frutas, legumes e outros alimentos saudáveis. Em conversas espontâneas, os estudantes revelam preferências por salgadinhos industrializados, refrigerantes e lanches ultra processados. Diante disso, Ana decide desenvolver um projeto pedagógico que uma investigação científica e leitura de dados, para que os próprios alunos possam levantar informações sobre seus hábitos alimentares, coletar dados, construir gráficos simples e refletir criticamente sobre os resultados. Ana deseja transformar essa experiência em um processo significativo de alfabetização científica, mesmo com crianças pequenas.

Fonte: Autora 2025.

Para isso, se questiona: Q_0 - Como integrar a Estatística ao ensino de Ciências da Natureza para promover a alfabetização científica?

Para dar resposta à questão Q_0 , considerou-se pertinente que o percurso formativo focasse em três eixos articuladores: (i) a compreensão do contexto alimentar dos estudantes; (ii) o tratamento e a interpretação de dados sobre alimentação; e (iii) a transposição didática desses conhecimentos para práticas pedagógicas nos anos iniciais.

No primeiro eixo, espera-se que os professores-formandos reflitam sobre os hábitos alimentares das crianças e reconheçam elementos socioculturais, econômicos e afetivos que influenciam essas escolhas.

No segundo eixo, o objetivo é mobilizar praxeologias estatísticas básicas – como categorização, coleta, organização e representação de dados – para construir leituras mais críticas da realidade.

Por fim, o terceiro eixo visa apoiar o professor-formando na reconstrução do saber escolar, isto é, em transformar os conhecimentos mobilizados em propostas didáticas que promovam a alfabetização científica. Para tanto, serão elaboradas questões derivadas (Q_1 , Q_2 , ...), cujas respostas provisórias (R_{ij}) alimentarão as discussões ao longo do percurso.

No desenvolvimento do PEP-FP, considerar-se-á a dialética mesogênica e a utilização de mídias e recursos didáticos diversos como meios para sustentar o estudo, construir os saberes e observar os efeitos topogenéticos e cronogenéticos do processo.

Assim, o tempo de trabalho coletivo e individual ao longo dos módulos M_0 a M_4 visa à produção de uma resposta $R♥$ final, expressa na elaboração de uma proposta didática interdisciplinar que integre Estatística e Ciências da Natureza de forma significativa para os anos iniciais.

A seguir, apresentamos o planejamento das dez sessões formativas que compõem o desenvolvimento do PEP-FP, distribuídas ao longo dos cinco módulos (M₀ a M₄). Cada sessão foi organizada com base em objetivos específicos, atividades investigativas e momentos didáticos articulados, visando à mobilização progressiva das praxeologias estatísticas e científicas relevantes para a alfabetização científica nos anos iniciais.

Em cada sessão, buscou-se favorecer a construção de respostas provisórias às questões derivadas da Q₀, por meio de dinâmicas de estudo, debates em grupo, elaboração de produções escritas e proposições didáticas. Apresentamos, portanto, os objetivos e as atividades centrais de cada sessão, bem como o mapa $Q \leftrightarrow R$ que sintetiza as questões trabalhadas e os avanços esperados na produção das respostas ao longo do percurso formativo.

Na primeira sessão, realizamos uma roda de conversa introdutória e uma escuta diagnóstica com o objetivo de mobilizar os saberes prévios dos participantes, bem como estimular a formulação de hipóteses iniciais acerca do problema proposto. Além disso, foi realizada a apresentação do referencial teórico que fundamenta o percurso e dos critérios de avaliação da disciplina, considerando que o PEP foi implementado como parte integrante de um componente curricular avaliativo. Por fim, os professores serão convidados a responder um questionário inicial para identificação de seus perfis formativos e de suas experiências com o ensino de Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais.

No Quadro 23, apresentamos o planejamento da primeira sessão do PEP-FP, cuja proposta foi iniciar a formação dos professores (X) a partir da apresentação da situação-problema e da questão geratriz da formação.

Quadro 23 - Plano para a sessão 1

SESSÃO 1 - Apresentação da questão geratriz e escuta diagnóstica (Módulo M0)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Apresentar a situação-problema relacionada à alimentação infantil e à produção de resíduos, levantar a questão geratriz da formação e iniciar o processo investigativo com base nos saberes prévios dos professores (X).

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (20 min):

- Breve apresentação do percurso formativo (PEP-FP).
- Explicação da metodologia e objetivos da formação.

Apresentação da situação-problema (25 min):

- Leitura coletiva e discussão da situação:

Apresentação e discussão da questão geratriz (Q₀) (30 min):

- Professores (X) refletem sobre o sentido da pergunta e suas possíveis implicações para a prática docente.

Roda de conversa e escuta diagnóstica (30 min):

- Debate coletivo sobre o que os professores (X) já conhecem sobre ensino de Estatística e Ciências nos anos iniciais.
- Levantamento dos saberes prévios, experiências, dificuldades e concepções.

Levantamento de hipóteses iniciais (30 min):

- Em pequenos grupos, os professores (X) discutem possíveis respostas iniciais à questão geratriz.
- Registros em cartazes ou fichas.

Socialização em plenária (30 min):

- Compartilhamento das hipóteses iniciais dos grupos.
- Mediação das falas com base na TAD: início da construção do meio didático.

Fechamento da sessão (15 min):

- Sistematização das contribuições.
- Apresentação dos próximos passos da formação.

Resultados esperados:

- Engajamento dos professores (X) com a proposta formativa.
- Formulação coletiva das primeiras hipóteses sobre a questão geratriz.
- Exploração inicial das relações entre estatística, alimentação e meio ambiente na prática escolar.

Fonte: autora 2025

Com base nas possíveis hipóteses iniciais formuladas pelos professores (X) e nos saberes mobilizados durante a primeira sessão, estruturamos a segunda etapa do percurso formativo de modo a aprofundar a investigação da situação-problema proposta.

A seguir, apresentamos a análise *a priori* da sessão 2, na qual se busca mobilizar praxeologias estatísticas e científicas que permitam compreender e representar, de forma crítica, os hábitos alimentares dos estudantes dos anos iniciais.

Na sessão seguinte, planeja-se a análise das práticas docentes reais, com debates sobre experiências anteriores, análise de planejamentos e identificação de obstáculos e potencialidades no ensino dos conteúdos. Seriam exploradas as técnicas mobilizadas nas situações reais de ensino, em uma tentativa de interpretar a realidade escolar à luz das praxeologias docentes relacionadas à coleta, organização e representação de dados estatísticos no contexto da temática “alimentação saudável”.

A atividade central consistiu em um informe individual em que cada participante será convidado a refletir sobre a situação-problema apresentada na Sessão 1 e formular questões derivadas que pudessem contribuir para a construção de respostas à questão geradora Qo.

Com base nos objetivos delineados para esta etapa formativa, o Quadro 24 sintetiza o plano de desenvolvimento da segunda sessão do PEP-FP, destacando as atividades, os tempos previstos e os resultados esperados.

Quadro 24 - Plano para a sessão 2

SESSÃO 2 - Investigação sobre os hábitos alimentares e levantamento de dados com crianças (Módulo M0)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Analisar práticas docentes relacionadas ao ensino de Estatística e Ciências no contexto da alimentação saudável; promover a reflexão sobre obstáculos e potencialidades do ensino desse conteúdo nos anos iniciais; estimular a formulação de questões derivadas da situação-problema apresentada na sessão anterior.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e retomada da sessão anterior (20 min):

- Breve socialização do que foi produzido na sessão 1
- Releitura da situação-problema e da questão geratriz (Q₀)

Análise de práticas docentes reais (40 min):

- Debate sobre experiências anteriores no ensino de Ciências e Estatística
- Compartilhamento de planejamentos e relatos de aula
- Identificação de obstáculos e potencialidades

Exploração das técnicas mobilizadas (30 min):

- Discussão sobre como os dados estatísticos (quantitativos ou qualitativos) são abordados em sala
- Levantamento de instrumentos utilizados na prática docente (tabelas, registros, gráficos simples)

Atividade central – Produção de questões derivadas (45 min):

- Reflexão individual sobre a situação-problema
- Elaboração de perguntas que poderiam ser feitas pelos alunos ou pelo professor (X) para construir respostas à Q₀

Exemplos esperados:

Q1: O que é uma alimentação saudável?

Q11: Quais alimentos são considerados saudáveis?

Q12: Que informações os alunos devem pesquisar sobre os alimentos consumidos?

Q13: Que tipos de alimentos são mais consumidos pelas crianças da turma?

Q14: Quais alimentos os alunos conhecem, mas não consomem?

Socialização em grupos (30 min):

- Troca de questões elaboradas
- Organização das perguntas por temas ou categorias
- Discussão sobre como essas questões se relacionam com conteúdos curriculares e possibilidades de ensino interdisciplinar

Fechamento da sessão (15 min):

- Sistematização das contribuições
- Apresentação do plano para a próxima sessão

Resultados esperados:

Mapeamento inicial de praxeologias docentes mobilizadas no ensino de Estatística e Ciências
 Elaboração coletiva de um conjunto inicial de questões investigativas (Q1...Q14)
 Reflexão crítica sobre os desafios reais da prática pedagógica nos anos iniciais
 Fortalecimento da articulação entre teoria didática e prática escolar

Fonte: autora 2025.

Ao elaborar perguntas a partir da situação, prevê-se que os participantes revelem suas concepções sobre os conteúdos envolvidos e as possibilidades de articulação entre Ciências e Estatística no contexto do 2º ano do Ensino Fundamental.

O momento didático predominante nesta sessão corresponde à exploração da técnica (τ), na medida em que os professores (X) iniciam a análise da realidade escolar e das práticas pedagógicas relacionadas ao tema.

A terceira sessão corresponderia à vivência de uma Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP) na posição de aluno. Os professores (X) seriam convidados a experimentar uma sequência didática interdisciplinar, realizando atividades de coleta de dados, construção de gráficos e análise de resultados. Tarefas a serem realizadas (T)

- T₁ - Atividade de sensibilização (individual ou em duplas):
 - Ler rótulos de alimentos comuns consumidos por crianças;
 - Identificar e anotar ingredientes que desconhecem ou que consideram nocivos (açúcar ou sal demasiado).
 - Relatar oralmente suas percepções.
- T₂ - Levantamento coletivo de hipóteses:
 - Em roda de conversa, levantar hipóteses
- T₃ - Produção de perguntas investigáveis (em grupo):
 - Com base nas hipóteses, cada grupo elabora perguntas investigativas relacionadas a: alimentação saudável; hábitos alimentares; como pesquisar; como trabalhar isso em sala.
- T₄ - Criação do “Painel de perguntas”:
 - As perguntas são registradas em cartazes ou slides, organizadas por tema.

A proposta consiste na construção coletiva, em grupos, de um esquema de categorização das perguntas elaboradas na Sessão 2, classificando-as segundo três eixos temáticos: (i) questões relacionadas ao significado da situação, (ii) questões que abordam os fenômenos em movimento ou transformação, e (iii) questões voltadas à explicação e transposição didática dos saberes envolvidos.

Essa organização teórica das perguntas permitiria estabelecer conexões entre os saberes escolares e os saberes sábios, inaugurando a mobilização inicial da dialética topogênica, uma

vez que os professores (X) passam a atuar como sujeitos epistêmicos ativos no processo investigativo.

A atividade culminará em um momento de socialização em plenário, no qual os grupos apresentaram seus esquemas de questões, favorecendo o confronto de ideias e a comparação de estratégias. Essa dinâmica possibilitará os professores (X) refletirem sobre os diferentes modos de pensar a mesma situação e reconhecerem a diversidade de interpretações possíveis, aspecto central para o trabalho interdisciplinar.

Esperava-se que os participantes elaborem questões do tipo:

- Q₂: Como coletar dados de forma simples e acessível para crianças de 7-8 anos?
 - Q₂₁: Como organizar as categorias para coleta dos dados?
 - Q₂₂: Quais instrumentos podem ser usados com alunos do 2º ano?
 - Q₂₃: Quais cuidados éticos e pedagógicos devem ser considerados?
- Q₃: Que tipo de gráfico pode ser construído com os dados coletados?
 - Q₃₁: Como construir gráficos simples com crianças?
 - Q₃₂: Como interpretar esses dados de forma crítica em sala de aula?
 - Q₃₃: Que conclusões podem ser tiradas dos gráficos?
 - Q₃₄: Como discutir criticamente os resultados com os alunos?
- Q₄: Como transformar a análise dos dados em ações educativas?
 - Q₄₁: Como promover hábitos alimentares mais saudáveis?
 - Q₄₂: Como envolver as famílias no processo?
 - Q₄₃: Como articular com o currículo de Ciências da Natureza?

Os momentos didáticos esperados incluem a realização da tarefa (T), a construção de técnicas (τ) e a comparação de estratégias. Apresentamos no Quadro 25 a seguir o plano para sessão 3.

Quadro 25 - Plano para a sessão 3

SESSÃO 3 - Vivência de uma AEP na posição de aluno: coleta e representação de dados (Módulo M1)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Proporcionar aos professores-formandos a vivência de uma Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP), assumindo a posição de alunos, de modo a experimentar práticas investigativas interdisciplinares que integrem Estatística e Ciências da Natureza no contexto da alimentação saudável.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (15 min):

- Relembrar os principais pontos discutidos nas sessões anteriores.
- Explicitar que a sessão terá como foco a vivência prática de uma AEP.
- Apresentar o objetivo da sessão e os eixos norteadores.

Tarefa 1 – Atividade de sensibilização (30 min)

- Distribuir rótulos de alimentos comumente consumidos por crianças.
- Solicitar que, de forma individual ou em duplas, os professores (X):
- Leiam os rótulos;
- Identifiquem ingredientes desconhecidos ou considerados nocivos (ex.: excesso de açúcar, sódio, conservantes);
- Compartilhem oralmente suas impressões com o grupo.
- Relacionar os relatos à importância da alfabetização científica e à leitura crítica da informação.

Tarefa 2 – Levantamento coletivo de hipóteses (25 min)

- Em roda de conversa, discutir:
- O que os professores (X) perceberam nos rótulos?
- Que hipóteses podem ser levantadas a partir dessas percepções?
- Registrar coletivamente as hipóteses em cartazes.

Tarefa 3 – Elaboração de perguntas investigáveis (30 min)

- Dividir os professores (X) em pequenos grupos.
- Cada grupo elabora perguntas investigativas que poderiam ser feitas por ou com os alunos do 2º ano sobre alimentação saudável.
- As perguntas devem envolver aspectos como:
- Significado da alimentação saudável;
- Hábitos alimentares da turma;
- Como pesquisar com as crianças;
- Como transformar os dados em ações pedagógicas.

Tarefa 4 – Criação do “Painel de perguntas” (25 min)

- Os grupos registram suas perguntas em cartazes ou slides.
- Os professores (X) organizam as perguntas em três eixos temáticos:
 1. Questões sobre o significado da situação;
 2. Questões sobre os fenômenos em movimento;
 3. Questões voltadas à explicação e transposição didática.

Essa organização permite iniciar a construção do “meio didático” da investigação.

Socialização e análise coletiva (30 min)

- Cada grupo apresenta seu painel de perguntas.
- Promover o confronto de ideias, discussão sobre diferentes estratégias e reflexões sobre a diversidade de interpretações possíveis.
- Estimular a análise crítica das praxeologias pessoais que começam a emergir.

Sistematização e fechamento (25 min)

- Apontar as principais aprendizagens da sessão.
- Relacionar as perguntas construídas às questões derivadas da questão geradora Q₀.

- Explicar como o mapeamento dessas perguntas contribuirá para a construção do mapa Q-R e fundamentará os próximos passos do percurso.

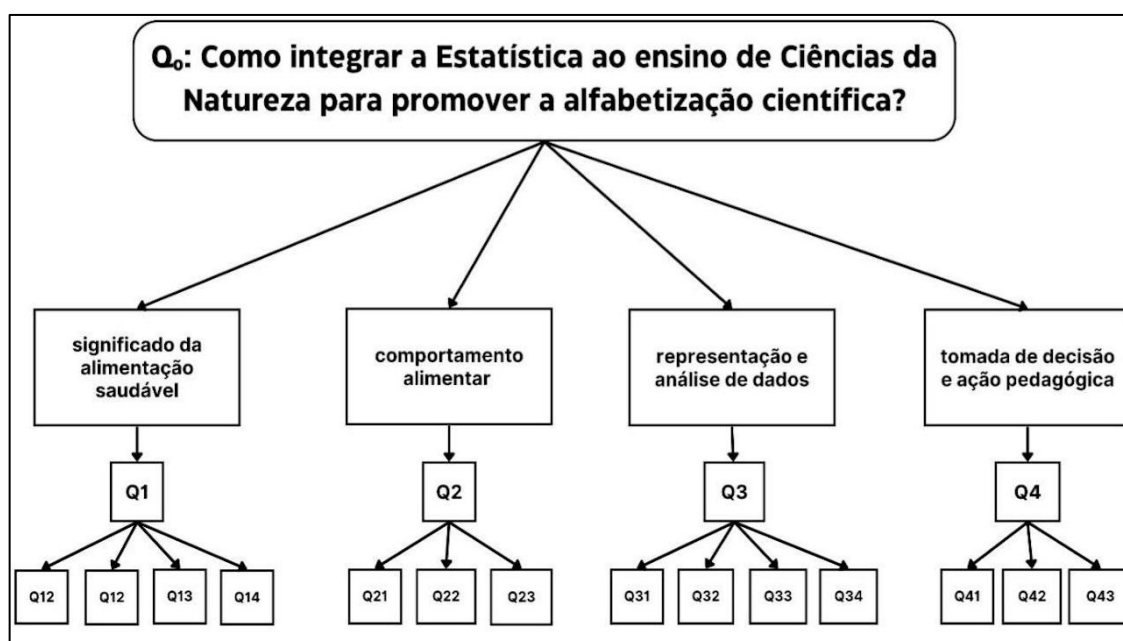
Resultados esperados:

- Vivência de uma AEP na posição de aluno;
- Elaboração coletiva de perguntas investigativas articuladas ao tema;
- Mobilização da dialética mesogênica ao construir um meio compartilhado de investigação;
- Reflexão crítica sobre os sentidos possíveis da situação-problema no contexto escolar.

Fonte: autora 2024.

Essa etapa inicial visa mobilizar a dialética mesogênica ao criar um meio compartilhado de investigação e tornar visíveis as praxeologias pessoais dos professores-formandos. Os dados coletados nessas sessões 1, 2 e 3 permite a organização de um mapa das questões das questões *a priori* ($Q_1, Q_2, \dots$) a serem formuladas pelos professores (X), o que fundamentaria as atividades subsequentes do PEP-FP, e que foi esquematizado na Figura 14.

Figura 14 - Mapa de questões *a priori*



Fonte: Autora 2025.

A vivência da AEP nesta terceira sessão permitirá que os professores (X) assumam a posição de alunos, mobilizando saberes prévios, formulando hipóteses e construindo coletivamente perguntas investigativas ancoradas na situação-problema proposta. A organização das questões em eixos temáticos também possibilitará emergência de sentidos diversos sobre o tema da alimentação saudável, bem como evidenciará caminhos possíveis para

a articulação entre os conteúdos estatísticos e científicos. Com isso, espera-se que os participantes tenham ampliado sua compreensão sobre os desafios e as potencialidades do ensino interdisciplinar nos anos iniciais.

Em seguida, a quarta sessão propõe a análise coletiva da AEP vivenciada, com o visando refletir sobre decisões didáticas, obstáculos conceituais e potenciais de aprendizagem. Essa análise, feita sob a lente da TAD, visará mobilizar as justificativas das técnicas (θ), a análise *a posteriori* e a produção de sentidos teóricos. Apresentamos a seguir o Quadro 26 que apresenta o plano desta sessão.

Quadro 26 - Plano para sessão 4

SESSÃO 4 - Análise da AEP vivenciada à luz da TAD: justificativas, obstáculos e sentidos teóricos (Módulo M2)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Promover a reflexão crítica sobre as decisões didáticas tomadas, os obstáculos conceituais enfrentados pelos participantes e os potenciais de aprendizagem identificados. A sessão será conduzida com base na Teoria Antropológica do Didático (TAD), com ênfase na mobilização das justificativas das técnicas (θ), na análise *a posteriori* das praxeologias mobilizadas e na produção de sentidos teóricos.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (10min):

- Retomada breve da AEP vivenciada.
- Explicitação dos objetivos da sessão.

Trabalho em grupo (30 min):

- Os professores (X), organizados em pequenos grupos, discutirão os seguintes aspectos da experiência anterior:
 - a) Quais decisões didáticas foram tomadas e por quê?
 - b) Que dificuldades ou obstáculos surgiram durante a AEP?
 - c) Que aprendizagens ou descobertas emergiram da atividade?
 - d) Que técnicas foram mobilizadas e quais suas justificativas (θ)?

Plenária (25 min):

- Socialização dos registros dos grupos.
- Discussão coletiva sobre os pontos comuns e divergentes.
- Registro de exemplos de justificativas das técnicas utilizadas.
- Sistematização das praxeologias observadas.

Sistematização Teórica (25 min):

- Introdução aos conceitos da TAD relacionados às praxeologias (T, τ , θ , Θ).
- Discussão sobre como a teoria pode auxiliar na leitura e compreensão das práticas docentes.
- Início da construção coletiva de um quadro de análise *a posteriori* da AEP.

Fechamento (10 min):

- Registro individual de reflexões sobre o que foi aprendido.
- Compartilhamento de ideias-chave que emergiram da sessão.
- Encaminhamento para a próxima etapa formativa.

Encaminhamentos para a Próxima Sessão

Solicitar que os professores (X) realizem uma leitura orientada sobre praxeologias docentes e organização de AEPs à luz da TAD, visando preparar o terreno para a Sessão 5, que abordará o aprofundamento teórico dos saberes mobilizados.

Fonte: autora 2025.

A análise coletiva a ser realizada na quarta sessão permitirá aos professores participantes (X) revisitar a Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP) vivenciada, promovendo reflexões críticas sobre as decisões didáticas tomadas e os desafios enfrentados. A sistematização das observações visa evidenciar a importância de um olhar teórico fundamentado para compreender e aprimorar as práticas docentes.

Nesse sentido, a quinta sessão será dedicada à aproximação com referenciais teóricos essenciais para a compreensão e a justificação das escolhas pedagógicas realizadas, promovendo a transição da técnica (τ) para a tecnologia e a teoria (θ e Θ) no contexto do ensino de Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais.

Assim, quinta sessão destina-se à aproximação dos participantes às referências teóricas, com foco em leituras orientadas de textos fundamentais da Educação Estatística, do ensino de Ciências e da própria TAD. Espera-se que, nesse momento, se configurem processos de justificativa teórica (Θ), institucionalização do saber e sistematização conceitual.

Nesta sessão do PEP-FP, os docentes assumem a posição de *designers* (Módulo M3), sendo convidados a criar uma nova Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP) voltada ao trabalho interdisciplinar com Estatística e Ciências da Natureza. A proposta deverá partir de uma situação-problema significativa para o contexto escolar, mobilizando praxeologias didáticas e científicas capazes de promover a Alfabetização Científica nos anos iniciais. Apresentamos no Quadro 27 a seguir uma proposta do plano esta sessão.

