

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – CURSO DE DOUTORADO

SANDRA CRISTINA MARTINI ROSTIROLA

OS SABERES ESTATÍSTICOS DO(A) PROFESSOR(A) DE MATEMÁTICA:
UM ESTUDO A PARTIR DA FORMAÇÃO INICIAL

Florianópolis, SC

2024

SANDRA CRISTINA MARTINI ROSTIROLA

**OS SABERES ESTATÍSTICOS DO(A) PROFESSOR(A) DE MATEMÁTICA:
UM ESTUDO A PARTIR DA FORMAÇÃO INICIAL**

Tese entregue à Banca de Defesa como
um dos requisitos para obtenção do grau
de Doutora em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Henning

Coorientadora: Profa. Dra. Ivanete Zuchi
Siple

Florianópolis, SC

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Rostirola, Sandra Cristina Martini

Os saberes estatísticos do(a) professor(a) de matemática :
um estudo a partir da formação inicial / Sandra Cristina
Martini Rostirola. -- 2024.

334 p.

Orientadora: Elisa Henning

Coorientadora: Ivanete Zuchi Siple

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação,
Programa de Pós-Graduação em Educação, Florianópolis,
2024.

1. Educação Estatística. 2. Abordagem Documental do
Didático. 3. Formação inicial de professores. 4. Licenciatura
em Matemática. I. Henning, Elisa. II. Siple, Ivanete Zuchi. III.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Humanas e da Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação. IV. Título.

SANDRA CRISTINA MARTINI ROSTIROLA

**OS SABERES ESTATÍSTICOS DO(A) PROFESSOR(A) DE MATEMÁTICA:
UM ESTUDO A PARTIR DA FORMAÇÃO INICIAL**

Tese entregue à Banca de Defesa como
um dos requisitos para obtenção do grau
de Doutora em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Henning

Coorientadora: Profa. Dra. Ivanete Zuchi
Siple

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Elisa Henning

PPGE/FAED/UDESC

Membros:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira Monteiro

PPGEduamatec /UFPE

Profa. Dra. Cibelle de Fatima Castro de Assis

PPGECM /UFPB

Prof. Dr. Dalton Francisco de Andrade

PPGMGA /UFSC

Profa. Dra. Sílvia Terezinha Frizzarini

PPGE/ UDESC

Florianópolis, 5 de julho de 2024.

Dedico este trabalho à minha família, que me ensinou que, nas misteriosas equações da vida, a finitude nos define e o amor é o que nos resta.

AGRADECIMENTOS

Quando comecei a refletir sobre agradecimentos, pensei que cada pessoa que passou pela minha vida, em sua individualidade, me inspirou a chegar neste momento. Algumas passaram velozes, outras deixaram marcas mais profundas, mas todas foram importantes, não apenas para a construção deste texto com pretensões e verniz científico, mas para me tornar a pessoa que sou hoje: inacabada, humana em todas as suas células e feliz por estar trilhando o caminho do conhecimento.

Alguém que me conheça melhor pode dizer: – Lá vem a Sandra com as suas poesias! Mas a esse momento fugaz, que parecia distante, eu chamo de felicidade! E como eu aprendi com a Clarice, a felicidade sempre foi clandestina para mim, mas agora quero que ela transcenda.

Nesse ponto, a professora Elisa, minha orientadora, já deve estar chegando à conclusão de que eu terminei meu doutorado sem deixar de enrolar um bocado na escrita..., mas acho que isso faz parte de mim e, como Leminski diria:

isso de querer
ser exatamente aquilo
que a gente é
ainda vai
nos levar além

Assim, lhe agradeço por plantar ideias que se tornaram realizações para mim, por confiar que trocando de tema eu seria mais feliz, como, de fato, tenho sido desde então! Também agradeço por sempre ter uma visão direta e lúcida, que me ajudou a me encontrar em minhas confusões.

E o que dizer para a professora Ivanete, que me acolheu ainda no mestrado, com todas as minhas dúvidas da vida acadêmica, e, com paciência, cultivou uma pesquisadora. Além disso, confiou em minhas potencialidades, me ensinando a orientar – sim! Tive essa experiência gratificante com minhas orientadoras e a elas sou grata. Quantas vezes eu precisei de seus argumentos, quantas vezes lhe pedi ajuda e a incomodei em aeroportos, em licenças, nos fins de semana. E você me recebia, seja presencial ou virtualmente, com seu sorriso aberto e gentileza constante – obrigada!

Como muitos estudantes, fiz todas as minhas disciplinas no período remoto emergencial por conta de uma doença que levou milhões, nos fazendo questionar

para onde estamos indo enquanto humanidade... Assim, o contato que tive com a maioria dos meus professores foi virtual. Eles quebraram paradigmas, fizeram o seu melhor, abrindo caminhos para nossas novas aprendizagens. Como todos nós nos sentíamos? Talvez Caetano captou um pouco em seus anjos tronchos:

Agora a minha história é um denso algoritmo
Que vende venda a vendedores reais
Neurônios meus ganharam novo outro ritmo
E mais e mais e mais e mais e mais e mais.

E com tudo isso posso dizer: professores do PPGE (Sem esquecer a eficaz Scharlene e a gentil Rita de Cássia) – Obrigada!

Agradeço de coração ao professor formador que me recebeu em sua aula gentilmente e permitiu que eu realizasse entrevistas e investigasse profundamente os seus documentos didáticos, respondendo a todos os meus e-mails e me auxiliando no contato com os estudantes. Muito obrigada, professor!

Agradeço aos estudantes participantes, que, além de permitirem que eu observasse atividades no curso, também prontamente me enviavam seus trabalhos para que eu pudesse dar sustentação às observações e às reflexões do estudo de caso. Sem vocês, a pesquisa não aconteceria! Muito obrigada!

Um obrigada sincero à profa. Silvia Frizzarini, que, além de fazer parte dessa banca, me deu permissão, na sua posição de coordenadora de curso, para pesquisar a Licenciatura em Matemática da Udesc, além de me acompanhar no estágio docente. Aprendi muito contigo, obrigada!

Obrigada, prezadíssimos membros da banca e suplentes, por terem dedicado tempo para ler minha pesquisa, refletir e se posicionar, relacionando seus pontos fortes e suas fragilidades, oportunizando que o trabalho fosse, e ainda seja, melhorado. Obrigada professores: Silvia, Dalton, Carlos Eduardo, Cibelle, Andréa e Regina.

Agradeço também aos amigos que fiz, os que conheci pessoalmente, como a Kátia, os que vêm de longa data, como a Maria Caroline e a Adriana, sempre presentes em tudo que faço. E, aos que ainda são uma organização de *pixels* para mim. Vocês me inspiraram, obrigada!

Por isso, eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe pra perto de mim.

Agradeço à minha instituição, por me conceder uma licença para que eu pudesse desenvolver potencialidades profissionais que auxiliarão no cumprimento de minhas funções com perspectiva no bem comum. Nesse mesmo sentido, não posso deixar de também agradecer aos meus colegas que supriram meu trabalho nesses anos de formação. Obrigada!

Um agradecimento ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina. Para um pesquisador desenvolver-se é imprescindível o apoio financeiro de programas como esse. Agradeço à oportunidade e, em contrapartida, ofereço meu trabalho enquanto pesquisadora, agora doutora, à comunidade. Obrigada!

E o que falar à minha família? Se cheguei aqui, vocês são os culpados! Incentivadores, pacientes com minhas intermináveis horas em frente a livros e ao computador.

Agradeço à minha filha Susan, por me fazer prosseguir, por me incentivar, pelas risadas e fofocas que quebravam as cansativas tardes de intenso trabalho e pesquisa. Você é minha alma! Obrigada,

Por dar risada de tudo e sempre colorir meu mundo
Com as cores mais bonitas que eu já vi alguém pintar.

Agradeço ao meu genro Bruno – pelas eternas consultorias tecnológicas, pelas idas e vindas, pelo incentivo a ser sempre melhor – um brinde à excelência! Também pelas inúmeras instalações do Iramuteq (sempre que eu atualizava o R) – escusas e obrigada!

E por falar em idas e vindas, obrigada meu esposo Estarlei, por estar sempre comigo, confiar que eu conseguiria e tornar as viagens para acompanhamento de minhas pesquisas mais confortáveis, me levando para lá e para acolá, sempre que necessário – me protegendo do cansaço, do desânimo e quebrando a rotina com nossas maratonas de séries (Um pouco de procrastinação é sempre bom!). Obrigada!

Meu riso é tão feliz contigo
O meu melhor amigo
É o meu amor

Obrigada aos meus pais, pelo exemplo de força e as palavras de carinho. A meu pai, agradeço o eterno incentivo aos estudos, e à minha mãe, pelo seu exemplo de força e de superação feminina. Obrigada!

Mas é preciso ter manha, é preciso ter graça
É preciso ter sonho sempre
Quem traz na pele essa marca possui
A estranha mania de ter fé na vida

Agradeço aos meus queridos irmãos pelo incentivo a continuar sempre – agora posso tentar escalar Angelica (depois de terminar os artigos, claro!). E Tati, ainda bem que tenho você. Quem pararia em um sábado à noite para discutir comigo conceitos metodológicos, referenciais teóricos e ver se minhas figuras estavam boas? Mais um pouquinho e você será a próxima doutora lá de casa. Que orgulho! Obrigada a todos e a todas.

E eu só quero agradecer por ter vocês
Pra acompanhar minhas loucuras
Me deixar bem mais segura
Daquilo que eu posso ser se eu somente acreditar

Finalmente, obrigada a essa força divina que rege o universo e a tênue existência humana, nesse minúsculo planetinha com ares arrogantes chamado Terra. Deus, ou o nome que se quiser dar, é a essência de todas as coisas e, sem sua inspiração, somos apenas poeira de estrela.

Andar com fé eu vou
Que a fé não costuma faiar

Obrigada!

Quem forma se forma e re-forma ao formar
e quem é formado forma-se e forma ao ser
formado [...] Quem ensina aprende ao
ensinar e quem aprende ensina ao
aprender [...] Ensinar inexiste sem
aprender e vice-versa (Paulo Freire).

RESUMO

As recentes mudanças do paradigma social de acesso à informação evocam que o cidadão do novo milênio possua competências cognitivas para interpretar a massa de dados a que é submetido cotidianamente, tomando decisões que impactarão na vivência de sua cidadania, tornando o conhecimento da estatística fundamental. Esses aspectos trazem a responsabilidade do desenvolvimento do letramento, do pensamento e do raciocínio estatístico para a escola e a seus professores. Contudo, é preciso conhecer a realidade da formação docente no que tange aos saberes estatísticos, corrigindo possíveis vulnerabilidades. Diante disso, esta tese de doutoramento objetivou investigar o contexto da formação inicial do(a) professor(a) de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos, entendendo suas perspectivas e suas fragilidades, a partir da hipótese de que as experiências cognitivas proporcionadas pelos formadores de professores, no contexto de um curso de Licenciatura em Matemática, oportunizam a mobilização de saberes e aprendizagens estatísticas essenciais aos futuros professores de Matemática. Assim, a pesquisa, adotou uma abordagem com métodos mistos, por meio dos quais analisou algumas constituintes da formação inicial docente, em um contexto geral, e, posteriormente, em sua face particular. Nesse âmbito, a primeira parte da pesquisa buscou conhecer as tendências em formação estatística apontadas por um mapeamento sistemático de literatura, de informações curriculares e pedagógicas contidas em projetos pedagógicos de curso, e analisar o currículo implícito no Exame Enade. A segunda parte analisou multicasos envolvendo um professor e cinco licenciandos em Matemática de uma universidade pública e suas interações com os recursos relacionados à formação inicial docente por meio da Investigação Reflexiva, inerente à Abordagem Documental do Didático. Os métodos e as técnicas utilizadas se caracterizam por análises estatísticas (descritivas e inferenciais), Teoria da Resposta ao Item em seus Modelos de Três Parâmetros Logísticos e Resposta Nominal, associadas a concepções qualitativas-interpretativas, em uma atitude reflexiva. Os resultados apontam para um cenário em que não se distingue, ainda, em nível de diretriz legal, aspectos da Educação Estatística como medidas oficiais a serem cumpridas pelas instituições nos cursos de Licenciatura em Matemática. Contudo, algumas particularidades do conhecimento estatístico são apresentadas no Enade, recordando que estão presentes também nas diretrizes curriculares para a Educação Básica. No estudo de caso, é perceptível que o professor formador e as vivências das disciplinas colaboram para a instrumentalização de recursos que se transformarão nos documentos didáticos dos/as futuros/as professores/as, estando, esses, em transição.

Palavras-chave: Educação Estatística. Abordagem Documental do Didático. Formação inicial de professores. Licenciatura em Matemática.

ABSTRACT

Recent changes in the social paradigm of access to information demand that citizens of the new millennium possess cognitive skills to interpret the vast amount of data they encounter daily, making decisions that impact their citizenship. This makes knowledge of statistics fundamental. These aspects bring the responsibility for developing statistical literacy, thinking, and reasoning to schools and their teachers. However, it is essential to understand the reality of teacher education regarding statistical knowledge, addressing possible vulnerabilities. Therefore, this doctoral thesis aimed to investigate the context of the initial training of mathematics teachers for the development of statistical knowledge, understanding their perspectives and weaknesses, based on the hypothesis that the cognitive experiences provided by teacher trainers within a mathematics degree program facilitate the mobilization of essential statistical knowledge and learning for future mathematics teachers. The research adopted a mixed-methods approach, analyzing some components of initial teacher education in a general context and subsequently in its particular aspects. In this context, the first part of the research aimed to understand the trends in statistical training highlighted by a systematic literature review, curricular and pedagogical information contained in course pedagogical projects, and an analysis of the implicit curriculum in the Enade exam. The second part involved multi-case studies with one professor and five mathematics students from a public university, examining their interactions with resources related to initial teacher training through reflective inquiry, inherent to the documental approach to didactics. The methods and techniques used include statistical analyses (descriptive and inferential), item response theory in its three-parameter logistic model and nominal response model, associated with qualitative-interpretative conceptions in a reflective attitude. The results indicate a scenario where aspects of statistical education are not yet distinguished as official measures to be fulfilled by institutions in mathematics degree courses at the level of legal guidelines. However, some particularities of statistical knowledge are presented in the Enade exam, and they are also present in the curricular guidelines for basic education. In the case study, it was noticeable that the teacher trainer and the experiences of the courses contribute to the instrumentalization of resources that will become the didactic documents of future teachers, which are in transition.

Keywords: Statistical Education. Documental Approach to Didactics. Initial teacher training. Mathematics degree.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Letramento, pensamento e raciocínio estatístico	30
Figura 2 – Representação da gênese documental	37
Figura 3 – Etapas da pesquisa	42
Figura 4 – Condução do mapeamento sistemático	44
Figura 5 – Ferramentas utilizadas no Biblioshiny	45
Figura 6 – Publicações anuais	57
Figura 7 – Crescimento da temática em periódicos	60
Figura 8 – Frequência na distribuição de produção científica	61
Figura 9 – Mapa da Pesquisa	63
Figura 10 – Estrutura Intelectual dos textos	66
Figura 11 – Acoplagem a partir das referências e autor.....	67
Figura 12 – Nuvem de palavras-chave	69
Figura 13 – Tópicos de tendência.....	70
Figura 14 – Clusters temáticos	73
Figura 15 – Dendrograma	74
Figura 16 – Dimensões de abrangência dos clusters.....	78
Figura 17 – Licenciatura em Matemática quanto a categoria administrativa	83
Figura 18 – Artigo 206 do Decreto nº 19.852/1931	84
Figura 19 – Tempo de funcionamento dos cursos de Licenciatura em Matemática ..	85
Figura 20 – Conceito Enade nos triênios de avaliação	87
Figura 21 – Mapas de distribuição dos cursos	90
Figura 22 – Categorias de cursos analisados conforme a ementa	95
Figura 23 – Análise Fatorial por Correspondência	98
Figura 24 – O que se estuda em Educação Estatística na Licenciatura?	102
Figura 25 – Curvas de Informação dos Enades 2014, 2017 e 2021	113
Figura 26 – Curvas logísticas dos itens quase-âncora do Enade 2014	115
Figura 27 – Percentual de participantes por nível da escala.....	116
Figura 28 – Percentual de respondentes por nível da escala	118
Figura 29 – Comparação da discriminação e dificuldade dos três Enades.....	120
Figura 30 – Distribuição da Discriminação	123
Figura 31 – Distribuição da Dificuldade	124
Figura 32 – Objetos dos conhecimentos propostos nos 3 Enades	129
Figura 33 – Perfis do concluinte do curso de Licenciatura em Matemática	132
Figura 34 – Competências associadas ao perfil mais frequente	133
Figura 35 – Curvas das alternativas do item 13 (Enade 2014)	136
Figura 36 – Item 13 (Enade 2014)	137
Figura 37 – Curvas das alternativas do item 25 (Enade 2014)	139
Figura 38 – Item 25 (Enade 2014)	140
Figura 39 – Curvas das alternativas do item 20 (Enade 2017)	144
Figura 40 – Item 20 (Enade 2017)	145
Figura 41 – Curvas das alternativas do item 21(Enade 2017)	146
Figura 42 – Item 21 (Enade 2017)	147
Figura 43 – Curvas das alternativas do item 10 (Enade 2017)	148
Figura 44 – Item 10 (Enade 2017)	149
Figura 45 – Curvas das alternativas do item 12 (Enade 2021)	151
Figura 46 – Item 12 (Enade 2021)	152
Figura 47 – Curvas das alternativas do Item 14 (Enade 2021)	153

Figura 48 – Item 14 (Enade 2021)	154
Figura 49 – Curvas das alternativas do item 25 (Enade 2021)	155
Figura 50 – Item 25 (Enade 2021)	156
Figura 51 – Curvas das alternativas do Item 10 (Enade 2021)	157
Figura 52 – Item 10 (Enade 2021)	158
Figura 53 – Curvas das alternativas do Item 18 (Enade 2021)	159
Figura 54 – Item 18 (Enade 2021)	160
Figura 55 – Domínios da formação do educador estatístico	165
Figura 56 – Localização geográfica	169
Figura 57 – Disciplinas específicas do curso de licenciatura	170
Figura 58 – Grafo da entrevista de Paulo	173
Figura 59 – Nuvem de palavras associadas ao termo Estatística.....	174
Figura 60 – Atividades utilizadas no 3º momento.....	181
Figura 61 – Uso do GeoGebra por Paulo	182
Figura 62 – Grafo de similitude da entrevista de Mariana	184
Figura 63 – Registros de recursos de aprendizagem de Mariana.....	187
Figura 64 – Blog do estágio da Mariana	189
Figura 65 – Prova de Matemática – exemplo	191
Figura 66 – Grafo da entrevista de Francisco.....	194
Figura 67 – Registros de representação de recursos de Francisco.....	197
Figura 68 – Problema de Monty Hall.....	200
Figura 69 – Exemplo de uma questão da lista de atividades de Francisco	201
Figura 70 – Algumas ideias que emergem das falas de Aline	206
Figura 71 – Registro de Representação de Recursos.....	208
Figura 72 – Excertos de conversa com Aline por aplicativo de mensagens	209
Figura 73 – Uso do quadro	211
Figura 74 – Exemplo de atividade utilizada na lista de exercícios	212
Figura 75 – Tabela e gráficos utilizados	213
Figura 76 – Questionamentos propostos por Aline	214
Figura 77 – Exemplo Jogo do Máximo na segunda etapa	214
Figura 78 – Atividade proposta na aula simulada respondida.....	215
Figura 79 – Grafo das falas de Lívia.....	222
Figura 80 – Recursos de aprendizagem.....	223
Figura 81 – Situação problema usada por Lívia	225
Figura 82 – Planejamento de Lívia	226
Figura 83 – Aplicação da aula simulada de perspectiva diferenciada.....	229
Figura 84 – Primeira etapa do jogo.....	230
Figura 85 – Obtendo os anagramas	230
Figura 86 – Anagramas.....	231
Figura 87 – Aplicação do Jogo de Argolas	231
Figura 88 – Mapas mentais produzidos por estudantes.....	236
Figura 89 – Será que somos todos germânicos?	239
Figura 90 – Método de Reinert aplicado às narrativas dos licenciandos	242
Figura 91 – Classe 1: associação em χ^2	243
Figura 92 – Classe 2: associação em χ^2	243
Figura 93 – Classe 3: associação em χ^2	244
Figura 94 – Classe 4: associação em χ^2	245
Figura 95 – Classe 5: associação em χ^2	245
Figura 96 – Palavras escritas no Mentimeter	246
Figura 97 – Trajetória de Carlos	249

Figura 98 – Nuvem de palavras da entrevista 1	251
Figura 99 – Categorias pelo método de Reinert.....	254
Figura 100 – Aula 02 do período de ensino remoto emergencial.....	265
Figura 101 – Aula presencial	267
Figura 102 – Diagrama sobre o ensino remoto	268
Figura 103 – Diagrama sobre o ensino presencial	269
Figura 104 – Apresentação do plano de ensino	270
Figura 105 – Objetivos do plano de ensino	271
Figura 106 – Referenciais bibliográficos contidos no Plano de Ensino.....	271
Figura 107 – Formas de comunicação	272
Figura 108 – Slides relacionados a distribuições de probabilidade.....	274
Figura 109 – Trabalho de Estatística Aplicada	275
Figura 110 – Slide sobre história da Probabilidade	276
Figura 111 – Grafo das atividades propostas pelo professor Carlos	277
Figura 112 – Exemplo de atividades relacionadas a temática “Probabilidade”.....	278
Figura 113 – Exemplo de atividades relacionadas a temática “distribuição”	278
Figura 114 – Exemplo de atividades relacionadas à temática “desvio padrão”	279
Figura 115 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 1	279
Figura 116 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 2	280
Figura 117 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 3	280
Figura 118 – Rede de saberes.....	283
Figura 119 – Recursos mãe e recursos filhos	284
Figura 120 – Meios de instrumentalização do professor Carlos	286

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fontes mais frequentes.....	58
Tabela 2 – Índice H	58
Tabela 3 – Autores/as com maior produção na temática	61
Tabela 4 – Citações por países	63
Tabela 5 – Afiliações	64
Tabela 6 – Palavras mais frequentes nos títulos dos documentos	68
Tabela 7 – Síntese dos indicadores de avaliação dos cursos.....	86
Tabela 8 – Distribuição de frequências quanto aos indicadores do SINAES.....	92
Tabela 9 – Desempenho da amostra de acordo com os indicadores do Sinaes	93
Tabela 10 – Número de disciplinas e quantidade de cursos	93
Tabela 11 – Contexto do Enade	107
Tabela 12 – Coeficientes de discriminação e facilidade dos itens dos 3 Enades	108
Tabela 13 – Estimação dos parâmetros pela TRI dos 3 Enades	110
Tabela 14 – Estimação de parâmetros de 2014 sem itens problemáticos.....	111
Tabela 15 – Resumo das estatísticas	119
Tabela 16 – Normalidade.....	121
Tabela 17 – Presença de Outliers	121
Tabela 18 – Teste Kruskal-Wallis	122
Tabela 19 – Identificação de diferenças	122
Tabela 20 – Percentuais de acerto para cada alternativa do Enade 2014	134
Tabela 21 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2014.....	135
Tabela 22 – Percentuais de acertos para cada alternativa do Enade 2017.....	142
Tabela 23 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2017	143
Tabela 24 – Percentuais de acertos para cada alternativa do Enade 2021.....	150
Tabela 25 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2021	150
Tabela 26 – Opinião dos/as estudantes quanto a aspectos do curso.....	171
Tabela 27 – Categoria 1: “Planejamento”	254
Tabela 28 – Categoria 2: “Matemática”	259
Tabela 29 – Categoria 3: “Aula”	262
Tabela 30 – Apresentações em <i>Power Point</i>	273
Tabela 31 – Associação entre as palavras e classes.....	320
Tabela 32 – Perfis e antiperfis obtidos pelo Método de Reinert.....	322

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ferramentas do Biblioshiny	46
Quadro 2 – Temáticas resultantes da acoplagem	67
Quadro 3 – Artigos em destaque nos clusters	75
Quadro 4 – Representação dos PPCs por curso	91
Quadro 5 – As disciplinas de Educação Estatística encontradas nos PPCs	99
Quadro 6 – Escala pedagógica de habilidades (Enade 2017)	115
Quadro 7 – Escala pedagógica de habilidades (Enade 2021)	117
Quadro 8 – Perfis profissionais do Enade	126
Quadro 9 – Competências dos Enades	128
Quadro 10 – Análise dos itens relacionados aos saberes estatísticos	161
Quadro 11 – Caracterização dos perfis	167
Quadro 12 – Momentos da aula de Paulo	179
Quadro 13 – Temáticas e conteúdos da lista de Francisco	198
Quadro 14 – Análise da atividade de Francisco	203
Quadro 15 – Características da aula tradicional e diferenciada	217
Quadro 16 – Análise das atividades da licencianda Aline	217
Quadro 17 – Lista de exercícios de Lívia	226
Quadro 18 – Análise da atividade 1 da licencianda Lívia	228
Quadro 19 – Análise da atividade 2 da licencianda Lívia	233
Quadro 20 – Análise dos recursos do professor Carlos	285

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	FUNDAMENTANDO OS SABERES ESTATÍSTICOS NA FORMAÇÃO INICIAL.....	25
2.1	OS SABERES ESTATÍSTICOS NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA	26
2.2	OS SABERES ESTATÍSTICOS NA FORMAÇÃO DO/A EDUCADOR/A.....	31
2.3	A ABORDAGEM DOCUMENTAL DO DIDÁTICO – ADD.....	33
2.4	AS TRÊS DIALÉTICAS DA ADD E A FORMAÇÃO DO/A PROFESSOR/A DE MATEMÁTICA	35
2.5	A ABORDAGEM DOCUMENTAL DO DIDÁTICO NA FORMAÇÃO INICIAL	37
2.6	RECURSOS DE ENSINO NA FORMAÇÃO DO/A EDUCADOR/A ESTATÍSTICO/A	38
3	METODOLOGIA	41
3.1	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA.....	42
3.2	ANÁLISE DOS PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS	48
3.3	ANÁLISE EDUMÉTRICA DO ENADE	49
3.4	ESTUDO DE CASO	53
4	MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.....	56
4.1	DESCRIÇÃO DO PORTFÓLIO.....	56
4.1.1	Lei de Bradford e o destaque às fontes de pesquisa.....	58
4.1.2	Lei de Lotka e a autoria do portfólio	60
4.2	A ESTRUTURA INTELECTUAL E CONCEITUAL DOS ARTIGOS	65
4.2.1	Os títulos e as palavras-chave.....	68
4.2.2	Os resumos e as temáticas emergentes	72
5	EXPLORANDO O CENÁRIO CURRICULAR DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA.....	81
5.1	PANORAMA DA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA BRASILEIRA	82
5.2	CENÁRIO DA FORMAÇÃO ESTATÍSTICA DO/A LICENCIANDO/A EM MATEMÁTICA.....	88
5.2.1	Descrição da amostra de cursos.....	88
5.2.2	Formação estatística e Educação Estatística	93
6	ESTUDO DO ENADE	105
6.1	ANÁLISE PSICOMÉTRICA DO ENADE.....	105
6.1.1	Explicando o Enade	106

6.1.2	Estudo dos itens dos Enades 2014, 2017 e 2021	108
6.1.2	Análise global dos testes	113
6.1.3	Escala pedagógica de habilidade unidimensional	114
6.2	COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE OS ENADES 2014, 2017 E 2021	119
6.3	PERFIS DO ENADE 2014, 2017 E 2021	125
6.4	ANÁLISE DE ITENS DE CONTEÚDO ESTATÍSTICO UTILIZANDO O MODELO DE RESPOSTA NOMINAL (MRN).....	133
6.4.1	Questões de Estatística do Enade 2014	134
6.4.2	Questões de Estatística do Enade 2017	142
6.4.3	Questões de Estatística do Enade 2021	149
6.4	OS SABERES ESTATÍSTICOS MOBILIZADOS NO ENADE	161
7	O ESTUDO DE CASO	167
7.1	O CONTEXTO DA UNIVERSIDADE	168
7.2	OS/AS LICENCIANDOS/AS EM ESTÁGIOS INICIAIS DO CURSO.....	172
7.2.1	O caso de Paulo	172
7.2.2	O caso de Mariana.....	183
7.3	OS/AS LICENCIANDOS/AS MAIS EXPERIENTES	193
7.3.1	O caso de Francisco	193
7.3.2	O caso de Aline	203
7.3.3	O caso de Lívia	219
7.4	ANÁLISES DAS NARRATIVAS DO GRUPO DE LICENCIANDOS/AS QUANTO A ASPECTOS FORMATIVOS.....	240
7.5	O PROFESSOR FORMADOR.....	247
7.5.1	Carlos e sua trajetória.....	247
7.5.2	A primeira entrevista.....	250
7.5.3	Segunda entrevista	253
7.5.4	As aulas observadas.....	264
7.5.5	Recursos didáticos	269
7.6	REFLEXÃO ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DOS SABERES DOCENTES.....	286
8	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	289
	REFERÊNCIAS.....	296
	APÊNDICES.....	317
	APÊNDICE A – REFERÊNCIAS PARA A ENTREVISTA – ABORDAGEM COM O LICENCIANDO EM MATEMÁTICA	317

APÊNDICE B – REFERÊNCIAS PARA A ENTREVISTA – ABORDAGEM COM O PROFESSOR FORMADOR	318
APÊNDICE C – ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS POR TESTE QUI- QUADRADO	320
APÊNDICE D – PERFIS E ANTIPERFIS	322
APÊNDICE E – ENSAIO DIMENSIONALIDADE DO ENADE.....	323

1 INTRODUÇÃO

A chamada Era da Informação apresentou um fenômeno que o indivíduo do século passado não conheceu: o massivo contato com dados decorrentes da utilização das tecnologias da informação e comunicação – uma revolução na forma de interação com o mundo. Uma parcela considerável desses dados pode ser expressa em linguagem estatística, contribuindo positivamente para a compreensão da realidade social e para a tomada de decisões.

Organizar dados, ler e interpretar tabelas e gráficos estatísticos, analisar informações e, com base nelas, tomar decisões apropriadas se tornou imprescindível em tempos de *big data & machine learning* (Giordano, 2022; Gal *et al.*, 2021). Dessa forma, cabe à escola proporcionar atividades para a construção dos saberes estatísticos junto aos/às seus/suas educandos/as, tendo como condição necessária a formação efetiva do/a educador/a estatístico/a.

No âmbito da Educação Básica, um/a educador/a estatístico/a¹ “[...] é o professor de Matemática que tenha domínio de conceitos e conteúdos estatísticos e saiba relacioná-los com a sua prática pedagógica” (Damin; Santos; Pereira, 2016, p. 267). Assim, o/a licenciando/a em Matemática precisa desenvolver saberes que lhe permitam analisar e produzir materiais didáticos e criar estratégias de ensino voltadas à aprendizagem da Estatística. Desse modo, o letramento, o pensamento e o raciocínio estatístico devem estar presentes na formação inicial do/a futuro/a professor/a de Matemática, uma vez que se destacam entre os saberes próprios de suas vivências profissionais.

Estudos como os de Costa e Pamplona (2011) e de Ruz *et al.* (2021) abordam que os cursos de licenciatura optam por ofertar os conteúdos estatísticos de maneira a propiciar um vago entendimento de técnicas de estatística descritiva. Desvinculadas essas técnicas de problemas reais, sem associar aspectos relativos ao ensino da Estatística, impossibilita-se o desenvolvimento de saberes da esfera da Educação Estatística.

Os/As professores/as, principalmente na sua formação inicial, devem tomar posse de um conjunto de saberes, de práticas, de valores, de posturas e de representações constituintes de uma cultura que fará parte de sua identidade

¹ Esse é o conceito que respaldará o texto, quando houver referência ao/a educador/a estatístico/a.

profissional (Costa; Pamplona, 2011). Isso reforça a necessidade de se inserir nos cursos de Licenciatura em Matemática experiências de aprendizagem na esfera da Educação Estatística. Nesse sentido, conforme Souza (2014), a preocupação com o desempenho dos/as professores/as no ensino de Estatística tem se ampliado, haja vista a importância dessa disciplina para o efetivo exercício da cidadania.

Ainda no início da última década, Batanero e Diaz (2012) pontuavam que o conhecimento dos conteúdos matemáticos adquiridos pelos/as professores/as nas universidades influencia a maneira como eles/as abordam a disciplina. Assim, para promover o desenvolvimento dessas aprendizagens, é imprescindível que atividades pedagógicas planejadas no âmbito da formação de professores/as devam integrar conhecimentos estatísticos com a Educação Estatística. Para que isso ocorra, o/a formador/a de professores/as precisa refletir sobre o processo de ensino, identificando não apenas o conteúdo a ser ensinado, mas também os métodos mais adequados que assegurem a eficácia na aprendizagem.

De acordo com Giordano (2022), desde a década de 1990, com a introdução da área de "tratamento da informação" nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 1998), tanto os/as pedagogos/as que ensinam Estatística e Probabilidade nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, quanto os/as licenciados/as em Matemática, que as ensinam nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, parecem não estar preparados/as para atender à demanda atual. Outrossim, Silva e Souza (2023) asseveram que o enfoque concebido às disciplinas estocásticas e o trabalho docente desenvolvido pelos/as professores/as formadores/as apresentam lacunas em relação à formação do/a licenciando/a para trabalhar com a Educação Estatística nos ambientes escolares.

Salienta-se, também, que as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação Inicial de Professores para a Educação Básica – Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 (Brasil, 2019a), sugerem, no item 6 de seu anexo, que o curso de licenciatura deve ter em seus objetivos a valorização de novos conhecimentos e experiências que possibilitem, aos/as futuros/as professores/as, fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. Nesse contexto, é fundamental que o/a educador/a estatístico/a seja preparado/a para instigar a curiosidade dos/as estudantes, estimulando o raciocínio crítico e a aplicação prática dos conceitos estatísticos por meio da investigação (Wild; Pfannkuch, 1999). A abordagem

pedagógica, portanto, deve estar centrada na cidadania, pois os saberes estatísticos influenciam a formação crítica do indivíduo e seu entendimento de sujeito social e historicamente construído (Costa, 2007; Lopes, 2013; Souza; Silva, 2023).

Conforme destacado por Lopes (2013), o ensino de Estatística em um curso de Licenciatura em Matemática deve responder a questões fundamentais, como: o quê, o porquê, o quem, o quando e, especialmente, o como ensinar. Nesse sentido, a presente pesquisa objetiva investigar o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos, entendendo suas perspectivas e suas fragilidades. Generalizando essa abordagem, a proposta visa responder uma questão base para a compreensão da formação do/a educador/a estatístico/a: qual é o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos?

Essa busca pelo contexto foi instigada pela hipótese de que as experiências cognitivas proporcionadas pelos/as formadores/as de professores/as, no contexto de um curso de Licenciatura em Matemática, oportunizam a mobilização de saberes e de aprendizagens estatísticas essenciais aos/as futuros/as professores/as de Matemática. Esse questionamento gerou inquietações sobre uma teoria que sumarizasse essas experiências, inquietações estas que levaram à Abordagem Documental do Didático (ADD) (Trouche *et al.*, 2020), a qual permitiu observar as estruturas que sustentam a formação de educadores/as estatísticos/as por uma lente instrumental que interpreta, nos recursos, os elementos fundamentais da formação docente.

Reconhecendo a complexidade da questão, foi preciso conhecer o cenário formal da mobilização de saberes, buscando, em um mapeamento sistemático de literatura, as tendências relacionadas à formação estatística do/a professor/a de Matemática. Além disso, foi necessário avaliar a estrutura curricular dos cursos de Licenciatura em Matemática e as avaliações em larga escala às quais são submetidos, delineando um conjunto de saberes profissionais fundamentais ao/à futuro/a educador/a. Para compor um retrato global do desenvolvimento dos saberes, foi essencial também a aproximação com o particular, observando, nas vivências dos/as formadores/as e dos/as futuros/as docentes, quais são os recursos mobilizados nesse processo, transitório e dialógico, de construção e reconstrução de saberes.

Nessa dinâmica, o licenciando precisa interagir com recursos concebidos para o ensino e a aprendizagem, sejam recursos curriculares, como um livro didático, ou

não-curriculares, como um artigo científico. Essa interação permite desenvolver o potencial de selecionar, modificar e criar recursos, ações denominadas por Trouche *et al.* (2020) como trabalho documental do/a professor/a e ao resultado dele, portanto, os documentos do/a professor/a.

Considerando-se a esfera do/a licenciando/a, é necessário reforçar que, mesmo que a ADD tenha sido concebida originalmente para estudar o desenvolvimento profissional de professores/as na sua interação com recursos materiais e cognitivos, é possível direcionar seus aspectos epistemológicos para os/as futuros/as professores/as, estudantes em formação, os/as quais possuem recursos em transição, como mostram os trabalhos de Assis e Trouche (2021) e Assis, Gitirana e Trouche (2019).

Outrossim, é imprescindível para os processos educativos dos cursos que formam o/a futuro/a professor/a de Matemática compreender que tipo de saberes estatísticos eles/as devem oportunizar, uma vez que isso é determinante para a construção do conhecimento na Educação Básica, ou seja, no local de trabalho da maioria dos/as licenciandos/as, o que culmina em um ciclo virtuoso de retroalimentação de conhecimentos.

Esta pesquisa transita, conforme o já exposto, entre as abordagens quantitativa e qualitativa. Ora apresenta e analisa dados objetivos, ora busca interpretar e descrever subjetividades, apreendendo os significados dos diferentes discursos e sua relação com a abordagem teórica. Assim, em seu desenvolvimento, procura-se alicerçar as evidências em medidas, em gráficos, em comparações e associações, sem deixar de olhar para o contexto e examinar as narrativas. Por essa razão, no decorrer das páginas desta tese são exploradas imagens que representam as perspectivas emergidas do fenômeno em estudo.

Nesse movimento do global para o particular em que ocorre a pesquisa, apresentam-se oito capítulos. Os três primeiros são destinados aos aspectos técnicos e conceituais, a partir deste texto introdutório, passando pela fundamentação teórica e pelo método. O capítulo quatro encerra o desenvolvimento de um mapeamento sistemático de literatura, o qual fornece informações bibliométricas sobre as abordagens acadêmicas que estão impactando o campo da Educação Estatística para a Licenciatura em Matemática.

No capítulo cinco, ocorre a análise dos projetos pedagógicos de curso, traçando-se um panorama dos currículos da Licenciatura em Matemática,

destacando-se as componentes curriculares relacionadas à Estatística, o que permitiu entender a orientação didática que compõe a bagagem do indivíduo formado e em que dimensões isso vai impactar os saberes profissionais docentes.

Considerando que o currículo também se manifesta nas avaliações em larga escala (Menegão, 2016; Freitas *et al.*, 2004), foi realizada uma análise edumétrica² do Enade, explorando-se o perfil do(a) professor(a) de matemática definido pela sua matriz de referências e suas componentes: as competências (aqui abordadas como saberes) e os objetos de conhecimento (conteúdos). Esses aspectos compõem o sexto capítulo.

No sétimo capítulo, constam os resultados de um estudo de caso realizado em um curso de Licenciatura em Matemática. Nessa etapa, foram interpretadas as narrativas de um professor formador e de licenciandos/as, considerando diversas dimensões do desenvolvimento dos saberes estatísticos na formação inicial. Essa interpretação se deu à luz da Investigação Reflexiva da Abordagem Documental do Didático (Trouche *et al.*; 2020; Bellemain; Trouche, 2019). O oitavo capítulo traz as conclusões, possibilidades de estudos futuros e as considerações finais.

Destarte, a pesquisa percorre a realidade dos cursos de Licenciatura em Matemática, buscando contextualizar como se estruturam os saberes estatísticos, os quais fundamentarão as experiências didático-pedagógicas dos/as futuros/as professores/as. Nesse percurso, inspirando-se nas reflexões propostas pela Abordagem Documental do Didático, buscou-se encontrar as raízes – gênese dos documentos didáticos – de um/a professor/a em formação inicial e como nascem e são validadas suas concepções relativas ao ensino de Estatística.

Essa dinâmica levará a delinear os contornos da construção de identidade profissional docente. Nesse contexto, o cenário em que se deu a pesquisa foi aquele das aprendizagens profissionais, consideradas como saberes dentro de uma realidade sociocultural reflexiva e sujeita a metamorfoses. Assim, na continuidade desta tese, o próximo capítulo traz o arcabouço teórico que fundamenta o estudo aqui apresentado.

² Edumetria (ou variantes: edumétrico, edumetricamente) é o termo utilizado para expressar o aprofundamento da análise da qualidade de uma determinada avaliação, considerando sua validade e confiabilidade (Pereira; Oliveira; Tinoca, 2010).

2 FUNDAMENTANDO OS SABERES ESTATÍSTICOS NA FORMAÇÃO INICIAL

Os saberes estatísticos dos/as professores/as foram compreendidos, neste estudo, como um conjunto de aprendizagens profissionais que englobam concepções de letramento, pensamento e raciocínio estatístico e as interações com recursos para ensinar e aprender Estatística. Em consonância a Burgess (2002; 2006; 2009 e 2011), admitiu-se os saberes estatísticos a ensinar (conceitos formais da Estatística) e os para ensinar, que incluem as estratégias pedagógicas de ensino.

No contexto do conhecimento docente também se encontraram caminhos epistemológicos no modelo de tipificação de conhecimentos proposto por Shulman (1986; 1987) e nos domínios do conhecimento especializado do professor de matemática de Ball, Thames e Phelps (2008).

A concepção do saber estatístico na formação inicial foi entendida com base em Guin, Ruthven e Trouche (2005), Trouche e Bellemain (2019), Assis, Gitirana e Trouche (2019), Trouche *et al.* (2020), Assis e Trouche (2021), Trouche, Gueudet e Pepin (2020), entre outras perspectivas fundamentadas na ADD. Nesse sentido, o saber docente compreende os recursos que influenciam o professor (instrumentação) e aqueles que são manipulados pelos docentes por meio de seus esquemas de uso (instrumentalização), resultando na construção de documentos didáticos. Este saber é integrado por uma estrutura que engloba conhecimentos de conteúdo, curriculares, pedagógicos, metodológicos, bem como os conhecimentos de tecnologias e artefatos para o ensino. Além disso, envolve o desenvolvimento contínuo por meio da reflexão sobre a própria prática e da colaboração com os pares. Esses saberes são heterogêneos, moldados pela experiência e pelo nível de desenvolvimento profissional do docente, que por sua vez são influenciados pelo contexto social e temporal da prática educativa.

Além de uma percepção particular sobre os tipos de saberes dos/as professores/as, há que se considerar também uma distinção entre o conteúdo estatístico e o matemático, sendo o primeiro caracterizado pela incerteza e o último de caráter determinístico (Burgess, 2009). Dessa maneira, a presente pesquisa se debruça na constituição desses saberes e suas interações ainda na formação inicial docente, sendo essa a diretriz das próximas seções.

2.1 OS SABERES ESTATÍSTICOS NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

A formação do/a educador/a matemático/a tem influência nos processos de ensino-aprendizagem na Educação Básica, uma vez que é a formação inicial que possui a prerrogativa de oportunizar aprendizagens que poderão ser aprimoradas nas vivências profissionais e em cursos de formação continuada. Arcavi e Schoenfeld (2010, p. 92) abordam que “os programas para desenvolvimento do professor deveriam significativamente envolver consciência explícita, reflexão e discussões sobre conhecimento, metas e convicções dentro e ao redor da prática”. Dessa maneira, aspectos curriculares e recursos didáticos precisam ser consonantes aos saberes para ensinar e a ensinar, ou seja, às habilidades imprescindíveis aos/às educadores/as, sem as quais seu desenvolvimento profissional ficará comprometido.

No que diz respeito aos conhecimentos de Estatística, os cursos de Licenciatura em Matemática precisam considerar que estamos vivendo na sociedade da informação, na qual, para se compreender a realidade, são imprescindíveis a análise e a interpretação de dados, pois estes fazem parte do cotidiano, sendo oportuno estar habilitado/as ao uso dos conhecimentos estatísticos (Giordano, 2017).

No entanto, conforme entende Herzog (2019, p. 62), a formação estatística na Licenciatura em Matemática ainda apresenta equívocos entre conceitos determinísticos relativos à aleatoriedade e à Probabilidade e Estatística. Desse modo, comenta que:

[...] O ensino de Estatística e Probabilidade baseado em fórmulas, descontextualizado da realidade, só reforça essa problemática. É preciso que o currículo das licenciaturas em Matemática no Brasil seja revisto, dando um maior protagonismo a estas disciplinas.

Mesmo não ocorrendo um desenvolvimento considerável da formação estatística nos cursos de Licenciatura em Matemática, o currículo da Educação Básica tem se modificado nas últimas décadas, permitindo o contato com conceitos de Probabilidade e Estatística desde os Anos Iniciais. Samá e Amorim (2020, p. 113) informam que,

Com a aprovação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), que fixou conteúdos mínimos para a Educação Básica no Brasil, a Estatística e a Probabilidade ganharam espaço no currículo escolar, sendo uma das cinco unidades temáticas da área de Matemática. Com isto, as redes de ensino estão em fase de elaboração e implementação dos novos

currículos. Esses currículos estão sofrendo significativas modificações, principalmente no que tange a inclusão de conceitos estatísticos, que agora passam a compor os conteúdos obrigatórios desde o primeiro ano do Ensino Fundamental.

Desse modo, nos cursos de formação de professores nos quais se vai ensinar conteúdos matemáticos, depara-se com uma urgência pedagógica, sendo imprescindível que se acrescente aspectos de Educação Estatística aos currículos. Samá e Amorim (2020, p. 114) defendem, a esse respeito, a necessidade de “[...] que a formação inicial do professor que atuará na Educação Básica possibilite a este adquirir tanto o conhecimento dos conceitos estatísticos como o conhecimento pedagógico destes”.

O campo da pesquisa também tem ampliado sua atuação no que tange à formação dos/as professores/as em Educação Estatística, especialmente no que diz respeito à Educação Básica. Assim, alguns estudos se debruçam sobre o desenvolvimento de saberes dos/as futuros/as professores/as de Matemática quanto à Estatística, haja vista a importância dessa área para as vivências do cidadão na sociedade da informação.

Nesse contexto, Bayer *et al.* (2004), utilizando uma amostra de 80 formandos/as em Licenciatura em Matemática de nove estabelecimentos de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, no que tange a lecionar Estatística, identificaram que 52% consideram que o curso não lhes preparou adequadamente; 46% afirmam não ter conhecimentos suficientes e 39% se reportam à ausência ou ao desconhecimento de materiais e recursos didáticos para o ensino desse conteúdo.

Costa e Pamplona (2011), por sua vez, defendem um *corpus* de conhecimentos mínimos a serem adquiridos pelo/a docente na sua formação inicial. No entanto, os autores afirmam que os estudos em Educação Estatística, no contexto de formação inicial de professores/as de Matemática, se revelam insuficientes e até mesmo inapropriados e, portanto, devem passar por reflexões que levem a mudanças. Nesse sentido, sinalizam que

Essas percepções e reflexões, além de aprofundamentos teóricos, têm potencializado mudanças que, segundo o nosso ponto de vista, apontam possíveis caminhos de reconfiguração de projetos políticos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática, para que privilegiem também a formação do educador estatístico (Costa; Pamplona, 2011, p. 902).

Silva (2014), em seu estudo, apresentou o panorama dos cursos de Licenciatura em Matemática brasileiros quanto ao ensino de Estatística. Realizada por

amostragem, a pesquisa indica que há, na organização curricular, componentes de formação conceitual em Estatística e Probabilidade de forma obrigatória. No entanto, a Educação Estatística foi encontrada em componentes curriculares como prática pedagógica e estágio – não no contexto de disciplinas propriamente ditas.

Também trilhando o caminho do currículo de Estatística, Rodrigues e Silva (2019), concluem que a presença da disciplina nos cursos de Licenciatura em Matemática é insuficiente, o que pode provocar nos/as professores/as de Matemática uma insegurança em trabalhar com os conteúdos no Ensino Fundamental e Médio, ou simplesmente trabalhar apenas de maneira algorítmica, o que dificulta o desenvolvimento do letramento, do pensamento e do raciocínio estatístico dos/as alunos/as. Isso leva à discussão de como os saberes estatísticos são apresentados aos/às licenciandos/as.

Em termos de aprendizagem do conteúdo estatístico por parte dos/as licenciandos/as, Figueiredo, Coutinho e Bertazini (2020) discutem algumas dificuldades dos/as estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática na construção, na leitura e na interpretação de dados em tabelas de dupla entrada e sua relação com Probabilidade, concluindo que muitos/as deles/as apresentam pouco desenvolvidas habilidades de construção e de diferenciação de frequência e de enumeração.

Costa Junior e Monteiro (2021) relatam uma experiência com um curso sobre letramento estatístico proposto a licenciandos/as em Matemática na perspectiva de desenvolvimento da comunicação e da criticidade. Os autores consideram que, com a atividade, os/as licenciandos/as passaram a perceber a importância de questionar informações, além de se mostrarem dispostos/as a analisar resultados de pesquisas, sentindo-se seguros/as e legitimados/as para desempenharem seu papel como cidadãos/ãs.

Na perspectiva internacional, os estudos de Batanero, Gea e Arteaga (2020) descrevem uma experiência de formação na Espanha, a qual permitiu que futuros/as professores/as desenvolvessem diferentes componentes do conhecimento didático em relação ao ensino da Estatística sob um enfoque onto-semiótico. Para os autores, essa área ainda é pouco explorada no que compete a tópicos como gráficos estatísticos, correlação e regressão. Nesse mesmo sentido, o estudo de Garzón-Guerrero (2020) apresenta uma avaliação das capacidades de leitura e de

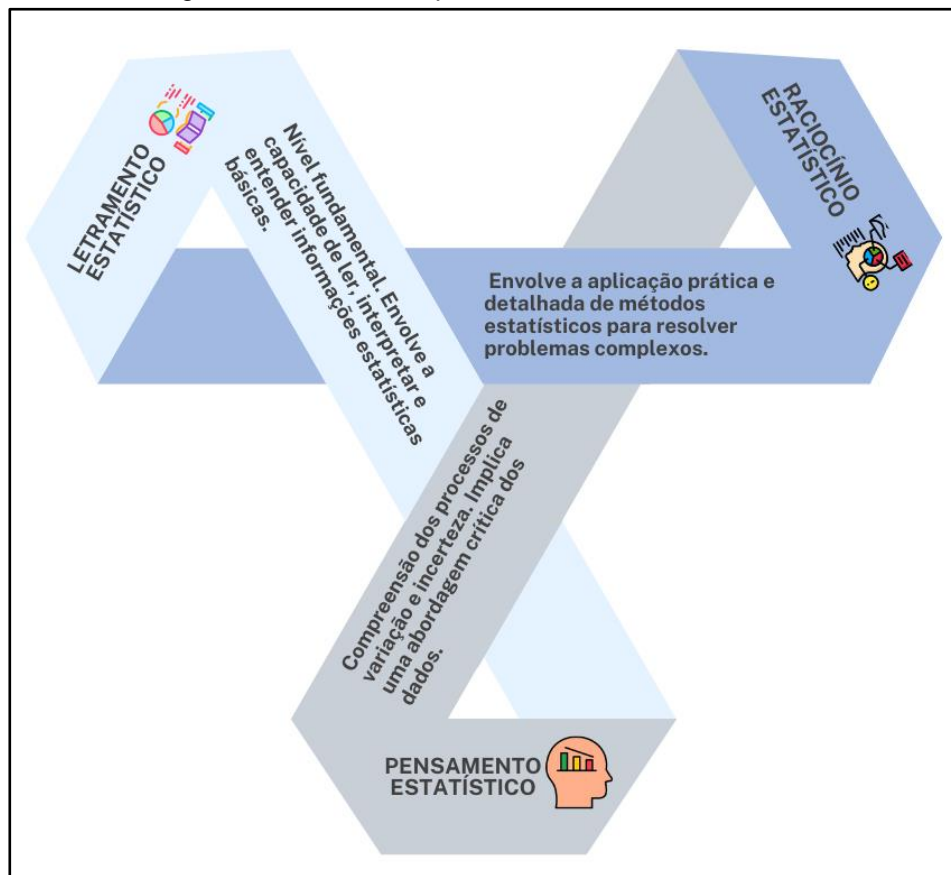
interpretação de gráficos de futuros/as professores/as na Itália e em Portugal, com resultados que mostram certas deficiências na formação estatística nesses quesitos.

Os estudos apresentados atestam que a formação do/a educador/a estatístico/a possui fragilidades, sejam elas em aspectos de conhecimentos de conteúdos, sejam em conhecimentos pedagógicos que explorem o desenvolvimento de habilidades fundamentadas na tríade: letramento, raciocínio e pensamento estatístico (Campos; Wodewotzki; Jacobini, 2018).