Quadro 27 - Plano para sessão 5

SESSÃO 5 - Leitura e socialização de fundamentos teóricos: justificativa teórica e institucionalização parcial (Módulo M2)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Aproximar os professores (X) de referenciais teóricos essenciais da Educação Estatística, do Ensino de Ciências e da Teoria Antropológica do Didático (TAD), promovendo a teorização das decisões didáticas e a sistematização conceitual.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (10min):

- Receber os professores (X) com uma breve fala de acolhimento.
- Relembrar os objetivos do módulo 2 e os temas discutidos na sessão anterior (sessão 4), reforçando o papel da reflexão crítica sobre a prática.
- Exibir no quadro/tela a síntese elaborada na sessão anterior com os pontos discutidos da AEP vivenciada.
- Apresentação do objetivo da sessão

Leitura orientada em duplas (30 minutos):

- Distribuição dos textos

(T1) Cada dupla recebe um excerto teórico com tema distinto, como:

- Educação Estatística e Alfabetização Científica (Batanero, Cazorla, Lopes)
- Praxeologia didática e transposição (Chevallard)
- Integração Estatística–Ciências nos anos iniciais (Amorim, Almeida, Almouloud)
- Técnica, tecnologia e teoria na TAD (Gascón)

- Leitura guiada com roteiro de análise

(T2) Cada dupla recebe um roteiro com as seguintes perguntas:

- Quais conceitos-chave o texto apresenta?

Discussão em grupos temáticos (30 minutos)

- Agrupar as duplas em grupos temáticos, de acordo com os textos lidos.

(T3) Cada grupo discute os pontos comuns entre os textos, preparando uma síntese coletiva que será apresentada ao grupo geral:

Quais as principais ideias que emergiram?

Como essas ideias podem contribuir para aprimorar as AEPs?

Quais dúvidas ou tensões surgiram?

Socialização em plenário (40 minutos)

- Cada grupo apresenta sua síntese oralmente (aprox. 5 min por grupo).
- O formador (Y) media as falas, conectando os conceitos-chave das diferentes áreas (Estatística, Ciências e Didática) com a prática docente.
- As falas são registradas no quadro em uma tabela de conceitos teóricos + implicações pedagógicas.

Construção coletiva de um quadro síntese (30 minutos)

- Com base nas socializações, a turma constrói coletivamente um quadro organizando:

- As praxeologias mobilizadas nas AEPs.
- As justificativas teóricas possíveis para as decisões pedagógicas.
- As relações entre os saberes escolares e os saberes sábios.
- Os obstáculos epistemológicos detectados.

Reflexão individual escrita (15 minutos)

- Cada professor (X) recebe uma ficha com as questões norteadoras e derivadas, e registra:

- Uma justificativa teórica que aprendeu na sessão.
- Uma implicação concreta para o planejamento de uma nova AEP.
- Uma dúvida ou questão que permanece.

Fechamento (15 minutos)

- Rodada final de fala: os professores (X) compartilham o que mais os impactou na sessão.
- O formador (Y) ressalta que essa aproximação teórica visa ampliar o repertório docente e sustentar as escolhas pedagógicas em fundamentos sólidos.
- Anúncio da próxima sessão (Sessão 6): elaboração colaborativa de novas AEPs a partir dos saberes mobilizados.

Resultados esperados:

- Ampliação do repertório teórico dos professores (X) sobre Estatística, Ciências e TAD.
- Capacidade de justificar decisões didáticas com base em autores da área.
- Construção de sínteses colaborativas e apropriação dos conceitos de técnica, tecnologia e teoria.
- Elaboração de uma análise *a posteriori* preliminar da AEP vivenciada na sessão 3.

Fonte: autora 2025.

Algumas questões norteadoras (Q) serão apresentadas:

- **Q1** - O que dizem os autores sobre o papel da Estatística na formação científica dos alunos?
- **Q2** - Como a TAD pode ajudar a compreender as práticas docentes e a estruturação das AEPs?
- **Q3** - Quais elementos teóricos são úteis para justificar as decisões pedagógicas tomadas?
- **Q4** - Quais noções estatísticas são apropriadas para crianças do 2º ano?

Possíveis questões derivadas (Q1₁, Q1₂, Q2₁...) para essa sessão:

- **Q1** – Papel da Estatística na formação científica
 - **Q11**: Qual a contribuição da Estatística para o desenvolvimento da alfabetização científica?
 - **Q12**: Que competências estatísticas são destacadas nas diretrizes curriculares (BNCC, DCN)?
 - **Q13**: Como a Estatística permite a análise crítica de informações no cotidiano escolar?
- **Q2** – TAD e as AEPs
 - **Q21**: O que é uma praxeologia didática e como ela aparece na prática docente?
 - **Q22**: Como o paradigma do questionamento do mundo fundamenta a estrutura das AEPs?
 - **Q23**: Como a TAD interpreta a relação entre saberes sábios, escolares e ensinados?
- **Q3** – Justificativas teóricas das decisões pedagógicas
 - **Q31**: Como justificar a escolha de gráficos com base em tecnologias e teorias?
 - **Q33**: Que elementos da TAD podem sustentar a seleção de tarefas didáticas?
 - **Q34**: Em que medida a literatura especializada orienta a escolha das atividades estatísticas?

- **Q4** – Noções estatísticas adequadas ao 2º ano
 - **Q41:** Que conceitos estatísticos são acessíveis a crianças de 7–8 anos
 - **Q42:** Quais técnicas e representações facilitam a compreensão de dados por crianças?
 - **Q43:** Como adaptar atividades estatísticas aos estágios do desenvolvimento cognitivo (Piaget, Kamii)?

Assim, a sessão poderá cumprir um papel fundamental de transição entre a posição de analista e a de designer, preparando os professores (X) para o momento seguinte do percurso formativo.

Com base nas aprendizagens anteriores, a sessão seis terá como objetivo a elaboração coletiva de uma nova AEP, em que os professores (X) se colocariam na posição de designers. Pretende-se que os docentes mobilizem intencionalmente as praxeologias (T, τ , θ , Θ) e formulem planejamentos investigativos que atendam às necessidades de seus contextos escolares. Apresentamos no Quadro 28 o plano desta sessão.

Quadro 28 - Plano para sessão 6

SESSÃO 6 - Elaboração coletiva de uma nova AEP: posição de designer (Módulo M3)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Elaborar, em grupos, uma nova Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP) articulando Estatística e Ciências da Natureza, com base nos saberes mobilizados nas sessões anteriores. A proposta deverá refletir uma intencionalidade didática fundamentada na (TAD), com a mobilização consciente das praxeologias (T, τ , θ , Θ).

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (20min):

- Roda de conversa breve retomando os principais conceitos discutidos nas sessões 4 e 5.
- Sistematização das praxeologias (T, τ , θ , Θ) identificadas na AEP vivenciada.

Apresentação do desafio formativo (15 min):

- O formador (Y) apresenta o objetivo da sessão: elaboração coletiva de uma nova AEP para o 2º ano do Ensino Fundamental, com base em uma situação-problema significativa.
- Distribuição do formulário de planejamento da AEP, explicando cada campo e sua função no planejamento.

Organização dos grupos e escolha do tema (20 min):

- Os participantes se organizam em grupos de 3 a 5 professores (X).
- Cada grupo escolhe uma situação-problema contextualizada ao seu cotidiano escolar (a partir da pergunta Q₁).

- A partir disso, os grupos iniciam a elaboração das questões derivadas (Q_2 a Q_6).

Planejamento colaborativo da AEP (60 min):

- Os grupos preenchem coletivamente o formulário da AEP, detalhando:
 - Situação-problema (Q_0);
 - Questões derivadas ($Q_1, Q_2...$);
 - Tarefas (T);
 - Técnicas (τ);
 - Tecnologias (θ);
 - Teorias escolares e acadêmicas (Θ);
 - Produto final e recursos.

Produção do cartaz ou slide da AEP (30 min):

- Cada grupo organiza visualmente sua proposta em formato de cartaz ou apresentação digital.
- Recomenda-se a utilização de marcadores, papel pardo, recursos digitais ou quadro colaborativo online.

Socialização em plenária (25 min):

- Os grupos apresentam suas AEPs para os demais colegas.
- O formador (Y) e os demais participantes realizam perguntas e comentários, promovendo o confronto de ideias e a apreciação coletiva das propostas.

Fechamento e sistematização (10 min):

- Reflexão final sobre o processo de elaboração da AEP.
- O formador (Y) destaca a importância da intencionalidade didática e da coerência entre os elementos da praxeologia.

Resultados esperados:

- Elaboração de pelo menos uma AEP por grupo, com intencionalidade didática clara.
- Mobilização consciente das praxeologias didáticas (T, τ, θ, Θ).
- Articulação entre os saberes construídos nas sessões anteriores e o planejamento de práticas contextualizadas.
- Fortalecimento da posição de professor-designer (X) na formação continuada.

Fonte: autora 2025.

Espera-se ainda que novas questões surjam ao longo desse processo. Deste modo, apresentamos algumas questões norteadoras (Q) que podem ser trabalhadas nesta sessão:

- Q_1 : Que situação-problema pode ser significativa e viável no meu contexto escolar?
- Q_2 : Que tarefas (T) podem provocar o questionamento do mundo por parte dos alunos?
- Q_3 : Que técnicas (τ) os alunos poderiam mobilizar para resolver essas tarefas?
- Q_4 : Que tecnologias (θ) justificam essas técnicas?

- Q₅: Que teorias escolares ou acadêmicas (Θ) devem ser institucionalizadas?
- Q₆: Como garantir a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza?

Apresentamos na Quadro 29 a seguir o formulário a ser preenchido pelo professor (X) para a elaboração de uma Nova AEP.

Quadro 29 - Formulário para elaboração de uma nova AEP

CAMPO	ORIENTAÇÕES PARA PREENCHIMENTO	RESPOSTAS (R)
Título da AEP	Dê um nome claro e envolvente (ex.: “Do lanche ao gráfico: investigando a alimentação da turma”)	
Situação-Problema (Q ₀)	Questão ampla e instigante que envolve Estatística e Ciências da Natureza	
Questões derivadas (Q ₁ , Q ₂ ... Q')	Perguntas investigativas que desdobram o Q ₀	
Tarefas (T)	Atividades a serem realizadas	
Técnicas (τ)	Como os alunos resolvem as tarefas	
Tecnologias (θ)	Justificativas didáticas e explicações	
Teorias escolares/acadêmicas (Θ)	Noções científicas e estatísticas mobilizadas	
Produto final esperado	Exemplo: gráfico, cartaz, vídeo etc.	
Tempo estimado e recursos	Duração e materiais necessários	

Fonte; autora 2025.

A seguir, apresentamos na Quadro 30 um exemplo de preenchimento do quadro proposto para a elaboração da AEP a ser desenvolvida coletivamente pelos professores participantes (X) durante a Sessão 6. O objetivo desse exercício é favorecer a mobilização consciente das praxeologias didáticas (T, τ , θ , Θ), promovendo a integração entre os saberes estatísticos e científicos no planejamento de propostas pedagógicas contextualizadas.

Quadro 30 - Possível exemplo preenchido - AEP sobre alimentação saudável

CAMPO	PREENCHIMENTO EXEMPLO
Título da AEP	Do lanche ao gráfico: investigando a alimentação da turma
Situação-problema (Q ₀)	Como integrar Estatística e Ciências para refletir sobre a nossa alimentação?
Q ₁	Quais alimentos os alunos mais consomem no recreio?
Q ₂	Esses alimentos são saudáveis? Como saber?
Q ₃	Como podemos representar essas informações?
Q ₄	Que mudanças podemos sugerir para melhorar a alimentação da turma?
Tarefas (T)	Observar o lanche, registrar em tabela, categorizar por grupos alimentares, produzir gráfico, comparar com a pirâmide alimentar
Técnicas (τ)	Marcação com palitos ou adesivos, preenchimento de tabela simples, agrupamento por categorias, construção de gráficos de barras
Tecnologias (θ)	Uso da tabela para organizar dados; gráfico para visualizar preferências; categorias alimentares para análise crítica
Teorias (Θ)	Pirâmide alimentar, noções de nutrição (ANVISA/Guia Alimentar), conceito de dado, gráfico, frequência, categorias, representação

Produto final	Mural com gráfico e pirâmide alimentar da turma + sugestões para lanche saudável
Tempo e recursos	4 sessões de 50 min; papel kraft, lápis de cor, figuras de alimentos, planilha, quadro, cartilhas do Ministério da Saúde

Fonte: autora 2025.

O exemplo apresentado toma como ponto de partida a temática “alimentação saudável”, já explorada em sessões anteriores do PEP-FP, e a transforma em uma AEP com intencionalidade didática e formativa. A partir de uma situação-problema significativa, derivam-se questões investigativas (Q₁ a Q₄), tarefas, técnicas e tecnologias que estruturam o percurso de aprendizagem, culminando na produção de um mural coletivo com sugestões para hábitos alimentares mais saudáveis.

Na sétima sessão, o objetivo é promover a análise coletiva das AEPs elaboradas na sessão anterior (Sessão 6), favorecendo a metacognição docente sobre as escolhas feitas, a partir das dimensões epistemológica, didática e institucional da TAD. Os professores (X) apresentariam as propostas didáticas desenvolvidas, socializando suas escolhas didáticas, epistemológicas e metodológicas. Por meio de seminários formativos, seriam promovidas institucionalizações parciais, avaliações formativas e revisões colaborativas das praxeologias elaboradas.

A seguir apresentamos no Quadro 31 o plano para esta sessão, momento em que os professores (X), na posição de analistas-designers, apresentam suas propostas didáticas elaboradas a partir das AEPs construídas coletivamente.

Quadro 31 - Plano para sessão 7

SESSÃO 7 - Socialização das AEPs elaboradas: posição de analista-designer (Módulo M3)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Analisar coletivamente as AEPs elaboradas na Sessão 6, promovendo a metacognição docente a partir das dimensões epistemológica, didática e institucional. Os professores (X) assumem a posição de analistas-designers, apresentando suas propostas e refletindo criticamente sobre as praxeologias mobilizadas.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (15min):

- Apresentação do objetivo da sessão: refletir criticamente sobre as AEPs produzidas.
- Retomada dos conceitos de praxeologias (T, τ , θ , Θ) e das dimensões da TAD (epistemológica, didática, institucional).⁷
- Explicação da dinâmica de apresentação e dos critérios de análise colaborativa.

Apresentação das AEPs pelos grupos (60 min):

- Cada grupo apresenta sua AEP em formato de seminário (cerca de 10 a 12 min por grupo).
- A apresentação deve incluir:
 - Situação-problema (Q_0) e questões derivadas ($Q_1, Q_2, \dots$);
 - As tarefas propostas (T) e as técnicas envolvidas (τ);
 - As justificativas didáticas e epistemológicas (θ);
 - As teorias escolares ou científicas mobilizadas (Θ);
 - Estratégias de avaliação e produto final esperado.

Praxeologias**- Tarefas (T):**

Apresentação oral das AEPs desenvolvidas;
 Participar ativamente como ouvinte crítico, registrando comentários e questões;
 Registro dos principais elementos didáticos;
 Participação em seminário formativo com feedback entre pares.

- Técnicas (τ):

Exposição oral estruturada;
 Uso de slides, cartazes ou esquemas;
 Rodas de discussão guiadas por questões norteadoras
 Registro escrito das praxeologias e justificativas.

- Tecnologias (θ):

Rubricas de avaliação formativa com base nas praxeologias (T, τ, θ, Θ);
 Quadro comparativo entre as AEPs construídas;
 Uso de protocolos para devolutiva crítica.
 Modelos de AEPs, síntese de praxeologias anteriores para comparação.

- Teorias (Θ):

Praxeologias, ecossistemas didáticos, transposição;
 Educação Estatística (Cazorla, Batanero) e alfabetização científica (Ático Chassot e Sessaron);
 Fundamentos da didática das Ciências e da Matemática para os anos iniciais;
 BNCC.

Debate formativo e análise coletiva (40 min)

- Após cada apresentação, os colegas e o formador (Y) realizam perguntas e comentários guiados por questões norteadoras como:
 - Q1 - Quais foram os critérios utilizados para definir a situação-problema?
 - Q2 - Como as tarefas propostas mobilizam praxeologias estatísticas e científicas?
 - Q3 - Que obstáculos ou potencialidades foram previstos?
 - Q4 - Como se deu a articulação entre as dimensões epistemológica, didática e institucional?
 - Q5 - Que praxeologias foram mobilizadas em sua AEP? Elas atendem à situação-problema proposta?
 - Q6 - Como as tarefas e técnicas selecionadas se relacionam com o nível de desenvolvimento dos alunos e com a construção do saber estatístico-científico?
 - Q7 - Quais foram os critérios para a escolha dos recursos e das representações gráficas?
 - Q8 - Como a TAD ajudou a justificar as decisões didáticas?

- Q9 - Que obstáculos conceituais ou institucionais foram (ou poderiam ser) identificados?
- Q10 - Como sua proposta poderia ser aprimorada com base no feedback dos colegas?
- Q11 - As tarefas propostas favorecem o questionamento do mundo?
- Q12 - A proposta articula adequadamente Estatística e Ciências?

O formador (Y) promove institucionalizações parciais, retomando conceitos teóricos e propondo conexões com a literatura formativa.

Atividade de revisão colaborativa (30 min):

- Após o debate, os grupos revisam suas propostas com base nas devolutivas recebidas.
- Os participantes registram ajustes e justificativas em um quadro-resumo da AEP revisada.
- Recomenda-se uso de fichas, planilhas ou mural colaborativo digital.

Sistematização e metarreflexão (25 min)

- Roda de conversa sobre o processo de construção, análise e revisão das AEPs.
- Discussão sobre a importância da postura analítico-reflexiva no planejamento docente.
- Cada grupo compartilha um aprendizado-chave da sessão.

Resultados esperados:

- Fortalecimento da posição do professor (X) como analista-designer.
- Compreensão mais aprofundada das dimensões epistemológica, didática e institucional da TAD.
- Aprimoramento coletivo das propostas didáticas elaboradas.
- Mobilização da metacognição docente e da autorreflexão crítica.
- Consolidação parcial das praxeologias (τ , θ , Θ) e reconhecimento da complexidade do trabalho pedagógico.

Fonte: autora 2025.

A oitava sessão envolveria a experimentação parcial ou simulada do PEP, em que os professores (X) relatarão experiências reais ou simularão em grupo a implementação das propostas. Trata-se de um momento em que se prevê a ocorrência de situações *in vivo*, regulações didáticas e ajustes dos percursos. Apresentamos a seguir no Quadro 32 o plano da sessão 8.

Quadro 32 - Plano para sessão 8

SESSÃO 8 - Experimentação parcial ou simulada das AEPs: situações in vivo (Módulo M3)

Duração prevista: 3h

Objetivo da sessão: Vivenciar de forma parcial ou simulada a implementação das AEPs elaboradas, promovendo situações in vivo, com foco em regulações didáticas, ajustes de percurso e reflexão sobre possíveis desafios práticos no contexto escolar.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (15min):

- Breve contextualização da sessão, explicando que o foco será experimentar ou simular as AEPs.
- Relembrar os objetivos e os elementos essenciais das AEPs (Q_0 , T , τ , θ , Θ).
- Esclarecer que este é um momento formativo, sem julgamentos, com foco no aprendizado e na autorreflexão.

Organização dos grupos e escolha da dinâmica (15 min):

- Cada grupo decide se realizará:
 - (a) Uma simulação da aplicação da AEP (encenando com os colegas como se fossem alunos), ou
 - (b) Um relato estruturado de uma aplicação real já feita (total ou parcial) em suas turmas.
- Distribuição de materiais e organização do espaço conforme necessário.

Experiência de implementação simulada/in vivo (60 min):

- Cada grupo realiza sua simulação ou relato (aproximadamente 10 a 12 minutos por grupo).
- Durante a apresentação, os demais participantes devem observar e anotar aspectos didáticos, reações simuladas, obstáculos percebidos e potencialidades da proposta.

Regulação didática e debate formativo (30 min):

- Após cada simulação ou relato, realiza-se um breve momento de devolutiva.
- O formador (Y) orienta o debate com base em questões como:
- Que regulações foram necessárias durante a simulação?
- Como os professores (X) reagiram a imprevistos ou dúvidas dos alunos simulados?
- O que poderia ser ajustado para tornar a proposta mais efetiva?

Revisão dos percursos e ajustes das AEPs (30 min)

- Os grupos revisitam suas AEPs e realizam ajustes com base nas vivências e devolutivas.
- É incentivada a reescrita de partes do formulário da AEP, com registro das alterações feitas e suas justificativas.
- O foco está na melhoria da proposta, considerando sua viabilidade e coerência didático-epistemológica.

Compartilhamento final e sistematização (20 min)

- Em plenária, cada grupo compartilha os principais aprendizados da experimentação.
- O formador (Y) sistematiza os principais desafios e potencialidades observadas, promovendo institucionalizações parciais.

Discussão final: o que essa simulação nos revelou sobre o papel do professor (X) como designer e executor de propostas investigativas?

Resultados esperados:

- Mobilização de praxeologias em contexto de ação simulada ou real.
- Desenvolvimento da capacidade de regulação didática em tempo real.
- Identificação de dificuldades práticas e possibilidades de aperfeiçoamento.
- Consolidação da função docente como sujeito epistêmico e praxeológico.
- Aprimoramento das AEPs com base em experiências concretas.

Fonte: Autora 2025.

Durante a experimentação das AEPs, seja por meio de simulações entre pares ou relatos de aplicação real, espera-se a emergência de novas questões derivadas (Q'), relacionadas à execução prática das tarefas, à mobilização de praxeologias e à viabilidade da proposta nos contextos escolares. Possíveis questionamentos que podem surgir (Q'):

- Q'1: A tarefa inicial foi compreendida pelos alunos simulados? Que dificuldades emergiram?
- Q'2: Os recursos utilizados (gráficos, imagens, dados) foram acessíveis às crianças?
- Q'3: Houve tempo suficiente para a exploração dos dados e a discussão das escolhas?
- Q'4: Os alunos conseguiram mobilizar conhecimentos de Estatística e Ciências de forma integrada?
- Q'5: Como reagir a respostas imprevistas ou interpretações equivocadas dos alunos?
- Q'6: As decisões didáticas tomadas durante a execução foram justificadas teoricamente?
- Q'7: Que elementos da praxeologia precisariam ser ajustados (T, τ , θ , Θ)?

Como parte da análise *a priori* da oitava sessão do PEP-FP, elaboramos um quadro que antecipa possíveis desdobramentos da experimentação parcial ou simulada das AEPs a serem desenvolvidas pelos professores (X). O objetivo é prever questionamentos que podem emergir durante essa vivência (Q') e, com base no percurso formativo anterior, projetar respostas hipotéticas (R') que contribuam para a reflexão crítica sobre as praxeologias mobilizadas.