Essa tríade conceitual é definida por Campos, Wodewotzki e Jacobini (2018) como fundamental na formação estatística dos indivíduos. Esses mesmos autores definem as três componentes conforme segue: o letramento estatístico ou literacia se relaciona à habilidade de ler, escrever e interpretar dados, entendendo as informações estatísticas veiculadas nas diversas mídias do ponto de vista crítico e reflexivo. Já o pensamento estatístico é uma compreensão aprofundada dos dados, que inclui a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, admitindo a presença da variabilidade e da incerteza, escolhendo adequadamente as abordagens estatísticas, enxergando o processo de maneira global, explorando os dados além do que os textos prescrevem e questionando os resultados. O raciocínio estatístico é a habilidade de compreender integralmente um processo estatístico e ser capaz de aplicá-lo, interpretando por completo os resultados de um problema baseado em dados reais.

Esses conceitos são ilustrados na Figura 1 por uma fita de Möbius, a qual possui aspectos que revelam fronteiras, mas que ao mesmo tempo se interrelacionam em um caminho infinito, mostrando a interdependência das três componentes da tríade na construção do conhecimento estatístico, com o letramento fundamentando os demais aspectos.

Figura 1 – Letramento, pensamento e raciocínio estatístico



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A BNCC (Brasil, 2018a) aponta a necessidade do desenvolvimento de competências relativas à Probabilidade e à Estatística, assegurando, pelo menos curricularmente, que estudantes desenvolvam habilidades de análise, de investigação e de resolução de problemas e, com isso, ampliem as potencialidades de vivência plena da cidadania. A unidade de Probabilidade e Estatística propõe:

[...] a abordagem de conceitos, fatos e procedimentos presentes em muitas situações-problema da vida cotidiana, das ciências e da tecnologia. Assim, todos os cidadãos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas. Isso inclui raciocinar e utilizar conceitos, representações e índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos (Brasil, 2018a, p. 274).

Contudo, ainda não há uma diretriz curricular que oriente as aprendizagens estatísticas para a Licenciatura em Matemática, mostrando um descompasso entre o que é exigido em sala de aula em termos de currículo da Educação Básica e a formação docente (Giordano, 2022). O Parecer n.º 1.302/2001 (Brasil, 2001) apenas

cita a obrigatoriedade de se proporcionar os conteúdos de Probabilidade e Estatística aos cursos de bacharelado, não mencionando a licenciatura e nem distinguindo aspectos da Educação Estatística. Mais recentemente, a Resolução n.º 2, de 20 de dezembro de 2019 (Brasil, 2019a), trata das diretrizes curriculares para a formação docente, mas não explicita ou detalha competências estatísticas, apenas mencionando saberes estatísticos para a interpretação de dados educacionais.

Giordano (2022) comenta que essas particularidades das diretrizes curriculares não suscitam o desenvolvimento dos saberes estatísticos por parte dos/as futuros/as professores/as e acredita que são necessárias intervenções dos cursos de Licenciatura em Matemática e até mesmo na Pedagogia para envolver os saberes docentes nos domínios de conteúdos estocásticos³.

Muito embora a Probabilidade e a Estatística estejam nos currículos oficiais há pouco mais de duas décadas (Giordano, 2022), é imprescindível que os cursos de Licenciatura em Matemática contemplem os saberes relativos à estatística, haja vista sua importância na formação do/a cidadão/ã. Esses saberes estatísticos serão abordados na próxima seção.

2.2 OS SABERES ESTATÍSTICOS NA FORMAÇÃO DO/A EDUCADOR/A

Burgess (2002; 2006; 2009; 2011), baseado nos estudos de Shulman (1986), aponta os domínios da Educação Estatística na formação docente, definindo os saberes estatísticos a ensinar (conteúdos estruturais) e para ensinar (conteúdos pedagógicos).

Conforme Burgess (2009), os saberes a ensinar, partem dos processos de Letramento Estatístico, propostos por Gal (2002) e se referem ao conteúdo estatístico: estatística descritiva, inferencial e análise de dados e sua utilização na compreensão da aleatoriedade, da variabilidade e em aspectos ligados à investigação estatística, enquanto os saberes para ensinar Estatística se referem à adequação dos conteúdos, aos registros, às discussões e à construção de estratégias pedagógicas para o ensino dos conteúdos curriculares de Estatística.

Esses saberes podem representar uma orientação no entendimento de quais são os recursos didáticos, pedagógicos e curriculares imprescindíveis na formação

³ Entende-se como a inter-relação entre os conteúdos de Estatística, Probabilidade e Análise Combinatória.

inicial dos/as futuros/as educadores/as estatísticos/as. Nesse âmbito, os documentos curriculares oficiais fornecem as diretrizes que compõem os saberes a ensinar e os cursos de formação inicial dão forma às estratégias relacionadas aos saberes para ensinar.

As diretrizes curriculares que regem os cursos de Licenciatura em Matemática atualmente são a Resolução CNE/CP n.º 2, de 20 de dezembro de 2019 (Brasil, 2019a), a Resolução CNE/CP n.º 2, de 1º julho de 2015, e o Parecer CNE/CP n.º 2, de 9 de junho de 2015 (Brasil, 2015a; 2015b), as quais não distinguem conteúdos, conhecimentos e habilidades relacionadas à Estatística/Educação Estatística. Como já foi abordado, esses conteúdos ficam evidentes apenas na análise das diretrizes curriculares para a Educação Básica, tanto nas disposições contidas nos PCNs (Brasil, 1998), que traziam os conteúdos de estocástica sob o eixo denominado tratamento da informação, como na BNCC (Brasil, 2018a), que se reporta aos objetos de conhecimento, quais sejam, neste caso, Probabilidade e Estatística.

Para o Ensino Fundamental, a BNCC estabelece que a incerteza e o tratamento de dados são estudados na unidade temática Probabilidade e Estatística propondo a abordagem de conceitos, fatos e procedimentos presentes em muitas situações-problema da vida cotidiana, das ciências e da tecnologia. Consta, também, no documento, que os/as cidadãos/ãs precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar decisões, tendo que, para isso, utilizar os conceitos, as representações e os índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos (Brasil, 2018a).

Quanto ao Ensino Médio, a BNCC (Brasil, 2018a) determina que devem ser asseguradas aos/às estudantes oportunidades de desenvolver habilidades relativas ao planejamento e à execução de uma pesquisa amostral, interpretando as medidas estatísticas e comunicando os resultados obtidos por meio de relatórios, contendo representações gráficas adequadas, além de destacar a necessidade de o/a estudante aprender a interpretar dados veiculados pelas mídias.

A despeito de todas as críticas que possam emergir relativas a esses documentos curriculares oficiais, as diretrizes presentes na BNCC (Brasil, 2018a) apresentam os possíveis saberes a serem desenvolvidos na Licenciatura em Matemática no que diz respeito à Estatística, pois é esse o currículo que está sendo efetivamente aplicado pelas escolas.

Internacionalmente, destacam-se as Diretrizes para Avaliação e Instrução em Relatórios de Educação em Estatística da Associação Americana de Estatística (Gaise, 2016). Esse relatório traz seis recomendações sobre conteúdos e formas de trabalho que permitem o desenvolvimento do/a professor/a de Matemática, enquanto educador/a estatístico/a, a saber:

I. Ensine o pensamento estatístico: ensine Estatística como um processo investigativo de resolução de problema e tomada de decisão. Dê aos alunos experiência com o pensamento multivariável; II. Concentre-se na compreensão conceitual; III. Integre dados reais a um contexto e propósito; IV. Promova o aprendizado ativo; V. Use tecnologias para explorar conceitos e analisar dados; VI. Use a avaliação para melhorar o aprendizado dos alunos (Gaise, 2016, p. 3).

É possível vislumbrar, também, os saberes docentes na perspectiva da avaliação realizada por órgãos reguladores do Ensino Superior brasileiro, por instrumentos como o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), o qual pode fornecer elementos para a investigação do contexto dos saberes estatísticos a ensinar e para ensinar, uma vez que Probabilidade e Estatística se apresentam em suas matrizes de referência associadas à avaliação de competências em resolução de problemas e análise de dados (Como podemos observar em Brasil, 2016; 2018b e 2022a).

Desse modo, constata-se que não há um rol de conhecimentos específicos, definidos pelos órgãos oficiais de controle e avaliação, a serem desenvolvidos pelo/a futuro/a educador/a estatístico/a, com os quais ele/a possa alimentar a sua prática profissional, dessa maneira, são oportunas discussões e pesquisas a esse respeito. A próxima seção traz a Abordagem Documental do Didático – teoria cujos fundamentos foram utilizados neste estudo para explicar o contexto da formação inicial do/a educador/a estatístico/a.

2.3 A ABORDAGEM DOCUMENTAL DO DIDÁTICO – ADD

A ADD fundamenta-se na concepção instrumental (Rabardel, 1995; Artigue, 2002; Guin; Ruthven; Trouche, 2005), inicialmente desenvolvida e utilizada para estudar como os alunos aprendem matemática com tecnologia. Nesse contexto, a essência da ADD é considerar o trabalho do professor por meio de suas interações com os recursos para ensino (Gueudet; Trouche, 2009). Seus objetivos envolvem o desenvolvimento profissional associado às interações do/a docente com os recursos

e práticas necessárias ao seu trabalho. Esses recursos demandam a criação, a análise e até mesmo as adaptações que permitem a sua utilização no ensino.

Trouche *et al.* (2020) informam que a ADD se reporta à pesquisa em didática da matemática francesa e baseia-se na perspectiva de mediação da teoria sociointeracionista Vygotskiana. O contexto de seu desenvolvimento são as interações propiciadas pela tecnologia da informação, ampliadas pelas facilidades trazidas pela comunicação pela Internet, permitindo a organização de comunidades de prática, às quais Wenger (1998) denomina comunidades de trabalho em que ocorre o desenvolvimento coletivo.

Os recursos didáticos, os esquemas de uso, a instrumentação, a instrumentalização, a gênese documental e os documentos didáticos se constituem como conceitos fundamentais da ADD⁴. Esta, portanto, amplia o entendimento de recursos didáticos, ao formar um conjunto amplo de artefatos que dão apoio à atividade profissional docente, a exemplo dos livros didáticos, de recursos *on-line*, trocas de *e-mails* com colegas, produções de alunos, entre outros (Trouche *et al.*, 2020).

Os esquemas de uso são o centro da ADD e precisam ser entendidos como um processo, uma vez que, ao interagir com um recurso específico ou conjunto de recursos, os/as professores/as desenvolvem formas de utilização específicas para um determinado objetivo didático. Mesmo que esses esquemas estejam relacionados aos mesmos recursos e ao mesmo objetivo, podem ser diferentes, dependendo dos hábitos e conhecimentos de cada docente. Dessa maneira, para uma mesma classe de situações, um/a professor/a desenvolve uma organização estável de sua atividade – um esquema que se constitui pelo objetivo da atividade, por regras de atuação, invariantes operatórios e possibilidades de inferência (Trouche *et al.*, 2020).

O uso de recursos com potencial transformador influencia a prática docente em um processo chamado instrumentação, ao passo que as disposições e os conhecimentos orientam as escolhas docentes em um processo de instrumentalização. Assim, a ADD enfatiza a natureza dialética das interações professor-recurso em processos de recombinações (Trouche; Gueudet; Pepin, 2020).

Os recursos de um professor, selecionados e combinados, fundidos aos esquemas de uso e aos conhecimentos docentes levam à constituição do cenário de

⁴ Esses conceitos estão organizados em um glossário, que se constitui um dos produtos desta tese, o qual está disponível no link: <http://rpubs.com/SROSTIROLA/1190411>

produção de conhecimentos para ensinar. Dessa maneira, o processo de trabalho docente é considerado pela ADD como um processo criativo, cuja ênfase se dá na ideia de que o trabalho do professor sempre incorpora um ato consciente de concepção, de criação de alguma coisa com o intuito de atingir um certo objetivo didático (Trouche *et al.*, 2020).

Na abordagem da ADD, esse processo de criação está sujeito aos invariantes operatórios que podem ser de dois tipos: os teoremas-em-ato e os conceitos-em-ato. Os primeiros são proposições consideradas como verdadeiras – ideias pedagógicas valorizadas e assumidas pelo/a docente, suas crenças didáticas das necessidades de ensino desenvolvidas em sua formação inicial e em serviço. Os conceitos-em-ato são representações consideradas relevantes na esfera do conteúdo. Além disso, no processo de concepção de aula, ainda existem as regras de ação, que são entendidas como as formas de concretização dos invariantes (Trouche *et al.* 2020; Gueudet; Trouche, 2016).

Para exemplificar, podemos citar o caso de um/a professor/a entender que o/a aluno/a precisa de exemplos concretos para aprender o conteúdo de frações equivalentes (invariante operatório da tipologia teorema-em-ato), escolher quais tópicos dos conteúdos são essenciais (invariante operatório da tipologia conceito-em-ato) e o uso desses exemplos concretos no momento de ensino (regra de ação).

Em termos de processos, durante a interação com um determinado recurso ou conjuntos de recursos, os/as professores/as desenvolvem seus esquemas particulares conforme suas disposições. Isso quer dizer que os recursos associados aos esquemas de utilização resultam um documento didático. O processo de desenvolvimento desses documentos (incluindo o aprendizado do professor envolvido) foi cunhado como gênese documental (Trouche; Gueudet; Pepin, 2020), a qual será detalhada na próxima seção.

2.4 AS TRÊS DIALÉTICAS DA ADD E A FORMAÇÃO DO/A PROFESSOR/A DE MATEMÁTICA

A palavra “dialética” vem do grego e tem seu sentido etimológico como verbo *dialeghetai* “dialogar”. Conforme o Dicionário Básico de Filosofia (Japiassú; Marcondes, 2001), o termo, em sentido hegeliano, significa uma sucessão de momentos, cada um deles formando uma totalidade, um momento que manifesta as

insuficiências daquele que o precedeu e o supera na medida em que eleva a um estágio superior os problemas não resolvidos no anterior. A ADD, tendo essa característica de diálogo permanente com o momento anterior, possui três dialéticas essenciais que levam a gêneses documentais complexas, as quais são explicadas por Trouche e Assis (2021)⁵.

A primeira dialética envolve o professor em relação aos recursos de ensino e desenvolve-se em uma instituição no sentido de cumprir uma dada tarefa em intersecção a outros atores, como alunos/as, pais/mães e colegas docentes. Na explicação de Trouche e Assis (2021), é possível interpretar essa dialética em função dos movimentos de instrumentação e de instrumentalização. Na instrumentação, os recursos influenciam o professor, seus saberes e sua atividade. Na instrumentalização, o professor transforma os recursos e os adapta à sua prática. Dessa forma,

[...] a instrumentalização ocupa-se dos processos de apropriação ou mesmo reutilização de um conjunto de vários recursos – denominado sistema de recursos - e, de outro lado, a dimensão da instrumentação, referente a influência com que os recursos desempenham em seu trabalho prático (Xavier Neto; Silva; Trouche, 2019, p. 303).

Na segunda dialética ocorre a interação entre todos os recursos disponíveis que o/a professor/a tomará emprestados para realizar sua atividade de ensino, ou seja, os recursos mãe e aqueles que resultam da adaptação destes – os recursos filhos. Esses últimos dão origem ao sistema de recursos do/a professor/a. Assim, “Os recursos filhos serão acumulados, organizados, estruturados, para constituir o sistema de recursos do professor, constantemente revisado, reutilizado, enriquecido e reestruturado” (Trouche; Assis, 2021, *online*). Essa constituição é dinâmica, uma vez que faz parte dela um movimento interno – cognitivo, e um externo, que considera a materialidade dos recursos.

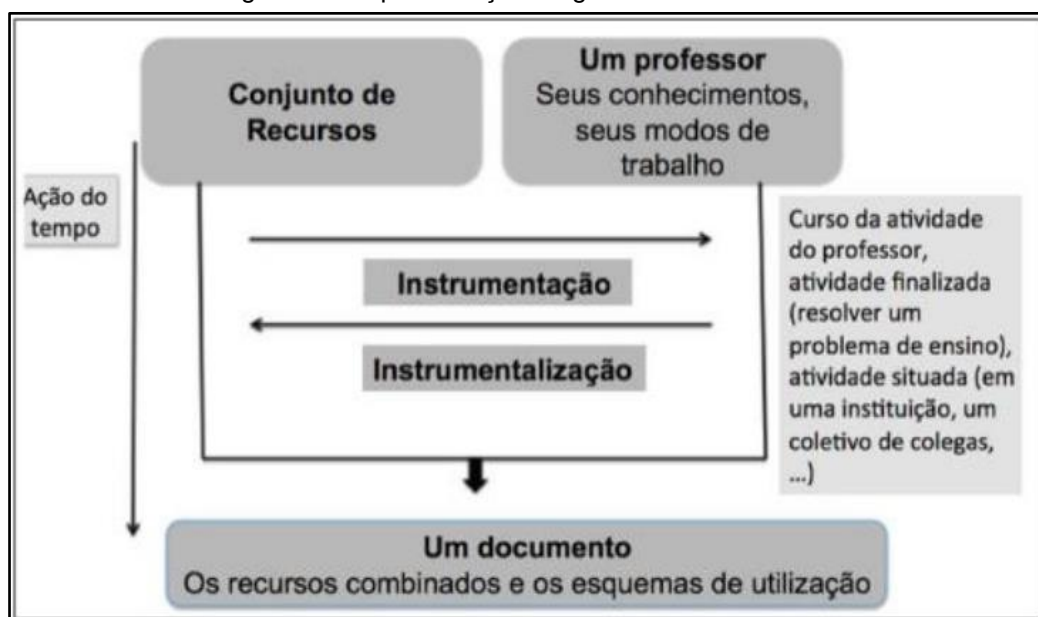
A terceira dialética relaciona as componentes da atividade produtiva docente, ou seja, a produção de recursos para a construção de novos conhecimentos. Disso origina a noção de documento – uma atividade híbrida que é, ao mesmo tempo, material, quando envolve os recursos, e cognitiva, quando considera os esquemas. Aqui exercem interação os invariantes operatórios, que se transformam em teoremas

⁵ Essas ideias foram apresentadas por Trouche e Assis no Ciclo de Seminários sobre a Abordagem Documental do Didático realizado no ano de 2021 pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e disponível no YouTube pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=quTTuD7-pFc>.

em ação, ou seja, as crenças, os valores e as ideias docentes que se convertem em atividade produtiva de recursos.

Essas três dialéticas combinam recursos disponíveis para um dado conteúdo ou tarefa e possíveis esquemas de uso, constituindo a atividade produtiva do/a professor/a como um novo conjunto de recursos acomodados, que é a gênese dos documentos didáticos (Assis; Trouche, 2021). A Figura 2 traz a representação dessa gênese, a qual origina o desenvolvimento dos saberes profissionais docentes.

Figura 2 – Representação da gênese documental



Fonte: Gueudet e Trouche (2016, p. 206).

Conforme se observa, o desenvolvimento profissional docente envolve um processo no qual os recursos influenciam o/a docente (instrumentação) e o/a professor/a os transforma, adaptando-os à sua prática (instrumentalização). Essa dinâmica, no decorrer do tempo, culmina nos documentos didáticos (gênese documental). Como se percebe, a variável tempo é de interesse para o processo, pois se trata de construções cumulativas no decorrer da vida. Contudo, esta pesquisa requer o entendimento dos movimentos iniciais da docência, desse modo, a próxima seção traz uma abordagem relacionada à formação inicial.

2.5 A ABORDAGEM DDOCUMENTAL DO DIDÁTICO NA FORMAÇÃO INICIAL

A ADD oferece uma estrutura para analisar o trabalho dos/as professores/as com base no estudo de suas interações com os recursos que eles/as usam e

desenvolvem para produzir seu ensino. Contudo, na formação inicial, momento no qual o/a futuro/a professor/a desenvolve conhecimentos formais necessários à profissão, Trouche (2021) levanta a questão da transitividade dos invariantes operatórios e dos sistemas de recursos, pois o indivíduo está a meio caminho, entre o estatuto de professor/a e de estudante, portanto, suas ações ainda não são estáveis.

Nesse sentido, Assis e Trouche (2021) apresentam a gênese documental com uma situação real de planejamento e de implementação de uma aula vivenciada por uma estudante de Licenciatura em Matemática na perspectiva das três dialéticas da ADD. A finalidade dos autores foi verificar quais são os recursos de apoio que essa estudante utiliza e que adaptações são realizadas. No estudo, os autores identificaram razões de escolha e de aprendizagens presentes no processo formativo evidenciando crenças e aprendizagens da futura professora.

São manifestas duas situações para o/a futuro/a professor/a: as de estudo e as de ensino. As situações de estudo compreendem experiências relacionadas ao estudo de qualquer assunto durante o curso e as situações de ensino consideram experiências na universidade ou na escola, com colegas ou alunos como público (Assis; Gitirana; Trouche, 2019). Nesse sentido, os autores abordam um sistema de recursos para estudar e um para ensinar, os quais são fontes que apoiam o processo inicial de profissionalização docente.

A mudança do *status* de aluno/a para professor/a é entendida por Assis, Gitirana e Trouche (2019) como uma metamorfose. Para esses autores, os recursos e seus usos influenciam nesse processo na formação inicial e, dessa forma, é plausível entender que os recursos dos/as professores/as formadores/as, e até mesmo a instituição na qual os/a licenciandos/as aplicam suas atividades de aprendizagem profissional, interferem em sua formação. A próxima seção vai afunilar a temática, discutindo os recursos que influenciam a formação do/a futuro/a professor/a na esfera do ensino de Estatística.

2.6 RECURSOS DE ENSINO NA FORMAÇÃO DO/A EDUCADOR/A ESTATÍSTICO/A

A formação do/a educador/a estatístico/a pressupõe o contato com o currículo, conteúdos, recursos tecnológicos, atividades, textos, reflexões e toda gama de suportes materiais e cognitivos que possam vir a desenvolver o letramento, o

pensamento e os raciocínios estatísticos por parte do/a licenciando/a e auxiliar nas suas futuras práticas profissionais.

Nesse sentido, Siake (2020), na perspectiva da ADD, observa que o conhecimento didático de outras áreas da Matemática (aritmética, álgebra) nem sempre são transferíveis para o ensino da Estatística, tendo o campo da didática inúmeras possibilidades para o ensino do raciocínio estatístico. Sua pesquisa traz indícios de que cursos que tratem da didática da Estatística são fundamentais durante a formação inicial.

Gattuso e Ottavianni (2011), nesse mesmo entendimento, defendem que os/as professores/as certamente precisam adquirir conhecimento estatístico, mas também precisam ser formados na didática da Estatística para poderem acompanhar o aprendizado e o raciocínio dos/as alunos/as e poder aproveitar espontaneamente as situações de sala de aula para promover o aprendizado. A didática da Estatística apresentará aos/às professores/as equívocos, dificuldades e erros comuns envolvidos no aprendizado da Estatística e proporá maneiras de lidar com eles, permitindo, assim, que os/as professores/as desenvolvam a autoconfiança necessária para ensinar.

Gueudet e Trouche (2016), ao se reportarem ao desenvolvimento didático docente, refletem que a própria atividade dos/as professores/as produz novos recursos, seja em atividades realizadas por alunos/as, seja nas interações na sala de aula ou em um conselho dado por um/a colega. Assim, a produção de recursos didáticos inicia com o/a professor/a formador/a no curso de licenciatura e vai além, englobando toda a vivência profissional docente.

Nesse âmbito, os cursos de Licenciatura em Matemática precisam possibilitar a interação do/a futuro/a docente com conteúdos, ideias, recursos materiais e tecnológicos para aprendizagem da Estatística, mas também é essencial que auxiliem no desenvolvimento do letramento, do pensamento e do raciocínio estatístico, tornando-o competente no uso de suas ferramentas em questões que requerem interpretação, investigação e posicionamento ético e crítico.

Souza (2014) pontua que professores/as, ao lecionar, se remetem às abordagens que experimentaram enquanto aprendizes. Desse modo, é preciso fomentar na licenciatura o contato com o conteúdo conceitual e técnico, ou seja,

É preciso que os docentes sejam orientados a fazer relações entre os conteúdos envolvidos no raciocínio estatístico. Eles precisam saber: como relacionar gráficos apropriados, como utilizar métodos numéricos para analisar dados; como resumir dados; como fazer conjecturas e tirar

conclusões, fazendo generalizações por meio da identificação de padrões em nível global (Souza, 2014, p. 80).

Além disso, é imprescindível promover discussões acerca de potencialidades no ensino desses conteúdos, contribuindo para a construção dos saberes estatísticos do/a educador/a. Não basta conhecer o que se vai ensinar, mas também conhecer o/a aluno/a, o contexto curricular, as estratégias de ensino mais indicadas.

Diante das abordagens, a formação inicial deve assegurar a estruturação de invariantes que permitam o uso da Estatística em situações de busca e de questionamentos. Utilizando a analogia da aprendizagem de um instrumento musical, como um violino, os/as futuros/as musicistas devem aprender sobre as notas musicais, sobre a história da música, sobre o formato do violino e suas características materiais, porém, é muito importante que aprendam um repertório musical mínimo que o/a torne competente a reproduzir novas peças, quando assim o demandar. Após a discussão dos conceitos teóricos envolvidos na pesquisa e que a estruturam, será exposta, na próxima seção, a metodologia utilizada neste estudo.