Este exercício de antecipação, ainda que provisório e sujeito a reelaboração na análise *a posteriori*, permite estruturar a sessão com maior intencionalidade didática e teórica, além de favorecer a escuta formativa durante a socialização dos relatos. Apresentamos a seguir no Quadro 33 as respostas hipotéticas.

Quadro 33 - A priori das respostas possíveis das questões derivadas

Questões Derivadas (Q')	Respostas Possíveis (R')
Q'1	R'1: A maioria compreendeu a proposta, mas surgiram dificuldades na leitura dos dados apresentados nos gráficos; o vocabulário usado em algumas perguntas precisou ser adaptado para maior clareza.
Q'2	R'2: Gráficos pictóricos foram os mais compreendidos. Gráficos de barras exigiram apoio visual mais explícito e contextualização. Tabelas numéricas simples funcionaram bem quando associadas a situações próximas da realidade dos alunos.

Q'3	R'3: Não. A simulação demonstrou que seria necessário mais tempo para a coleta de dados e para a interpretação em grupo. Sugeriu-se dividir a AEP em duas aulas distintas: uma para coleta/análise, outra para discussão e tomada de decisões.
Q'4	R'4: Parcialmente. As tarefas promoveram a leitura e interpretação de dados (Estatística), mas houve dificuldade em relacionar essas informações com noções de alimentação saudável (Ciências). Sugere-se reforçar a contextualização científica antes do uso dos dados.
Q'5	R'5: Os professores (X) perceberam a importância de realizar perguntas abertas para promover a reflexão dos alunos, e de usar estratégias como o reconto ou a reinterpretação coletiva dos dados. A mediação docente mostrou-se fundamental nesse processo.
Q'6	R'6: Sim, parcialmente. Algumas decisões foram fundamentadas na TAD (e.g., ajustes na técnica de representação gráfica), mas outras foram mais intuitivas. Foi apontada a necessidade de aprofundar a articulação entre prática e teoria (Θ) nos momentos de planejamento.
Q'7	R'7: - T (tarefas): Redefinir a tarefa inicial para ser mais exploratória e menos diretiva. - τ (técnicas): Incluir roteiros mais detalhados para apoio à leitura de gráficos. - θ (tecnologia da técnica): Antecipar possíveis obstáculos na compreensão dos dados. - Θ (teoria): Reforçar os fundamentos teóricos que sustentam as escolhas metodológicas (ex.: justificativas para uso de gráficos pictóricos com crianças pequenas).

Fonte: Autora 2025.

Posteriormente, a nona sessão consistiria na análise *a posteriori* da prática vivenciada, considerando os êxitos, as dificuldades e as adaptações necessárias. Nessa sessão, os professores (X) retomam as AEPs formuladas e implementadas (ou simuladas), avaliando criticamente os êxitos, dificuldades, adaptações realizadas e os aprendizados docentes gerados. A TAD orienta essa reflexão, promovendo a recontextualização dos saberes mobilizados, a identificação de obstáculos epistemológicos e institucionais e a reorganização das praxeologias didáticas. A seguir, apresenta-se o plano detalhado da Sessão 9 no Quadro 34.

Quadro 34 – Plano para sessão 9

SESSÃO 9 - Análise *a posteriori* e refinamento das AEPs: o professor (X) como analista de sua prática (Módulo M4)

Duração prevista: 2h

Objetivo da sessão: Promover a análise *a posteriori* da AEP experimentada ou simulada, com foco na metarreflexão docente sobre as decisões didáticas, obstáculos encontrados e saberes recontextualizados. A sessão busca favorecer o refinamento das praxeologias mobilizadas à luz da TAD.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (15min):

- O formador (Y) inicia lembrando o propósito da sessão: refletir criticamente sobre a prática vivenciada.
- Cada grupo tem acesso ao material da sua AEP já preenchida e pode visualizar também os ajustes feitos na sessão anterior.

- As questões norteadoras (Q_1 a Q_7) são apresentadas como base para a análise crítica.

Análise em grupo (30 min)

- Em seus respectivos grupos, os professores (X) discutem os seguintes pontos:
- Obstáculos encontrados (conceituais, pedagógicos, institucionais);
- Efetividade das tarefas e técnicas propostas (T e τ);
- Justificativas pedagógicas (θ) que se sustentaram ou não na prática;
- Saberes escolares e científicos (Θ) que foram recontextualizados ou não.
- Os grupos devem elaborar um relato reflexivo estruturado (pode ser em tópicos) para compartilhar na plenária.

Socialização e debate formativo (40 min)

- Cada grupo apresenta uma síntese de sua análise (em torno de 8 minutos por grupo).
- O formador conduz uma mediação com foco nas seguintes dimensões:
- Epistemológica: Quais saberes estatísticos e científicos foram realmente apropriados?
- Didática: Que decisões funcionaram bem? O que pode ser melhorado?
- Institucional: Que elementos do currículo, tempo, recursos e contexto influenciaram a execução da AEP?

Sistematização coletiva e fechamento (35 min)

- Com base nas apresentações, o formador elabora com o grupo um quadro síntese dos principais achados:
- Êxitos mais recorrentes;
- Obstáculos transversais identificados;
- Propostas de melhoria e sugestões para adaptação futura das AEPs.

Finaliza-se com uma roda de metarreflexão docente:

- Como essa experiência modificou minha forma de pensar o ensino de Estatística e Ciências?
- Que aprendizagens levarei para minha prática cotidiana?
- Que saberes ainda preciso aprofundar?

Resultados esperados:

- Explicitação de critérios que orientaram as decisões docentes.
- Identificação de obstáculos e proposição de melhorias.
- Reorganização consciente das praxeologias didáticas (T , τ , θ , Θ).
- Recontextualização de saberes escolares e científicos à luz da prática vivida.
- Fortalecimento da autonomia docente na análise crítica e investigativa de suas próprias ações educativas.

A partir da experiência vivenciada, busca-se consolidar uma análise coletiva que contribua para o refinamento das propostas pedagógicas, permitindo ajustes nas tarefas (T), técnicas (τ), tecnologias da técnica (θ) e teorias (Θ) mobilizadas.

Espera-se que os professores (X) consigam explicitar os critérios que orientaram suas decisões, avaliar a pertinência didática e epistemológica das escolhas feitas e projetar melhorias para futuras implementações. Questões Norteadoras da Sessão 9

- **Q₁:** Quais obstáculos didáticos, conceituais ou institucionais emergiram durante a aplicação/simulação da AEP?
- **Q₂:** Que elementos da praxeologia foram mais eficazes? Quais precisariam ser reformulados?
- **Q₃:** Como a TAD contribuiu para a análise crítica da prática docente?
- **Q₄:** Quais aprendizagens docentes emergiram ao longo do processo?
- **Q₅:** Que ajustes serão incorporados à proposta com base nos resultados observados?
- **Q₆:** Como essa experiência impacta a compreensão da integração entre Estatística e Ciências da Natureza?
- **Q₇:** Que saberes foram efetivamente recontextualizados a partir da prática desenvolvida?

Essa sessão representa um momento crucial de metarreflexão docente, em que os professores (X) exercem a posição de analista de sua própria prática. A sistematização das aprendizagens e das dificuldades encontradas fortalece a capacidade crítica e investigativa do formador-professor, contribuindo para a consolidação da profissionalidade docente.

Por fim, a décima sessão buscaria promover a síntese da formação vivenciada, com a produção de uma memória formativa (como relatos, cartas pedagógicas ou narrativas reflexivas) e a retomada reflexiva da questão geratriz (Q₀) à luz dos conhecimentos mobilizados e das experiências compartilhadas.

Esse momento representa o encerramento do ciclo formativo e a abertura para novos questionamentos (Q''), consolidando o processo de metarreflexão docente.

Nesta sessão, os professores (X) serão convidados a produzir uma memória formativa, que poderá assumir diferentes formas: relatos de experiência, cartas pedagógicas, narrativas reflexivas, mapas conceituais ou outras produções autorais. Essas memórias constituem registros das aprendizagens construídas ao longo do percurso e das transformações observadas nas práticas e nas concepções docentes.

Será promovido um debate final, em formato de plenária, em que os participantes poderão socializar suas sínteses pessoais, compartilhar desafios enfrentados e destacar os aspectos mais significativos do processo de formação. Apresenta-se no Quadro 35 o plano da desta última sessão.

Quadro 35 - Plano para sessão 10

SESSÃO 10 - Avaliação e Encerramento do PEP-FP: a produção de memórias formativas e a abertura para novos questionamentos (Módulo M4)

Duração prevista: 1h

Objetivo da sessão: Promover a síntese da formação vivenciada pelos professores (X), por meio da produção de memórias formativas, retomada da questão geratriz (Q₀) e formulação de novos questionamentos (Q''), estimulando a metarreflexão docente e a continuidade investigativa.

ATIVIDADES PROPOSTAS

Acolhida e introdução (10min):

- O formador (X) apresenta o objetivo da sessão e convida os professores (X) a retomarem a questão geratriz (Q₀) e as etapas percorridas ao longo do PEP-FP.
- Pode-se exibir uma linha do tempo com os principais momentos do percurso (sessões, AEPs, desafios, conquistas).

Produção da memória formativa (25 min)

- Os professores são convidados a escolher uma forma de registro pessoal, entre:
 - Relato de experiência
 - Carta pedagógica
 - Narrativa reflexiva
 - Mapa conceitual
 - Diário de bordo

Entregar um questionário final (APÊNDICE D) para ser respondido pelos professores (Y)

Plenária de socialização e encerramento (25 min)

- Os professores que desejarem podem compartilhar trechos de suas memórias formativas.
- O formador promove uma roda de conversa final, destacando:
 - Avanços percebidos nas concepções docentes;
 - Desafios enfrentados e superados;
 - Potencial do PEP-FP como dispositivo formativo.
- Cada professor é convidado a expressar um novo questionamento (Q'') que surge após essa trajetória.
- Finaliza-se com uma mensagem de agradecimento e valorização da trajetória docente e com o convite à continuidade investigativa da prática.

Resultados esperados:

- Produção de memórias formativas como síntese do percurso vivido.
- Retomada crítica da questão geradora (Q₀) à luz das aprendizagens.

- Formulação de novas perguntas (Q'') que orientem práticas e investigações futuras.
- Consolidação da posição docente como sujeito reflexivo, investigativo e transformador.

Fonte: Autora 2025.

Pretende-se, ainda, formular novas questões (Q'') que indiquem direções futuras de estudo e prática docente, contribuindo para o fortalecimento de uma cultura investigativa e colaborativa entre os professores (X). Questões norteadoras da Sessão 10:

- Q_1 - Como respondo hoje à questão geratriz da formação (Q_0)?
- Q_2 - O que mudou em minha prática e compreensão sobre o ensino de Estatística e Ciências da Natureza?
- Q_3 - Que saberes foram consolidados e quais ainda precisam ser aprofundados?
- Q_4 - Quais foram os momentos mais significativos da formação?
- Q_5 - Que novos questionamentos emergem a partir dessa trajetória (Q'')?
- Q_6 - Como posso seguir investigando e transformando minha prática docente?

Essa sessão final marca o fechamento reflexivo do PEP-FP, resgatando o percurso coletivo, valorizando os saberes docentes e projetando continuidades formativas. Ao incentivar a metarreflexão e o compromisso com a transformação da prática, busca-se consolidar a posição do professor (X) como analista-designer de sua ação pedagógica.

Apresenta-se, a seguir, um quadro-síntese que organiza de forma sistematizada os objetivos, as atividades centrais e os momentos didáticos predominantes de cada sessão. Essa organização permite uma visualização panorâmica do percurso, evidenciando o encadeamento intencional das ações planejadas, os diferentes papéis assumidos pelos professores (X) ao longo da formação e as mobilizações praxeológicas previstas conforme os princípios da TAD. O quadro também cumpre a função de auxiliar a análise futura da implementação, servindo como referência para a análise *a posteriori* das sessões vivenciadas.

Quadro 36 - Sessões formativas do PEP-FP

SESSÕES	OBJETIVO	ATIVIDADE CENTRAL	MOMENTOS DIDÁTICOS PREDOMINANTES
<i>Sessão 1</i>	Apresentar a questão geratriz e iniciar o percurso formativo.	Roda de conversa e escuta diagnóstica.	Apresentação da tarefa, levantamento de hipóteses, Q_0 .
<i>Sessão 2</i>	Mapear as praxeologias docentes atuais.	Análise de práticas e planejamentos.	Exploração da técnica, análise da realidade escolar.
<i>Sessão 3</i>	Vivenciar uma AEP como aluno.	Execução prática de uma AEP com coleta e gráficos.	Construção de técnica (τ), comparação de estratégias.

Sessão 4	Analisar a AEP vivenciada à luz da TAD.	Discussão coletiva com base em praxeologias.	Justificativa da técnica (θ), análise <i>a posteriori</i> .
Sessão 5	Estudar fundamentos teóricos da Estatística e Ciências.	Leitura e socialização de textos teóricos.	Justificativa teórica (Θ), institucionalização parcial.
Sessão 6	Elaborar coletivamente uma nova AEP.	Criação de um PEP em grupo.	Organização praxeológica (T, τ , θ , Θ), planejamento.
Sessão 7	Compartilhar e justificar os PEPs elaborados.	Seminário de apresentação e debate.	Institucionalização parcial, avaliação formativa.
Sessão 8	Simular ou implementar parcialmente a proposta.	Simulação ou relato de implementação real.	Regulação didática, ajustes do percurso.
Sessão 9	Analisar <i>a posteriori</i> a implementação realizada.	Discussão crítica dos resultados da prática.	Avaliação diagnóstica, recontextualização do saber.
Sessão 10	Sistematizar e encerrar a formação com metarreflexão.	Produção de memória formativa e encerramento.	Institucionalização final, metarreflexão, Q".

Fonte: Autora 2025.

O Quadro 36 acima oferece uma visão macro da formação, mostrando como cada módulo se articula aos papéis assumidos pelos professores (X) e as sessões que compõem a trajetória formativa.

Para detalhar essas sessões e explicitar de que maneira os objetivos, as atividades centrais e os momentos didáticos previstos se materializam em cada um deles, apresenta-se, a seguir, no Quadro 36 a integração didática com a descrição de cada sessão projetado no desenho *a priori* do PEP-FP.

Quadro 37 - Integração Didática dos Módulos

MÓDULO	PAPEL DO PROFESSOR	SESSÕES CONTIDAS	FUNÇÃO DIDÁTICA
M0	Professor (X) em posição reflexiva (problematizador)	Sessão 1 Sessão 2	Apresentar a Q ₀ , diagnosticar saberes prévios, levantar hipóteses e reconhecer obstáculos institucionais.
M1	Professor (X) em posição de aluno	Sessão 3	Vivenciar uma AEP integrada de Estatística e Ciências da Natureza como se fosse aluno.
M2	Professor(X) em posição de analista	Sessão 4 Sessão 5	Analisar a prática vivida (praxeologicamente) e aprofundar os fundamentos teóricos da AEP.
M3	Professor (X) em posição de designer	Sessão 6 Sessão 7	Planejar uma nova AEP e apresentar para validação coletiva.
M4	Professor (X) em posição de analista-designer	Sessão 8 Sessão 9 Sessão 10	Experimentar, avaliar e sistematizar a prática de ensino com base em sua aplicação ou simulação.

Fonte: Autora 2025.

O Quadro 37, Integração Didática dos Módulos apresenta, de forma articulada e sintética, a estruturação do PEP-FP, distribuído nos cinco módulos formativos (M0 a M4). Essa organização permite visualizar a progressão das ações formativas, os objetivos específicos de cada etapa e a transição dos professores (X) pelas diferentes posições didáticas (aluno, analista, designer e analista-designer), conforme previsto na proposta metodológica.

Com a finalização desta análise *a priori* do desenho do PEP-FP, encerramos a etapa de planejamento e fundamentação teórico-metodológica do dispositivo. O próximo capítulo será dedicado à implementação da proposta com os professores (X) participantes da formação.

Serão descritas, sessão por sessão, as experiências vivenciadas no processo formativo, seguidas da análise *a posteriori* dos resultados obtidos, com foco nas praxeologias desenvolvidas, nos desafios enfrentados e nas transformações observadas nas práticas docentes. Trata-se, portanto, da passagem do plano do previsto ao experimentado.

6 IMPLEMENTAÇÃO DO PEP-FP: DESCRIÇÃO *A POSTERIORI* E ANÁLISE *IN VIVO* DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise *a posteriori* da implementação do Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), delineado *a priori* na seção anterior. O foco recai sobre os fenômenos didáticos observados ao longo das sessões formativas, bem como sobre os deslocamentos nas praxeologias estatísticas e didáticas dos professores pedagogos participantes (X).

A investigação foi orientada pela seguinte questão de pesquisa: Como o Percurso de Estudo e Pesquisa em Formação de Professores (PEP-FP), ancorado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), pode transformar as praxeologias — estatísticas e didáticas — de professores pedagogos, superando restrições institucionais, para integrar essas áreas na construção da Alfabetização Científica?

A fase experimental foi desenvolvida com o apoio da Secretaria Municipal de Educação, que possui uma política consolidada de formação continuada. O PEP-FP foi implementado ao longo de cinco meses, por meio de dez encontros presenciais, fora do horário regular de trabalho docente. As sessões foram estruturadas em cinco módulos (M0 a M4), conforme o desenho apresentado na seção 5.1, e ocorreram em espaço físico disponibilizado pela própria Secretaria.

Inicialmente participaram dos primeiros encontros da pesquisa 41 professores pedagogos e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCL), legitimando o uso dos dados conforme os princípios éticos da pesquisa com seres humanos.

Desses 41 participantes que responderam ao questionário diagnóstico inicial, 40 autorizaram o uso de imagem para fins formativos e de divulgação científica, e 35 completaram o questionário final, evidenciando as oscilações de participação ao longo do percurso. Todos os docentes atuavam no 2º ano do Ensino Fundamental, sendo organizados em grupos flexíveis durante as sessões, de acordo com as dinâmicas propostas.

A coleta de dados envolveu registros audiovisuais, produções escritas, planos de aula, fichas de planejamento, questionário e observações. Assim, cada sessão foi analisada à luz de sua intenção didática, das tarefas propostas, dos saberes mobilizados, das evidências de deslocamento em relação ao Modelo Epistemológico Dominante (MED) e das aproximações ao Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA).

Essa análise *in vivo* permitiu compreender como o dispositivo foi apropriado pelos professores, revelando tanto seus efeitos formativos quanto os limites encontrados no processo. Ao confrontar o desenho *a priori* com a realidade vivida, buscou-se explicitar os desafios da

formação docente voltada à integração de Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais — uma etapa decisiva para a construção da alfabetização científica.

A seguir, apresentamos a análise das dez sessões formativas que compuseram a implementação do PEP-FP, organizadas conforme os cinco módulos estruturantes (M0 a M4).

Cada sessão é descrita e analisada individualmente, com base nos dados empíricos coletados, buscou-se compreender como os professores mobilizaram e transformaram suas praxeologias estatísticas e didáticas ao longo do percurso.

A análise considerou a intenção didática de cada sessão, os tipos de tarefas propostas, os saberes ativados, os obstáculos identificados e os indícios de aproximação ao MERA. Assim, pretendeu-se explicitar os efeitos formativos do dispositivo, bem como os desafios enfrentados durante a sua execução.

6.1 Primeira sessão: descrição e análise *a posteriori*

A primeira sessão do PEP-FP teve como objetivo iniciar o processo formativo por meio da apresentação da situação-problema e da questão geratriz (Q₀): Como integrar a Estatística ao ensino de Ciências da Natureza para promover a alfabetização científica? Inspirada em experiências reais dos professores pedagogos participantes, a situação-problema envolvia o caso da professora Ana e sua tentativa de lidar com o desinteresse de seus alunos por alimentos saudáveis, associando essa problemática à possibilidade de integração entre levantamento de dados e reflexão crítica sobre os hábitos alimentares das crianças.

No plano didático, a sessão foi estruturada no âmbito do Módulo M0 – Professor em posição reflexiva (problematizador), e teve como atividade central uma roda de conversa, mediada por perguntas disparadoras como: O que significa integrar Estatística e Ciências na prática docente? Que dificuldades enfrentamos ao trabalhar esses conteúdos nos anos iniciais? Como os projetos escolares lidam com temas como alimentação?

Durante a escuta diagnóstica, os professores participantes (X) relataram obstáculos comuns, como a falta de tempo na rotina escolar para projetos interdisciplinares, a formação deficiente em conteúdos estatísticos, e a visão fragmentada dos componentes curriculares.

Para preservar a identidade dos participantes e garantir o rigor ético da pesquisa, os professores-formandos foram identificados por meio de letras maiúsculas (A, B, C, D, etc.), de forma aleatória e sem qualquer associação com suas iniciais reais ou dados pessoais. Essa nomenclatura será mantida ao longo de toda a análise *a posteriori*, especialmente na apresentação de falas e produções escritas, permitindo a individualização das contribuições sem comprometer o anonimato. Essa estratégia também facilita a rastreabilidade das vozes

participantes nas diferentes sessões do PEP-FP, favorecendo uma análise mais aprofundada das transformações formativas observadas.

Deste modo um dos relatos exemplares, registrado em ata, foi o de uma professora A que disse:

“Nunca pensei que fosse possível trabalhar gráfico com crianças de 7 anos para falar de alimentação... parece que são conteúdos muito distantes, mas agora percebo que pode fazer muito sentido.”

Outro professor B completou:

“A gente fala de alimentação na aula de Ciências, mas sem dados, sem números... só na conversa mesmo. Talvez os gráficos ajudem as crianças a enxergar melhor o que estão comendo.”

Esses relatos evidenciam tanto os saberes prévios mobilizados, quanto os obstáculos epistemológicos e didáticos que serão enfrentados ao longo da formação. As falas demonstram uma abertura para repensar práticas e, ao mesmo tempo, uma limitação no que se refere ao uso da Estatística como linguagem de apoio à construção de sentidos em Ciências da Natureza.

O espaço-tempo da formação foi marcado por efeitos topogenéticos, à medida que os professores começaram a se deslocar da posição de “receptores de conteúdos” para a de sujeitos de investigação. Efeitos cronogenéticos também se fizeram presentes, com a delimitação do tempo da formação como espaço de estudo progressivo e colaborativo.

A partir das interações e escutas realizadas, emergiram as primeiras questões derivadas, como: Q₁ – Que tipos de dados sobre alimentação podem ser levantados com crianças do 2º ano? Q₂ – Como categorizar e representar graficamente esses dados de forma significativa para essa faixa etária? Q₃ – Que obstáculos didáticos e conceituais emergem ao abordar esse tema em sala de aula?

Essas questões foram anotadas em quadro coletivo e passaram a integrar o mapa Q↔R, que guiaria as sessões seguintes. Com isso, estabeleceu-se o primeiro vínculo entre o problema real do ensino, a necessidade de mobilizar saberes estatísticos e científicos e a construção de um percurso formativo coletivo.

Em síntese, a Sessão 1 cumpriu seu papel de mobilização inicial, promovendo o reconhecimento da relevância do problema, a ativação de saberes prévios, o compartilhamento de experiências e a formulação das primeiras hipóteses de trabalho. Essa base foi essencial para consolidar o engajamento do grupo e orientar os estudos subsequentes.

6.2 Segunda sessão: descrição e análise *a posteriori*

A segunda sessão ainda do Módulo M0 – Professor em posição de aluno, teve como foco central o aprofundamento da situação-problema apresentada anteriormente. O objetivo foi promover a reflexão crítica sobre práticas docentes reais, especialmente aquelas relacionadas ao ensino de alimentação saudável e ao uso da Estatística nos anos iniciais.

A atividade central consistiu em um informe individual escrito, no qual os professores-formandos foram convidados a refletir sobre a situação da professora Ana e, a partir dela, formular perguntas investigativas que pudessem contribuir para a construção de respostas à questão geradora Q₀ – Como integrar a Estatística ao ensino de Ciências da Natureza para promover a alfabetização científica?

Durante a produção e socialização dos informes, emergiram questionamentos diversos que revelaram tanto os saberes prévios quanto os obstáculos enfrentados pelos professores. Algumas das perguntas formuladas espontaneamente pelos professores coincidiram com aquelas antecipadas na fase de planejamento:

Q₁: *“Como definir uma alimentação saudável para um aluno do 2º ano?”*

Q₁₁: *“Quais alimentos são considerados posso considerar como saudáveis e por quê?”*

Q₁₂: *“Que informações os alunos devem pesquisar sobre os alimentos consumidos?”*

Q₁₃: *“Que tipos de alimentos são mais consumidos pelas crianças da turma?”*

Q₁₄: *“Quais alimentos os alunos conhecem, mas não consomem?”*

Além disso, outras perguntas emergiram durante o diálogo coletivo, como:

Q₁₅: *“Como discutir alimentação saudável sem desrespeitar a realidade socioeconômica das famílias dos alunos?”*

Q₁₆: *“De que forma a escola pode interferir positivamente nos hábitos alimentares das crianças?”*

Q₁₇: *“Seria possível então trabalhar esse tema de forma interdisciplinar com outras áreas além de Ciências?”*

As falas dos professores ajudaram a compor um painel de percepções e desafios. A Professora A destacou:

“Na minha turma, a maioria das crianças não toma café da manhã. Algumas chegam com o estômago vazio e isso afeta tudo... Como falar de alimentação saudável se elas nem têm acesso?”

Essa fala evidenciou a dimensão sociocultural e econômica do problema alimentar, apontando para a importância de integrar essas realidades ao planejamento didático. Já o Professor C comentou:

“Eu já trabalhei alimentação na Semana da Criança, mas foi só com cartaz e colagem. Nunca pensei em levantar dados com eles. Nem sei se sabe responder esse tipo de pergunta.”

Esse relato revela um obstáculo epistemológico, a ideia de que crianças pequenas não são capazes de participar de processos de investigação ou levantamento de dados. A Professora E acrescentou:

“A BNCC fala de gráficos, mas no livro que usamos, isso só aparece no final do ano, e de um jeito muito superficial. Eu mesma não sei como ensinar isso de forma significativa, ou seja, usando esse tema.”

A escuta dessas vozes permitiu observar que muitos docentes ainda associam o ensino da Estatística a atividades técnicas e desvinculadas do cotidiano, demonstrando desconexão entre os saberes escolares e os saberes do mundo vivido.

Contudo, a sessão também evidenciou avanços importantes. A Professora G compartilhou uma ideia concreta:

“Podíamos fazer uma pesquisa simples com as crianças: perguntar o que elas mais gostam de comer no lanche e anotar no quadro. Depois fazemos um gráfico com desenhos. Acho que eles iriam gostar. Já trabalhei com lanche saudável, não me atentei à esta possibilidade.”

Essa proposta aponta para a emergência de uma praxeologia escolar viável, que une coleta, categorização e representação de dados, respeitando o estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Já o Professor H sugeriu:

“E se a gente perguntasse também o porquê das escolhas? Talvez eles escolham salgadinhos não só pelo gosto, mas por achar bonito, por influência da televisão.”

Esse tipo de pergunta mostra uma abertura para análise crítica dos dados, indicando um movimento na direção da alfabetização científica, conforme preconizado no MERA.

A produção coletiva das perguntas derivadas foi sistematizada em um painel, que passou a integrar o mapa $Q \leftrightarrow R$ do grupo, orientando as investigações futuras. Esse momento também revelou um importante efeito mesogenético, à medida que o objeto de estudo — alimentação — foi ressignificado pelos professores como campo de investigação interdisciplinar, e não apenas como um conteúdo curricular estanque.

Do ponto de vista teórico, a sessão concentrou-se na exploração da técnica (τ), conforme previsto, ao colocar os professores diante de suas práticas e promover uma análise crítica do ensino de Estatística em situações reais. A postura investigativa foi estimulada, ainda que permeada por tensões e incertezas.

6.3 Terceira sessão: descrição e análise *a posteriori*

A terceira sessão marcou o início do Módulo M1, teve como objetivo principal proporcionar aos professores-formandos uma vivência prática de uma Atividade de Estudo e

Pesquisa (AEP), colocando-os na posição de aluno. A proposta consistiu em uma sequência didática interdisciplinar que integrava Estatística e Ciências da Natureza, centrada na coleta de dados sobre alimentação e sua representação gráfica.

A sessão se iniciou com a Tarefa T1 – Atividade de sensibilização, na qual os professores, individualmente ou em duplas, analisaram rótulos de alimentos comumente consumidos por crianças, como biscoitos, sucos industrializados e iogurtes. Eles identificaram ingredientes desconhecidos ou considerados nocivos, como corantes, conservantes e altos teores de açúcar e sódio. Durante o momento de relato oral, a professora F destacou:

“Eu sempre achei que suco de caixinha era melhor que refrigerante, mas agora vi que tem quase a mesma quantidade de açúcar.”

Essa percepção foi compartilhada por outros participantes, revelando mudanças na leitura crítica da realidade alimentar infantil, o que contribuiu para o fortalecimento da posição epistêmica do professor-formando. A seguir, na Imagem 1, apresentamos o registro desta tarefa (T1)

Imagem 1 - Professores realizando a Tarefa (T1) - Atividade de sensibilização



Fonte: Acervo autora (2024).

Em seguida, foi realizada a Tarefa T2 – Levantamento coletivo de hipóteses, mediada por uma roda de conversa, na qual os professores levantaram possibilidades de investigação com seus alunos a partir da temática. As hipóteses giraram em torno de preferências alimentares, acesso a alimentos saudáveis e influência da mídia.

A Tarefa T3 – Produção de perguntas investigativas, realizada em grupos, teve como produto a elaboração de perguntas derivadas (Q₂, Q₃ e Q₄) que comporiam o Painel de Perguntas (Tarefa T4). Essa etapa favoreceu a categorização das perguntas em três eixos:

- (i) coleta e organização dos dados;
- (ii) representação e análise crítica;
- (iii) transposição didática e ação pedagógica.

Os professores, instigados por uma situação-problema inspirada em uma rotina escolar, começaram a levantar questões sobre as formas de investigar os hábitos alimentares dos alunos. Dentre as perguntas suscitadas durante o trabalho em grupo e nas discussões plenárias, destacaram-se:

Q2- *“Como organizar uma coleta de dados com crianças tão pequenas sem que isso se torne algo mecânico?”*

Q21- *“Quais tipos de perguntas elas conseguem responder sozinhas?”*

Q3- *“Devo usar gráficos prontos ou é possível que eles construam algum?”*

“Será que dá para envolver os pais nesse processo?”

Tais questões demonstram proximidade com aquelas previstas no planejamento da formação, especialmente com os blocos Q2 (coleta), Q3 (representação e análise) e Q4 (ações educativas), mas também revelam deslocamentos importantes promovidos pela experiência formativa.

Por exemplo, embora no planejamento se antecipasse a questão “Como coletar dados de forma simples e acessível para crianças de 7-8 anos?” (Q2), os professores foram além, refletindo sobre o papel da mediação docente, o respeito ao tempo de aprendizagem e a ludicidade na coleta de dados. Além disso, surgiram perguntas não previstas *a priori*, como:

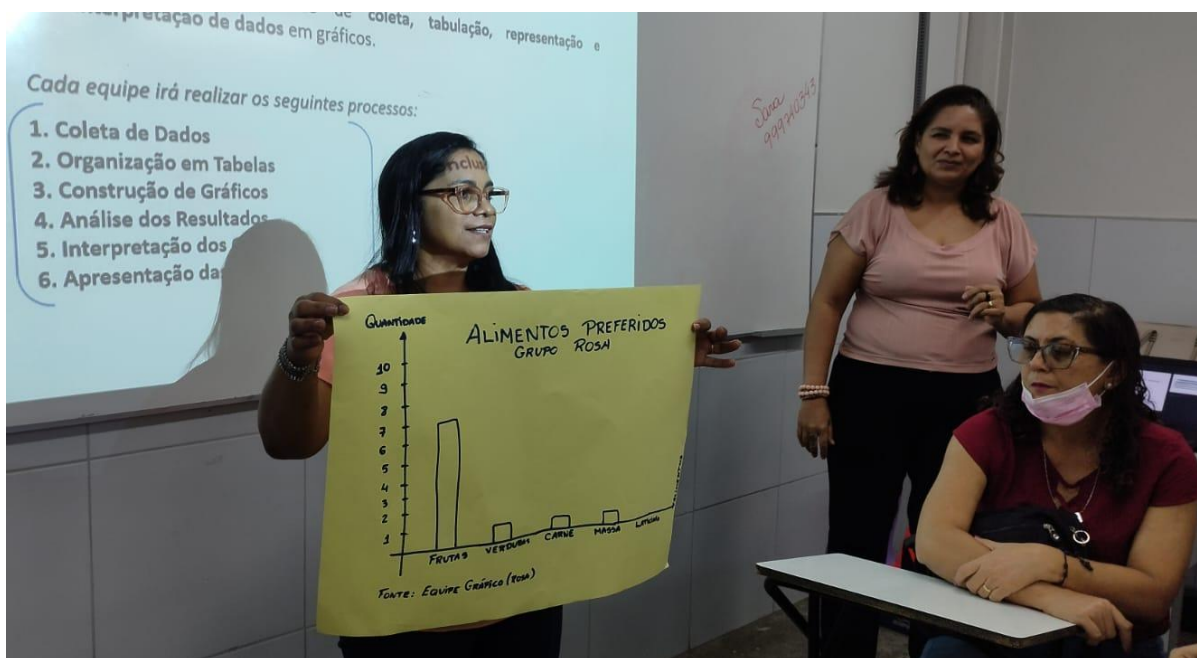
Q31 - *“Como adaptar esse tipo de atividade à realidade de alunos com dificuldades de leitura?”*

Q32 - *“Será que eles precisam saber o que é um gráfico para construir um?”*

Essas inquietações possibilitaram que o grupo formulasse ideias concretas de como implementar a coleta de dados, desde planilhas ilustradas até fichas de registro com desenhos e cores. Também se discutiu a construção de gráficos simples com material manipulativo, como tampinhas ou palitos.

Na imagem 3 a seguir mostra como elas socializaram os gráficos para os alunos do 2º ano.

Imagem 2 - Professores realizando a Tarefa (T1) - Atividade de sensibilização



Fonte: Acervo da autora (2024).

A dimensão crítica da interpretação dos dados foi abordada com ênfase: os professores se mostraram atentos à possibilidade de utilizar os resultados para promover ações educativas concretas, como a organização de campanhas escolares ou rodas de conversa sobre alimentação.

A socialização dos painéis pelos grupos gerou debates ricos e confrontos produtivos, como o relato da professora J:

“Eu nunca pensei que as crianças pudessem levantar hipóteses ou formular perguntas desta forma envolvendo esse tema. Agora vejo que elas podem ser cientistas mirins, se a gente planejar direito.”

A sessão revelou a emergência da dialética mesogênica, na medida em que os professores passaram a construir coletivamente um meio de estudo compartilhado, superando a fragmentação disciplinar. O efeito topogenético também foi observado, pois os professores assumiram uma nova posição no processo de produção de saberes, deixando de ser apenas reprodutores de conteúdos para atuarem como sujeitos epistêmicos e investigativos.

A vivência da AEP possibilitou a mobilização inicial de técnicas estatísticas (τ) associadas à coleta, categorização e representação de dados, bem como o amadurecimento da compreensão da alfabetização científica como prática interdisciplinar. A atividade foi encerrada com a construção coletiva do Mapa de Questões, no qual as perguntas dos grupos foram organizadas nos quatro macrocampos:

- (i) significado da alimentação saudável (Q1),
- (ii) comportamento alimentar (Q2),

- (iii) representação e análise de dados (Q3), e
- (iv) tomada de decisão e ação pedagógica (Q4).

Esse mapa passou a orientar as sessões subsequentes do PEP-FP, funcionando como dispositivo teórico-didático que media a construção das respostas provisórias (R_{ij}) ao longo do percurso formativo.

6.4 Quarta sessão: descrição e análise *a posteriori*

A quarta sessão marcou uma transição didática importante no percurso, pois deslocou o foco da posição de aluno para a de professor-analista, conforme previsto no Módulo M2. Após a vivência da AEP na sessão anterior, os professores-formandos foram convidados a realizar uma análise coletiva da experiência vivida para refletir sobre suas próprias decisões didáticas, os obstáculos conceituais enfrentados e os potenciais de aprendizagem observados.

A atividade central consistiu em um debate estruturado em pequenos grupos, que se debruçaram sobre as seguintes questões norteadoras, previamente elaboradas pela pesquisadora-formadora (Y):

Q1' - Quais foram os principais desafios encontrados durante a execução da AEP?

Q2' - Que conhecimentos foram mobilizados ou requeridos para responder às tarefas?

Q3' - Houve dificuldades na construção ou interpretação dos gráficos? Por quê?

Q4' - De que maneira as crianças poderiam vivenciar essa mesma experiência em sala de aula?

Durante os debates, emergiram justificativas para as técnicas empregadas (θ), sobretudo no que se refere à escolha das categorias para coleta de dados, ao tipo de representação gráfica e à condução das hipóteses em sala. A professora H, por exemplo, afirmou:

“A gente tentou usar gráficos de barras porque achamos mais fáceis, mas agora percebo que talvez os pictogramas sejam mais adequados para crianças pequenas. A imagem ajuda a compreender melhor.”

Esse tipo de reflexão evidencia o movimento de passagem da técnica (τ) para a justificativa da técnica (θ), que é um marco importante no amadurecimento da postura investigativa do professor-formando. O grupo da professora M destacou a dificuldade em formular perguntas investigativas com os alunos:

“Fazer a pergunta certa é mais difícil do que responder. E com os alunos, isso exige muita mediação. Eles perguntam coisas do tipo: ‘Por que o suco de uva é roxo?’, que são ótimas, mas não sabemos como aproveitar.”

Esse relato revela a presença de obstáculos epistemológicos, pois os professores ainda não haviam internalizado as condições didáticas necessárias para transformar uma pergunta espontânea em um problema de estudo significativo. A mediação feita durante a sessão ajudou a recontextualizar tais perguntas no campo da investigação escolar, favorecendo a produção de sentido.

A sessão também permitiu explicitar a análise *a posteriori* da atividade, uma vez que os professores foram levados a revisitar suas escolhas, reconstruindo suas decisões à luz de fundamentos teóricos. A professora C comentou:

“Agora vejo que nossas categorias de análise dos dados estavam muito genéricas. Devíamos ter pensado em faixas etárias, horários das refeições, ou tipo de lanche trazido de casa. Isso daria um outro nível à pesquisa.”

Com base nos mapas de perguntas construídos na sessão anterior, os professores puderam reorganizar suas estratégias, reconhecendo a necessidade de planejamento intencional das praxeologias e de mediações que promovam uma progressiva alfabetização científica das crianças.

Do ponto de vista da TAD, a sessão mobilizou predominantemente o momento didático de justificativa da técnica (θ) e análise *a posteriori*, com indícios claros de construção de tecnologias pedagógicas e apropriação de conceitos teóricos por parte dos participantes. A produção de sentidos teóricos foi visível não apenas nas falas, mas também nas reescritas das perguntas e esquemas elaborados, que passaram a considerar dimensões epistemológicas, éticas e pedagógicas de forma mais consciente.

Em síntese, a Sessão 4 consolidou o movimento de retorno reflexivo sobre a prática vivida, promovendo a passagem da práxis à reflexão teórica e consolidando o avanço epistêmico no percurso formativo.

6.5 Quinta sessão: descrição e análise *a posteriori*

A quinta sessão teve como objetivo central promover a aproximação dos professores-formandos às referências teóricas que fundamentam o percurso formativo, especialmente aquelas relativas à Educação Estatística, ao ensino de Ciências da Natureza e à TAD. Esta etapa, ainda situada no Módulo M2, buscou potencializar um movimento de transição das práticas experienciadas nas sessões anteriores para a construção de justificativas teóricas (Θ) e de uma sistematização conceitual compartilhada.

A sessão foi estruturada em torno de três momentos principais: (i) compartilhamento de experiências; (ii) análise coletiva orientada por categorias da TAD; e (iii) produção de uma síntese preliminar da AEP vivenciada.

Cada grupo apresentou oralmente os principais aspectos de sua experiência como “aluno” da AEP da sessão 3, destacando decisões didáticas tomadas, estratégias utilizadas e dificuldades enfrentadas. A partir dessas falas, os participantes foram convidados a fazer conexões com os conceitos teóricos previamente apresentados nas leituras orientadas.

A professora D, por exemplo, comentou:

“Percebi que durante a AEP fizemos escolhas mais baseadas em nossa intuição do que em critérios teóricos. Agora, com as leituras sobre praxeologia, entendo melhor o que estava implícito em nossas ações.”

Esse tipo de comentário evidencia o movimento da técnica (τ) para a tecnologia (θ), e desta para uma tentativa inicial de formulação teórica (Θ). Houve, ainda, discussões bastante ricas a partir da leitura de excertos de textos de autores como Batanero, Cazorla e Chevallard. A professora F refletiu:

“Quando a leitura fala do papel da Estatística para o pensamento crítico, me deu um estalo: nossos alunos não sabem ler gráficos porque raramente produzem gráficos. É diferente você ensinar o conceito e fazer com eles.”

Já o grupo da professora E apresentou um questionamento em plenário:

“Na prática, a gente usa muita técnica, mesmo tendo a consciência do ensino ser mais significativo. Mas agora me pergunto: como transformar isso em aprendizagem significativa? Como usar os gráficos para pensar a realidade, e não só para decorar o conteúdo?”

Esse tipo de pergunta provocou discussões em torno das questões norteadoras propostas, em especial Q1, Q3 e Q4, que trataram do papel da Estatística na alfabetização científica, da escolha de representações e da adaptação ao nível cognitivo das crianças. O debate também contribuiu para consolidar o entendimento coletivo de conceitos como praxeologia didática, transposição didática e o paradigma do questionamento do mundo.

Ao final, em plenário, os professores elaboraram um quadro de síntese com os principais elementos teóricos mobilizados. Esse quadro permitiu mapear saberes que já estavam presentes na prática dos professores e saberes que precisavam ser fortalecidos, constituindo uma análise a posteriori preliminar da AEP e promovendo uma institucionalização parcial dos conceitos-chave.

Do ponto de vista da TAD, a sessão foi marcada por uma forte mobilização dos momentos didáticos de justificativa teórica (Θ) e de institucionalização parcial, promovendo

uma maior consciência dos professores sobre as razões de ser dos saberes escolares e das decisões pedagógicas tomadas. O espaço coletivo de construção da síntese revelou-se essencial para que os professores passassem a ocupar uma posição mais analítica e fundamentada no percurso, com vistas à elaboração, nas sessões futuras, de uma nova AEP.

6.6 Sexta sessão: descrição e análise *a posteriori*

Nesta etapa do percurso formativo, os professores-formandos foram convidados a assumir a posição de professor-designer, conforme preconizado no Módulo M3 do PEP-FP. O objetivo principal da sessão foi a elaboração coletiva de uma nova Atividade de Estudo e Pesquisa (AEP), agora criada a partir dos conhecimentos teóricos e praxeológicos mobilizados ao longo das sessões anteriores.

Pretendeu-se, assim, favorecer o planejamento intencional e interdisciplinar de propostas pedagógicas que articulassem conteúdos de Estatística e Ciências da Natureza em torno de uma situação-problema significativa para o contexto escolar dos participantes.

A sessão teve início com o levantamento de ideias em duplas ou trios, em que os professores refletiram sobre os desafios enfrentados em suas turmas e elegeram temas relevantes para os estudantes, como alimentação, consumo de água, reciclagem e cuidados com a saúde. A partir dessas discussões, emergiram comentários como:

“Na minha escola, as crianças trazem muito refrigerante no lanche. Acho que seria interessante investigar isso com elas” (Professora B).

“A questão da higiene também é um problema. Os alunos não lavam as mãos antes do lanche. Podemos trabalhar isso com dados” (Professor C).

“Lá na minha turma tem um menino que não come nada no recreio. Isso também é uma pauta para a gente investigar” (Professora D).

Essas falas revelam a preocupação com aspectos da saúde e do bem-estar infantil e apontam para a possibilidade de construção de AEPs que dialoguem com a realidade e ampliem o repertório dos alunos.

Na sequência, os grupos elaboraram sua questão geradora (Q_0) e questões derivadas (Q_1 , Q_2 , Q_3 ...) com base na estrutura $Q \leftrightarrow R$, conforme discutido nas sessões anteriores. O uso do quadro orientador facilitou esse processo, permitindo que os professores delimitassem os eixos temáticos e organizassem os elementos centrais da AEP.

Durante o momento, os participantes realizaram o esboço das praxeologias visadas, identificando tarefas (T), técnicas (τ), tecnologias (θ) e teorias escolares ou acadêmicas (Θ) associadas às questões construídas. Notou-se um esforço coletivo em construir propostas

viáveis, mas que também desafiassem os alunos a pensar, questionar e interpretar dados. Um dos professores observou:

“A gente tem que pensar numa tarefa que não seja só preencher a tabela, mas que eles realmente colem e pensem sobre o que estão registrando.”

Na etapa de planejamento didático, os grupos organizaram suas sequências de atividades, considerando os tempos, os recursos disponíveis, o envolvimento dos alunos e os produtos esperados. Foi nesse momento que surgiram inquietações sobre como tornar a proposta viável no tempo escolar:

“Se for muito longa, a gente perde o foco da turma... então tem que ser uma sequência curta, mas significativa” (Professora E).

“Dá pra fazer uma exposição no final. Os pais podem vir, e os alunos mostram os dados que levantaram. Isso dá sentido ao que foi feito” (Professor A).