3 METODOLOGIA

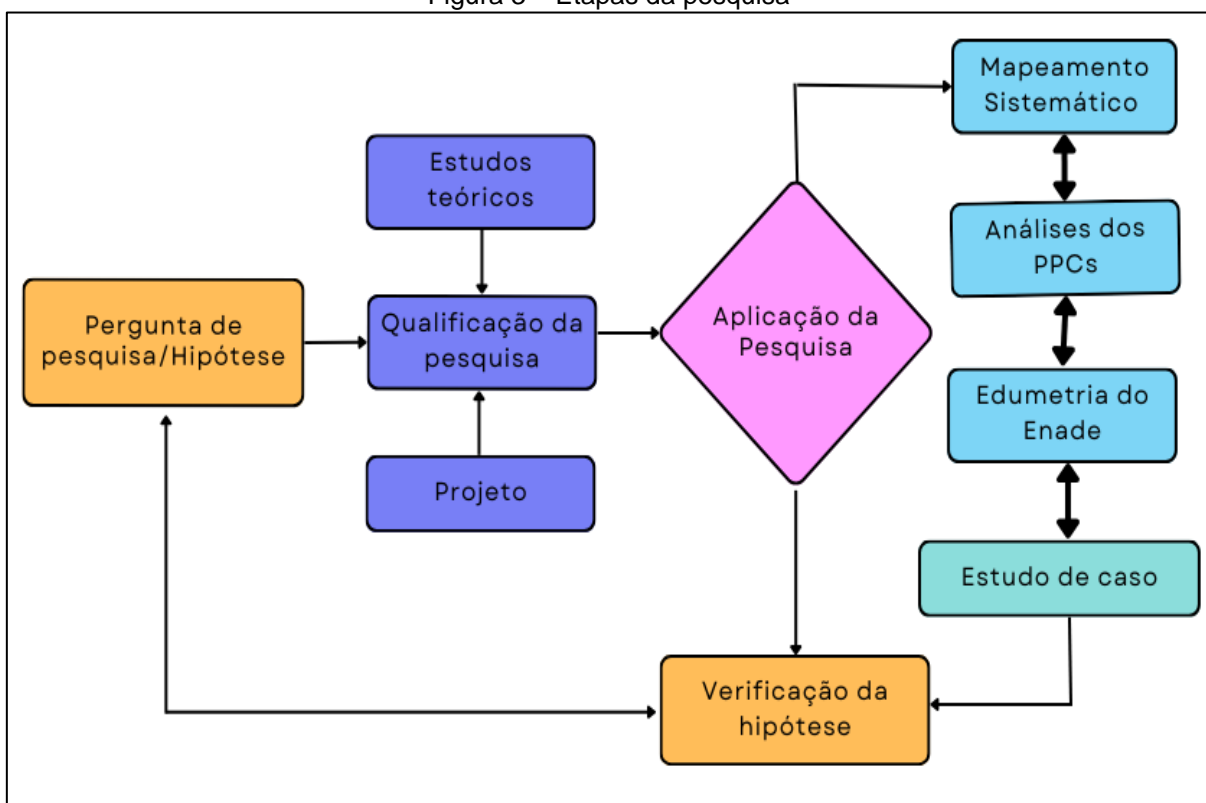
Buscando responder ao problema de pesquisa – qual o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos? –, esta pesquisa assumiu uma abordagem mista, ou seja, quanti-qualitativa. Nesse desenho metodológico, o problema de pesquisa é concebido em fases, em que cada etapa qualitativa vai permitir entender os aspectos particulares do problema e os quantitativos serão concebidos para generalizações. Conforme Creswell e Clark (2013, p. 24):

Os problemas de pesquisa adequados aos métodos mistos são aqueles em que uma fonte de dados pode ser insuficiente, os resultados precisam ser explicados, os achados exploratórios precisam ser generalizados, um segundo método é necessário para melhorar um método primário, uma postura teórica necessita ser empregada e um objetivo geral da pesquisa pode ser mais bem tratado com fases ou projetos múltiplos.

Creswell e Clarck (2013), como se observa, apontam que a pesquisa de métodos mistos apresenta pontos fortes que compensam os pontos fracos, tanto da pesquisa quantitativa quanto da pesquisa qualitativa, pois, a primeira tem fragilidades no entendimento do contexto e das vozes dos/as participantes e a segunda é sujeita a subjetividades e interpretações pessoais do/a pesquisador/a. Dessa maneira, reduz a generalidade da quantitativa e dá maior abrangência à pesquisa qualitativa.

A metodologia quanti-qualitativa empregada permitiu que em todos os capítulos se transitasse entre as duas abordagens, não dissociando os dados quantitativos do cenário narrativo-discursivo, ambos necessários à reflexão sobre o contexto da construção de saberes estatísticos na formação inicial de professores/as. A Figura 3 apresenta o percurso da pesquisa em suas diversas etapas.

Figura 3 – Etapas da pesquisa



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A partir da qualificação da pesquisa pela banca examinadora, a aplicação se deu em quatro etapas interconectadas, ou seja, os dados de uma etapa se comunicavam com os subsequentes, explicando-os ou os embasando. Nesse sentido, a pesquisa se desenvolveu nos seguintes momentos: mapeamento sistemático de literatura, análise dos projetos pedagógicos de curso, edumetria do Enade e estudo de caso, os quais terão seus métodos detalhados a seguir.

3.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA

Esse momento de pesquisa teve como objetivo delinear um cenário das tendências em Educação Estatística presentes na formação inicial do/a professor/a de Matemática, elucidando aspectos teóricos e práticos, por meio de um mapeamento sistemático, o qual, no entendimento de Grant e Booth (2009), é a categorização da literatura existente, determinada por restrições de tempo e de escopo, identificando lacunas na literatura de pesquisa para revisões adicionais e/ou pesquisas primárias.

Isso posto, o mapeamento sistemático destaca dados bibliométricos e a estrutura intelectual, conceitual e social do portfólio de trabalhos em estudo,

considerando elementos como a produção de autores, das fontes de pesquisa, citações, cocitações e acoplagens bibliográficas⁶.

A abordagem do mapeamento sistemático é a quanti-qualitativa, sendo utilizadas a análise exploratória de dados e a descrição qualitativa-interpretativa de Bogdan e Biklen (1994) para o estudo de um portfólio de artigos científicos que tratam a respeito da Educação Estatística nos cursos de formação inicial de professores/as de Matemática. Os dados foram coletados por meio do Portal de Periódicos da Capes pelo acesso em VPN (do inglês *Virtual Private Network*) pela Comunidade Acadêmica Federada (CAFE) nas bases *Scopus* e *Web of Science* (WOS), no dia 02 de setembro de 2022.

Em um primeiro momento, foi realizado um estudo exploratório de termos mais utilizados em artigos que versavam sobre o tema, identificando os descritores que permitissem a otimização dos resultados. Posteriormente, foi realizada uma busca nas bases de dados, aplicando-se as palavras-chave “*training teacher*”; “*pre-service teacher*”; “*preservice teacher*” e “*prospective teacher*”⁷, utilizando o item “pesquisa em todos os campos” e associando esses termos com o conector lógico OR. Esse procedimento gerou um conjunto de 82.700 artigos na base *Scopus* e 4.224 na WOS, porém, esse conjunto não garantia a detecção de obras relativas à Educação Estatística, desse modo, foi utilizada a ferramenta “*Search Within*”, que associa o conector lógico AND ao conjunto da primeira etapa, buscando-se, então, os descritores “*statistics education*” OR “*statistical education*”.

Juntamente com os conectores foi aplicado o filtro de datas, considerando o período 2000 a 2022 em ambas as bases. A escolha da data inicial se refere ao ano posterior à Conferência Internacional “Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística – Desafios para o Século XXI”, realizada em Florianópolis/Santa Catarina/Brasil em 1999, considerada um marco para a Educação Estatística (Cazorla, 2006), não sendo esquecidos, nesse escopo, movimentos de impacto

⁶ Acoplagem bibliográfica é um processo de verificação de referenciais comuns entre artigos. Consideram-se acoplados dois artigos que tiverem, pelo menos, um de seus referenciais em comum.

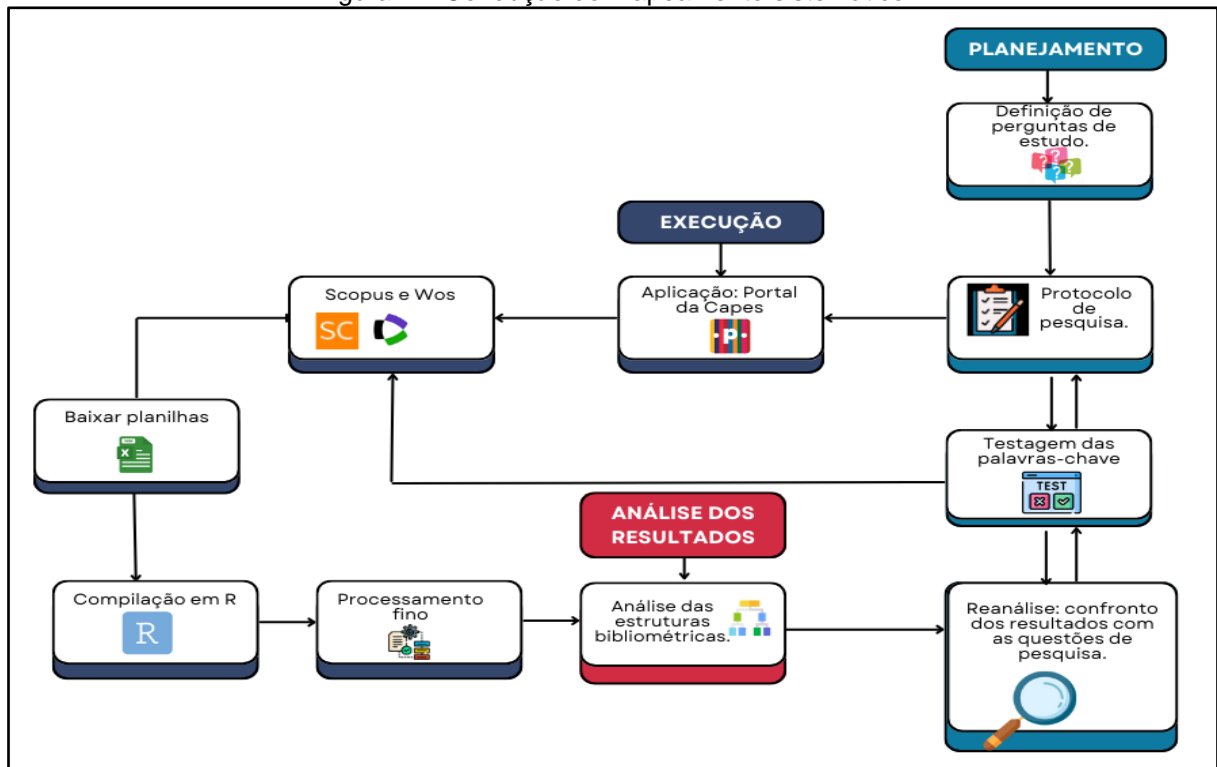
⁷ A opção pelos termos em inglês se deu por essas bases constituírem suas pesquisas nesse idioma. Salienta-se que na exploração prévia realizada percebeu-se uma frequência grande dos termos grafados como “pre-service” e “preservice”. Em uma análise exploratória por títulos, o primeiro termo aparece em 48 trabalhos e o segundo em 28, indicando a necessidade de utilização das duas grafias.

internacionais como a publicação do primeiro relatório *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education* (GAISE) (Aliaga *et al.*, 2005).

Nessa etapa, o conjunto foi reduzido para 754 artigos na *Scopus* e 10 na *WOS*, totalizando 764 documentos. Desses, foram retirados os trabalhos classificados como livros, os quais não fossem constituídos por artigos (18), editoriais (4), notas e cartas (2). Com isso, o portfólio em estudo ficou com 740 documentos (730 na *Scopus* e 10 na *WOS*), cujos dados bibliométricos foram baixados das suas respectivas bases em planilhas em extensão bib e txt.

Essas planilhas foram processadas por meio de linhas de programação em R (R Core team, 2022), sendo mescladas em um único *corpus* por meio da função *merged*, sendo retiradas as informações duplicadas com *remove.duplicate*, chegando-se a 732 documentos. Contudo, o *software* utiliza, para remoção das duplicatas, o título do documento, que pode ser considerado distinto se, por exemplo, faltarem termos ou letras, ou mesmo apresentando-se em outro idioma. Dessa maneira, foram aplicados filtros em Excel com base no DOI (Identificador de Objeto Digital), ação recomendada por Silva *et al.* (2022), resultando um portfólio com 731 documentos. O processo está ilustrado na Figura 4.

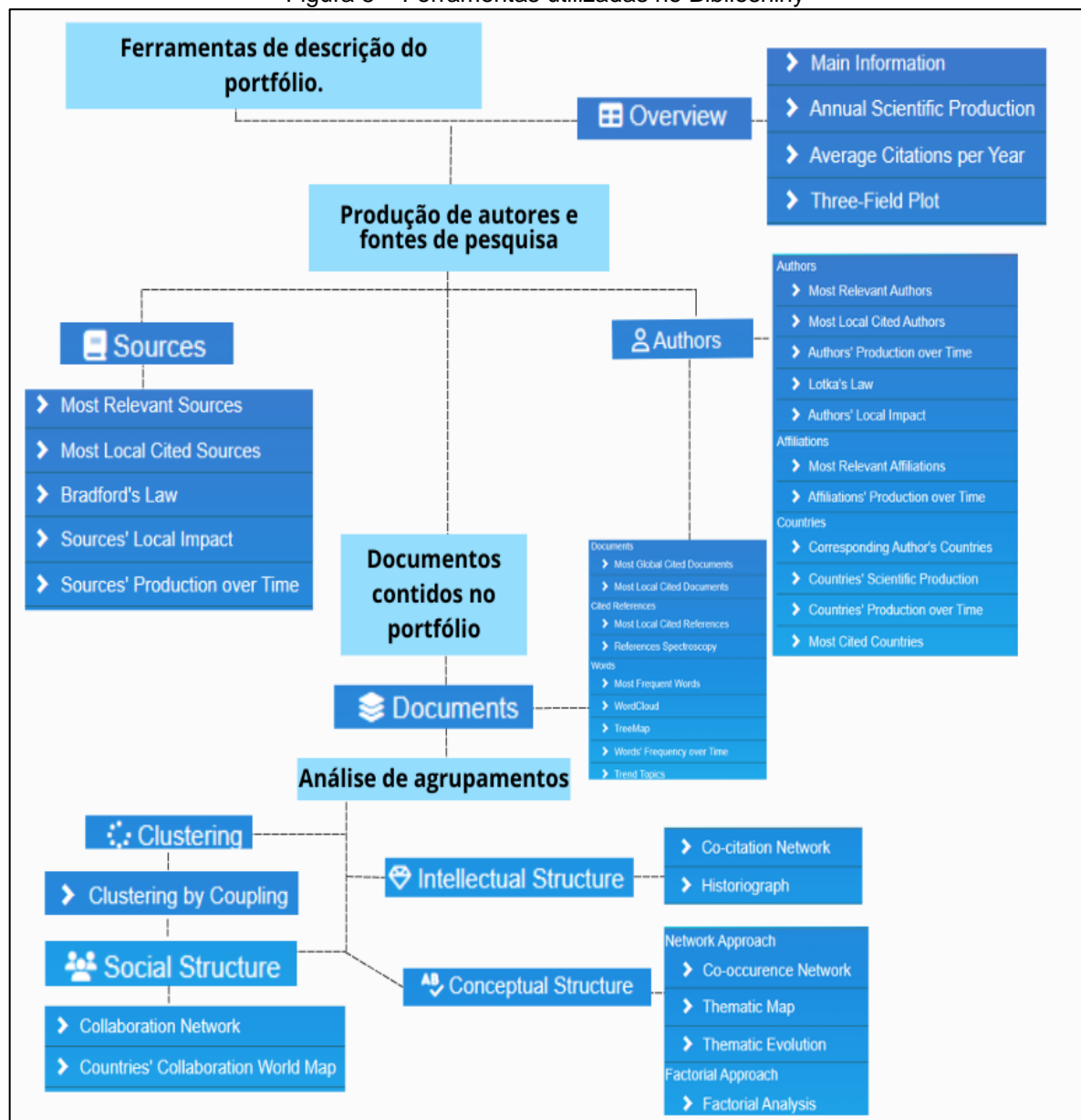
Figura 4 – Condução do mapeamento sistemático



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O portfólio foi submetido ao *Biblioshiny* – interface *web* do bibliometrix, pacote desenvolvido para a linguagem R e que fornece um conjunto de ferramentas para pesquisas relacionadas à bibliometria e à cientometria (Aria; Cuccurullo, 2017; 2018), cujas ferramentas permitem a descrição do portfólio e dos documentos individualmente, a aferição da produção de autores, fontes de pesquisa e análises de agrupamentos, conforme mostra a Figura 5. As ferramentas são nomeadas em inglês, pois é a linguagem original apresentada no Biblioshiny e sua utilização bem como tradução estão no Quadro 1.

Figura 5 – Ferramentas utilizadas no Biblioshiny



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Por meio dessas ferramentas é possível compreender os aspectos bibliométricos do portfólio, verificar temas emergentes e tendências. Além disso, é possível estudar agrupamentos de artigos por meio de clusters para obter as estruturas conceituais, ou seja, que tratam dos conceitos pertinentes à pesquisa; a estrutura intelectual, a qual aponta o universo teórico da pesquisa e a estrutura social, que indica os autores com trabalhos em comum e a colaboração dos autores globalmente. Com base em Aria e Cuccurullo (2024) e em Silva *et al.* (2022), as ferramentas que fazem parte do Biblioshiny estão organizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Ferramentas do Biblioshiny

(continua)

Ferramenta	Descrição
<i>Main Information</i>	Informação principal. Fornece um resumo das principais informações contidas no banco de dados.
<i>Annual Scientific Production</i>	Mostra a evolução da produção científica anual.
<i>Average Citations Per Year</i>	Apresenta a média de citações por ano de cada artigo.
<i>Three-Field Plot</i>	Gráfico de três campos – fixa três informações para retratar o tema.
<i>Most Relevant Sources</i>	Fontes mais relevantes – os periódicos em que mais foram localizadas produções sobre o tema.
<i>Most Local Cited Sources:</i>	Fontes mais citadas dentro do portfólio.
<i>Core Sources by Bradford's Law</i>	Lei de Bradford – apresenta a ordenação decrescente da produtividade de artigos de determinado assunto nos periódicos científicos.
<i>Sources' Local Impact</i>	Impacto da fonte – índices bibliométricos e total de citações dentro do portfólio.
<i>Sources' Production over Time</i>	Apresenta os autores que mais publicaram sobre o tema, bem como o número de publicações.
<i>Most Relevant Authors</i>	Autores mais citados.
<i>Most Local Cited Authors</i>	Autores mais citados dentro do portfólio.
<i>Authors' Production over Time</i>	Produção dos autores ao longo do tempo.
<i>Author Productivity through Lotka's Law</i>	A Lei de Lotka descreve a frequência de publicação de autores em qualquer campo como uma lei do quadrado inverso, em que o número de autores que publicam um determinado número de artigos é uma proporção fixa para o número de autores que publicam um único artigo.
<i>Authors' Local Impact</i>	Apresenta o impacto dos autores e o ano decorrente. O impacto poderá ser mensurado utilizando os índices H, G e M.
<i>Most Relevant Affiliations</i>	Afiliações mais relevantes.
<i>Affiliations' Production over Time</i>	Produção das afiliações.
<i>Corresponding Author's Countries</i>	País do autor correspondente.
<i>Countries' Scientific Production</i>	Produção científica por país.
<i>Countries' Production over Time</i>	Apresenta produção por país no decorrer do tempo.
<i>Most Cited Countries</i>	Países mais citados.
<i>Most Global Cited Documents</i>	Documentos mais citados globalmente.
<i>Most Local Cited Documents</i>	Documentos mais citados dentro do portfólio.
<i>Most Local Cited References</i>	Referências mais citadas dentro do portfólio.
<i>Reference Spectroscopy</i>	Espectroscopia da referência - a frequência e a média de citações por ano das publicações.

Quadro 1 – Ferramentas do Biblioshiny

(conclusão)

Ferramenta	Descrição
<i>Most Frequent Words</i>	Apresenta palavras-chave, do título ou do resumo, mais citadas, a frequência de citação e o ano de maior citação.
<i>Most Frequent Words</i>	Apresenta palavras-chave, do título ou do resumo, mais citadas, a frequência de citação e o ano de maior citação.
<i>WordCloud</i>	Apresenta os termos mais utilizados nas publicações.
<i>TreeMap</i>	Apresenta palavras-chave, título ou resumo mais utilizados em determinado tema e sua frequência de citação.
<i>Words' Frequency over Time</i>	Apresenta a evolução das citações dos termos dos anos.
<i>Trend Topics</i>	Apresenta os termos mais utilizados em determinado tema e ano de sua maior frequência de citação.
<i>Clustering by Coupling</i>	Artigos acoplados – diz-se que dois artigos estão bibliograficamente acoplados se pelo menos uma fonte citada aparecer na bibliografia de outro. Pode acoplar por resumo, título ou palavras-chave.
<i>Co-occurrence Network</i>	Apresenta graficamente a formação de redes de palavras mais representativas de determinado tema.
<i>Thematic Map</i>	Apresenta os termos mais utilizados pelas publicações selecionadas, possibilitando verificar o grau de aproximação entre as redes.
<i>Thematic Evolution</i>	Apresenta quais foram os termos mais utilizados em cada período para abordar determinado tema.
<i>Factorial Analysis</i>	Apresenta dendrogramas, os clusters de termos representativos e suas variáveis
<i>Co-citation Network</i>	Evidencia quais são os autores principais de cada rede e a intensidade de ligação com as demais redes de autores.
<i>Historiograph</i>	Apresenta a evolução histórica de citação dos termos de determinado tema no decorrer dos anos.
<i>Collaboration Network</i>	Rede de colaboração entre os autores e as redes que mais publicam sobre determinado tema.
<i>Countries' Collaboration World Map</i>	Apresenta redes de colaboração entre os países e suas produções, permitindo identificar os países que mais colaboram para publicação de um determinado tema.

Fonte: adaptado de Aria e Cuccurullo (2024) e Silva *et al.* (2022).

A análise das estruturas bibliométricas foi realizada em dois momentos: a descrição do portfólio e a definição de sua estrutura conceitual e intelectual. No primeiro, ocorreu a extração de informações gerais, tais como: ano de publicação, fonte, países e autores que mais publicam, referências mais representativas e artigos e autores mais citados. Posteriormente, foi realizada uma análise temática do portfólio, a partir do título, do resumo e das palavras-chave, sendo utilizadas ferramentas como *Most Frequent Word*; *Word Cloud*; *Trend Topics*; *Clustering by Coupling* (Quadro 1). As redes resultantes, bem como os clusters, partiram da análise fatorial por correspondência, com a distância entre os dados estabelecida pelo método de Louvain – o qual detecta comunidades em grafos a partir de uma maximização iterativa da modularidade (Mais detalhes em Blondel *et al.*, 2008).

Os aspectos bibliométricos consideraram as três leis da bibliometria: Zipf, Lotka e Bradford (Zipf, 1949; Cassettari *et al.*, 2015; Pinheiro, 1983; Cândido *et al.* 2018) para avaliação e descrição do portfólio em estudo, considerando a estrutura de títulos, resumos e palavras-chave. As associações observadas permitiram a particularização dos estudos mais citados na área, possibilitando esboçar o cenário em que ocorre a formação estatística do/a professor/a de Matemática, delineando tendências de pesquisa. Ressalta-se, ainda, que todos os gráficos e as análises que continham descritores em inglês estão traduzidos para a língua portuguesa. Os dados e as análises serão apresentados no capítulo IV desta tese.

3.2 ANÁLISE DOS PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS

O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) é um elemento obrigatório para o reconhecimento legal dos cursos pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Por meio deles, uma dada instituição apresenta toda a organização de um curso, incluindo aspectos históricos, epistemológicos, pedagógicos e estruturais. Considera-se no PPC a materialidade de um curso, seja ela evidenciada pela infraestrutura, seja pelas particularidades curriculares.

Para a análise dos PPCs, foi realizada uma busca no Cadastro Nacional dos Cursos Superiores (Cadastro E-mec), sendo identificados todos os cursos de Licenciatura em Matemática em cada um dos estados brasileiros, sem distinção de modalidade, podendo ser à distância ou presenciais. Os cursos também deveriam: ser classificados de acordo com a Classificação Internacional de Educação (CINE) como “Formação de professores de matemática” e estarem com situação “ativo” na data-base escolhida no Cadastro E-mec – 14 de junho de 2021, tendo suas atividades já iniciadas.

Como resultado dessa primeira seleção foram obtidos 1.526 cursos de Licenciatura em Matemática ativos distribuídos nos 27 estados brasileiros. Posteriormente, foi realizada uma segunda seleção, retirando-se aleatoriamente os cursos ofertados por uma mesma instituição de ensino em um mesmo estado brasileiro, resultando um portfólio com 1.143 cursos.

A partir dos dados do Cadastro E-mec foram identificados os sítios eletrônicos onde, em tese, estariam disponibilizadas informações do curso e alocado o PPC. No entanto, não foi possível localizar os PPCs em muitos dos casos, uma vez que o curso

não se apresentava no endereço eletrônico cadastrado no E-mec ou, neste, não se encontrava o PPC disponível *online* e integral.

Dessa maneira, a amostra foi composta por 227 cursos, sendo 110 distintos (um código do Cadastro E-mec vinculado a um único curso) e sete códigos vinculados a mais de uma localidade de oferta. Isso ocorre porque uma mesma instituição pode ter cursos em mais de um estado, como se dá com frequência com os cursos na modalidade EaD. Isso quer dizer que, unitariamente, a investigação foi realizada em 117 PPCs, considerados como 227 cursos, uma vez que diversas regiões estão sujeitas a esse mesmo documento.

Na análise dos PPCs de Licenciatura em Matemática foram concebidas três diretrizes ou dimensões: contextualização do curso, formação estatística e formação para Educação Estatística e recursos de ensino, as quais auxiliaram a traçar um panorama das perspectivas curriculares que envolvem a Educação Estatística na formação inicial do/a professor/a de Matemática.

A abordagem desse momento de pesquisa é quanti-qualitativa, sendo utilizadas a análise exploratória de dados e as ferramentas do *software* livre Iramuteq (Loubère; Ratinaud, 2014), como a Classificação Hierárquica Descendente, que permite categorizar as informações; a Análise Fatorial por Correspondência (AFC), que avalia a distância léxica dos textos, além de nuvens de palavras, sendo também considerada a aproximação dos resultados ao contexto teórico desta tese, como os estudos de Costa e Pamplona (2011); Lopes (2013); Rodrigues e Silva (2019) e Domingues e Goulart (2020). Os dados obtidos são detalhados no capítulo V deste estudo. A próxima seção traz os métodos empregados na análise do Enade sob o ponto de vista edumétrico.

3.3 ANÁLISE EDUMÉTRICA DO ENADE

Nesse estágio da pesquisa foram analisados os resultados das provas dos Enades 2014, 2017 e 2021. Os dados utilizados foram aqueles disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos Educacionais Anísio Teixeira (Inep), o que inclui os relatórios síntese de área (Brasil, 2016; 2018b; 2022a), as matrizes de referências

(Brasil, 2014; 2017a, 2021), as planilhas dos microdados⁸, além das provas⁹ aplicadas aos/às licenciandos/as concluintes de Licenciatura em Matemática.

Com foco no contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática, especialmente no que tange aos saberes estatísticos, a estrutura do Enade foi esquadrinhada, permitindo caracterizar particularidades em cada uma das edições, além de conhecer os perfis de futuros/as professores/as valorizados pelo Inep no Enade e os saberes estatísticos presentes nas provas. Diante disso, foi necessário dividir essa parte da pesquisa em quatro subetapas.