Para sistematizar o planejamento, os docentes preencheram um formulário de síntese da AEP, incluindo título, situação-problema, praxeologias visadas e recursos necessários. Os resultados revelam que, mesmo com diferentes temas, os professores buscaram integrar saberes estatísticos e científicos de forma significativa e acessível às crianças do 2º ano do Ensino Fundamental. Veja na Imagem 4 o momento que os professores preencheram o quadro de síntese da AEP.

Imagem 3 - Professores realizando o preenchimento do formulário para elaboração de uma nova AEP



Fonte: Acervo autora (2024).

Esta sessão mobilizou intensamente a dimensão epistemológica do saber profissional docente, já que os professores precisaram justificar suas escolhas com base em teorias (Θ), explicitar as tecnologias (θ) e pensar estrategicamente nas tarefas (T) e técnicas (τ). Assim, foram observados importantes indícios de apropriação do paradigma do questionamento do mundo, articulando prática, teoria e ação pedagógica de forma crítica e criativa.

6.7 Sétima sessão: descrição e análise *a posteriori*

Nesta sétima sessão do percurso formativo, os professores-formandos foram convidados a assumir a posição de analistas-designers, conforme previsto no Módulo M4 do PEP-FP. O foco esteve na análise crítica e colaborativa das AEPs elaboradas na sessão anterior. Esse momento constituiu uma etapa central de institucionalização parcial dos saberes mobilizados, promovendo a metacognição docente a partir das dimensões epistemológica, didática e institucional da TAD.

A sessão foi organizada em formato de seminário formativo, com apresentações orais das AEPs por cada grupo e posterior debate com os pares. As apresentações foram apoiadas por cartazes e esquemas visuais que sintetizavam os elementos centrais das propostas. Enquanto um grupo apresentava, os demais atuavam como ouvintes críticos, registrando comentários, dúvidas e sugestões em um formulário de devolutiva formativa.

Ao longo das exposições, observou-se o esforço dos professores em explicitar as escolhas feitas. Um dos grupos, por exemplo, ao justificar sua situação-problema relacionada ao consumo de doces na escola, destacou:

“A gente percebeu que os alunos estavam trazendo muitos doces no recreio, então pensamos: como usar isso pra levantar dados, fazer gráfico e ao mesmo tempo discutir saúde?” (Professora L).

Em outro momento, uma professora relatou o processo de formulação das questões investigativas:

“Foi difícil no começo pensar nas perguntas... a gente queria fugir de perguntas óbvias e levar os alunos a investigar de verdade. Aí usamos aquelas categorias de significados, fenômenos e transposição didática que vimos na outra sessão” (Professora M).

Durante a discussão coletiva, emergiram reflexões relevantes sobre os critérios para definição da situação-problema, a adequação das tarefas às faixas etárias dos alunos e a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza. A condução da sessão foi guiada pelas questões norteadoras que fomentaram o diálogo sobre:

1. As praxeologias mobilizadas (T , τ , θ , Θ);
2. Os potenciais de aprendizagem e os obstáculos previstos;
3. A coerência entre os elementos da AEP e as dimensões da TAD;
4. As escolhas feitas para representação gráfica dos dados;
5. O papel da Estatística na formação científica dos alunos dos anos iniciais.

Foi bastante significativa a fala de um professor que afirmou:

“Essa parte da tecnologia e da teoria foi onde mais a gente avançou. No começo, a gente pensava só na tarefa. Agora a gente entende o porquê daquela escolha, o que está por trás.” (Professor G).

A sessão se encerrou com a sistematização coletiva dos principais aprendizados. Os professores foram incentivados a revisar suas AEPs com base nas sugestões recebidas, dando início a um processo de refinamento e amadurecimento das propostas. Essa revisão será aprofundada na sessão seguinte (Sessão 8), quando os participantes poderão experimentar parcialmente suas AEPs ou simular sua aplicação, promovendo novas regulações didáticas e avanços no processo formativo.

6.8 Oitava sessão: descrição e análise a posteriori

A oitava sessão do PEP-FP foi dedicada à experimentação parcial ou simulada das AEPs elaboradas pelos professores participantes na sessão anterior. Este momento formativo constituiu uma das etapas mais significativas do percurso, pois mobilizou situações *in vivo*,

conforme preconizado pela TAD, criando um espaço de confrontação entre a proposta didática e sua possível materialização no contexto escolar.

Os professores foram convidados a escolher entre duas formas de vivência: (i) relatar experiências reais de implementação parcial da AEP em suas turmas, ou (ii) simular em grupo a aplicação da proposta entre os pares, assumindo alternadamente os papéis de docente e alunos. Ambos os formatos permitiram que os docentes revissem suas escolhas didáticas à luz das reações observadas, das dificuldades emergentes e da análise crítica coletiva.

Durante a sessão, surgiram questionamentos derivados (Q'), antecipados na análise *a priori*, que serviram de base para as discussões em grupo. Alguns exemplos incluem:

“Os alunos entenderam mesmo o que era pra fazer na atividade com os alimentos?”

“A gente ficou em dúvida se o gráfico de barras era o mais indicado, ou se dava pra usar outro mais simples.”

“Não deu tempo de tudo, a conversa com os alunos foi muito rica, mas estourou o tempo...”

Esses relatos revelaram uma importante regulação didática, permitindo que os professores revisitassem suas praxeologias com mais consciência. As respostas possíveis das questões derivadas previamente elaboradas na seção anterior, ajudou a sistematizar os possíveis desdobramentos dessa experimentação, antecipando respostas hipotéticas (R') para cada questão derivada (Q').

Por exemplo, à questão Q'2 — “Os recursos utilizados (gráficos, imagens, dados) foram acessíveis às crianças?” — as respostas simuladas (R'2) indicaram que os gráficos pictográficos foram mais compreendidos pelos alunos, enquanto os gráficos de barras exigiram maior abstração e contextualização. Isso levou alguns professores a reverem suas escolhas gráficas, optando por representações mais visuais e manipulativas.

Outro ponto importante emergiu da Q'6 — “As decisões didáticas tomadas durante a execução foram justificadas teoricamente?”. Muitos professores relataram que, após as leituras realizadas nas sessões anteriores, passaram a justificar suas decisões com mais segurança, utilizando termos como “praxeologia”, “tecnologia” e “obstáculo epistemológico”.

As reflexões sistematizadas indicaram que a vivência prática (real ou simulada) contribuiu para evidenciar a importância de ajustar tarefas e técnicas (T, τ) ao nível cognitivo das crianças; aproximar os professores da lógica do paradigma do questionamento do mundo, ao perceberem como suas AEPs provocavam ou não o pensamento investigativo dos alunos; reforçar a necessidade de coerência entre as praxeologias mobilizadas e os objetivos formativos;

e consolidar o papel do professor como designer de percursos de aprendizagem, capaz de tomar decisões fundamentadas e responsivas ao contexto.

A sessão se encerrou com um momento de autoavaliação orientada, em que cada professor foi convidado a preencher individualmente um quadro de revisões para sua AEP, destacando o que funcionou, o que precisa ser ajustado, e que aspectos teóricos embasaram essas decisões. Esse instrumento será retomado na sessão final como parte da sistematização dos aprendizados do percurso.

6.9 Nona sessão: descrição e análise *a posteriori*

A nona sessão do PEP-FP representa um momento de metarreflexão docente, no qual os professores assumem plenamente a posição de analistas de sua própria prática. Após a vivência prática (real ou simulada) das AEPs na sessão anterior, este encontro foi dedicado à análise *a posteriori* das propostas desenvolvidas, à luz das contribuições teóricas da TAD e dos saberes mobilizados ao longo do percurso formativo.

A sessão teve início com um convite à retomada crítica das AEPs elaboradas, implementadas ou simuladas, com base em relatos reflexivos, registros escritos e *feedbacks* coletados nas sessões anteriores.

Os professores, individualmente ou em grupos, foram orientados a revisitar suas decisões didáticas, avaliando os êxitos, as dificuldades encontradas, as adaptações realizadas durante a experimentação e os aprendizados profissionais que emergiram do processo.

A TAD constituiu o principal referencial analítico, permitindo aos participantes identificar obstáculos epistemológicos e institucionais, bem como reorganizar as praxeologias didáticas mobilizadas (T, τ , θ , Θ). A reflexão orientada por essa teoria favoreceu a recontextualização dos saberes e a projeção de melhorias nas propostas, evidenciando o papel do professor como sujeito epistêmico capaz de transformar a prática com base em análises fundamentadas.

Como apoio à análise, foram apresentadas as seguintes questões norteadoras:

- Q₁': Quais obstáculos didáticos, conceituais ou institucionais emergiram durante a aplicação/simulação da AEP?
- Q₂': Que elementos da praxeologia foram mais eficazes? Quais precisariam ser reformulados?
- Q₃': Como a TAD contribuiu para a análise crítica da prática docente?
- Q₄': Quais aprendizagens docentes emergiram ao longo do processo?
- Q₅': Que ajustes serão incorporados à proposta com base nos resultados observados?
- Q₆': Como essa experiência impacta a compreensão da integração entre Estatística e Ciências da Natureza?

Q7': Que saberes foram efetivamente recontextualizados a partir da prática desenvolvida?

Os professores foram convidados a responder a essas questões em formulários reflexivos individuais, seguidos de rodas de conversa formativas. As discussões evidenciaram a consolidação de aprendizagens importantes, como a capacidade de justificar didaticamente a escolha de tarefas e representações; a compreensão de que nem todas as técnicas mobilizadas foram acessíveis aos alunos, exigindo ajustes com base no feedback; a percepção de que a TAD oferece ferramentas analíticas potentes para compreender e reelaborar a prática; o reconhecimento de obstáculos institucionais, como tempo limitado, infraestrutura inadequada ou pressão por resultados imediatos, que interferem na execução de propostas mais investigativas; e a valorização da escuta ativa e da devolutiva entre pares como recurso formativo.

Essa sessão também permitiu a documentação dos ajustes propostos para cada AEP, compondo uma versão revisada e mais amadurecida das propostas pedagógicas. O exercício de metarreflexão, articulado com os registros das sessões anteriores, fortaleceu o compromisso investigativo dos professores com a melhoria contínua da prática docente.

Em suma, a nona sessão constituiu um espaço de reconfiguração profissional, em que os professores, à luz da prática vivida e da teoria mobilizada, foram capazes de reinterpretar suas experiências, identificar fragilidades e potencialidades e projetar práticas mais coerentes com os princípios da alfabetização científica e da Educação Estatística nos anos iniciais. Trata-se, portanto, de um marco importante na construção da profissionalidade docente crítica, investigativa e transformadora.

6.10 Décima sessão: descrição e análise *a posteriori*

A décima sessão marca o encerramento do ciclo formativo proposto pelo PEP-FP, constituindo-se como um momento de síntese, avaliação e projeção. Após vivenciarem um percurso orientado pela TAD, os professores participantes são convidados a elaborar uma memória formativa, na qual reflitam sobre os saberes construídos, as transformações observadas em suas práticas e os desafios enfrentados ao longo do processo.

A sessão foi iniciada com um convite à produção de registros autorais, que pudessem expressar as aprendizagens significativas e os sentidos atribuídos à formação. Para isso, foram sugeridos diferentes gêneros, a fim de respeitar os estilos e preferências dos participantes: relatos de experiência, cartas pedagógicas, narrativas reflexivas, mapas conceituais, vídeos ou

outras produções criativas. Tais memórias se configuram como instrumentos de autoavaliação e, simultaneamente, como documentação pedagógica do percurso vivenciado.

Além da produção individual, foi promovido um debate final em formato de plenária, no qual os professores socializaram suas sínteses pessoais, compartilharam desafios enfrentados e destacaram os aspectos mais impactantes da formação. Esse momento coletivo buscou não apenas encerrar o processo, mas ressignificá-lo à luz da escuta mútua, fortalecendo o sentimento de pertencimento ao grupo e de continuidade do engajamento com a prática investigativa.

A seguir, foram apresentadas questões norteadoras para subsidiar a metarreflexão docente:

Q₁': Como respondo hoje à questão geratriz da formação (Q₀)?

Q₂': O que mudou em minha prática e compreensão sobre o ensino de Estatística e Ciências da Natureza?

Q₃': Que saberes foram consolidados e quais ainda precisam ser aprofundados?

Q₄': Quais foram os momentos mais significativos da formação?

Q₅': Que novos questionamentos emergem a partir dessa trajetória (Q'')?

Q₆': Como posso seguir investigando e transformando minha prática docente?

Essas questões não conclusivas, mas provocadoras, funcionaram como disparadoras de novos percursos investigativos. A formulação dos Q'' (novos questionamentos) cumpre um papel importante neste momento: indicar direções futuras de estudo, pesquisa e intervenção, ampliando a visão do professor sobre sua formação contínua e seu papel na transformação do cotidiano escolar.

Durante a plenária, os participantes destacaram, por exemplo:

"Hoje percebo que ensinar Estatística vai além de fazer gráficos. É provocar os alunos a pensar com dados, a tomar decisões, a interpretar o mundo."

"Esse curso me ajudou a enxergar o potencial das Ciências da Natureza como contexto para desenvolver o pensamento estatístico."

"As discussões em grupo, os quadros praxeológicos e os momentos de simulação foram os que mais me fizeram refletir sobre minha prática."

Essa pluralidade de olhares e experiências, sistematizada nas produções finais, compôs um mosaico de aprendizagens que extrapola o espaço do curso, potencializando a continuidade das reflexões e o fortalecimento da cultura investigativa entre os professores.

Dessa forma, a sessão final do PEP-FP não apenas conclui formalmente o percurso, mas abre simbolicamente novos ciclos de formação, sustentados por uma postura de escuta, investigação e reflexão contínua. Ao valorizar a posição do professor (X) como analista-designer de sua prática pedagógica, o PEP-FP reafirma seu compromisso com a

profissionalidade docente crítica, autônoma e comprometida com a integração entre Estatística e Ciências da Natureza para a promoção da alfabetização científica nos anos iniciais.

A análise aqui desenvolvida fundamenta-se nos dados empíricos produzidos ao longo das sessões, a partir de diferentes instrumentos: questionários iniciais e finais, registros escritos dos participantes, produções elaboradas nas sessões (como quadros de praxeologias, esquemas de AEPs, memórias formativas), anotações da pesquisadora e registros audiovisuais (quando autorizados).

Os dados foram organizados e interpretados com o objetivo de evidenciar as transformações nas praxeologias docentes, nas compreensões teóricas e nas decisões pedagógicas dos participantes ao longo do processo formativo.

Foram discutidas as evidências empíricas que demonstraram a mobilização progressiva das praxeologias estatísticas e científicas, as mudanças de posição dos professores no percurso (de executores a analistas-designers), bem como os desafios e limites observados durante a implementação. A análise se organiza em três seções principais:

A primeira trata da mobilização das praxeologias ao longo das sessões, com foco nas tarefas realizadas, nas técnicas utilizadas e nas tecnologias e teorias progressivamente mobilizadas (T , τ , θ , Θ); a segunda aborda as transformações nas práticas pedagógicas dos professores, evidenciadas por meio das falas, das produções e das narrativas formativas; a terceira apresenta uma leitura crítica do processo, destacando os efeitos epistemológicos, didáticos e institucionais do PEP-FP.

Essa abordagem buscou, portanto, articular a descrição dos dados coletados com os fundamentos teórico-metodológicos da TAD, respeitando a complexidade dos processos formativos vivenciados. A seguir, passamos à análise das praxeologias mobilizadas ao longo das sessões do PEP-FP.

As praxeologias estatísticas e didáticas foram sendo gradualmente mobilizadas e transformadas pelos professores participantes ao longo das dez sessões do PEP-FP. A partir da tríade praxeológica (Tarefa – Técnica – Tecnologia – Teoria), tal como formulada por Chevallard (1999), investigamos em que medida os professores se apropriaram, reformularam e criaram praxeologias didáticas voltadas à integração da Estatística com as Ciências da Natureza no contexto do 2º ano do Ensino Fundamental.

Nas três primeiras sessões, os professores ocuparam a posição de aluno, sendo provocados a interpretar uma situação-problema e a produzir questões investigativas. As praxeologias mobilizadas nesse momento estavam centradas nas tarefas iniciais de leitura de

mundo (T), como a análise dos rótulos dos alimentos, o levantamento de hipóteses e a construção de perguntas.

As técnicas (τ) empregadas foram majoritariamente baseadas em experiências prévias e no senso comum docente, como observações empíricas e registros espontâneos. As tecnologias (θ) e teorias (Θ) estavam ainda ausentes ou pouco explicitadas, revelando um distanciamento das justificativas epistemológicas. O mapa de questões elaborado ao final da terceira sessão constitui um importante artefato que ilustra a diversidade de interesses e a pluralidade de concepções emergentes.

As sessões intermediárias foram marcadas por um movimento de transição: os professores começaram a atuar como analistas e designers de suas próprias práticas. A partir da análise coletiva da AEP vivenciada, emergiram discussões sobre obstáculos conceituais enfrentados pelos alunos, decisões didáticas tomadas durante a implementação e possibilidades de reorganização do percurso.

As técnicas (τ) passaram a ser acompanhadas de tecnologias (θ) mais explícitas, como justificativas baseadas em autores estudados (ex.: Cazorla *et al.*, 2017; Batanero, 2001), na BNCC e nas práticas da própria rede municipal. As tarefas foram redesenhadas de forma mais intencional e articuladas aos conteúdos de Ciências da Natureza, indicando avanços na formulação de praxeologias didáticas interdisciplinares.

A elaboração coletiva de novas AEPs na sessão 6 representou um marco importante na mobilização consciente das praxeologias, com destaque para a articulação entre situação-problema, questionamentos, representações gráficas e análise crítica de dados.

As sessões finais permitiram observar a consolidação do papel dos professores como analistas-designers de suas práticas. Durante a socialização das AEPs e a experimentação parcial (ou simulação), os docentes demonstraram domínio crescente na formulação de tarefas contextualizadas e na escolha criteriosa de técnicas (como tipos de gráficos e instrumentos de coleta de dados) adequadas à faixa etária dos alunos.

As regulações didáticas realizadas durante a simulação revelaram um processo ativo de tomada de decisão, com base na reflexão crítica sobre as respostas dos alunos, a viabilidade dos materiais e o tempo disponível. Nas análises a posteriori, foram explicitados elementos da teoria (Θ) e da tecnologia da técnica (θ), evidenciando uma apropriação progressiva da linguagem praxeológica e das categorias da TAD.

A produção das memórias formativas na sessão 10 indicou que os professores reconheceram transformações em suas concepções e práticas. A recorrência a termos como

“praxeologia”, “investigação”, “contextualização” e “justificativa teórica” nas narrativas dos docentes sugere que os saberes mobilizados foram, em alguma medida, recontextualizados e apropriados.

As transformações nas práticas pedagógicas dos professores participantes do PEP-FP foram analisadas a partir de diferentes fontes de dados empíricos: falas registradas em sessões formativas, questionários inicial e final, produções escritas (informes, quadros de AEPs, memórias formativas) e observações da formadora. A leitura desses dados, orientada pelas categorias analíticas da TAD, revela mudanças significativas em pelo menos três dimensões: concepção docente, planejamento didático e papel do professor.

No início da formação, a maioria dos professores expressava uma visão instrumental e fragmentada da Estatística, com foco em gráficos e tabelas descontextualizados, muitas vezes tratados de forma acessória no currículo. As Ciências da Natureza, por sua vez, eram frequentemente associadas a conteúdos biológicos isolados (ex.: órgãos do corpo humano, plantas) e tratados de maneira desarticulada da realidade dos alunos.

Com o desenvolvimento das sessões e o aprofundamento teórico, os professores passaram a reconhecer a Estatística como um campo do saber que permite interpretar e intervir no mundo, especialmente quando integrada a temas relevantes como alimentação, saúde e meio ambiente. Essa mudança pode ser exemplificada por trechos como:

“Nunca tinha parado pra pensar que fazer gráfico com meus alunos podia ser uma forma de ensinar Ciência... Agora vejo que isso pode ser bem potente.” (Professora B, Sessão 5).

“Quando li o texto da Cazorla, entendi que Estatística não é só número, é pensamento crítico.” (Professor D, Sessão 6).

Ao longo do PEP-FP, os professores passaram de um planejamento centrado em atividades isoladas e baseadas em apostilas, para a elaboração de AEPs articuladas, com situações-problema, tarefas significativas e articulação interdisciplinar. A análise dos quadros de AEPs produzidos nas sessões 6 e 7 mostra a incorporação intencional da tríade praxeológica (T, τ , θ , Θ), com explicitação das técnicas e justificativas utilizadas.

Esse avanço é evidenciado na transição de propostas como:

Antes

“Fazer um gráfico de barras com os alunos usando as frutas que eles mais gostam.”

Depois

“Investigar os hábitos alimentares da turma, discutir com as famílias e propor uma campanha de conscientização, construindo gráficos e análises a partir dos dados coletados.”

Além disso, os planejamentos revelaram maior preocupação com a viabilidade didática (uso de instrumentos acessíveis, linguagem apropriada, tempo escolar), bem como a valorização da realidade dos alunos como ponto de partida para o ensino.

O dispositivo PEP-FP favoreceu uma mudança paradigmática no papel assumido pelos professores, que passaram a se ver como sujeitos epistêmicos ativos, capazes de questionar, elaborar e analisar suas próprias práticas. A metarreflexão, desencadeada nas sessões 8, 9 e 10, permitiu a explicitação dos saberes docentes e a construção de uma postura investigativa mais crítica e autônoma.

Relatos como os abaixo ilustram essa ressignificação:

“A gente achava que só o formador sabia justificar as atividades. Hoje eu consigo dizer por que escolhi esse gráfico, por que usei aquela pergunta.” (Professora C, Sessão 9)

“Agora vejo que não basta aplicar uma atividade, é preciso pensar no que os alunos vão aprender com ela, como vão interpretar, o que eu quero provocar com aquilo.” (Professora F, Sessão 10)

Essa transformação aponta para o fortalecimento da profissionalidade docente, compreendida como a capacidade de conceber, justificar e adaptar práticas pedagógicas fundamentadas teoricamente, com base nas especificidades dos alunos e das escolas.

Conclui-se, assim, a análise in vivo das dez sessões que compuseram a implementação do PEP-FP, evidenciando um percurso formativo pautado na problematização dos saberes escolares e na mobilização consciente das praxeologias estatísticas e científicas. Ao longo das sessões, os professores transitaram por diferentes posições (aluno, analista, designer), vivenciando momentos de estudo, criação, experimentação, análise e metarreflexão, em consonância com os princípios da Teoria Antropológica do Didático.

A sessão final, ao retomar a questão geradora e suscitar novos questionamentos (Q”), reafirma o caráter dinâmico e contínuo da formação docente, valorizando a construção coletiva do conhecimento e a profissionalização crítica do professor.

A implementação do Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores (PEP-FP), fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), revelou-se uma estratégia potente para provocar deslocamentos nas práticas docentes e fomentar a integração entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais. Contudo, esse processo também evidenciou desafios estruturais e epistemológicos que merecem análise.

Entre as principais contribuições do dispositivo, destaca-se sua capacidade de romper com a fragmentação entre conteúdos e práticas, favorecendo a construção de praxeologias didáticas integradas. A organização modular do PEP-FP (M0 a M4) permitiu que os professores

transitassem por diferentes posições (aluno, analista, designer), experimentando, refletindo e recriando suas propostas pedagógicas com maior consciência e intencionalidade.

Além disso, a alternância entre vivência e análise, característica da engenharia didática do PEP, promoveu a mobilização simultânea dos quatro componentes praxeológicos (T, τ , θ , Θ), o que ampliou a compreensão dos docentes sobre os saberes envolvidos nas atividades que propõem aos alunos. As narrativas produzidas na Sessão 10 evidenciam essa internalização:

“Hoje penso mais no que está por trás de cada tarefa. Antes eu só pensava se era legal ou fácil de aplicar.” (Professora G).

Essa capacidade de planejar com base em uma lógica praxeológica e crítica configura um avanço importante na profissionalização docente.

Apesar dos avanços, a implementação do PEP-FP enfrentou alguns entraves que merecem consideração, primeiro a gestão do tempo. A profundidade das discussões propostas, aliada à rotina intensa dos professores e à limitação de carga horária da formação, exigiu adaptações e priorizações. Algumas sessões precisaram ser compactadas, e certas leituras foram apenas exploradas parcialmente.

Quanto a complexidade teórica da TAD, ainda pouco difundida nos cursos de formação continuada, apresentou um grau de complexidade que demandou mediações constantes da formadora (Y). Muitos professores inicialmente estranharam termos como “praxeologia”, “transposição didática” e “tecnologias da técnica”, sendo necessário o uso de exemplos concretos e analogias para facilitar a compreensão.

Finalizando, sobre a cultura formativa vigente, parte dos professores demonstrava, no início, expectativas centradas em cursos de “repertório pronto” (receitas de atividades), o que exigiu um trabalho cuidadoso para fomentar a disposição investigativa e a coautoria na formação. Esse deslocamento do paradigma da aplicação para o da problematização se deu de forma gradual, sendo mais consolidado por alguns do que por outros.

Um fator facilitador importante foi o apoio da Secretaria de Educação, que já possui uma política consolidada de formação continuada. O uso de um espaço para os encontros presenciais, o fornecimento de materiais e a valorização da formação pelos gestores contribuíram para a adesão dos participantes e para a continuidade do percurso.

Além disso, o fato de os professores estarem reunidos em um mesmo território educacional favoreceu a construção de uma comunidade de aprendizagem, aspecto essencial para a sustentabilidade das transformações iniciadas.

Os resultados indicam que o PEP-FP pode ser adaptado a diferentes contextos escolares e formativos, desde que sejam asseguradas algumas condições básicas como a valorização da

escuta e da produção docente; a integração entre teoria e prática, com espaço para experimentação; o acompanhamento reflexivo por parte do formador com domínio da TAD; e articulação com os documentos curriculares e com os desafios reais enfrentados pelos professores em sala de aula.

A análise *a posteriori* da implementação do PEP-FP permitiu compreender, com base empírica, os efeitos do dispositivo sobre a mobilização das praxeologias estatísticas e científicas por parte dos professores participantes.

Cada sessão revelou contribuições específicas para a construção da posição de professor-analista-designer, conforme proposto pela TAD. Ao mesmo tempo, os dados indicam desafios persistentes, como a necessidade de maior tempo para aprofundamento teórico e a complexidade de transpor certas praxeologias para os contextos reais.

Apesar de desafios institucionais, a alta taxa de conclusão e os relatos de engajamento (e.g., Professora G, Sessão 10) validam o PEP-FP como estratégia aplicável em contextos reais. O PEP-FP diferenciou-se de formações tradicionais por integrar a TAD à formação continuada, propondo um ciclo de vivência-análise-criação (M1–M4) que rompe com a lógica de 'receitas prontas.

No capítulo seguinte, apresentamos as considerações finais desta pesquisa, refletindo sobre os objetivos alcançados, as limitações do estudo e as perspectivas futuras para a formação de professores dos anos iniciais.

7 CONCLUSÃO

Este capítulo tem como propósito retomar os objetivos delineados no início desta tese, confrontando-os com os resultados obtidos ao longo da pesquisa. A intenção é refletir criticamente sobre o percurso investigativo e formativo desenvolvido, reconhecendo suas contribuições, limites e possibilidades de desdobramento.

Ao longo desta trajetória, buscou-se enfrentar um problema educacional real e complexo: a fragmentação entre Educação Estatística e Ciências da Natureza na formação de professores pedagogos, com implicações diretas na promoção da alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A pesquisa partiu da constatação de que, nas práticas docentes dos professores dos anos iniciais, a Estatística tende a ser tratada como um conteúdo isolado, técnico e descontextualizado, dissociado de investigações científicas significativas.

Essa percepção motivou o desenvolvimento do PEP-FP (Percurso de Estudo e Pesquisa para Formação de Professores), um dispositivo formativo fundamentado na Teoria Antropológica do Didático (TAD), que busca promover a integração epistemológica e didática entre saberes.

Os resultados revelaram que essa integração é possível, desde que os professores sejam desafiados a vivenciar situações formativas que os coloquem na posição de analistas e designers de suas próprias práticas pedagógicas.

As atividades de estudo e pesquisa (AEPs) desenvolvidas ao longo do PEP-FP evidenciaram que é viável construir um ensino mais interdisciplinar, crítico e contextualizado, capaz de mobilizar praxeologias complexas e significativas.

Além disso, observaram-se indícios de transformação na postura docente, com maior consciência sobre o “porquê” de suas escolhas pedagógicas e o reconhecimento do papel da Estatística como linguagem científica.

Neste encerramento, reafirma-se a tese central de que a alfabetização científica exige a formação de professores capazes de articular conhecimentos estatísticos e científicos em propostas pedagógicas integradas.

A experiência formativa proporcionada pelo PEP-FP demonstrou que, mesmo diante de restrições institucionais e epistemológicas, é possível reorganizar as praxeologias docentes e construir novas possibilidades para o ensino nos anos iniciais.

Essa conclusão nos conduz, também, à necessidade de refletir sobre os limites enfrentados durante a pesquisa e as possibilidades de expansão e adaptação desse modelo formativo a outros contextos, temas e redes de ensino.

7.1 Reflexões sobre os objetivos da pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em desenhar, aplicar e analisar o Percorso de Estudo e Pesquisa para Formação Continuada de Professores Pedagogos (PEP-FP), buscando identificar, mobilizar e transformar praxeologias estatísticas e didáticas por meio da integração entre Educação Estatística e Ciências da Natureza.

Esse objetivo foi plenamente perseguido e alcançado ao longo de todas as etapas do estudo, desde o diagnóstico inicial até a análise das práticas docentes após a implementação do dispositivo.

O primeiro objetivo específico – caracterizar as praxeologias estatísticas e didáticas mobilizadas pelos professores antes do PEP-FP – foi contemplado por meio do Instrumento de Diagnóstico Inicial (IDI), que revelou um cenário marcado por práticas fragmentadas, técnicas mecânicas e ausência de conexões significativas entre análise de dados e fenômenos científicos.

Os professores, em sua maioria, demonstravam compreender a Estatística como um conteúdo restrito a gráficos e tabelas, sem articulação com investigações científicas. Essa constatação reforçou a hipótese de que a formação inicial e continuada ainda não oferece suporte suficiente para práticas interdisciplinares.

O segundo objetivo – desenvolver o PEP-FP com base nos princípios da TAD – foi concretizado a partir de uma cuidadosa modelização didática que integrou elementos como: praxeologias complexas, escalas de codeterminação didática, AEPs contextualizadas e alternância de posturas docentes (professor-aluno-analista-designer).

O dispositivo foi estruturado não como um roteiro prescritivo, mas como um espaço de problematização e construção colaborativa do saber, respeitando os tempos e condições institucionais dos professores envolvidos.

O terceiro objetivo – implementar o PEP-FP em contextos reais de formação docente – teve sua realização documentada nas sessões presenciais e nos registros de campo que compõem o corpus empírico da pesquisa.

As atividades de estudo e pesquisa (AEPs) foram conduzidas em situações reais de formação, permitindo aos professores vivenciarem desafios concretos da prática pedagógica, enfrentarem obstáculos epistemológicos e reconstruírem suas estratégias didáticas com base em

novas compreensões teóricas. O engajamento dos professores e a produção de tarefas interdisciplinares demonstraram a efetividade do dispositivo como espaço formativo.

Por fim, o quarto objetivo – analisar as transformações nas praxeologias docentes após o PEP-FP – foi alcançado por meio da análise dos portfólios, narrativas reflexivas e atividades elaboradas ao término do percurso.

Observou-se uma transição significativa em muitos participantes: de uma prática descritiva e técnica para abordagens investigativas, nas quais a Estatística passou a ser usada como ferramenta para a leitura crítica de fenômenos naturais.

A incorporação de atividades como levantamento de dados sobre o consumo de água nas escolas e sua relação com temas ambientais, ou a análise de gráficos sobre alimentação e saúde, evidenciou o fortalecimento da Alfabetização Científica como eixo orientador das práticas pedagógicas.

Assim, os resultados apontam que os quatro objetivos foram efetivamente trabalhados e atingidos, em consonância com as hipóteses da pesquisa. As evidências empíricas sustentam a tese de que a integração entre Estatística e Ciências da Natureza, mediada por um dispositivo didático como o PEP-FP e fundamentada na TAD, pode reorganizar significativamente as práticas docentes, mesmo diante de restrições institucionais.

7.2 Limitações do estudo

Embora esta pesquisa tenha alcançado seus objetivos e oferecido contribuições relevantes para a formação docente e para o campo da Educação Estatística integrada às Ciências da Natureza, é importante reconhecer suas limitações, tanto metodológicas quanto contextuais.

Uma das principais limitações diz respeito ao número reduzido de participantes envolvidos na implementação do PEP-FP. A pesquisa foi desenvolvida com um grupo específico de professores pedagogos em um contexto delimitado, o que impõe restrições à generalização dos resultados.

A profundidade das análises qualitativas não invalida os achados, mas reforça que suas conclusões devem ser compreendidas dentro dos limites do campo investigado. Investigações futuras, com grupos maiores e diversificados, poderão oferecer uma validação mais ampla dos efeitos do dispositivo.

Outra limitação importante foi o tempo disponível para o desenvolvimento completo do PEP-FP. A formação docente exige continuidade, e, embora o percurso tenha sido cuidadosamente planejado e executado, o intervalo temporal entre a implementação e a análise

final pode ter limitado a observação de transformações mais profundas e duradouras nas praxeologias docentes.

Certas mudanças na prática pedagógica demandam maturação ao longo de meses ou até anos — o que extrapola o tempo formal da pesquisa.

Também se destaca como limitação a infraestrutura institucional das escolas envolvidas. Restrições materiais, como ausência de laboratórios, dificuldades de acesso à internet e falta de tempo para planejamento coletivo, impactaram diretamente o desenvolvimento das AEPs e a autonomia dos professores para aplicá-las em seus contextos reais.

Ainda que esses obstáculos tenham sido tratados como parte do próprio objeto de estudo — dentro da dimensão ecológica da TAD —, eles também impuseram barreiras práticas para a execução ideal das propostas formativas.

Do ponto de vista epistemológico, enfrentou-se resistência à superação do ensino fragmentado. Muitos professores demonstraram dificuldade inicial em compreender a Estatística como linguagem científica, indo além da mera construção de gráficos.

Essa resistência está ancorada em formações anteriores centradas na transmissão de conteúdos estanques e em currículos que reforçam a separação entre áreas do conhecimento. Apesar do esforço do PEP-FP em romper com essa lógica, o tempo da formação nem sempre foi suficiente para ressignificar completamente essas concepções.

Por fim, a pesquisa limitou-se ao 2º ano do Ensino Fundamental, o que foi uma escolha intencional para focar em um recorte específico da alfabetização científica.

No entanto, essa delimitação impede inferências diretas sobre outros anos ou etapas da escolarização. A extensão do PEP-FP para outros ciclos escolares permanece como uma possibilidade a ser explorada em estudos posteriores.

Apesar dessas limitações, elas não comprometem a validade dos achados. Ao contrário, reforçam a complexidade do campo investigado e a necessidade de propostas formativas que articulem teoria e prática de forma crítica e contextualizada.

Reconhecer esses limites é parte do compromisso com a produção científica ética e com a construção de caminhos formativos mais robustos para os professores dos anos iniciais.

7.3 Recomendações e perspectivas futuras

A partir dos resultados obtidos e das limitações reconhecidas, esta pesquisa aponta um conjunto de recomendações e perspectivas futuras que podem contribuir tanto para o aprimoramento da formação docente quanto para o avanço das investigações no campo da Educação Estatística articulada às Ciências da Natureza.

Uma das principais recomendações é a ampliação do dispositivo PEP-FP para diferentes redes de ensino, níveis escolares e realidades formativas. A aplicação do percurso em contextos variados – urbanos e rurais, públicos e privados, com professores iniciantes e experientes – permitirá refinar sua estrutura e testar sua flexibilidade. Recomenda-se, inclusive, a adaptação do percurso para cursos de formação inicial de professores, promovendo desde a graduação o desenvolvimento de praxeologias integradoras.

A pesquisa evidencia a necessidade urgente de romper com a lógica fragmentada dos currículos de formação docente. Assim, recomenda-se que instituições de ensino superior e redes de educação básica incorporem, de forma sistemática, dispositivos formativos que promovam a articulação entre áreas do conhecimento.

A inclusão de módulos interdisciplinares, formação de equipes docentes de áreas distintas e o incentivo à produção de projetos pedagógicos integrados são caminhos promissores.

Outro desdobramento importante é o desenvolvimento de materiais didáticos que deem suporte a professores em formação ou em exercício para integrar Estatística e Ciências da Natureza. Isso inclui desde roteiros de AEPs baseados em contextos locais, até softwares simples de análise de dados, kits de coleta e análise ambiental, entre outros. A criação de bancos públicos de atividades validadas pode ampliar significativamente o alcance dessa proposta.

Embora os resultados da presente pesquisa apontem mudanças significativas nas praxeologias docentes, é essencial acompanhar os efeitos dessas transformações ao longo do tempo.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos longitudinais que investiguem a permanência, expansão ou retração dessas práticas após um ou dois anos da formação, analisando sua sustentação institucional e seus impactos na aprendizagem dos estudantes.

Com base nos achados desta pesquisa, propõe-se que a Educação Estatística seja assumida como um eixo transversal na formação para a Alfabetização Científica. Isso implica não tratá-la como apêndice da Matemática, mas como linguagem de investigação e argumento dentro das Ciências.

Essa mudança conceitual deve ser refletida nos currículos, diretrizes pedagógicas e propostas de avaliação externa, como forma de valorizar a articulação entre dados, evidências e compreensão dos fenômenos.

Por fim, destaca-se o potencial da Teoria Antropológica do Didático como ferramenta de análise e ação formativa. A TAD mostrou-se eficaz para identificar restrições, propor dispositivos e analisar transformações reais nas práticas pedagógicas.

Recomenda-se, portanto, sua continuidade como referência teórica em futuras investigações, especialmente aquelas voltadas à reestruturação dos saberes escolares em contextos marcados por desigualdades e currículos desarticulados.

Concluir esta pesquisa é reconhecer que formar professores não se resume a transmitir técnicas, mas a criar condições para que eles compreendam, interroguem e transformem suas próprias práticas. O percurso aqui construído — do diagnóstico à intervenção, da análise teórica à escuta dos sujeitos — mostrou que é possível romper com a fragmentação curricular e promover uma formação docente integrada, crítica e sensível ao contexto.

A proposta do PEP-FP, ancorada na Teoria Antropológica do Didático (TAD), demonstrou ser uma alternativa viável para repensar a articulação entre Estatística e Ciências da Natureza nos anos iniciais. Mais do que um modelo, o PEP-FP é um convite: a assumir que todo saber escolar precisa estar a serviço da compreensão do mundo — e que essa compreensão exige dados, evidências, mas também reflexão, diálogo e compromisso ético com a transformação da realidade.

Se a Estatística é linguagem de leitura do mundo, e as Ciências da Natureza oferecem os fenômenos a serem lidos, então a formação docente precisa ser o espaço onde essa leitura se torna possível. Esta pesquisa deixa como legado não apenas um dispositivo formativo, mas a convicção de que toda alfabetização — seja científica, estatística ou social — começa quando o professor é também pesquisador de seu fazer.

Que este estudo possa inspirar novas práticas, novos percursos e novas perguntas. Porque ensinar é também aprender a perguntar de novo, com mais rigor, com mais coragem, com mais sentido.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, Saddo Ag. **Metasynthesis of research in mathematics education: foci and theoretical-methodological foundations**. *The Mathematics Enthusiast*, v. 18, n. 3, p. 385–417, 2021.
- ALMOULOUD, Saddo Ag. **Teoria Antropológica do Didático: metodologia de análise de materiais didáticos**. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, n. 42, p. 09–34, nov. 2015. Disponível em: <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/628>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- ALMOULOUD, Saddo Ag. *et al.* **Percurso de estudo e pesquisa como metodologia de pesquisa e de formação**. *REVASF, Petrolina*, v. 11, n. 24, p. 427–467, jan. 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1538>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- ARAÚJO, Ednei Leite de. **Educação estatística: história e memória**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SBEM, 2016. Acesso em: 12 dez. 2024.
- ARRUDA, Joseane Pinto de; FLORES, Cláudia Regina; MATOS, José Manuel. **A Reforma Curricular da Matemática Moderna no Ensino Primário: um estudo entre escolas**. *Quadrante, Lisboa*, v. 23, n. 1, p. 29–42, 2014.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Plátano Editora, 2003.
- BARRETO, Marcilia Chagas; MENDONÇA, Mariângela da Costa; FARIAS, Gleiciane Ferreira; OLIVEIRA, Rayssa Melo de. **Compreensão estatística de professores em formação inicial**. *Bolema, Rio Claro (SP)*, v. 36, n. 74, p. 1115–1134, dez. 2022. DOI: 10.1590/1980-4415v36n74a08.
- BATANERO, Carmen. **Didáctica de la Estadística**. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada, 2001.
- BATANERO, Carmen. **Los retos de la cultura estadística**. In: JORNADAS INTERAMERICANAS DE ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA, 2002, Buenos Aires. Anais [...]. Buenos Aires: [s.n.], 2002.
- BATANERO, Carmen. **Training researchers in the use of statistics**. Granada: International Association for Statistical Education; International Statistical Institute, 2001.
- BATANERO, Carmen; BURRILL, Gail; READING, Chris (Orgs.). **Teaching statistics in school mathematics: challenges for teaching and teacher education**. A Joint ICMI/IASE Study. New York: Springer, 2011.
- BATANERO, Carmen; DÍAZ, Carmen. **Training teachers to teach statistics: what can we learn from research?** *Statistique et Enseignement, Paris*, v. 1, n. 1, p. 5–20, 2010. Disponível em: <http://www.statistique-et-enseignement.fr>. Acesso em: 13 jun. 2025.

BEN-ZVI, Dani; GARFIELD, Joan (Eds.). **The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking**. Dordrecht: Springer, 2004.

BENITO, Ricardo Nicasso. **Construção de um percurso de estudo e pesquisa para formação de professores: o ensino de cônicas**. 2019. 218 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

BITTAR, M.; FREITAS, J. L. M.; PAIS, L. C. **Reflexões sobre a Orientação de Pesquisas de Pós-Graduação em Educação Matemática com o Suporte da Teoria Antropológica do Didático**. Perspectivas da Educação Matemática, Campo Grande, v. 7, n. temático, p. 380-404, 2014. Disponível em: <http://www.edumat.ufms.br/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. **Twenty-Five Years of the Didactic Transposition**. ICMI Bulletin, n. 58, p. 51–65, 2006.

BOSCH, Marianna. **Prólogo I**. In: ALMOULOU, Saddo Ag; GUERRA, Renato Borges; FARIAS, Luiz Márcio Santos; HENRIQUES, Afonso; NUNES, José Messildo Viana (org.). Percursos de estudo e pesquisa à luz da teoria antropológica do didático: fundamentos teórico-metodológicos para a formação. Curitiba: CRV, 2022. v. 1, p. 17-23.

BOSCH, Marianna. **Os modelos praxeológicos de referência: reflexões metodológicas desde a TAD**. In: ALMOULOU, Saddo Ag; GUERRA, Renato Borges; FARIAS, Luiz Márcio Santos; HENRIQUES, Afonso; NUNES, José Messildo Viana (org.). Percursos de estudo e pesquisa à luz da teoria antropológica do didático: fundamentos teórico-metodológicos para a formação. Curitiba: CRV, 2022. v. 1, p. 97-114.

BROUSSEAU, Guy. **Theory of Didactical Situations in Mathematics**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997.

BURRILL, Gail; BIEHLER, Rolf. **Fundamental Statistical Ideas in the School Curriculum and in Training Teachers**. In: BATANERO, Carmen; BURRILL, Gail; READING, Chris (Orgs.). Teaching Statistics in School Mathematics. Dordrecht: Springer, 2011. p. 57–69.

BUSSAB, Wilton de Oliveira; MORETTIN, Pedro Afonso. **Estatística Básica**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

CAZORLA, Irene Maurício; SANTANA, Eurivalda Ribeiro. **Estatística e Probabilidade na Educação Básica**. 1. ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), 2010.

CAZORLA, I. M. *et al.* **Do Tratamento da Informação ao Letramento Estatístico**. In: CAZORLA, I.; SANTANA, E. (Orgs.). Série Alfabetização Matemática, Estatística e Científica. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

CARVALHO, Dierson Gonçalves de; SANTOS, Marilene Rosa dos. **O Paradigma do questionamento do mundo entre o didata Yves Chevallard e o pedagogo Paulo Freire**. REMATEC, Belém (PA), v. 18, n. 43, e2023017, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023017.id488>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CARVALHO, Dierson Gonçalves de. **Estabelecendo aproximações entre a Teoria Antropológica do Didático e a teoria freireana**. 2022. 136 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

CHEVALLARD, Y. **La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder**; Clermont-Ferrand, 16-23 août 2009. Disponível em <http://yves.chevallard.free.fr>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CHEVALLARD, Y. **Recherches en didactique et pratiques de formation d'enseignants**. 2002. Disponível em http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=61. Acesso em: 19. Jan. 2025.

CHEVALLARD, Y. **Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: L'approche anthropologique**. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol 19, n° 2, pp. 221-266, 1999.

DALEASTE, Rosineide Fátima. **Educação Ambiental e Ensino de Matemática: análise de propostas desenvolvidas por docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2023. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2023.

DANTE, Luiz Roberto; VIANA, Fernando. **Ápis Mais: Matemática – 2º ano: manual do professor**. São Paulo: Ática, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

FLAVELL, John H. **Metacognition and cognitive monitoring**. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906–911, 1979.