Na primeira subetapa foi apresentada a descrição geral das três edições e a análise dos itens que compõem as provas pela Teoria da Resposta ao Item (TRI), Teoria Clássica dos Testes (TCT), por meio do *software* R /RStudio, com os pacotes Mirt (Chalmers, 2016) e Psych (Revelle, 2021).

O método de análise foi o da máxima verossimilhança marginal. Os itens analisados são de múltipla escolha e se referem à parte de conhecimentos específicos do Enade (Itens I09 ao I35 – nomeados pela letra I maiúscula e seu respectivo número na prova), sendo excluídos aqueles que apresentaram coeficiente de correlação ponto bisserial baixo ($< 0,20$), conforme metodologia adotada pelo Inep.

Para a TCT foi calculado o coeficiente de consistência interna do teste – Alpha de Cronbach, sendo aceitáveis medidas maiores que 0,7 (Streiner, 2003; Cervantes, 2005). Para medição da proporção de acertos foi obtido o Índice de Facilidade (IF), que considera valores superiores a 0,9 como muito fáceis; entre 0,7 e 0,9 como fáceis; entre 0,3 e 0,7 como medianos; entre 0,1 e 0,3 como difíceis e até 0,1 como muito difíceis (Vilarinho, 2015). Para medir o poder de discriminação de cada item foi estimado o coeficiente de correlação ponto bisserial, que, na classificação de Ebel (1954), indica itens considerados como: ineficientes (abaixo de 0,2); necessitam revisão (de 0,2 a 0,3); aceitáveis (de 0,3 a 0,4) e satisfatórios (acima de 0,4).

Na abordagem da TRI (Modelo Logístico de 3 parâmetros – ML3P) foram estimados os parâmetros a (discriminação), b (dificuldade) e c (acerto ao acaso). Quanto à discriminação Baker (2001), apresenta os seguintes intervalos: 0,01 a 0,34 – muito baixa; 0,35 a 0,64 – baixa; 0,65 a 1,34 – moderada; 0,35 a 1,69 – alta e $> 1,7$

⁸ Disponíveis em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enade>.

⁹ Disponíveis em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade/provas-e-gabaritos>.

– muito alta. O parâmetro de dificuldade, denominado b , está relacionado ao nível θ (traço latente) necessário para responder um item e tem como medidas típicas valores entre -2 e +2 (Andrade; Tavares; Valle, 2000). O parâmetro c , que mede a probabilidade de acerto ao acaso, apresenta-se no intervalo entre 0,1 e 0,3 para um teste com cinco alternativas, não sendo esperados valores maiores que 0,35 (Baker; Kim, 2017; Nojosa, 2001).

O Enade 2014, em análise exploratória revelou itens com parâmetro de dificuldade altos, associados a erros de medidas também altos, conforme está exposto na Tabela 13. À vista disso, foi realizada uma recalibração com a retirada de itens problemáticos, evidenciando diferenças no constructo. Desse modo, os parâmetros considerados nas análises são àqueles provenientes da retirada de itens discrepantes na aplicação da TRI.

Esses valores foram utilizados para a construção de uma escala pedagógica unidimensional, que permitiu a avaliação do traço latente, considerando média 0 e desvio-padrão 1. Para a construção da escala foram examinados os chamados itens âncoras, que formam os níveis âncoras, os quais definem a escala pedagógica. Conforme Andrade, Tavares e Valle (2000) e Beaton e Allen (1992), os itens âncoras obedecem às seguintes condições: na posição X , a probabilidade de acerto é maior ou igual a 0,65; a probabilidade na posição imediatamente anterior a X é menor que 0,50 e a diferença entre a posição X e a posição anterior é maior ou igual a 0,30. Como esse tipo de item é incomum em uma observação prática, também foram utilizados os itens “quase âncora”, que são aqueles com parâmetros $a > 1$, considerada a posição cuja probabilidade de acerto seja maior ou igual a 0,60 para modelos logísticos de três parâmetros.

Na segunda subetapa, realizou-se um estudo comparativo para identificar as discrepâncias entre os exames. Desse modo, foram aferidas as medidas de posição, sendo os dados observados em *boxplots* agrupados para uma comparação mais abrangente. No entanto, esses dados não foram suficientes para determinar se as três edições do Enade apresentavam características distintas em termos de discriminação e dificuldade. Portanto, foi realizado um estudo para investigar essas diferenças. Todavia, antes da análise, foram verificados pressupostos: normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene e presença de *outliers* para averiguar o teste que seria mais adequado, optando-se pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis – utilizado para comparar três ou mais grupos

independentes – para determinar se há diferenças significativas entre suas medianas. A aplicação do Kruskal-Wallis foi seguida por um teste de comparação múltipla de Dunn (*post-hoc* de Dunn), utilizado para realizar comparações entre pares de grupos, após um teste não paramétrico, estabelecendo quais deles mais se aproximam (Kassambara, 2019). Todos os testes foram realizados ao nível de significância de 5% com intervalo de confiança de 95%.

Essa segunda subetapa foi indispensável para distinguir o comportamento dos itens nas três edições analisadas de forma quantitativa, representando informações que foram consideradas posteriormente, na abordagem qualitativa dos dados, realizada em uma terceira subetapa, que partiu das matrizes de referência do Enade (Brasil, 2016b; 2018b; 2022a) e, na qual, foram avaliados os conteúdos e as competências relacionados em cada item das provas. Isso gerou uma síntese do perfil do concluinte em Licenciatura em Matemática proposto pelo Inep para os três Enades, ou seja, como é o/a professor/a almejado/a pelas instâncias administrativas de regulação e avaliação.

Em uma quarta subetapa foi aplicado o Modelo de Resposta Nominal (MRN) da TRI, para analisar os itens que continham conteúdos estocásticos nas provas em estudo. Desse modo, foi avaliada a construção técnica dos itens, tendo como parâmetro os coeficientes de discriminação (a_s) e as curvas gráficas apresentadas para cada alternativa em um dado item. Destaca-se que, na parametrização, não é informado o respectivo gabarito das questões, sendo, este, pressuposto dos valores que resultarem para cada categoria. São esperados valores reduzidos (na maioria das vezes negativo) para os distratores em relação ao gabarito¹⁰. Os achados revelam um retrato dos conteúdos mais valorizados no Enade no que diz respeito à análise de dados, de estatística descritiva e inferencial, como também fornecem indícios das fragilidades curriculares na formação dos/as concluintes em licenciatura em Matemática do ponto de vista estatístico. A próxima seção explica a metodologia envolvida no estudo de caso.

¹⁰ Detalhes desses aspectos técnicos são abordados em material suplementar (<http://rpubs.com/SROSTIROLA/1190408>).

3.4 ESTUDO DE CASO

Para delinear o cenário da construção de saberes estatísticos na formação inicial foi necessário avaliar elementos da prática pedagógica. Assim, foi realizado um estudo de casos múltiplos. A metodologia de estudo de caso explora um sistema delimitado da vida real, contemporâneo (um caso) ou múltiplos sistemas delimitados (casos) ao longo do tempo, por meio de coleta detalhada e aprofundada de dados envolvendo múltiplas fontes de informação. Ela relata uma descrição do caso e seus temas específicos (Creswell, 2013, p. 97), doravante referenciada, nessa pesquisa, como “estudo de caso” para simplificação de linguagem.

Nesse estudo, foram interpretadas as narrativas, observadas práticas e analisados documentos didáticos de um professor formador e de cinco licenciandos em Matemática. O curso de Licenciatura em Matemática que fez parte do estudo de caso foi escolhido pelos critérios de localização e de acessibilidade para a pesquisadora. Acrescenta-se a esse motivo, ele possuir uma grande relevância nos âmbitos estadual e nacional em suas ações na formação inicial e continuada de docentes na área de Educação Matemática e verticalizar-se em dois Programas de Pós-graduação *Stricto Sensu* a nível de mestrado profissional, em que todos os anos surgem novas pesquisas relacionadas à área da Educação Estatística. Destaca-se, também, que em seu PPC consta, uma disciplina de Probabilidade e Estatística, além de essa temática aparecer na componente curricular Laboratório de Ensino de Matemática (LEM).

O professor formador participante do estudo de caso será tratado nesta tese pelo nome fictício de Carlos. Sua formação é Licenciatura em Matemática, com Mestrado em Educação e Cultura e Doutorado em Engenharia de Materiais. Na ocasião do estudo, possuía 25 anos de atuação na docência em Ensino Superior nas áreas de cálculo diferencial e integral, álgebra e cálculo numérico. Seu regime de trabalho na instituição é o de colaborador contratado, portanto, não-concursado. Foi convidado a participar do estudo por lecionar a disciplina de Probabilidade e Estatística no curso participante, sendo acompanhado no segundo semestre letivo de 2021 (englobando o ensino remoto emergencial – ERE, necessário ao distanciamento social, dada a pandemia de Covid-19) e no primeiro e segundo semestres de 2022 (aulas presenciais).

Os cinco alunos participantes foram os que aceitaram o convite enviado por e-mail a todos os alunos da Licenciatura em Matemática matriculados na componente de Probabilidade e Estatística no período de observação. São nomeados, nesta tese, ficticiamente, como Paulo, Mariana, Francisco, Aline e Livia – eles escolheram seus pseudônimos.

O estudo de caso seguiu a metodologia de Investigação Reflexiva, conceituada por Trouche *et al.* (2020) como uma análise do trabalho documental do/a professor/a. Essa análise considera elementos como: diversidade de recursos que alimentam esse trabalho e o que dele resultam; variedade de interações (coletivas, institucionais e sociais) que influenciam esse trabalho e o tempo necessário para o desenvolvimento das gêneses documentais. A metodologia da Investigação Reflexiva da ADD, aplica estudos de caso por entender o desenvolvimento profissional docente como um fenômeno particular de professor para professor, implicando na análise de variadas fontes de informação como documentos didáticos, discursos, atitudes e reflexões.

Os dados foram coletados por meio de entrevistas¹¹, comunicação informal via aplicativo de mensagens e nos documentos didáticos do professor e dos/as alunos/as. Além disso, o professor formador incluiu a pesquisadora na Plataforma Moodle, onde ocorriam as aulas remotas e onde eram disponibilizados os materiais didáticos aos/às estudantes, sendo possível analisar os recursos utilizados nas aulas, como *slides*, atividades propostas, avaliações e as aulas gravadas no período pandêmico.

O docente concedeu duas entrevistas, uma no início e outra no fim do processo de observação e de coleta de dados. Ressalta-se que a pesquisadora e o participante estabeleceram uma relação de diálogo por *e-mail* e nos corredores da instituição de ensino, o que foi fundamental para a compreensão de aspectos da formação inicial e do desenvolvimento profissional desse docente.

Cada um/a dos/as estudantes que participaram do estudo concedeu também duas entrevistas que versaram sobre seu processo de formação. Ademais, forneceram materiais e atividades que elaboraram nas disciplinas do curso, a exemplo de atividades em laboratórios de ensino, planos de estágio e artigos que redigiram. Ainda, estabeleceram contato regular com a pesquisadora por meio de aplicativo de mensagens no período de setembro de 2021 a dezembro de 2022.

¹¹ O roteiro das entrevistas encontra-se no Apêndice A e B.

Os dados do estudo de caso foram analisados em uma abordagem quanti-qualitativa, com auxílio do *software* Iramuteq e uso das ferramentas de análise lexical, como a Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e grafos de similitude, buscando-se categorias, similaridades e padrões de representações linguísticas, fundamentadas nas abordagens teóricas que sustentam a pesquisa.

Para a CHD, foi utilizado o Método de Reinert, com o uso da configuração dupla sobre reagrupamentos de segmentos de texto (dupla sobre RST), quando se obtiveram segmentos curtos. Conforme Salviati (2017), a classificação dupla é feita sobre duas tabelas nas quais as linhas são reagrupamentos de segmentos de texto (RST). O mesmo tratamento é, portanto, feito duas vezes, mudando-se o número de formas ativas para RST. Quando ocorreram segmentos de textos longos, foi utilizada a classificação simples sobre segmento de texto, distinção que gera um aprofundamento da análise léxica dos segmentos textuais.

Os materiais de pesquisa referentes ao professor formador se constituíram em narrativas de ensino e as dos estudantes em narrativas de aprendizagem. Ambas forneceram indícios da potencialidade dos recursos didáticos utilizados pelo docente para a gênese do desenvolvimento de um sistema de recursos pelo/a futuro/a professor/a, oportunizando extrair o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos, conforme apresentado no capítulo sete desta tese.

Destaca-se que a pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade do Estado de Santa Catarina, sob Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE n.º 558483622.6.0000.0118. O próximo capítulo traz uma análise bibliométrica, permitindo integrar as tendências de pesquisa em Educação Estatística na formação de professores/as.

4 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

A ampliação dos sistemas digitais de informação e comunicação, ocorrida nas primeiras décadas do século XXI, tem como uma de suas marcas a produção vertiginosa de dados. Como consequência, faz parte do cotidiano de todos nós o contato com informações de diversas naturezas que precisam ser compreendidas e interpretadas. Importante ressaltar que essa assimilação é indispensável à vivência da cidadania. Desse modo, entende-se que cabe à escola o desenvolvimento de competências relacionadas ao tratamento da informação.

Essa prerrogativa da escola pressupõe que os/as professores/as – especialmente aqueles/as que ensinam Matemática¹² – desenvolvam competências ligadas ao letramento, ao pensamento e ao raciocínio estatístico, ainda na formação inicial. Dessa maneira, cabe aos cursos de Licenciatura em Matemática (e os de Pedagogia) promover ações que permitam ao/a futuro/a professor/a embasar suas futuras práticas profissionais com conhecimentos essenciais para ensinar Estatística.

Diante disso, este capítulo apresenta um mapeamento sistemático de literatura, que teve por objetivo delinear um cenário das tendências em Educação Estatística presentes na formação inicial do/a professor/a de Matemática, elucidando aspectos teóricos e práticos. A descrição do portfólio em estudo e análises pertinentes são apresentadas nas seções a seguir.

4.1 DESCRIÇÃO DO PORTFÓLIO

Os 731 documentos que compõem o portfólio estão distribuídos em 316 fontes de pesquisa (sendo as mais comuns periódicos e anais de eventos). A tipologia de documento mais frequente é artigo (627), porém, também foram considerados 63 capítulos de livros e 41 documentos que se referem a eventos (conferências, congressos e similares).

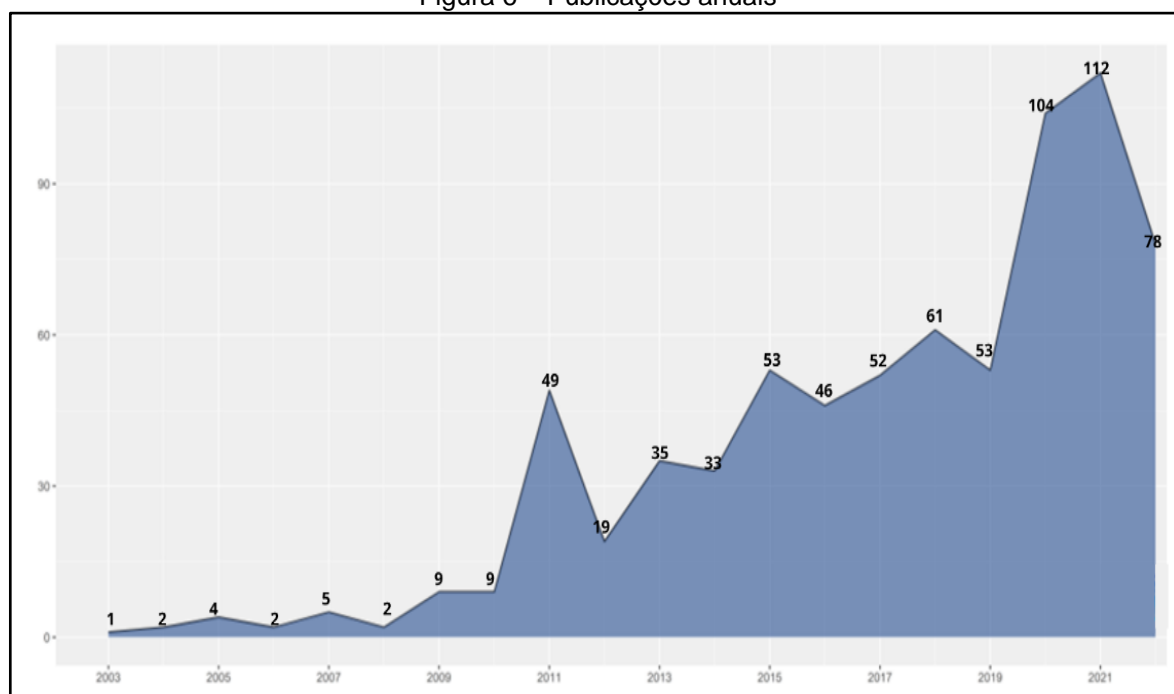
O idioma que prepondera no portfólio em estudo é o inglês, com 656 documentos. Ainda é preciso acrescentar a essa soma artigos que possuem versões bilíngue: um em inglês e croata; oito em inglês e espanhol e quatro em inglês e turco.

¹² Aqui englobando os pedagogos que ensinam Matemática na Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental e os próprios licenciados em Matemática. Quando a referência se dá apenas aos/as licenciados/as em Matemática, opta-se pelo termo professor/a de Matemática.

Outros idiomas encontrados no portfólio são: chinês (um artigo); francês (um); alemão (três); português (sete); espanhol (47) e turco (três).

Os documentos foram publicados no período 2003 a 2022, considerando-se uma média de 36,55 publicações por ano. A Figura 6 descreve a quantidade anual até a data da coleta de dados, ressaltando-se que dois artigos constavam como publicações antecipadas (*preprints*), portanto não foram utilizados para a elaboração do gráfico. A taxa de crescimento anual média foi de 25,77%, com destaques para os crescimentos entre 2008-2009, 2010-2011 e 2019-2021, o que aponta uma ampliação de publicações e pesquisas, com o avanço do tempo.

Figura 6 – Publicações anuais



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Os documentos, citados em média oito vezes, foram elaborados por 1.488 autores, sendo que 129 artigos são publicações de autor único e os outros 602 artigos foram escritos por 1.359 autores em colaboração, obtendo-se média de 2,04 autores por documento. Estão inclusas nos documentos 37.669 referências (média de 51,5 por documento) e 1.767 palavras-chave (média de 2,4 por documento).

Após a descrição dessas informações gerais sobre o portfólio, apresenta-se uma abordagem bibliométrica do tema em estudo, considerando-se a Lei de *Zipf*, a qual permite a análise das palavras mais frequentes em um texto, por meio de uma matriz matemático-linguística que analisa a frequência e a distribuição das palavras

contidas em um texto, sendo possível mapear e criar rankings de ocorrência (Zipf, 1949); da Lei de *Lotka*, que contextualiza a produção dos autores, e da Lei de *Bradford*, cujo objeto é a produção das fontes de pesquisa (Cassettari *et al.*, 2015; Pinheiro, 1983; Cândido *et al.*, 2018).

4.1.1 Lei de Bradford e o destaque às fontes de pesquisa

Os documentos analisados são provenientes de fontes que podem ser identificadas como periódicos, livros ou eventos. Na Tabela 1, destacam-se as catorze principais fontes – as mais frequentes e que integram a zona 1 da Lei de *Bradford*, a qual ordena de forma decrescente de produtividade artigos de determinado assunto nos periódicos científicos, possibilitando o estabelecimento de agrupamentos (zonas) divididos de forma exponencial (Pinheiro, 1983).

Tabela 1 – Fontes mais frequentes

Fontes	Artigos
Statistics Education Research Journal	57
New ICMI Study Series	25
Journal of Statistics Education	24
Bolema - Mathematics Education Bulletin	19
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	17
International Journal of Science and Mathematics Education	16
Journal of Physics: Conference Series	15
Acta Scientiae	14
Mathematics	13
Educational Studies in Mathematics	13
Mathematical Thinking and Learning	12
Teaching Statistics	12
Teaching and Teacher Education	12
ZDM - Mathematics Education	11

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A produtividade também foi analisada pelo índice H (Tabela 2), o qual qualifica a produção científica por meio da quantidade de citações. Esse índice é calculado pela relação do número de trabalhos publicados e suas citações. Para exemplificar: um índice H é 10 quando um dado periódico teve pelo menos 10 de seus artigos citados pelo menos 10 vezes (Thomaz; Assad; Moreira, 2011).

Tabela 2 – Índice H

Fonte	Índice H
New ICMI Study Series ¹³	12
Statistics Education Research Journal	10

¹³ Trata-se de uma série de publicações acadêmicas na área de Educação Matemática da *International Commission on Mathematical Instruction*.

Tabela 2 – Índice H

Fonte	(conclusão)
	Índice H
Teaching and Teacher Education	8
Journal of Statistics Education	7
ZDM - Mathematics Education	7
Educational Studies in Mathematics	5
International Journal for Lesson and Learning Studies	5
International Journal of Science and Mathematics Education	5
Bolema - Mathematics Education Bulletin	4
Journal of Mathematics Teacher Education	4
Plos One	4
Sustainability	4
Teaching Statistics	4
Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education	3

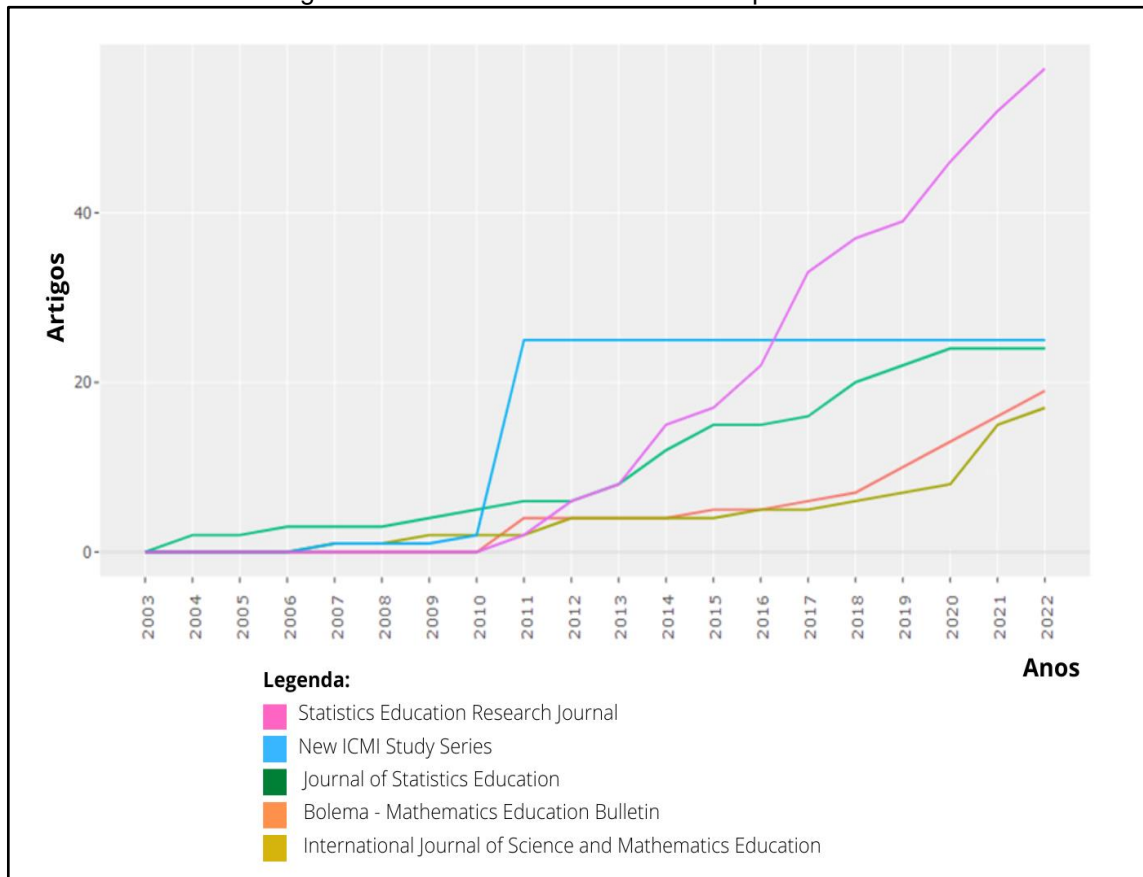
Fonte: dados de pesquisa (2024).

Comparando a produtividade em termos de frequência da Tabela 1 e do índice H na Tabela 2, tem-se alguns periódicos que se repetem, tais como: *New ICMI Study Series*; *Statistics Education Research Journal*; *Teaching and Teacher Education*; *Journal of Statistics Education*; *ZDM - Mathematics Education*; *Educational Studies in Mathematics*; *International Journal of Science and Mathematics Education*; *Bolema - Mathematics Education Bulletin* e *Teaching Statistics*. Isso aponta para os caminhos tomados por pesquisadores/as em Educação Estatística e informa sobre as fontes a que se deve reportar para o estudo da temática.

A Figura 7 apresenta o crescimento acumulado dos artigos nos diversos periódicos que fazem parte deste estudo. Nela observam-se periódicos cuja frequência de produtividade na temática está dentro da zona 1, conforme Lei de Bradford. O maior crescimento observado foi do periódico *Statistics Education Research Journal*, com 57 artigos; seguido pela série de livros *New ICMI Study Series*, com 25¹⁴; *Journal of Statistics Education*, com 24, *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, com 19, e *International Journal of Science and Mathematics Education*, com 17 artigos referentes à temática e no período em estudo. O acréscimo de artigos referentes à temática em fontes não especializadas em Educação Estatística traz indicativos de que reformas curriculares inseridas desde a década de 1970 em diversos países podem estar apresentando efeitos no campo de pesquisa.

¹⁴ Sendo uma série de livros compostos por artigos de diversos autores, os dados relativos ao *New ICMI* se mantêm constante a partir de 2010 (Figura 7).

Figura 7 – Crescimento da temática em periódicos



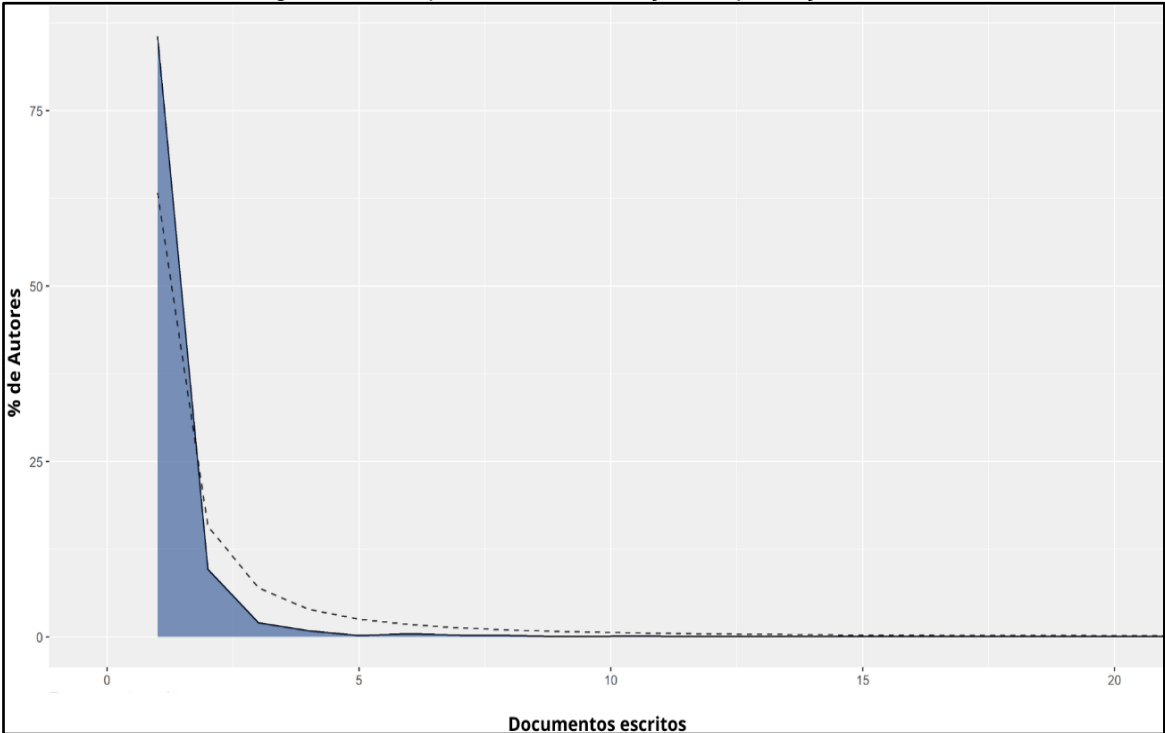
Fonte: elaborada pela autora (2024).

Na próxima seção serão apresentados os dados de produtividade relativos aos/as autores/as que contribuíram para esse conjunto de documentos por meio de análises descritivas e da Lei de Lotka.

4.1.2 Lei de Lotka e a autoria do portfólio

A lei de Lotka permite estudar a frequência de publicação de autores/as de um dado campo de pesquisa. Ela determina que o número de autores/as que fazem “ n ” contribuições em um determinado campo de pesquisa é aproximadamente $\frac{1}{n^2}$ daqueles/as que fazem apenas uma. Além disso, a proporção daqueles/as que fazem uma única contribuição é de mais ou menos 60%, ou seja, o número de autores/as que publicam um determinado número de artigos é uma proporção fixa para o número de autores/as que publicam um único artigo (Silva *et al.*, 2022; Cândido *et al.*, 2018). O gráfico da Figura 8 mostra a frequência da distribuição de produção científica entre os/as autores/as, estabelecendo uma proporção de 85,6% para os/as autores/as com uma única publicação e de 0,1% para aqueles/as que possuem 22 artigos.

Figura 8 – Frequência na distribuição de produção científica



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Partindo dessa perspectiva, foram analisados/as os/as autores/as mais produtivos/as na intersecção Educação Estatística e formação de professores/as – aqueles/as que mais publicaram sobre o tema, dentro do portfólio em estudo, considerando o indicador fracionado, ou seja, um índice cujo modelo matemático considera a coautoria de artigos, conforme Tabela 3. A título de informação, ainda são apresentados o número de artigos e seu índice H na data de coleta dos dados.

Tabela 3 – Autores/as com maior produção na temática

(continua)

Autor	Indicador Fracionado	Frequência de artigo	Fator de impacto (índice H)
Leavy A	10,42	22	9
Groth R	7,50	8	4
Batanero C	6,95	21	4
Hourigan M	6,92	15	6
Sharma S	6,40	10	3
Lesser L	6,15	14	4
Frischemeier D	5,54	11	3
Biehler R	3,79	10	5
Da P J	3,50	6	3
Contreras J	3,28	12	4
Gea M	3,20	11	2
Ben-Zvi D	3,17	8	6
Lee H	3,13	8	5
Koparan T	3,00	3	2

Tabela 3 – Autores/as com maior produção na temática (conclusão)

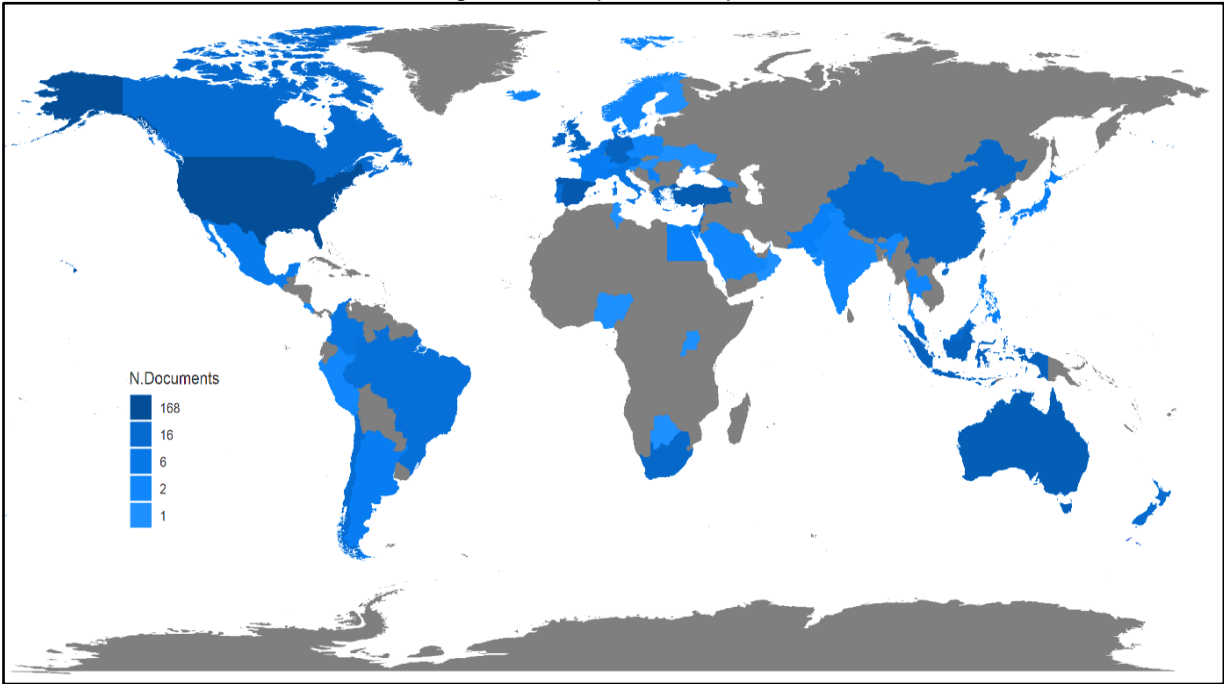
Autor	Indicador Fracionado	Frequência de artigo	Fator de impacto (índice H)
Shin D	3,00	3	2
Casey S	2,75	6	3
Watson J	2,67	6	3
Arteaga P	2,53	9	2
Bansilal S	2,50	5	3
Estrella S	2,50	4	1

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Na Tabela 03, observa-se a medida do índice H, que vai identificar os/as autores/as que possuem maior número de citações em relação aos artigos que lhe são atribuídos. O índice H é uma métrica que mede tanto a produtividade quanto o impacto de citação das publicações de um/a acadêmico/a. O índice é baseado no conjunto dos trabalhos mais citados do/a cientista e no número de citações que receberam em outras publicações. A função H-index no bibliometrix calcula o índice H dos/as autores/as ou o índice H das fontes e suas variantes (índice G e M) em uma coleção bibliográfica (Aria; Cuccurullo, 2017). No caso desta pesquisa, refere-se à coleção obtida na base Scopus e WOS. Assim, Aisling M. Leavy (Leavy A) pode ser compreendida como proeminente, considerando o portfólio em estudo, uma vez que está na faixa mais produtiva da Lei de Lotka, com 22 artigos, além de possuir um índice H igual a 9. Salienta-se, também, que muitos/as desses/as autores/as são considerados/as precursores/as da área, como Carmen Batanero (Batanero C) e Dani Ben-Zvi (Ben-zvi D), que já escreviam sobre a temática nos anos 2000.

Esses/as pesquisadores/as estão distribuídos/as por diversos países abrangendo todos os continentes, conforme observamos na Figura 9, com destaques para os Estados Unidos (168), Espanha (62), Turquia (55) e Austrália (47), com publicações na área para a qual converge esta pesquisa.

Figura 9 – Mapa da Pesquisa



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O portfólio apresentou média de 84 citações por país – desvio padrão = 176,3, contudo, a mediana é de 16 citações. Os dados apresentados na Tabela 4 informam os países de origem das publicações, juntamente com o número total de citações (TC) e a média de citações por artigo, a qual é influenciada pelo número de artigos publicados. Isso explica, por exemplo, porque um país que publica mais, como os Estados Unidos, possui uma média de citações (9,40) menor que a da Bélgica (72,20), que publica menos. Isso quer dizer que, em termos bibliométricos, nem sempre a produtividade é convergente à relevância dos estudos.

Tabela 4 – Citações por países

(continua)					
País	TC*	Média**	País	TC*	Média**
Estados Unidos	1009	9,40	Finlândia	16	16,00
Reino Unido	733	48,90	Indonésia	16	1,10
Austrália	389	11,40	México	16	4,00
Bélgica	361	72,20	Noruega	15	7,50
Irlanda	258	14,30	Geórgia	14	4,70
Alemanha	220	8,10	Chile	7	1,00
Espanha	216	6,50	Eslovênia	7	7,00
Turquia	181	5,00	França	5	1,70
China	144	8,50	Suíça	5	2,50
Nova Zelândia	123	20,50	Botswana	4	4,00
Israel	114	6,70	Japão	3	1,00
Dinamarca	97	32,30	Eslováquia	3	1,50
Canadá	87	6,70	Argentina	2	0,70
Itália	86	17,20	Egito	2	0,70

Tabela 4 – Citações por países

			(conclusão)		
País	TC*	Média**	País	TC*	Média**
Holanda	81	7,40	Filipinas	2	0,70
Cingapura	74	37,00	Uganda	2	2,00
Chipre	69	11,50	República Tcheca	1	1,00
África Do Sul	61	4,40	Hong Kong	1	0,30
Áustria	46	9,20	Líbano	1	1,00
Portugal	44	4,00	Malta	1	1,00
Arábia Saudita	35	11,70	Omã	1	1,00
Grécia	32	4,00	Sérvia	1	1,00
Malásia	26	2,90	Suécia	1	0,50
Paquistão	26	13,00	Tailândia	1	0,50
Islândia	18	9,00	Hungria	0	0,00
Colômbia	17	2,80	Índia	0	0,00
Coréia	17	2,10	Peru	0	0,00
Brasil	16	3,20	Tunísia	0	0,00

*: Total de citações. **: Média de citações por artigo

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A análise das afiliações dos/as autores/as envolveu a seleção das 20 instituições mais produtivas, que foram comparadas aos países de origem. Os resultados são apresentados na Tabela 5, que inclui o país, o nome da universidade e o número de publicações de cada instituição. Os resultados são consistentes com as descobertas anteriores, com uma predominância de universidades dos Estados Unidos, com 65 artigos distribuídos em sete afiliações. Em seguida, temos a Espanha, representada por 34 artigos provenientes exclusivamente da Universidade de Granada, e a Austrália, com 20 artigos originários de Queensland e Tasmânia.

Tabela 5 – Afiliações

País	Afiliação	Artigos
Estados Unidos	Universidade do Texas - El Paso	20
	Universidade do Estado da Carolina do Norte	8
	Universidade Salisbury	8
	Universidade de Delaware	8
	Centro Médico do Hospital Infantil de Cincinnati	7
	Universidade Oriental de Michigan	7
	Universidade da Califórnia	7
Espanha	Universidade de Granada	34
Austrália	Universidade de Queensland	11
	Universidade da Tasmânia	9
Irlanda	Universidade de Limerick	19
Holanda	Universidade de Utrecht	11
Portugal	Universidade de Lisbon	9
Taiwan	Universidade Nacional Normal de Taiwan	8
Alemanha	Universidade de Paderborn	8
Chile	Pontifícia Universidade Católica de Valparaíso	7
Israel	Universidade de Haifa	7
Reino Unido	Universidade de Leicester	7
Áustria	Universidade de Viena	7

Fonte: dados de pesquisa (2024).

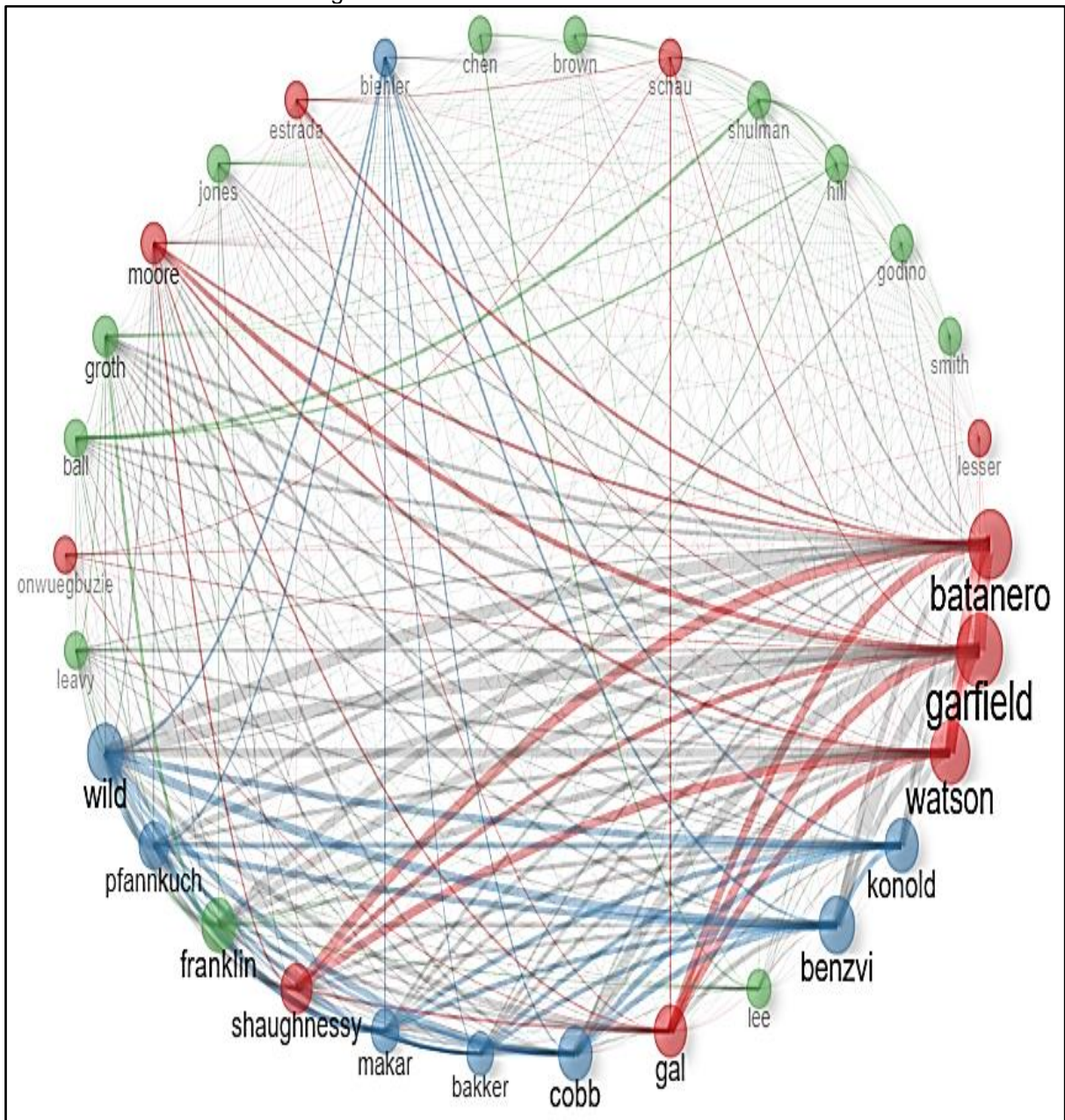
Na próxima seção serão aplicados métodos mistos para a discussão de aspectos da estrutura intelectual dos artigos que compõem o portfólio, bem como as temáticas que emergem na análise das palavras-chave, títulos e resumos.

4.2 A ESTRUTURA INTELECTUAL E CONCEITUAL DOS ARTIGOS

A estrutura intelectual dos textos foi analisada por meio das conexões entre citações – cocitações e networks, a qual observa-se na Figura 10. As cores (bem como as ramificações) determinam cadeias de textos que possuem estrutura intelectual comum, sendo que o tamanho dos nós indica que determinado/a autor/a foi mais frequentemente citado/a no portfólio – o que indica sua relevância para a área. Dessa forma, observa-se quais autores/as mantêm uma relação dialógica entre as diversas obras com citações entre si. Conforme Silva *et al.* (2022), trata-se de uma apresentação das redes de autores/as, evidenciando quais são aqueles/as que mais publicam e a intensidade de ligação com as demais redes, constituindo, assim, um entendimento intelectual do portfólio.

Nesse sentido, os textos que compõe o portfólio possuem três vertentes intelectuais. A primeira delas, representada por autores/as relacionados/as aos fundamentos da Educação Estatística (Batanero, Garfield, Watson, Gal, Shaughnessy, Onwuegbuzie, More, Estrada, Schau e Lesser); a segunda, com inspirações em métodos de ensino de Estatística (Konold, Ben-zvi, Cobb, Makar, Pfannkuch, Wild, Biehler), e uma terceira, diretamente representando o contexto da formação de professores/as (Lee, Franklin, Leavy, Ball, Jones, Chen, Brown, Shulman, Hill, Godino e Smith).

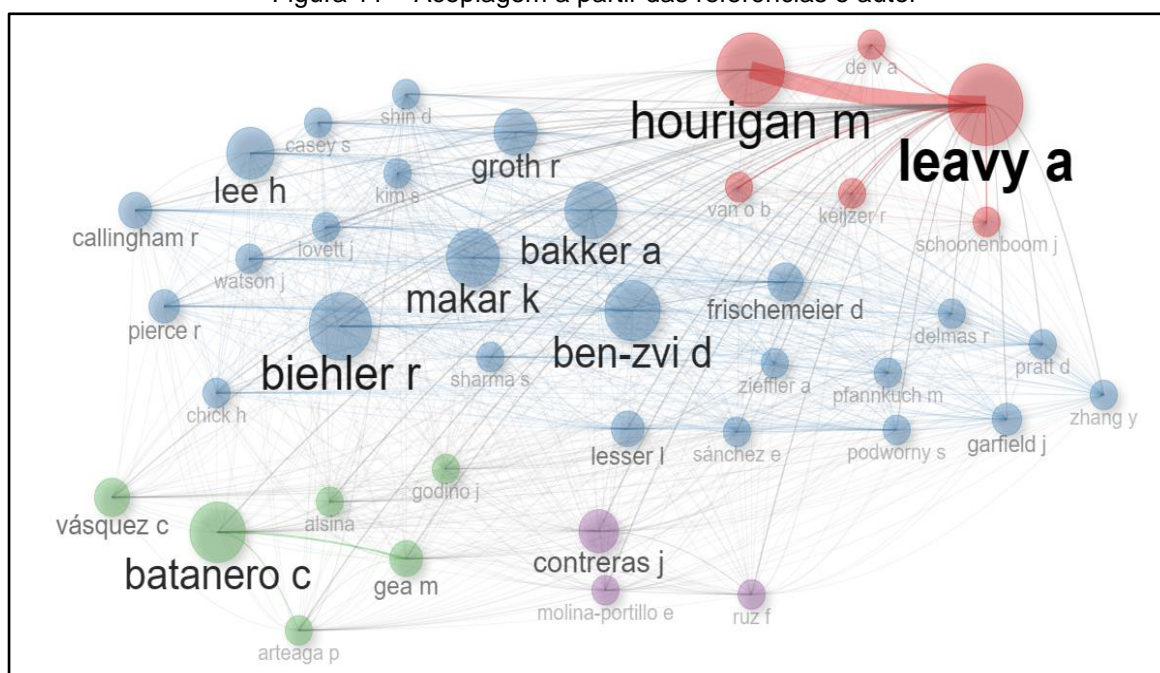
Figura 10 – Estrutura Intelectual dos textos



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Na busca por identificar similaridade entre os autores, também foi realizada, por meio da ferramenta *Clustering by Coupling*, a acoplagem entre autores/as e os referencias teóricos utilizados por eles/as. Para melhorar a visualização, limitou-se os parâmetros da ferramenta a 40 autores/as, os/as quais foram agrupados/as em quatro clusters, conforme a Figura 11.

Figura 11 – Acoplagem a partir das referências e autor



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Podem ser consideradas acopladas duas ou mais unidades de pesquisa (no caso autores/as) que se utilizam de pelo menos uma fonte citada em comum (Silva *et al.*, 2022). Pela acoplagem, podem ser verificadas, também, as intersecções temáticas entre autores/as. Dessa maneira, no Quadro 2, visualizamos quatro agrupamentos identificados pelas cores dos nós na Figura 11, permitindo a caracterização dos temas centrais de cada rede de autores/as.

Quadro 2 – Temáticas resultantes da acoplagem

Grupo/cor	Temáticas
Verde	Avaliação; correlação e regressão; letramento estatístico.
Azul	Pesquisa em Educação Estatística; Padrões estaduais básicos comuns para matemática (<i>Comon Core standarts</i>)
Vermelho	Formação inicial de professores; Educação Matemática; Formação de professores.
Roxo	Formação inicial de professores; Pesquisa em Educação Estatística; Raciocínio estatístico.

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Conforme a acoplagem dos/as autores/as e seus referenciais, podemos considerar que os grupos que mais se aproximam da formação inicial de professores/as em relação à Estatística sejam o vermelho e o roxo, conforme Quadro 2. Na próxima seção serão analisadas as palavras que se destacam nesse portfólio, considerando-se seus títulos e palavras-chave¹⁵.

¹⁵ No banco de dados, as palavras são encontradas em língua inglesa, uma vez que é o idioma sob o qual são indexadas nas bases. Todavia, elas foram traduzidas para o contexto da tese.

4.2.1 Os títulos e as palavras-chave

As 20 palavras mais frequentes nos títulos estão expressas na Tabela 6 e buscam destacar as ideias que emergem dos documentos. A primeira palavra denota a temática que norteia a pesquisa, o/a professor/a de Matemática (*mathematics teachers*) e segue com a perspectiva da formação de professores/as com os termos *preservice teacher*; *prospective teachers*; *teacher education* (professor em formação inicial; futuros professores; formação de professores). Ainda são frequentes palavras que se referem a metodologias, tais como *lesson study* e *flipped classroom* (estudo da lição e sala de aula invertida). Além de elucidar temáticas que se referem ao conhecimento e desenvolvimento profissional dos/as professores/as: *content knowledge*, *professional development* (conhecimento de conteúdo, desenvolvimento profissional). Também são destaques nos títulos as palavras: *statistical literacy*; *statistical reasoning*; *statistics education* e *introductory statistics* (Alfabetização Estatística; raciocínio estatístico; Educação Estatística e estatística básica).

Tabela 6 – Palavras mais frequentes nos títulos dos documentos

Palavras	Tradução	n	Palavras	Tradução	n
<i>Mathematics teachers</i>	Professores de matemática	42	<i>Flipped classroom</i>	Sala de aula invertida	14
<i>Preservice teachers</i>	Professores de formação inicial	42	<i>School mathematics</i>	Matemática escolar	14
<i>Prospective teachers</i>	Futuros professores	26	<i>Primary school</i>	Escola primária	13
<i>Teacher education</i>	Formação de professores	24	<i>Professional development</i>	Desenvolvimento profissional	13
<i>Mathematics education</i>	Educação Matemática	18	<i>School teachers</i>	Professores da educação básica	13
<i>Content knowledge</i>	Conhecimento de conteúdo	17	<i>Statistics education</i>	Educação Estatística	13
<i>Lesson study</i>	Estudos de aula	17	<i>Secondary school</i>	Escola secundária	12
<i>Statistical literacy</i>	Letramento estatístico	17	<i>Introductory statistics</i>	Estatística básica	11
<i>Statistical reasoning</i>	Raciocínio estatístico	16	<i>Systematic review</i>	Revisão sistemática	11
<i>School students</i>	Estudantes do ensino básico	15	<i>Teachers understanding</i>	Compreensão dos professores	11

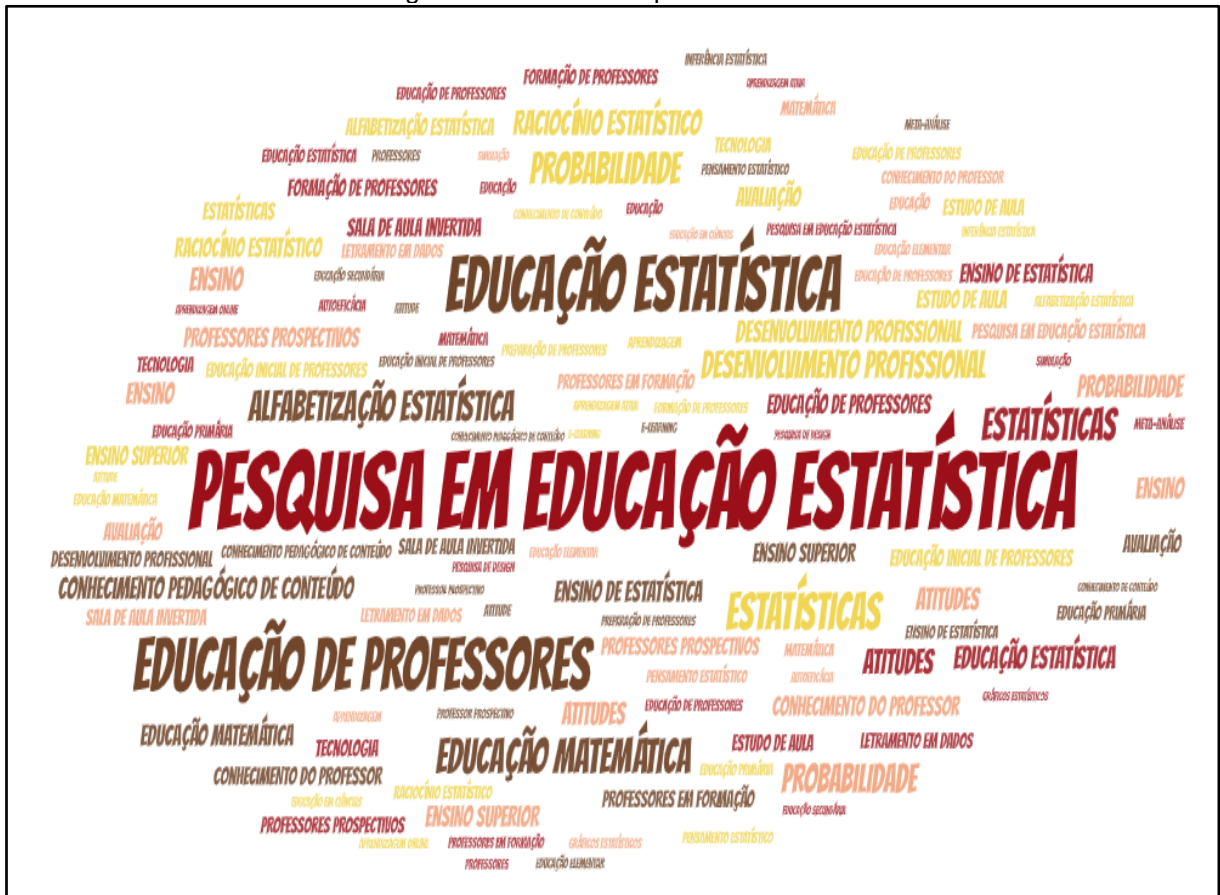
n: frequência absoluta

Fonte: dados de pesquisa (2024).