FREITAS, Rita Lobo. **Dispositivo de pesquisa e formação profissional PEP-FP/TAD: constituição do conhecimento docente para o ensino de geometria analítica plana do ponto e da reta**. 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

FREITAS, Rita Lobo; ALMOULOU, Saddo Ag. **Percursos de estudo e pesquisa: um dispositivo de pesquisa e formação profissional**. *Educação Matemática em Pesquisa*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 278–328, 2023.

FRIENDLY, Michael. **A brief history of data visualization**. In: CHEN, C.; HÄRDLE, W.; UNWIN, A. (Ed.). *Handbook of Computational Statistics: Data Visualization*. Heidelberg: Springer, 2006. p. 15–56.

FRIENDLY, Michael; WAINER, Howard. **A History of Data Visualization and Graphic Communication**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2021.

FRIOLANI, Luis Cesar. **O pensamento estocástico nos livros didáticos do Ensino Fundamental**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

GAL, Iddo. **Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities**. *International Statistical Review*, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

GALLAHUE, David L.; OZMUN, John C.; GOODWAY, Jacqueline D. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GARCÍA-CUÉLLAR, Daysi Julissa. **Um percurso de estudo e pesquisa a distância em uma formação continuada de professores de matemática para o ensino de quadriláteros**. 2021. 202 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.

GARFIELD, Joan; GAL, Iddo. **Teaching and Assessing Statistical Reasoning**. In: GAL, Iddo; GARFIELD, Joan (Ed.). *The Assessment Challenge in Statistics Education*. Amsterdam: IOS Press, 1997.

GASCÓN, Josep. **Los modelos epistemológicos de referencia como instrumentos de emancipación de la didáctica y la historia de las matemáticas**. *Educación Matemática*, v. 26, n. 1, p. 99–123, 2014.

GASCÓN, Josep. **Las tres dimensiones fundamentales de un problema didáctico: el caso del álgebra elemental**. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Ciudad de México, v. 14, n. 2, p. 203–231, feb. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/relime/v14n2/v14n2a4.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIOVANNI JR., José Ruy. **A Conquista: Matemática** – 2º ano: manual do professor. São Paulo: FTD, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

GOULD, Robert. **Data literacy is statistical literacy**. *Statistics Education Research Journal*, v. 16, n. 1, p. 22–25, maio 2017. Disponível em: [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16\(1\)_Gould.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16(1)_Gould.pdf). Acesso em: 27 ago. 2024.

GUIMARÃES, Gilda Lisboa. **Estatística nos anos iniciais de escolarização**. In: SMOLE, K.; MUNIZ, C. (Org.). *A matemática em sala de aula: reflexões e propostas para os anos iniciais do ensino fundamental*. Penso Editora, 2013. p. 115-136.

GUIMARÃES, Gilda Lisboa; CARVALHO, José Ivanildo Felisberto de (orgs.). **Estatística e probabilidade na escola**. Recife: Editora UFPE, 2021.

GUIMARÃES, Gilda Lisboa; BORBA, Renata E. S. R. **Transposição didática e teoria antropológica do didático: diálogos possíveis**. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 22, n. 3, 2020.

HACKING, Ian. **The taming of chance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

HENRIQUES, Ana; OLIVEIRA, Hélia. **Contributos da investigação para o ensino da Estatística e das Probabilidades**. *Educação e Matemática*, Lisboa, n. 144–145, p. 21–26, out./dez. 2021. Publicação da Associação de Professores de Matemática (APM).

IMENES, Luiz Márcio; LELLIS, Marcelo. **Presente Mais: Matemática** – 2º ano: manual do professor. São Paulo: Moderna, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

JÚNIOR, Ailton Paulo de Oliveira; VIEIRA, Márcia Lopes. **A educação estatística nos anos iniciais do ensino fundamental: estado da arte**. *Revista Triângulo*, Uberaba/MG (implícito pela UFTM/IFTM), v. 8, n. 2, p. 33-52, jul./dez. 2015. DOI: 10.18554/rt.v8i2.1410. Disponível em: <http://www.uftm.edu.br/revistaeletronica>. Acesso em:

KAMII, Constance. **A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget**. Campinas: Papirus, 1983. 12. reimp. 2024.

LAJOLO, Marisa. **Livro didático: um (quase) manual de usuário**. Em Aberto, v. 16, n. 69, p. 3–9, 1996.

LESSA, Lucia de Fátima Carneiro Ferreira. **Construção de um modelo epistemológico de referência considerando as análises das relações institucionais acerca do objeto matemático área**. 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.

LOPES, Celi Espasandin; CURI, Edda. **A estatística na educação básica: desafios e perspectivas**. Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 11, n. 2, p. 136–153, 2016.

LOPES, Celi Espasandin; PORCIÚNCULA, Mauren; SAMÁ, Suzi (org.). **Perspectivas para o ensino e a aprendizagem de Estatística e Probabilidade**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2019. ISBN 978-85-7591-569-1.

MAGALHÃES, Marcos Nascimento; LIMA, Antonio Carlos P. **Noções de Probabilidade e Estatística**. 7. ed. rev. São Paulo: Edusp, 2015.

MARANHÃO, Wilson Monteiro de Albuquerque. **Praxeologias da Educação Estatística na Formação de Professores dos Anos Iniciais: o caso do pensamento transnumérico**. 2021. 243 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), Belém, 2021.

MEDEIROS, Carlos Augusto de. **Estatística aplicada à educação**. Brasília: Universidade de Brasília, Centro de Educação a Distância, 2007. 130 p. (Curso Técnico de Formação para os Funcionários da Educação – Profucionário. Técnico em Gestão Escolar).

MEMÓRIA, José Maria Pompeu. **Breve história da estatística**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

MENDONÇA, Vivian Lavander; COSTA, Tereza. **Da escola para o mundo: Ciências – 2º ano: manual do professor**. São Paulo: Scipione, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

MOORE, David S.; MCCABE, George P.; CRAIG, Bruce A. **Introduction to the Practice of Statistics**. 7. ed. New York: W. H. Freeman, 2012.

MORAES, R. **Concepções de “Interdisciplinaridade e Educação do Campo” de professores de ciências da natureza e matemática das escolas de ensino médio do campo do município de Rio Verde - GO**. 2018. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Educação, Catalão, 2018. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8354>. Acesso em: 08 set. 2024.

MORAIS, Tula Maria Rocha. **Um estudo sobre o pensamento estatístico “componentes e habilidades”**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/11066/1/dissertacao_tula_rocha.pdf. Acesso em: 30 abr. 2025.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. Revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

NASCIMENTO, Fellipe Albano Melo do. **Atividades Práticas Experimentais e a Motivação em Aprender: implicações para o ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2023. 165 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

NEVES, Anderson Souza; CARVALHO, Osnildo Andrade; FARIAS, Luiz Márcio Santos. **As Atividades de Estudo e Pesquisa como dispositivo didático para o ensino do aspecto decimal do sistema de numeração**. In: ALMOULOU, Saddo Ag; GUERRA, Renato Borges; FARIAS, Luiz Márcio Santos; HENRIQUES, Afonso; NUNES, José Messildo Viana (org.). *Percursos de estudo e pesquisa à luz da Teoria Antropológica do Didático: fundamentos teórico-metodológicos para a formação*. v. 2. Curitiba: CRV, 2022. p. 201-221.

NÓVOA, António. **Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 47, n. 165, p. 1104–1123, jul./set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/198053144843>. Acesso em: 20 nov. 2024.

OLIVEIRA JÚNIOR, Ailton Paulo de; VIEIRA, Márcia Lopes. **A Educação Estatística nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Estado da Arte**. Revista Triângulo, Uberaba, v. 8, n. 2, p. 33–52, jul./dez. 2015. DOI: 10.18554/rt.v8i2.1410.

OLIVEIRA, Carmem Helenice de. **O segredo dos ovos rosados: uma sequência didática para o ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2023. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria, 2023.

OLIVEIRA, Eliane Santana de Souza. **Estudo das funções seno e cosseno por meio de um modelo didático alternativo integrado ao GeoGebra**. 2020. 200 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2020.

OLIVEIRA, Helen Maria Pedrosa de; BASTOS, Ronaldo Rocha; BESSEGATO, Lupércio França. **O processo de inserção da Estatística no currículo da Educação Básica no Brasil**. Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática, Juiz de Fora, v. 8, n. 1, p. 1–20, jan./dez. 2024. DOI: 10.34019/2594-4673.

PANIK, Michael J. **Statistical Inference: A Short Course**. First Edition. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

PEREIRA, Juliana Carvalho. **Práticas e contextos da produção científica no Ensino de Ciências na perspectiva da Alfabetização Científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2020. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

PESSOTA, Rodrigo (Org.). **Da escola para o mundo: Matemática – 2º ano: manual do professor**. São Paulo: Scipione, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A psicologia da criança**. Tradução de Octavio Mendes Cajado. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

PORTER, Theodore M. **The rise of statistical thinking, 1820–1900**. Princeton: Princeton University Press, 1986.

RIGÃO, Alana Rodrigues. **Aprendizagem baseada em projetos nos anos iniciais do Ensino Fundamental: possibilidades de articulação entre Ciências e Matemática**. 2022. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria, 2022.

ROCHA, Pedro. **Projeto I: Ciências** – 2º ano: manual do professor. São Paulo: FTD, 2021. (Coleção aprovada no PNLD 2023).

ROMAÑA, Camila. **Perspectivas para o ensino de estatística e probabilidade na Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. In: LOPES, Celi Espasandin; PORCIÚNCULA, Mauren; SAMÁ, Suzi (org.). *Perspectivas para o ensino e a aprendizagem de Estatística e Probabilidade*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2019. p. 47–70.

RUIZ-OLARRÍA, Alicia. **La Formación Matemático-Didáctica del Profesorado de Secundaria**. 2015. 441 f. Tesis (Doctorado en Didáctica de la Matemática) – Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de la Matemática, Barcelona, 2015.

SANTOS, José Carlos Libâneo dos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

SANTOS, Cintia elo dos.; FREITAS, José Luiz Magalhães de. **Contribuições da teoria antropológica do didático na formação de professores de matemática**. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 13, n. 27, p. 51-66, set. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6284/4880>. Acesso em: 22 fev. 2025.

SCHÖN, Donald A. **Educating the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions**. San Francisco: Jossey-Bass, 1987. (p. 13-14)

SILVA, Simone Ribeiro da. **Alfabetização Científica com Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2023. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

SILVA, Danielle Gonzaga da; CASTRO, Juscileide Braga de. Educação estatística no ciclo de alfabetização: uma revisão sistemática sobre pesquisas realizadas antes e após a implementação da BNCC. *Revista Espaço do Currículo*, João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 1–15, 2023. DOI: 10.15687/rec.v16i1.63178.

SOARES, Magda Becker. **Alfabetização: a questão dos métodos**. São Paulo: Ática, 1998.

SOUSA, Rodger Roberto Alves de; AFONSO, Lucas Rodrigues; BORGES, Francisléia dos Santos. **Formação de professores: um estudo sobre a formação inicial e continuada em estatística para docentes do ensino fundamental e médio**. *Revista Interseção*, Palmeira dos Índios/AL, v. 6, n. 1, p. 297-314, nov. 2024. DOI: 10.48178/intersecao.v6i1.471.

SOUSA, Antonia Angélica Fernandes de Oliveira. **Integração entre Matemática e Ciências nos anos iniciais: uma experiência interdisciplinar com foco na alfabetização científica.** In: MENEZES, Dina Séfora Santana Lima (org.). Ensino de Estatística e Ciências da Natureza: práticas interdisciplinares nos anos iniciais. Fortaleza: Edição da autora, 2025. p. 55–74.

SOUZA, Rayane Silva de. **Alimentos e TikTok: uma proposta de aprendizagem significativa e interdisciplinar para o ensino de Ciências da Natureza e Matemática.** 2022. 113 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

UNICEF. **Territórios conectados: experiências inovadoras em escolas brasileiras.** Brasília: UNICEF, 2023. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/media/25061/file/territorios-conectados_experiencias-inovadoras-em-escolas-brasileiras.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

ANEXO A – PLATAFORMA BRASIL

[illegible]

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)****EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO
COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO
SOB A ÓTICA DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO**

Dina Séfora Santana Menezes Lima
PESQUISADORA RESPONSÁVEL

Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso
ORIENTADORA

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Pensando no mundo atual e com vista em tempos futuros, justifica-se esse projeto de pesquisa, pela necessidade de promover a Alfabetização Científica, associados aos vários contextos e situações-problema que emergem cotidianamente na vida dos estudantes, e que vem exigindo um ensino integral, interdisciplinar e significativo; justifica-se ainda, nessa abordagem interdisciplinar, a importância do pensamento e do raciocínio Estatístico para sua tomada de decisão e atuação na sociedade, cercada de artefatos científicos e tecnológicos presentes cotidianamente na vida dos educandos.

Deste modo, essa pesquisa tem por objetivo identificar as praxeologias utilizadas na aplicação de situações didáticas no ensino de Ciências por Investigação, com contribuições da Educação Estatística, visando promover a Alfabetização Científica no 5º Ano do Ensino Fundamental.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a:

- A participar das frequências e assinatura de participação;
- Se deslocar para o local do estudo/formação;
- Participar ativamente de atividades que escritas e manipulativas no decorrer da pesquisa;

- Permitir o possível uso de gravação de entrevista em áudio ou vídeo e que serão descartadas após cinco anos da defesa;
- Preenchimento de formulários e questionários de 20 minutos de duração;

Para complementar os procedimentos, detalharei as estratégias adotadas para cada uma das atividades mencionadas:

- **Participação das Frequências e Assinatura de Participação:** Os participantes serão solicitados a registrar sua presença em cada sessão do estudo/formação, seja por meio de uma lista de presença física ou digital. Além disso, será solicitada a assinatura de participação como forma de confirmação do comparecimento.
- **Deslocamento para o Local do Estudo/Formação:** Os participantes serão informados sobre o local onde o estudo/formação será realizado com antecedência, facilitando seu deslocamento. Caso necessário, serão fornecidas orientações sobre transporte público ou estacionamento disponível nas proximidades.
- **Participação Ativa em Atividades Escritas e Manipulativas:** Durante o decorrer da pesquisa, os participantes serão envolvidos em atividades práticas que envolvam tanto a escrita quanto a manipulação de materiais específicos relacionados ao conteúdo do estudo, como folha A3, canetinhas, lápis e caneta. Serão fornecidas instruções claras e materiais adequados para a realização dessas atividades.
- **Permitir o possível uso de gravação de entrevista em áudio ou vídeo e que serão descartadas após cinco anos da defesa:** Reconhecemos a necessidade de abordar os potenciais riscos associados à divulgação de imagem e som. Portanto, iremos solicitar a autorização para o uso desses recursos de durante o curso deste estudo. Antes de qualquer gravação de entrevista em áudio ou vídeo, os participantes serão informados detalhadamente sobre o propósito da gravação, como será utilizada e o período de retenção dos dados. Será solicitado o consentimento explícito dos participantes para a gravação, garantindo que compreendam plenamente seus direitos e as políticas de privacidade envolvidas. Além do consentimento para a gravação em si, os participantes devem consentir explicitamente o uso de imagens e isso incluirá uma explicação clara sobre como as imagens serão utilizadas, quem terá acesso a elas e os direitos dos participantes sobre sua própria imagem. As imagens capturadas durante as entrevistas só serão utilizadas para fins acordados com os participantes e em conformidade com os princípios éticos e regulamentações aplicáveis. Ademais, o uso das imagens irá respeitar a dignidade, privacidade e confidencialidade dos participantes. Ao implementar essas estratégias, garantiremos que o uso de gravações de

entrevistas em áudio ou vídeo seja realizado de maneira ética, transparente e em conformidade com as melhores práticas de proteção de dados e privacidade dos participantes da pesquisa.

- **Preenchimento de Formulários e Questionários de 20 Minutos de Duração:** Os participantes serão convidados a preencher formulários e questionários relacionados ao estudo, os quais poderão demandar cerca de 20 minutos de tempo. Esses formulários serão disponibilizados no primeiro dia do curso, tanto em formato físico quanto digital, permitindo que os participantes escolham a opção mais conveniente.

Essas estratégias visam garantir a efetiva participação dos envolvidos no estudo/formação, fornecendo orientações claras e facilitando o cumprimento das atividades propostas.

Desconfortos e riscos:

De origem psicológica, intelectual; emocional: Possibilidade de constrangimento ao responder o questionário; Desconforto; Medo; Vergonha; Estresse; Quebra de sigilo; Cansaço ao responder às perguntas; e Quebra de anonimato.

De ordem física e orgânica: Dores; Desconforto local; Hematomas.

Você **não** deve participar deste estudo se: achar que é invasão de privacidade, responder a questões sensíveis, tais como atos ilegais, violência, sexualidade e perder o autocontrole e a integridade ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados, sentir-se discriminado(a) e estigmatizado(a) a partir do conteúdo revelado, se achar que os dados confidenciais serão divulgados, se tomar seu tempo ao responder ao questionário/entrevista e atividades, considerar riscos relacionados à divulgação de imagem, quando houver filmagens ou registros fotográficos.

Buscaremos as seguintes medidas, providências e cautelas para minimizar os riscos: garantir o acesso aos resultados individuais e coletivos, minimizar desconfortos, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras, garantir que os pesquisadores sejam habilitados ao método de coleta de dados, estar atento aos sinais verbais ou não verbais de desconforto, assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro.

Benefícios:

Os resultados irão contribuir para o aperfeiçoamento dos saberes necessários à atividade docente e assegurar uma ação mais efetiva que promova aprendizagens significativas no ensino da Matemática. Irá ampliar a compreensão sobre Probabilidade e Estatística promovendo junto ao professor, uma reflexão sobre os conhecimentos necessários a se ensinar e estratégias didáticas.

Acompanhamento e assistência:

Apresentamos uma proposta de intervenção no acompanhamento e assistência que será dada aos participantes, caso sejam detectadas situações que indiquem a necessidade de uma intervenção (médica, pedagógica, nutricional, psicológica ou outra), incluindo o eventual acompanhamento após o encerramento ou interrupção da pesquisa de forma que disponibilizaremos um carro particular para levá-lo a uma unidade hospitalar se de fato for necessário ou comunicar aos familiares ou buscar-se-á o devido encaminhamento junto aos órgãos competentes.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras: Dina Séfora Santana Menezes, na secretaria de Educação de Maracanaú que fica na rua Capitão Valdemar de Lima, 202 - Centro - Maracanaú, CE. A Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barros professora do Instituto Federal do Ceará – IFCE, campus Fortaleza, localizado na Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-531, e o Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes, Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará (UECE), localizado na Av. Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-903.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

.

Contato telefônico (opcional):

.

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: _/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS, a Resolução nº 510/16 e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)] Data: __/__/__.

APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (IDI)



INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (IDI) PARA PROFESSORES PEDAGOGOS DO 2º ANO - EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Professor(a),

Este questionário faz parte da Tese de Doutorado acadêmico em ensino em rede – RENOEN, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE/campus de Fortaleza, da aluna Dina Séfora Santana Menezes Lima, intitulada: **“PERCURSO DE ESTUDO E PESQUISA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PEDAGOGOS EM EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.”**

Em qualquer momento, você terá acesso ao pesquisador para esclarecimentos de eventuais dúvidas. As informações aqui coletadas serão utilizadas somente para fins acadêmicos e científicos, e seu feedback é fundamental para a minha pesquisa de doutorado sobre a Educação Estatística no ensino de Ciências da Natureza. Suas respostas serão tratadas de forma confidencial, preservando-se o anonimato dos participantes.

INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO INICIAL (IDI)

Parte 1: Informações de Identificação

1. Nome do professor (opcional): _____
2. Idade: _____
3. Tempo de experiência no ensino: _____
4. Disciplinas que leciona: _____

Parte 2: Educação Estatística e Ciências da Natureza

1. Qual é o papel da Estatística no ensino de Ciências da Natureza? Como você a utiliza em suas aulas?

Nas questões 2 e 3, avalie cada afirmação na escala de 1 a 5, onde 1 significa "discordo completamente" e 5 significa "concordo completamente".

2. A Estatística desempenha um papel importante em minhas aulas de Ciências da Natureza.

1. () Discordo completamente
2. () Discordo
3. () Não se aplica
4. () Concordo
5. () Concordo completamente

3. Utilizo ativamente a Estatística para promover a Alfabetização Científica dos estudantes.

1. () Discordo completamente
2. () Discordo
3. () Não se aplica
4. () Concordo
5. () Concordo completamente

Parte 3 - Planejamento do Ensino

1. Em suas aulas de Ciências da Natureza, como você planeja as situações didáticas para promover a Alfabetização Científica?

2. Quais desafios ou dificuldades você encontra ao integrar as áreas de Matemática e Ciências da Natureza em seu ensino? Como você supera esses desafios?

Nas questões 3 e 4, avalie cada afirmação na escala de 1 a 5, onde 1 significa "discordo completamente" e 5 significa "concordo completamente".

3. Planejo situações didáticas que promovem a Alfabetização Científica dos estudantes.

1. () Discordo completamente
2. () Discordo
3. () Não se aplica
4. () Concordo
5. () Concordo completamente

4. Integro eficazmente as áreas de Matemática e Ciências da Natureza em minhas aulas.
1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente

Parte 4 - Contribuições da Educação Estatística

Nas questões 1 e 2, avalie cada afirmação na escala de 1 a 5, onde 1 significa "discordo completamente" e 5 significa "concordo completamente".

1. Acredito que o ensino da Estatística ajuda os estudantes a analisar e interpretar dados do mundo real.
 1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente
2. Utilizo práticas que envolvem a coleta e análise de dados reais em minhas aulas de Ciências da Natureza.
 1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente

Parte 6 - Desafios e Barreiras

Nas questões 1 e 2, avalie cada afirmação na escala de 1 a 5, onde 1 significa "discordo completamente" e 5 significa "concordo completamente".

1. Identifico desafios específicos ao ensinar Estatística no contexto de Ciências da Natureza.
 1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente
2. Sinto que os estudantes enfrentam dificuldades na interpretação de gráficos e tabelas estatísticas em minhas aulas.
 1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente

Parte 7 - Síntese e Contribuição

Na questão 1, avalie cada afirmação na escala de 1 a 5, onde 1 significa "discordo completamente" e 5 significa "concordo completamente".

1. Como você vê a importância da Investigação em relação à sua prática de ensino de Ciências da Natureza?
 1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Não se aplica
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente
2. Quais são as principais recomendações que você acredita que podem resultar desta pesquisa em relação ao ensino de Ciências da Natureza e Educação Estatística?

Parte 8 - Práticas de Ensino e Recursos Didáticos

1. Que tipo de recursos didáticos você utiliza para ensinar Estatística nas aulas de Ciências da Natureza?
 1. () Livros didáticos específicos de Estatística.
 2. () Software de análise estatística.
 3. () Material manipulável, como gráficos e dados impressos.
 4. () Atividades práticas de coleta de dados.
 5. () Outros (por favor, especifique).