As palavras-chave explicitam os temas que se destacam nos documentos e indicam o assunto que o/a autor/a irá tratar (Martins Jr., 2017). Conforme ilustra a Figura 12, o termo mais frequente é “*statistics education research*” (pesquisa em Educação Estatística), que possui 56 menções em textos diretamente relacionados à Educação Estatística. Já os termos “*statistics education*” (Educação Estatística) possuem 39 menções, “*Statistics*” (Estatística), 28, “*probability*” (Probabilidade), 23,

“*statistical literacy*” (letramento estatístico), 22, e “*statistics reasoning*” (raciocínio estatístico), 18 e pertencem a textos que particularizam a temática. Na perspectiva da formação inicial de professores/as se destacam os termos “*Teacher Education*” (Formação de professores), 38; “*Mathematics Education*” (Educação Matemática), 25 e “*Professional Development*” (Desenvolvimento profissional), 20.

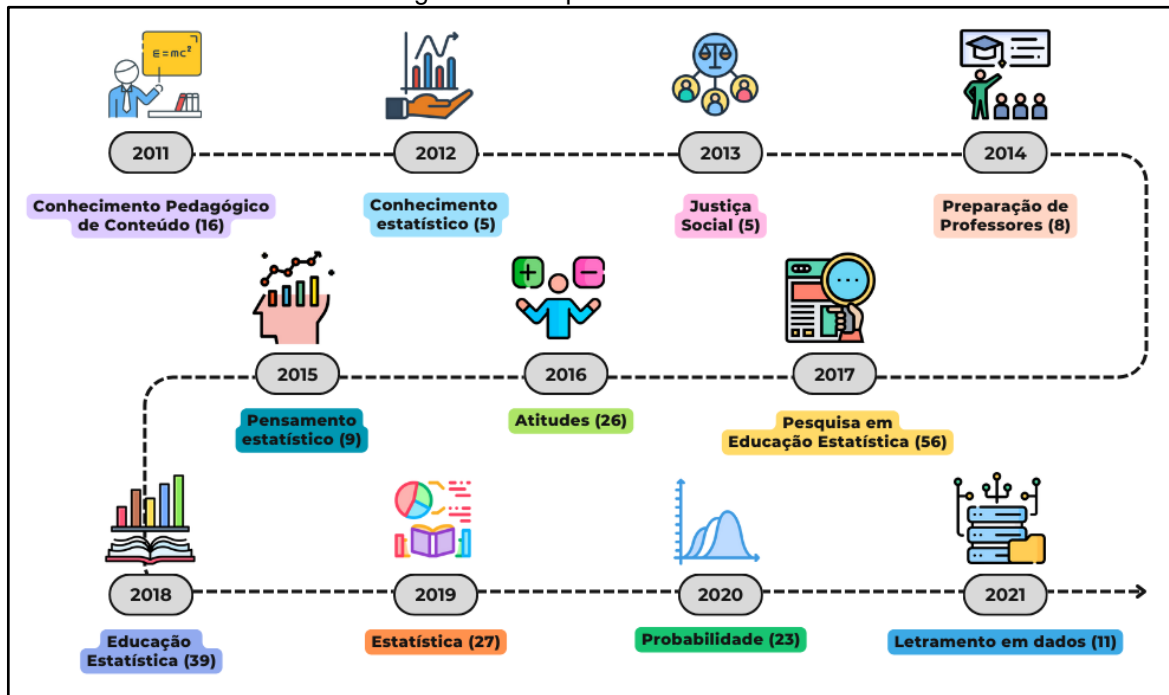
Figura 12 – Nuvem de palavras-chave



Fonte: elaborada pela autora (2024).

As palavras-chave também foram analisadas por meio dos *Trend Topics* (tópicos de tendência), ou seja, temas que mais se repetiram em determinados anos, nas pesquisas. Assim, foi considerada a configuração padrão dessa ferramenta no bibliometrix: palavras com frequência maior ou igual a cinco, considerando um número máximo de cinco palavras por ano. A Figura 13 mostra os tópicos de tendência de maior frequência em cada ano, a partir de 2011, uma vez que anterior a esse período o portfólio traz uma grande diversidade de termos, não sendo possível encontrar uma tendência.

Figura 13 – Tópicos de tendência



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Em 2011, o tópico que se destaca é “*pedagogical content knowledge*” (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo), refletido, por exemplo, no artigo de Ponte (2011), que discute os desafios da formação estatística do professor. Um destaque também ao artigo de Burgess (2011), no qual se aborda o conhecimento que o professor deve ter para explorar as investigações estatísticas em sala de aula. No ano de 2012, o *trend topic* é o termo “*statistical knowledge*” (Conhecimento estatístico). Os textos em evidência se referem ao desenvolvimento do pensamento estatístico, raciocínio estatístico e atitudes em relação à Estatística. Nesse contexto, sobressaem Jaafar *et al.* (2012), os quais buscam determinar a influência do conhecimento matemático prévio e raciocínio estatístico no resultado do desempenho dos estudantes.

O termo “*social justice*” (justiça social), em 2013, traz a ideia de formas de implementar aspectos relacionados à justiça social durante o ensino de Matemática, como podemos encontrar em Garii e Appova (2013). Para 2014, destaca-se “*teacher preparation*” (preparação de professores) ou seja, a perspectiva de formação inicial docente, evidenciando-se por Groth (2014), que trata sobre os cursos de Estatística para futuros professores, cursos esses desenvolvidos em resposta às recentes recomendações curriculares K-12, para os quais é necessário projetar avaliações de acompanhamento.

O termo “*statistical thinking*” (pensamento estatístico) é a discussão mais evidente em 2015. Um exemplo é o artigo de Sánchez e Gómez-Blancarte, que emerge de um contexto de desenvolvimento profissional, de um projeto com ênfase na aprendizagem e no ensino de conteúdos estatísticos por meio da metodologia *Lesson Study*, cujo objetivo foi o de desenvolver elementos de pensamento estatístico dos alunos.

Para o ano de 2016 tem-se como tendência o termo “*Attitude(s)*” (Atitude), referente ao posicionamento ou à reflexão a respeito da Estatística. Um exemplo é Aydin (2016), que busca investigar as atitudes de futuros professores em relação à Estatística com o uso do Excel.

Os anos de 2017, 2018, 2019 e 2020 possuem tópicos de tendência de aceção mais genérica: “*statistics education research*” (Pesquisa em Educação Estatística), “*statistics education*” (Educação Estatística), “*statistics*” (Estatística), “*probability*” (Probabilidade), relatando textos que tratam de ensino-aprendizagem, formação de professores, currículo e metodologias de ensino. Assim, podemos exemplificar com o artigo de Diamond e Stylianides (2017), que traz uma avaliação epistemológica das ações de ensino de um grupo de acadêmicos do campo da Estatística, observando-se uma preferência pelo construtivismo. Ainda nesse sentido, Sharma (2018) relata um estudo sobre o uso da língua materna como um recurso para estudantes que estão aprendendo sobre métodos estatísticos. Já em Molina-Portillo *et al.* (2019), salienta-se a literacia estatística nos níveis do ensino básico e secundário. Em 2020, Hourigan e Leavy (2020) relatam os entendimentos probabilísticos de uma amostra de 104 professores em formação, se concentrando em um aspecto particular – a compreensão da justiça probabilística¹⁶.

O tópico de tendência de 2021 (“*data literacy*” – letramento em dados) traz indícios de novas discussões considerando a usualmente chamada Sociedade da Informação. Um exemplo é o artigo de Khan e Mason (2021), o qual ilustra cenários pós-pandemia que combinam três temas distintos relevantes para as mudanças nos requisitos dos sistemas educacionais em todo o mundo: educação STEM, pensamento matemático e alfabetização de dados. O ano de 2022 não foi avaliado, pois a amostra foi coletada antes do seu término. A seção a seguir abordará as temáticas que emergem na análise dos resumos.

¹⁶ Noções de Probabilidade em situações cotidianas (como jogos por exemplo) em que o indivíduo compreende as noções de incerteza no acontecimento de um dado fenômeno.

4.2.2 Os resumos e as temáticas emergentes

Os resumos dos documentos foram analisados por meio da ferramenta Estrutura Conceitual - *Thematic Map*, a qual mostra por meio de um gráfico, construído na lógica dos eixos de coordenadas cartesianas, que compara centralidade com a densidade dos temas indicando sua relevância. A densidade é entendida como a medida da força interna da rede e a centralidade é a interação com outras redes. (Cobo *et al.*, 2011; Rojo; Lacruz, 2022). Desse modo, os quatro quadrantes determinam o grau de integração e as temáticas mais desenvolvidas dentro de um determinado portfólio de pesquisa.

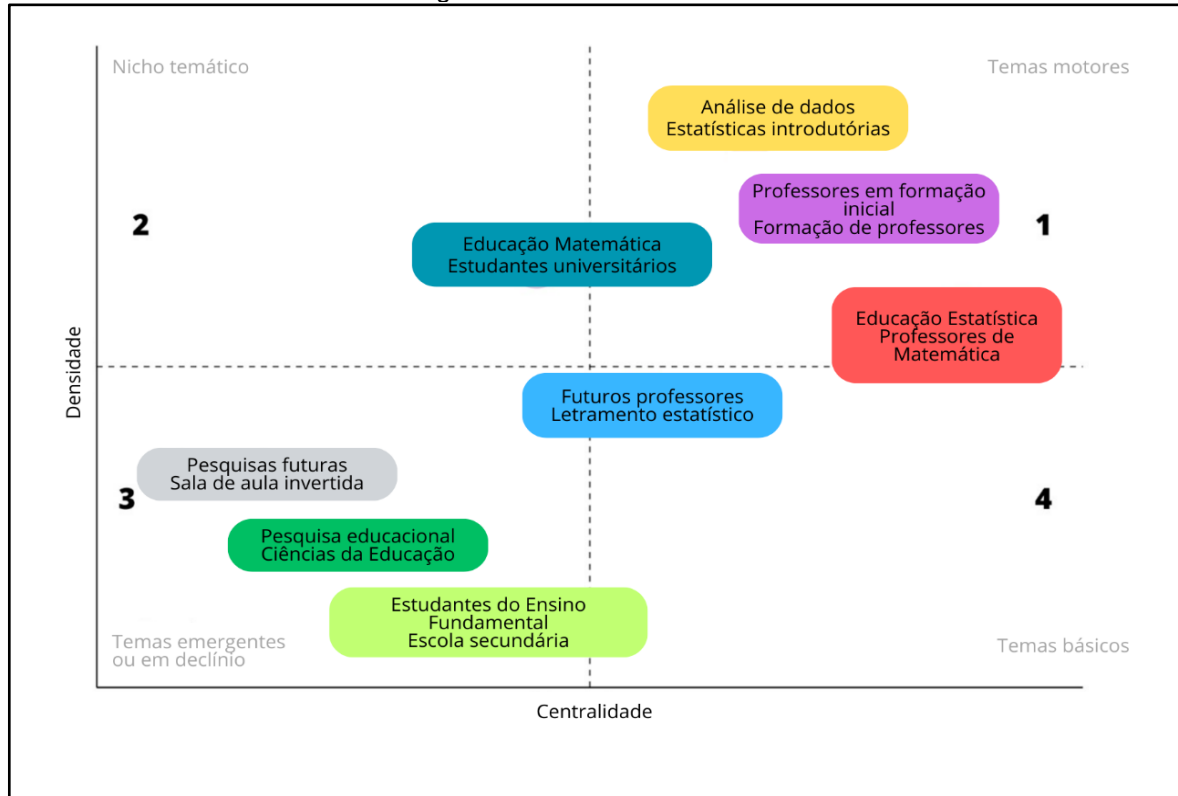
Quanto à ordenação do gráfico, o primeiro quadrante indica temas com densidade e centralidade altos, denominados de temas motores, e apontam temáticas bem desenvolvidas. O segundo contém temas com alta densidade e fraca centralidade, isto é, temas bem desenvolvidos, mas com baixa integração entre as demais redes. O terceiro tem baixa densidade e centralidade, o que faz com que integre temáticas em declínio (ou que estão emergindo). O quarto quadrante com forte centralidade, mas baixa densidade, contém os temas básicos e transversais, importantes para o campo, mas pouco desenvolvidos.

Assim, a Figura 14 mostra palavras contidas nos resumos revelando temáticas bem desenvolvidas relativas a “*datas analysis*” (análise de dados) e “*introductory statistics*” (estatística básica); “*pre-service teachers*” (professores em formação inicial) e “*teacher education*” (formação de professores) e “*Mathematics teachers*” (professores de matemática) e “*statistics education*” (Educação Estatística). Esses temas foram recorrentes nas análises dos artigos e permitem concluir quais são os interesses dos/as pesquisadores/as em relação à Educação Estatística e à formação de professores/as.

No segundo quadrante, como nicho temático, ou seja, bem desenvolvidos, mas com poucos nós (redes) entre as pesquisas, encontram-se temas relativos a “*mathematics education*” (educação matemática) e “*university students*” (estudantes universitários), os quais podem ser entendidos como temas marginais ao campo de pesquisa. Para o terceiro, ressaltamos temas emergentes ou em declínio, como “*future research*” (pesquisa futura), “*flipped classroom*” (sala de aula invertida), “*educational research*” (pesquisa educacional), “*science education*” (ciências da educação), “*school students*” (estudantes do ensino fundamental), “*secondary school*”

(escola secundária). Como temas básicos, o quarto quadrante mostra as ideias gerais das pesquisas, como “*prospective teachers*” (professores em formação) e “*statistical literacy*” (letramento estatístico).

Figura 14 – Clusters temáticos



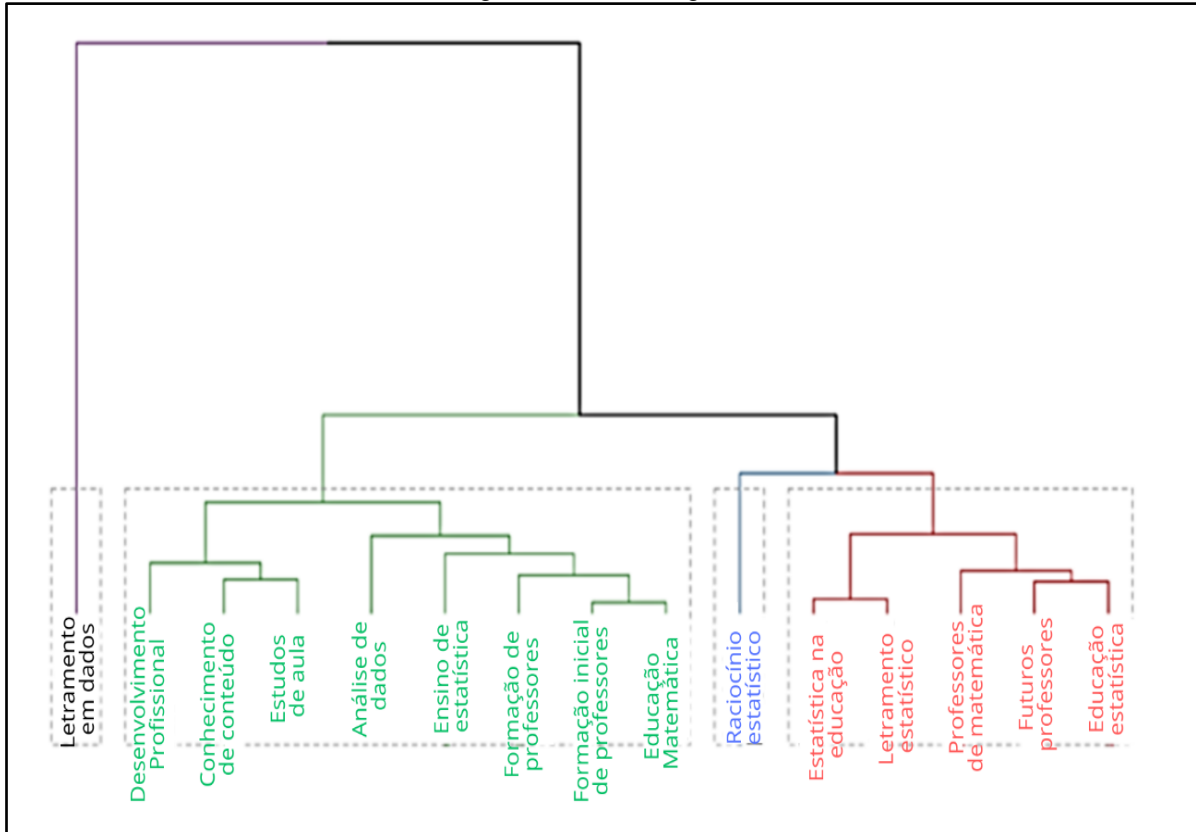
Fonte: elaborada pela autora (2024).

Considerando a análise ilustrada pela Figura 14, os resumos dos artigos mostram como temas bem desenvolvidos e interrelacionados artigos que versam sobre análise de dados, formação de professores e Educação Estatística. Isso mostra a composição do portfólio e indica os caminhos e opções temáticas do campo de pesquisa como um todo.

Com o intuito de detalhar essas temáticas, buscando um cenário de pesquisa da formação inicial do/a professor/a de Matemática e a Educação Estatística, foi realizada uma abordagem detalhada usando a ferramenta de Estrutura Conceitual – *Fatorial Approach*, produzindo um dendrograma (Figura 15) para categorizar os documentos por assunto principal e escolher aqueles que melhor convergem aos objetivos deste estudo. Desse modo, foram considerados os resumos dos documentos e realizada uma análise de correspondência, considerando os

parâmetros bigrams (duas palavras) para os 20 principais termos calculados para 4 clusters¹⁷.

Figura 15 – Dendrograma



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Utilizando as ferramentas de clusterização, por análise de correspondência do Biblioshiny, verificou-se cada um dos textos que compõem os clusters, conhecendo sua relevância pelo número de citações e evidenciando a temática geral de cada um dos agrupamentos. Nesse sentido, o cluster 1 destaca os termos “*pre-service teacher*” (professores em formação); “*teacher education*” (formação de professores); “*mathematics education*” (educação matemática); “*professional development*” (desenvolvimento profissional); “*content knowledge*” (conhecimento de conteúdo); “*lesson study*” (estudos de aula); “*data analysis*” (análise de dados) e “*teaching statistics*” (ensino de Estatística). Os quatro primeiros termos estão associados à formação propriamente dita e os demais se referem a conhecimentos de conteúdo e de conteúdo pedagógico, como a metodologia de estudos de aula, além de ênfase em

¹⁷ A opção por quatro clusters se deu após análise exploratória da ferramenta mapa temático no bibliometrix, a qual identificou que os temas se apresentaram em maior quantidade e relevância em quatro agrupamentos.

análise de dados e ensino de Estatística, evidenciando ideias relacionadas ao desenvolvimento profissional docente no que tange à Estatística. O cluster 2 trata com mais especificidade a Educação Estatística e a formação inicial de professores/as considerando os termos “*statistical education*” (Educação Estatística); “*statistical literacy*” (letramento estatístico); “*mathematics teachers*” (professores de matemática); “*prospective teachers*” (professores em formação) e “*statistics education*” (Educação Estatística). No caso do cluster 3, preponderam ideias relativas ao “*statistical reasoning*” (raciocínio estatístico) e seu desenvolvimento. O cluster 4 traz uma nova tendência, que é “*data literacy*” (letramento em dados), a qual comporta artigos que tratam do letramento em dados, uma das necessidades da sociedade atual. Para uma análise mais detalhada das temáticas do portfólio, foram escolhidos, utilizando como critério a maior quantidade de citações, cinco artigos de cada cluster, os quais são apresentados no Quadro 3, que indica a quantidade de citações (QC), número do cluster (NC), algumas características bibliométricas (título, autor e ano) e a descrição da temática tratada.

Quadro 3 – Artigos em destaque nos clusters

(continua)

QC	NC	Título, autores e ano	Descrição
244	1	<i>Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research</i> - F. Depaepe; L. Verschaffel; G. Kelchtermans (2013)	Revisão sistemática de literatura que trata de diferentes acepções do conhecimento pedagógico de conteúdo.
61	1	<i>Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review</i> - A. Bakker; J. Smit; R. Wegerif (2015)	Discute os processos dialógicos de assistir os estudantes em sua aprendizagem. Trata do envolvimento ativo e sensível de um professor na aprendizagem dos alunos.
58	1	<i>Pre-Service Elementary Teachers' Perceptions of Factors in an Holistic Methods Course Influencing their Confidence in Teaching Science</i> – C. Howitt (2007)	Trata dos resultados obtidos com um <i>survey</i> que objetiva medir o nível de confiança de professores em formação.
58	1	<i>Fundamental Statistical Ideas in the School Curriculum and in Training Teachers</i> – G. Burrill; R. Biehler (2011)	Considera várias abordagens no ensino-aprendizagem de Estatística e suas implicações na formação de professores de Matemática.
52	1	<i>Structural Model of the Effects of Cognitive and Affective Factors on the Achievement of Arabic-Speaking Pre-service Teachers in Introductory Statistics</i> – F.M. Nasser (2004)	Examina atitudes em relação à Matemática e à Estatística de 162 futuros professores de Matemática em Israel. Os resultados também indicaram que aptidão matemática, atitudes em relação à Matemática e à Estatística e motivação, juntas, foram responsáveis por 36% da variação no desempenho em Estatística básica para a amostra.

Quadro 3 – Artigos em destaque nos clusters

(continua)

QC	NC	Título, autores e ano	Descrição
81	2	<i>The Importance of Attitudes in Statistics Education</i> – C. Ramirez; C. Schau; E. Emmioglu (2012)	Examina 15 <i>surveys</i> relacionados às atitudes em relação à Estatística, bem como, nesse mesmo sentido, descreve o SATS-M (<i>Model of Students' Attitudes Toward Statistic</i>). O SATS-M inclui três construtos amplos que consideram: características do aluno, experiências relacionadas a realizações anteriores e atitudes estatísticas.
59	2	<i>The Reasoning Behind Informal Statistical Inference</i> – K. Makar; A. Bakker; D. Ben-Zvi (2011)	Usa literatura educacional sobre inferência estatística informal para argumentar que, para que os alunos realizem inferências estatísticas informais, há uma série de elementos-chave interrelacionados que são necessários para apoiar seu raciocínio inferencial informal.
47	2	<i>Training Teachers to Teach Probability</i> – C. Batanero; J. D. Godino; R. Roa (2004)	Expressa as razões pelas quais o ensino de Probabilidade é difícil para professores de Matemática, descreve os conteúdos necessários na preparação didática de professores para ensinar e analisa alguns exemplos de atividades em um curso de formação inicial para professores de Matemática.
38	2	<i>An investigation of prospective secondary mathematics teachers' conceptual knowledge of and attitudes towards statistics</i> – A. Hannigan; O. Gill; A. M. Leavy (2013)	Investiga a compreensão conceitual da Estatística de futuros professores de Matemática do ensino médio; a natureza de suas atitudes em relação à Estatística e se havia uma relação entre a atitude em relação à Estatística e a compreensão conceitual da Estatística por meio de um instrumento que mensura atitudes em relação à Estatística.
29	2	<i>Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level</i> – R. Biehler; D. Ben-Zvi, A. Bakker; K. Makar (2013)	Apresenta uma visão geral atualizada das tecnologias digitais relevantes para o ensino de Estatística com a finalidade de desenvolver o raciocínio estatístico dos alunos no nível escolar. Também informa sobre tendências na Educação Estatística, história das tecnologias na Estatística e na Educação Estatística e ambientes digitais de aprendizagem.
56	3	<i>Mathematical Knowledge and Practices Resulting from Access to Digital Technologies</i> – J. Olive; K. Makar; V. Hoyos; L. Kee Kor; O. Kosheleva; R. Sträßer. (2010)	Revisão de literatura que indica que as interações entre alunos, professores, tarefas e tecnologias podem gerar conhecimento matemático. Desenvolvimentos recentes em tecnologias dinâmicas têm potencial para promover novas práticas matemáticas em diferentes contextos: por exemplo, geometria dinâmica, Educação Estatística, robótica e jogos digitais.
46	3	<i>Attitudes and Achievement in Statistics: a meta-analysis study</i> – E. Emmioglu; Y. Capa-Aydin (2012)	Meta-análise que aborda as relações entre a aprendizagem de Estatística e quatro componentes de atitudes em relação às estatísticas (competência cognitiva, afeto, valor e dificuldade) avaliadas pelo SATS (<i>Survey de Atitudes em Relação à Estatística</i>) nos Estados Unidos, comparando os resultados com o de outros países.