Parte 9 - Desenvolvimento Profissional

1. Você participa regularmente de programas de desenvolvimento profissional relacionados ao ensino de Ciências da Natureza e Educação Estatística?
 - a) () Sim, regularmente.
 - b) () Sim, ocasionalmente.
 - c) () Não, nunca participei.
 - d) () Não, mas gostaria de participar.

Parte 10 - Avaliação

1. Como você avalia o progresso dos estudantes em relação ao entendimento estatístico?
 1. () Provas e atividades.
 2. () Projetos de pesquisa e relatórios.
 3. () Participação ativa em discussões em sala de aula.
 4. () Apresentações sobre tópicos estatísticos.
 5. () Outros métodos (por favor, especifique).
2. Com que frequência você fornece feedback aos estudantes sobre seu desempenho em Estatística?

1. () Semanalmente.
 2. () Mensalmente.
 3. () A cada trimestre.
 4. () Raramente.
 5. () Não forneço feedback.
3. Acredito que a Educação Estatística é fundamental para a formação científica dos estudantes.
1. () Discordo completamente
 2. () Discordo
 3. () Neutro
 4. () Concordo
 5. () Concordo completamente

Parte 12: Encerramento

1. Como você avalia a utilidade deste questionário para a pesquisa em Educação Estatística no ensino de Ciências da Natureza?
 - a) () Muito útil.
 - b) () Útil.
 - c) () Neutro.
 - d) () Pouco útil.
 - e) () Não útil.
2. Você tem alguma sugestão ou comentário adicional sobre o questionário que gostaria de compartilhar?

3. Qual sua opinião sobre a importância da Educação Estatística para a formação dos estudantes em relação à Alfabetização Científica?

4. Cite exemplos de tipos de tarefas que envolvem análise estatística em suas aulas de Ciências da Natureza.

-
-
5. Descreva uma tarefa em que os estudantes coletaram dados reais em Ciências da Natureza e os analisaram estatisticamente.

-
-
-
-
-
6. Como você ensina estudantes a interpretar gráficos em aulas de Ciências da Natureza?

-
-
-
-
-
7. Como você justifica pedagogicamente a integração entre Estatística e Ciências?

-
-
-
-
-
8. Quais teorias ou autores fundamentam sua prática de integração entre Estatística e Ciências?

-
-
-
-
-
9. Quais técnicas você utiliza para ensinar conceitos estatísticos em aulas de Ciências da Natureza?

-
-
-
-
10. Como sua formação em Didática da Matemática influencia sua prática interdisciplinar?
-
-

11. Existe algo mais que você gostaria de compartilhar em relação a sua experiência e práticas de ensino de Ciências da Natureza?

Agradeço por dedicar seu tempo em participar deste questionário. Suas respostas são valiosas para minha pesquisa. Se desejar fornecer informações adicionais ou comentários, fique à vontade.

Atenciosamente,

Dina Séfora S. M. Lima

Pesquisadora

APÊNDICE B - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA FINS DE PESQUISA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA FINS DE PESQUISA

Eu, _____, nacionalidade _____, estado civil _____, portador da Cédula de identidade RG nº. _____, inscrito no CPF/MF sob nº _____, residente à Av./Rua _____, nº. _____, município de _____/Ceará. Autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante/entrevistado(a) no projeto de pesquisa intitulado EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO COMO POSSIBILIDADES PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO SOB A ÓTICA DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO, sob responsabilidade de Dina Séfora Santana Menezes Lima, vinculada ao Programa de Doutorado acadêmico da Rede Nordeste de Ensino – RENOEN, no polo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Minha imagem e som de voz podem ser utilizadas apenas para análise por parte da pesquisadora, em apresentações, atividades acadêmicas e educacionais, em publicações e divulgações disponibilizadas em acesso aberto, por meio do portal, dos perfis em redes sociais, e do Repositório Institucional do IFCE, bem como de outros sistemas de disseminação da informação e do conhecimento.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem nem som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e às pesquisas explicitadas anteriormente. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Assinatura do (a) participante

Nome e Assinatura do (a) pesquisador (a)

Maracanaú, ____ de _____ de 2024

APÊNDICE C – PROJETO COMIDA E ALIMENTOS

**2º ano do Ensino Fundamental
2024**

PROJETO COMIDA E ALIMENTOS

Escola: _____

Professor(a) Responsável: _____

Turma: 2º ano do Ensino Fundamental

Turno: () Manhã () Tarde

Data de Início: ____/____/____

Data de Término: ____/____/____

Duração do Projeto: 4 semanas

Objetivo Principal



Explorar, de maneira lúdica e educativa, o universo dos alimentos, ensinando sobre a importância de uma alimentação equilibrada e saudável, enquanto desenvolve habilidades de investigação científica e de coleta de dados. Por meio de atividades práticas, os alunos irão classificar alimentos, coletar dados sobre as preferências alimentares da turma, e construir gráficos pictográficos que representem os dados coletados, promovendo a alfabetização científica e a Estatística desde os primeiros anos de escolaridade.

Metodologia

Este projeto será desenvolvido com alunos do 2º ano do Ensino Fundamental ao longo de 4 semanas. Serão utilizadas metodologias ativas e participativas, com foco em atividades práticas, coleta de dados e construção de representações gráficas, promovendo a Alfabetização Científica e Estatística de maneira lúdica e contextualizada.

Cronograma

- *Semana 1:* Introdução ao projeto. Pesquisa e classificação de alimentos por categorias com os alunos.
- *Semana 2:* Coleta, tabulação de dados. Discussão sobre a importância dos dados e como eles podem nos ajudar a entender os hábitos alimentares da turma.
- *Semana 3:* Construção de gráficos pictográficos baseados nos dados coletados. Análise dos gráficos: discutir quais alimentos são mais consumidos e menos consumidos pelos alunos.
- *Semana 4:* Criação de um cardápio saudável em grupo, considerando as preferências alimentares dos alunos e sugestões para melhorar hábitos. Encerramento do projeto com a apresentação dos trabalhos – Produto final: Cardápio para uma alimentação saudável.

Recursos Utilizados

- Materiais didáticos: Cartazes, revistas, folhas de papel, lápis de cor, giz de cera.
- Materiais digitais: vídeos educativos e jogos online sobre alimentação saudável.
- Materiais visuais: alimentos variados reais ou imagens, folhas de papel, lápis de cor, cartazes e revistas.

Avaliação: Através de participação em atividades práticas e apresentação de trabalhos em grupo.

SEMANA 1: INTRODUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS



- **Duração:** 50 minutos
- **Objetivo:** Introduzir o tema dos alimentos e suas classificações.
- **Habilidades:**
 - (EF02MA22) Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima.
 - (EF02MA23) Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.
- **Metodologia:** Aulas expositivas dialogadas
- **Atividades:**
 - O projeto iniciará com aulas dialogadas sobre a importância de uma alimentação saudável, os diferentes grupos alimentares (frutas, verduras, proteínas, carboidratos, etc.) e como os alimentos podem ser classificados;
 - Os alunos serão incentivados a compartilhar seus conhecimentos prévios e a participar ativamente das discussões;
 - Discussão sobre a importância de uma alimentação balanceada;
 - Classificação de alimentos por categorias com os alunos;

Momento 1: Abertura e perguntas Iniciais (20 minutos)

Estratégia: Começar com uma conversa introdutória para despertar a curiosidade e promover a participação dos alunos.

1. **Perguntas** (escritas no quadro ou projetadas):
 - Por que comemos?
 - Comer é o mesmo que se alimentar?
 - Todos os alimentos são iguais ou cada um tem propriedades diferentes?
 - Se a gente só comer um tipo de alimento, nosso corpo vai ter tudo o que precisa?
2. **Discussão guiada:**
 - Peça para os alunos responderem livremente as perguntas e incentive que eles expliquem suas respostas.
 - Registre algumas respostas no quadro para que todos possam ver.
3. **Explicação inicial:**
 - Após ouvir as respostas, comece a introduzir a ideia de que comer e se alimentar são coisas diferentes.
 - Explique que "comer" pode ser apenas ingerir algo, é o que entra no nosso organismo, mas "se alimentar" é fazer escolhas que ajudem nosso corpo a se manter saudável e forte. É o que contribui para o bom funcionamento do corpo e garante as pessoas uma boa saúde.

Momento 2: Classificação de alimentos por categorias (30 minutos)

Estratégia: Explique que os alimentos podem ser agrupados em diferentes categorias (ex.: frutas, verduras, proteínas, carboidratos, doces, etc.). Escreva esses grupos no quadro para que os alunos os visualizem.

1. **Atividade prática:**
 - Mostre imagens ou traga réplicas de alimentos (imagens ou objetos);

- Peça que os alunos, um de cada vez, classifiquem os alimentos que você mostrar, dizendo a qual grupo eles pertencem;
- Pergunte: "Esse alimento faz parte de qual grupo? Por que você acha isso?"
- Organize os alimentos em uma tabela ou cartaz com as categorias estabelecidas, deixando essa referência visual disponível para os alunos durante a aula.
- Apresente a pirâmide alimentar, destacando que os alimentos estão divididos em grupos alimentares: Frutas; Verduras e legumes; Proteínas (carnes, ovos, leguminosas); Carboidratos (pães, arroz, massas); Laticínios (leite, queijo, iogurte); Doces e guloseimas, dentre outros.
- Crie um cartaz com as categorias, que possa ser deixado na sala durante a aula, como recurso de pesquisa.



SEMANA 2: COLETA DE DADOS SOBRE PREFERÊNCIAS ALIMENTARES

- **Duração:** 55 minutos
- **Objetivo:** Trabalhar com a coleta de dados relacionados à alimentação.
- **Habilidades:**

- (EF02MA22) Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima.

- (EF02MA23) Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.

- **Metodologia:** Atividades de coleta de dados, tabulação e organização dos dados.
- **Atividades:**

- Na segunda semana, será realizada uma pesquisa em sala de aula para que os alunos colem dados sobre suas preferências alimentares e seus hábitos alimentares cotidianos (ex.: "Quais são seus alimentos preferidos?", "Quantas vezes por semana você come frutas?");
- A coleta de dados será feita de forma colaborativa, com os alunos registrando as respostas de seus colegas e discutindo os resultados com o professor;
- Após a coleta de dados, os alunos, com a orientação do professor, organizarão as informações em tabelas simples, promovendo a compreensão da importância da organização dos dados para uma análise posterior.
- Discussão sobre a importância dos dados e como eles podem nos ajudar a entender os hábitos alimentares da turma. Esta etapa permitirá que as crianças desenvolvam habilidades de observação e categorização, além de identificar padrões e tendências nos dados coletados.

Momento 1: Pesquisa em Sala - “Quais são seus Alimentos Preferidos?” (20 minutos)

Estratégia: Explique que, agora, eles irão fazer uma pesquisa para descobrir quais são os alimentos preferidos dos colegas.

1. Coleta de dados:

- Divida os alunos em pequenos grupos (ou faça individualmente, dependendo do tamanho da turma);
- Distribua uma tabela simples para cada grupo, com colunas para o nome dos alunos e suas respostas;
- Pergunte: "Qual é o seu alimento preferido?" e oriente cada grupo a registrar as respostas de seus colegas;
- Cada grupo deve entrevistar todos os outros alunos e anotar um alimento preferido de cada um.

Momento 2: Tabulação e Organização dos Dados (20 minutos)

1. Agrupamento dos dados:

- Após a coleta, reúna todos os grupos e peça que compartilhem os dados coletados com o restante da turma.
- Anote as respostas no quadro ou em uma tabela maior visível a todos, agrupando as respostas semelhantes (ex.: "5 alunos gostam de maçã").

2. Organização em tabela:

- Com a orientação do professor, os alunos começarão a organizar os dados em uma tabela simples;
- Explique a importância de organizar os dados para facilitar a compreensão e a análise.
- Os alunos poderão fazer a mesma organização em seus cadernos ou em folhas fornecidas pelo professor, replicando o que foi feito no quadro.

3. Reflexão sobre os dados:

- Pergunte aos alunos: "O que podemos observar sobre as preferências alimentares da turma?" e "Será que os alimentos preferidos são todos saudáveis?".
- Discuta brevemente a diversidade das escolhas e a importância de equilibrar os alimentos preferidos com alimentos saudáveis.

Momento 3: Discussão e Análise dos Dados (15 minutos)

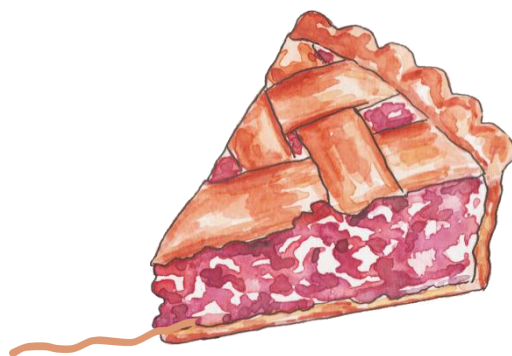
Estratégia: Desenvolva nos alunos a habilidade de interpretar dados e identificar padrões e tendências.

1. Reflexão sobre os dados:

- Pergunte à turma: "*O que podemos observar sobre as preferências alimentares da turma?*" ou "*Quais padrões vocês conseguem identificar?*".
- Incentive os alunos a observarem se há muitos alunos com os mesmos hábitos ou se os alimentos preferidos são saudáveis.

2. Discussão sobre hábitos alimentares:

- Guie uma discussão sobre a importância dos dados e como eles podem nos ajudar a entender nossos hábitos alimentares.
- Explore com a turma se a frequência de consumo de frutas e outros alimentos é ideal, destacando a importância de uma alimentação equilibrada.
- Finalize destacando como o uso de dados nos ajuda a tomar decisões mais conscientes sobre o que comemos e como nos alimentamos.



SEMANA 3: CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS PICTOGRÁFICOS OU COLUNA



- **Duração:** 50 minutos
- **Objetivo:** Ensinar os alunos a representar os dados em gráficos simples.
- **Habilidades:**
 - (EF02MA22) Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima.
 - (EF02MA23) Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.
- **Metodologia:** Construção de Gráficos Pictográficos ou coluna:
- **Atividades:**
 - Introdução aos gráficos pictográficos ou de coluna: o que são e como interpretá-los;
 - Utilizando os dados tabulados, os alunos serão introduzidos ao conceito de gráficos pictográficos ou de coluna. Serão construídos gráficos simples, nos quais os alunos representarão visualmente as informações coletadas (ex.: número de alunos que preferem cada tipo de alimento ou gráficos de frutas favoritas da turma, número de vezes que se consome um tipo de alimento por semana);
 - Análise dos gráficos: discutir quais alimentos são mais consumidos e menos consumidos pelos alunos.

Momento 1: Introdução aos Gráficos Pictográficos ou gráficos de coluna (15 minutos)

Estratégia: Explicação do conceito de gráficos pictográficos e como eles podem representar dados de maneira visual e acessível.

1. Apresentação inicial:

- Explique aos alunos que os gráficos pictográficos ou coluna são usados para representar dados de forma visual, com imagens ou símbolos que ajudam a entender as quantidades.
- Mostre exemplos simples de gráficos pictográficos (ex.: gráficos com figuras de maçãs para representar frutas favoritas, onde uma maçã pode representar um aluno).

2. Atividade de interpretação:

- Mostre um gráfico pictográfico ou coluna pronto no quadro ou em um cartaz e pergunte aos alunos: "*O que vocês conseguem entender a partir desse gráfico?*" ou "*Qual alimento é o mais popular neste gráfico?*".
- Ajude-os a interpretar as imagens e os números, relacionando com os dados que já coletaram na aula anterior.

3. Explicação dos símbolos:

- Introduza o conceito de que, em um gráfico pictográfico ou coluna, cada símbolo representa uma quantidade (ex.: uma imagem de fruta = 1 aluno).
- Explique que, na atividade seguinte, eles criarão seus próprios gráficos usando as informações coletadas.

Momento 2: Construção dos Gráficos Pictográficos (25 minutos)

Estratégia: Permitir que os alunos irão construir gráficos pictográficos ou de coluna com os dados alimentares coletados na aula anterior.

1. **Distribuição dos materiais:**
 - Entregue folhas, lápis coloridos, ou outros materiais adequados para a criação dos gráficos.
 - Dê aos alunos as tabelas organizadas com os dados coletados (ex.: alimentos preferidos, frequência de consumo de frutas).
2. **Orientação para a criação:**
 - Peça que cada aluno ou grupo selecione um conjunto de dados (ex.: número de alunos que preferem cada tipo de alimento).
 - Oriente-os a desenhar imagens simples para representar cada aluno ou cada unidade de dados no gráfico (ex.: desenhar uma maçã para cada aluno que prefere maçã).
3. **Acompanhamento da atividade:**
 - Durante a construção dos gráficos, caminhe pela sala, auxiliando e respondendo dúvidas.
 - Incentive os alunos a serem criativos, mas mantenham o foco na precisão ao representar os dados.
4. **Finalização dos gráficos:**
 - Quando terminarem, peça que cada grupo ou aluno apresente seu gráfico para o restante da turma, explicando o que ele representa.

Momento 3: Análise e Reflexão sobre os Gráficos (10 minutos)

Estratégia: Estimular os alunos a interpretar os gráficos e refletir sobre os dados que coletaram e organizaram.

1. **Discussão dos resultados:**
 - Após a apresentação dos gráficos, inicie uma discussão com perguntas como:
 - *"Qual alimento foi o mais preferido pelos alunos da turma?"*
 - *"Vocês perceberam algum alimento que poucos alunos escolheram? Por que será?"*
 - *"Será que os alimentos mais preferidos são os mais saudáveis?"*
 - *"Quantas vezes por semana a maioria da turma come frutas? Isso é suficiente para uma alimentação saudável?"*
2. **Reflexão crítica:**
 - Incentive os alunos a pensar sobre o que os dados revelam sobre os hábitos alimentares da turma.
 - Pergunte: *"Se pudéssemos mudar algo nos nossos hábitos alimentares, o que seria?"* ou *"O que podemos aprender sobre comer bem e se alimentar bem com esses gráficos?"*.
3. **Conclusão do momento:**
 - Finalize destacando a importância de usar gráficos para nos ajudar a visualizar informações de forma clara e entender melhor os dados.
 - Explique que, em atividades futuras, esses gráficos poderão ser usados para criar um cardápio saudável para a turma.



SEMANA 4: ELABORAÇÃO DE UM CARDÁPIO SAUDÁVEL



- **Duração:** 50 minutos
- **Objetivo:** Usar as informações obtidas para criar um produto final – um cardápio saudável.
- **Habilidades:**
 - (EF02MA22) Comparar informações de pesquisas apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada e em gráficos de colunas simples ou barras, para melhor compreender aspectos da realidade próxima.
 - (EF02MA23) Realizar pesquisa em universo de até 30 elementos, escolhendo até três variáveis categóricas de seu interesse, organizando os dados coletados em listas, tabelas e gráficos de colunas simples.
- **Metodologia:** Elaboração e apresentação de um Cardápio Saudável.
- **Atividades:**
 - Na última semana, inicia-se com uma discussão sobre o que é uma alimentação saudável, levando em conta os gráficos e dados coletados;
 - Os alunos usarão as informações obtidas nas semanas anteriores para construir, com a participação ativa de todos os alunos, um cardápio saudável, e que deverão justificar suas escolhas apresentando sugestões para melhorar os hábitos alimentares com base nas discussões e nos dados analisados.
 - Ao final do projeto, os alunos apresentarão o cardápio saudável que construíram para a turma, explicando as escolhas de alimentos e destacando a importância de uma alimentação equilibrada. Isso proporcionará aos alunos a oportunidade de refletir sobre o processo de aprendizagem e sobre suas próprias escolhas alimentares.

Momento 1: Discussão sobre Alimentação Saudável (15 minutos)

1. **Revisão dos gráficos e dados coletados:**
 - Inicie a aula lembrando os gráficos pictográficos ou coluna, e os dados coletados nas semanas anteriores. Reflita com a turma sobre o que eles revelam a respeito dos hábitos alimentares da classe.
 - Pergunte: *"Com base nos gráficos, o que podemos aprender sobre os alimentos que consumimos? Estamos nos alimentando de forma saudável?"*
2. **Conceito de alimentação saudável:**
 - Conduza uma discussão sobre o que significa ter uma alimentação saudável. Faça perguntas como:
 - *"O que é uma alimentação equilibrada?"*
 - *"Por que precisamos de diferentes tipos de alimentos em nossas refeições?"*
 - *"Será que os alimentos que consumimos mais frequentemente são sempre os mais saudáveis?"*
 - Utilize materiais visuais ou pirâmides alimentares para ilustrar os grupos alimentares e explicar a importância de balancear nutrientes.



3. Comparação com os dados:

- Peça aos alunos que, em grupos, observem os gráficos e identifiquem quais alimentos deveriam ser incluídos ou evitados em um cardápio saudável, com base nos dados coletados sobre as preferências alimentares da turma.

Momento 2: Construção do Cardápio Saudável (25 minutos)

1. Organização da atividade:

- Divida os alunos em grupos pequenos e entregue fichas ou papéis com ilustrações ou nomes de diferentes alimentos (frutas, verduras, carnes, laticínios, grãos, etc.).
- Cada grupo será responsável por montar um cardápio que cubra as refeições de um dia inteiro (café da manhã, almoço, lanche e jantar), selecionando os alimentos mais saudáveis e equilibrados.

2. Justificando as escolhas:

- Enquanto os grupos constroem seus cardápios, peça que discutam as razões para incluir certos alimentos e evitar outros. Cada grupo deve justificar suas escolhas com base nos conceitos discutidos sobre alimentação equilibrada e saudável.
- Pergunte: *"Por que escolhemos este alimento para o café da manhã?"* ou *"Como podemos tornar este lanche mais saudável?"*.

3. Apoio do professor:

- Durante a elaboração, circule entre os grupos, fazendo perguntas e incentivando a discussão. Ajude os alunos a pensar em maneiras de melhorar seus cardápios, oferecendo sugestões como a inclusão de frutas, redução de açúcares ou aumento de alimentos ricos em fibras.

Momento 3: Apresentação e Reflexão Final (10 minutos)

1. Apresentação dos cardápios:

- Cada grupo terá a oportunidade de apresentar o seu **Cardápio Saudável** para a turma. Eles devem explicar as razões por trás de suas escolhas alimentares e como os dados e gráficos pictográficos ou colunas influenciaram suas decisões.
- Incentive-os a usar termos aprendidos durante o projeto, como "alimentos saudáveis", "equilíbrio nutricional", e "grupos alimentares".

2. Reflexão final:

- Conduza uma discussão final com perguntas que ajudem os alunos a refletir sobre o aprendizado:
 - *"O que aprendemos sobre nossos hábitos alimentares?"*
 - *"Como podemos melhorar nossas refeições em casa para torná-las mais saudáveis?"*
 - *"Quais mudanças podemos fazer no nosso cardápio diário?"*

3. Conclusão:

- Finalize a aula destacando a importância da alimentação saudável no dia a dia e como o que aprendemos pode ser aplicado em casa e na escola.
- Encoraje os alunos a compartilhar o cardápio saudável com suas famílias e aplicar as sugestões discutidas para melhorar seus hábitos alimentares.