Quadro 3 – Artigos em destaque nos clusters

(continua)

QC	NC	Título, autores e ano	Descrição
38	3	<i>Using the expectancy value model of motivation to understand the relationship between student attitudes and achievement in statistics</i> – M. Hood; P. A. Creed; D. L. Neumann (2012)	Testagem de um modelo da relação entre atitudes em relação às estatísticas e realização baseado no <i>Eccles' Expectancy Value Model</i> (1983) em estudantes universitários da Austrália.
37	3	<i>Surveys Assessing Students' Attitudes Toward Statistics: A Systematic Review of Validity and Reliability</i> – M. M. Nolan; T. Beran; K. G. Hecker (2012)	Revisão de literatura que apresenta dados sobre <i>surveys</i> , com o objetivo de avaliar as atitudes e a aprendizagem em relação à Estatística.
22	3	<i>How strongly does statistical reasoning influence knowledge and acceptance of evolution?</i> – D. Fiedler; G.C. Sbeglia; R. H. Nehm; U. Harms (2019)	Trata da aplicação de <i>surveys</i> (RAPROMATH e RAPROEVO) que medem raciocínio estatístico e sua evolução em um grupo de 564 estudantes universitário dos Estados Unidos. Os dados fornecem indícios sobre o papel do raciocínio estatístico no conhecimento evolutivo e motiva trabalhos futuros para explorar a alfabetização estatística nos processos educativos.
35	4	<i>Exploring the challenge of developing student teacher data literacy</i> – B. Cowie; B. Cooper (2016)	Aborda aspectos relacionados ao desenvolvimento profissional do professor no que tange ao seu letramento em dados. Considera que os dados avaliativos dos alunos trazem muitas informações sobre os processos educativos e que devem ser analisados. Todavia, o conhecimento do professor sobre Matemática e Estatística para realização dessas análises ainda não é suficiente, sugerindo uma oportunidade para essa alfabetização em dados e em avaliação.
8	4	<i>Preparing preservice teachers to be data literate: a Queensland case study</i> – M. Carey; P. Grainger; M. Christie (2017)	Preocupa-se em entender se os professores em formação estão sendo preparados para a chamada pedagogia orientada por dados. Foi realizado um curso de formação para ampliar o potencial docente de análise de dados e, assim, permitir o desenvolvimento profissional docente em letramento de dados.
7	4	<i>Toward data-scientific thinking</i> – R. Gould (2021)	Defende-se que a cultura de dados atual torna necessária a alfabetização em ciência de dados para alunos e professores. Dessa forma, propõe-se um curso que envolve pensamento estatístico, matemático e computacional.
3	4	<i>Visualizing the teaching of data visualizations in social studies: A study of teachers' data literacy practices, beliefs, and knowledge</i> – T.L. Shreiner; B.M. Dykes (2020)	Valoriza o letramento em dados como conhecimento imprescindível ao cidadão da sociedade atual. Dessa forma, questiona o quão bem os professores estão preparados para ensinar sobre isso. Assim, é utilizado um <i>survey</i> para conhecer sobre atitudes, crenças e conhecimentos dos professores a esse respeito.

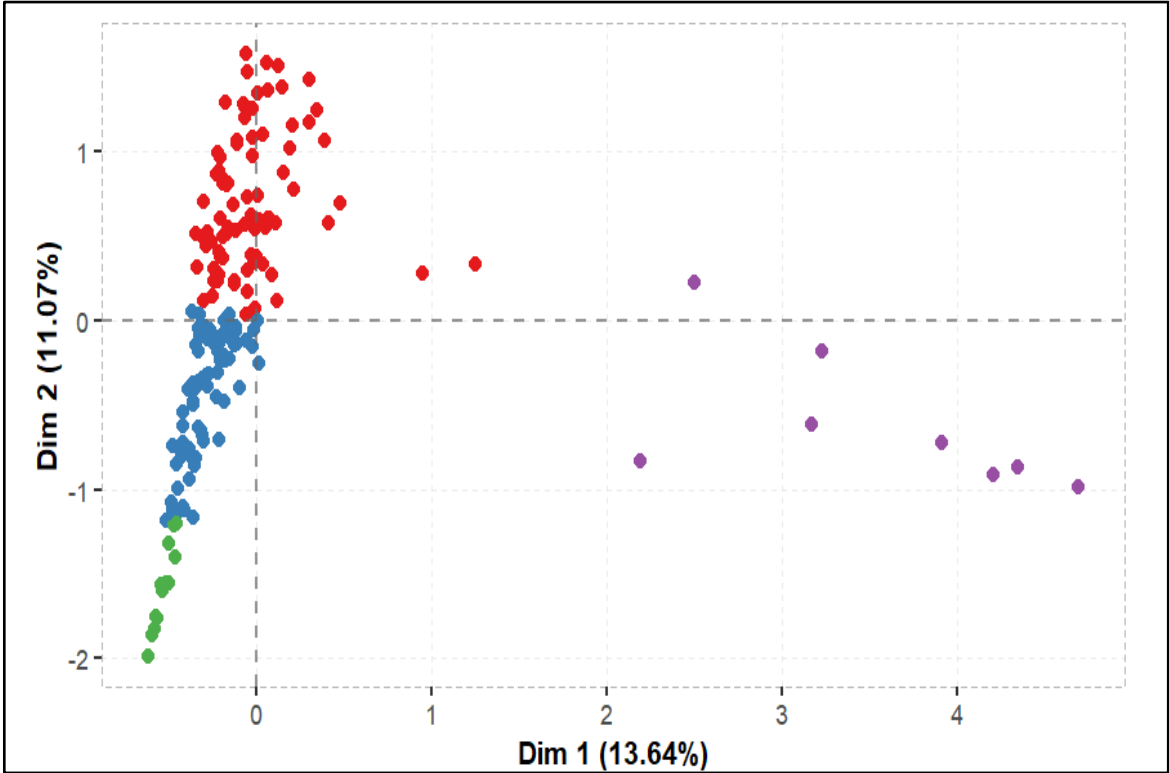
Quadro 3 – Artigos em destaque nos clusters

(conclusão)			
QC	NC	Título, autores e ano	Descrição
2	4	<i>Exploring variability during data preparation: a way to connect data, chance, and context when working with complex public datasets</i> – M. H. Wilkerson; K. Lanouette; R. L. Shareff (2021)	Trata da utilização de grandes bancos de dados sócio-governamentais para o letramento em dados. Por meio de análises de entrevistas baseadas em tarefas com dez participantes adolescentes, foram descobertas ações específicas durante a preparação de dados, como filtrar dados ou calcular novas medidas, e foram apresentadas oportunidades para envolver os alunos ao preparar e analisar vários conjuntos de dados. Destacam-se algumas mudanças no ensino de Estatística que são necessárias para um foco na “literacia de <i>big data</i> ”.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Para o estudo da estrutura conceitual dos documentos, foi utilizada a análise por correspondência, obtendo-se o mapa fatorial da Figura 16, a qual mostra quatro clusters e evidencia o distanciamento entre textos que tratam da formação do professor e a Educação Estatística daqueles cuja temática é o letramento em dados.

Figura 16 – Dimensões de abrangência dos clusters



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A clusterização revela algumas tendências presentes no portfólio em estudo. Este inclui textos que tratam das concepções teóricas relativas à formação de

professores/as de Matemática e ideias sobre o ensino, obtidas a partir das opiniões dos/as próprios/as professores/as ou futuros/as professores/as, frequentemente por meio de *surveys*. Nesse contexto, também há pesquisas que medem atitudes em relação à Estatística. Isso demonstra uma preferência dos/as pesquisadores/as por estudar o contexto da formação estatística considerando as opiniões, os saberes e as crenças dos indivíduos envolvidos nos processos de ensino-aprendizagem.

Outro ponto evidenciado é que os conteúdos de Probabilidade podem estar sendo ensinados em separado do conteúdo estatístico, não contribuindo para uma formação estocástica do/a futuro/a professor/a. Essa incerteza surge porque, nessa bibliometria, foram obtidos 81 artigos (11,1%), cujos descritores ou títulos trazem a palavra “*probability*” (Probabilidade). O resultado é similar ao obtido por Franco e Alsina (2022), que informam que a Probabilidade foi o conteúdo mais encontrado em suas pesquisas. Assim, pode-se questionar se o destaque para um dado tema em pesquisas pode indicar que há uma integração frágil dos demais conteúdos curriculares na formação dos professores.

Além disso, por se tratar de reflexões a respeito da concepção do conhecimento estatístico na formação docente, Franco e Alsina (2022) destacam que muitos estudos consideram os aspectos do conhecimento docente como os Conhecimentos e Competências Didáticas para o Professor de Matemática (CCDM) de Godino (2009) e sistemas próximos ao Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e de Conteúdo (TPAK), de Shulman (1986), Koehler e Mishra (2008) e de Ball, Thames e Phelps (2008). Esse padrão reverbera também nesse mapeamento, sendo evidenciados na seção 4.2 – estrutura intelectual dos artigos.

Os apontamentos bibliométricos indicam as metodologias utilizadas na formação inicial de professores/as, presentes no portfólio, como jogos, *flipped classroom* (sala de aula invertida), *lesson study* (estudos de aula) e o uso de tecnologias diversas, as quais permitem o desenvolvimento de competências para as futuras práticas profissionais de educadores e educadoras e evidenciam as associações que devem ocorrer em termos de conhecimentos pedagógicos e de conteúdo. Destacam-se, ainda, pesquisas sobre o raciocínio estatístico e os fatores que influenciam o seu desenvolvimento e sobre o letramento em dados e as discussões das habilidades de alunos/as e professores/as para a vivência da cidadania na sociedade da “*big data*”.

Esse é o cenário apresentado para as pesquisas na intersecção Educação Estatística e formação inicial de professores/as de Matemática, as quais incluem tendências relativas à compreensão do desenvolvimento do letramento, raciocínio e pensamento estatístico, em situações de ensino-aprendizagem diversas, considerando-se metodologias ativas, tais como: estudos de aula, sala de aula invertida e práticas investigativas.

Este capítulo trouxe evidências que permitem revelar as temáticas que emergem do campo de pesquisa e que impactam nas formas como ocorre o processo de formação do/a educador/a estatístico/a, considerando o cenário apresentado com palavras-chave em língua inglesa, nos periódicos de maior alcance em termos de citações ao redor do mundo, não concebendo o retrato exato das tendências nacionais, mas fornecendo pistas robustas sobre elas. O próximo capítulo mostra como é a organização do saber estatístico na realidade dos cursos de formação inicial.

5 EXPLORANDO O CENÁRIO CURRICULAR DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA¹⁸

Conforme os momentos históricos do Brasil, o papel do/a professor/a de Matemática foi se modificando e ganhando nuances de profissão. Inicialmente, foi representado pelo professor militar, que ensinava a matemática para defender a colônia. Em dado momento, foi o professor que lecionava as aulas régias, destinadas à elite econômica que buscava formação no exterior. Mais tardiamente, quando o sistema educacional dava seus primeiros passos, foi o professor das primeiras letras, que também ensinava matemática, mas que tinha menos prestígio social do que seu colega do ensino secundário, que frequentemente era um engenheiro. Sua profissionalização se deu apenas a partir de 1930, com o marco histórico da criação das universidades e, dentro dessas, as faculdades de Filosofia, a qual englobava a Matemática (Detalhes nos estudos de Gomes, 2013; Valente, 2008; Junqueira; Manrique, 2012).

A Licenciatura em Matemática, em sua concepção atual, é derivada de uma estrutura curricular denominada “3 + 1”, em que o indivíduo cursava três anos de disciplinas de Matemática e um ano de disciplinas educacionais (Junqueira; Manrique, 2012). Conforme a legislação educacional foi evoluindo, passou-se a integrar as disciplinas matemáticas ao estudo de concepções educacionais, promovendo um currículo que formasse o/a professor/a para suas futuras práticas profissionais.

Na atualidade, a profissão de professor/a de Matemática é regulamentada e avaliada. Os cursos devem possuir uma estrutura mínima – seja física, seja didático-pedagógica – definida em um documento conhecido como Projeto Pedagógico de Curso (PPC). Para este estudo, é fundamental conhecer as perspectivas curriculares que envolvem a Educação Estatística nos cursos de Licenciatura em Matemática, manifestos nesse documento, uma vez que determinam os saberes que nortearão a formação dos/as futuros/as professores/as de Matemática.

Dessa forma, realizou-se uma análise documental das informações contidas no currículo formalizado nos PPCs em uma amostra de cursos de Licenciatura em Matemática, considerando-se a ementa das disciplinas e os recursos didático-

¹⁸ Os dados analisados nesse capítulo, constam também no artigo: Delineando o cenário da formação estatística do professor de matemática: uma análise de projetos pedagógicos de cursos, o qual será publicado pela revista Paidéia em julho-agosto de 2024.

pedagógicos descritos. Este estudo possui vertente teórica na construção da identidade profissional do/a futuro/a educador/a estatístico/a e sua bagagem de conteúdos a ensinar e para ensinar Estatística, convergindo às abordagens de Burgess (2002; 2006; 2009;2011), Costa e Pamplona (2011), Bezerra e Gitirana (2013) e Rodrigues e Silva (2019). As próximas seções trazem um panorama da Educação Estatística manifesta nos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática brasileiros.

5.1 PANORAMA DA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA BRASILEIRA

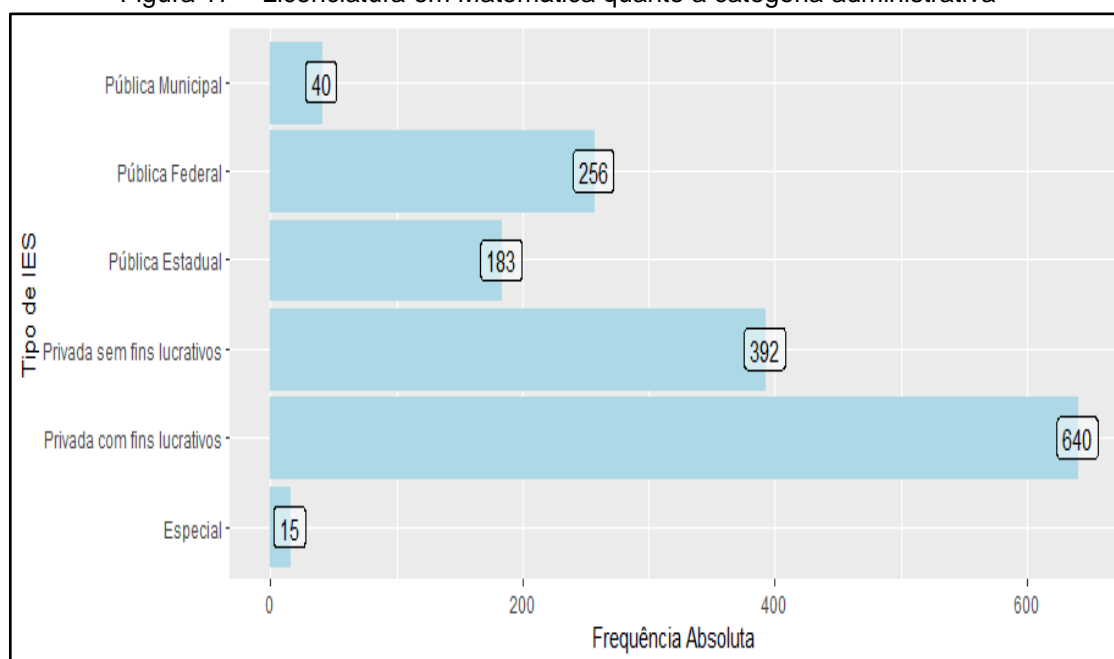
Em um primeiro momento foi delineado o cenário atual da Licenciatura em Matemática no Brasil. Assim, buscou-se no Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior – Cadastro E-mec¹⁹, os cursos que constavam como “ativos” e com atividades iniciadas, na data de 14/06/2021, sendo 1.526 cursos na modalidade presencial ou à distância (EaD).

Do total dos cursos ativos, 952 são na modalidade EaD e 574 na modalidade presencial. Esse dado se verifica pela difusão dos cursos de formação de professores/as à distância que vem acontecendo nos últimos anos. Araújo *et al.* (2019), em sua pesquisa, apresentam uma série histórica de matrículas na modalidade presencial e à distância que vai de 2007 a 2017, indicando que a formação docente EaD cresceu 130%. Se consideramos a EaD privada, esse crescimento foi de 277,3%.

Quanto à categoria administrativa, a Figura 17 indica que a maior parte das IES que ofertam cursos de Licenciatura em Matemática é privada (com ou sem fins lucrativos), observados 1.032 cursos, ou 68%, ficando a cargo do poder público 479 ou 31% dos cursos. As especiais são em número menor (15 ou 1%), haja vista sua peculiar condição de serem criadas por legislação municipal, estadual ou federal na data da promulgação da Constituição de 1988.

¹⁹ Sítio: <https://emec.mec.gov.br/>

Figura 17 – Licenciatura em Matemática quanto a categoria administrativa²⁰

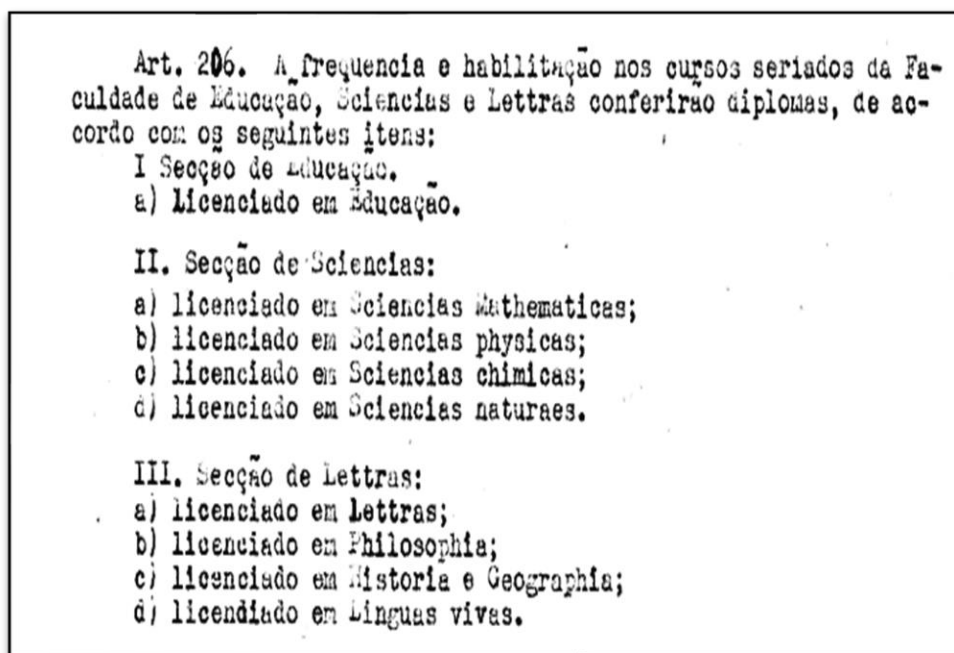


Fonte: elaborada pela autora (2024).

Os dados obtidos no Cadastro E-mec apontam que o curso de Licenciatura em Matemática mais antigo em atividade pertence à UFRJ, com 90 anos de existência, comprovando-se tal dado pelo Decreto nº 19.852, de 11 de abril de 1931, que, em seu artigo 206, §II, alínea a, aduz sobre a Licenciatura em Matemática, conforme traz a Figura 18.

²⁰ Especial – instituição de educação superior criada por lei, estadual ou municipal, e existente na data da promulgação da Constituição Federal de 1988, que não seja total ou preponderantemente mantida com recursos públicos, portanto, não gratuita. Privada com fins lucrativos – instituição de educação superior mantida por ente privado, com fins lucrativos. Privada sem fins lucrativos – instituição de educação superior mantida por ente privado, sem fins lucrativos, podendo ser beneficente ou não beneficente. Pública estadual – instituição de educação superior mantida pelo Poder Público Estadual, com gratuidade de matrículas e mensalidades. Pública federal – instituição de educação superior mantida pelo Poder Público Federal, com gratuidade de matrículas e mensalidades. Pública municipal – de educação superior mantida pelo Poder Público Municipal, com gratuidade de matrículas e mensalidades (Brasil, 2019b).

Figura 18 – Artigo 206 do Decreto nº 19.852/1931²¹

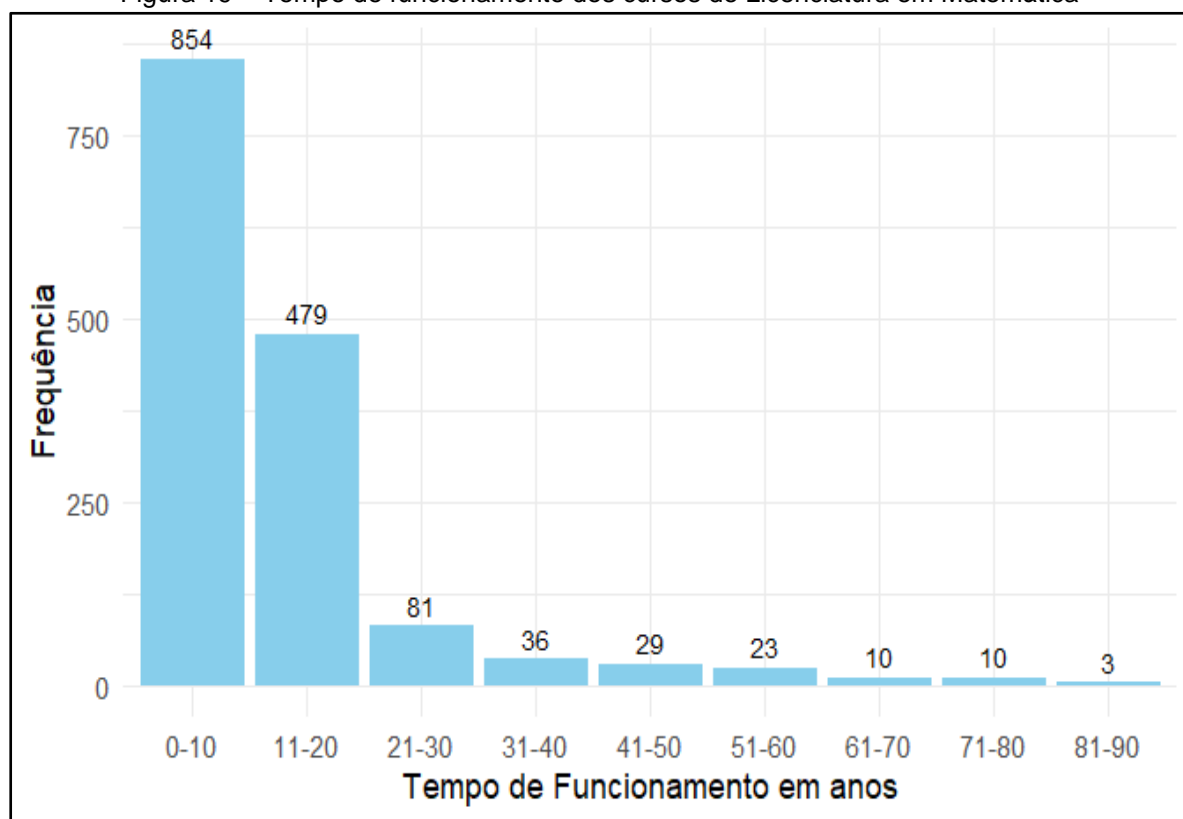


Fonte: arquivo histórico do Inep (1931).

Diante disso, a Figura 19 ilustra o tempo de funcionamento dos cursos ativos de Licenciatura em Matemática brasileiros, ressaltando-se que a média encontrada quanto ao período de atividade é de 11,8 anos – desvio padrão = 12,8, com moda de 15 anos e mediana igual a oito anos. Dessa maneira, percebe-se que a maioria dos cursos é considerada nova (cursos com no máximo 20 anos), nascida sob a égide da proposição das novas diretrizes curriculares para os cursos de Licenciatura em Matemática que rompiam com a caracterização 3 + 1, três anos de disciplinas de bacharelado e um ano de disciplinas pedagógicas. Assim, espera-se cursos cuja formação didática do/a professor/a de Matemática seja o centro das propostas curriculares.

²¹ **Transcrição da Figura:** “Art. 206. A frequência e habilitação nos cursos seriados da Faculdade de Educação, Ciências e Letras conferirão diplomas, de acordo com os seguintes itens; I Secção de Educação: a) Licenciado em Educação. II. Secção de Ciências: a) **Licenciado em Ciências Mathematicas**; b) Licenciado em Ciências Physicas; c) Licenciado em Ciências Chimicas; Licenciado em Ciências Naturaes. III Secção de Letras: a) Licenciado em Letras; b) Licenciado em philosophia; c) Licenciado em História e Geographia; Licenciado em Letras vivas (sic)” (Brasil, 1931).

Figura 19 – Tempo de funcionamento dos cursos de Licenciatura em Matemática



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A média da carga horária encontrada foi 3.113h (desvio padrão = 351,27), mediana de 3.170h e moda de 2.960h. Quanto à carga máxima encontrada, foi do curso cujo código no E-Mec é 1.331.356, com 4.420 horas. Esse curso pertence à categoria administrativa privada sem fins lucrativos, com turno de funcionamento noturno e integralização mínima de quatro anos. A menor carga horária encontrada foi de 2.800 horas em 77 cursos. O tempo para integralização médio desses cursos foi de 4 anos (desvio padrão = 0,56), com o mínimo de 3 anos e máximo de 4,5 anos.

Observa-se que a Resolução CNE/CP n.º 2, de 20 de dezembro de 2019 (Brasil, 2019 a), aduz uma carga horária mínima para formação inicial de 3.200h. Nesse sentido, é possível que, na data, alguns desses cursos estivessem em atualização dos PPCs, pois a adequação foi adiada pela Resolução CNE/CP nº 2, de 30 de agosto de 2022 (Brasil, 2022d).

As 3.200 horas mínimas devem estar distribuídas em conhecimentos científicos, educacionais e pedagógicos, conhecimentos específicos da área da licenciatura, prática pedagógica e estágio, objetivando garantir o desenvolvimento, pelo licenciando, das competências gerais e das aprendizagens essenciais quanto

aos aspectos intelectual, físico, cultural, social e emocional de sua formação (Brasil, 2019a).

A avaliação dos cursos superiores brasileiros ocorre por meio do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), o qual contabiliza diversos indicadores de qualidade, entre os quais serão destacados o Enade, o Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD), o Conceito Preliminar de Curso (CPC) e o Conceito de Curso (CC). A Tabela 7 mostra uma síntese desses indicadores em relação aos cursos de Licenciatura em Matemática, conforme dados obtidos pelo Cadastro E-mec relativos ao último ano de avaliação publicado no ano de 2023.

Tabela 7 – Síntese dos indicadores de avaliação dos cursos

Indicador	Média	Desvio-padrão	Mediana	Moda	Máximo	Mínimo
Enade	2,91	0,93	3	3	5,0	1
IDD – Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado	3,04	0,87	3	3	5,0	1
CPC – Conceito preliminar de curso	3,23	0,73	3	3	5,0	1
CC – Conceito de Curso	3,66	0,59	4	4	5,0	2

Fonte: dados de pesquisa (2024).

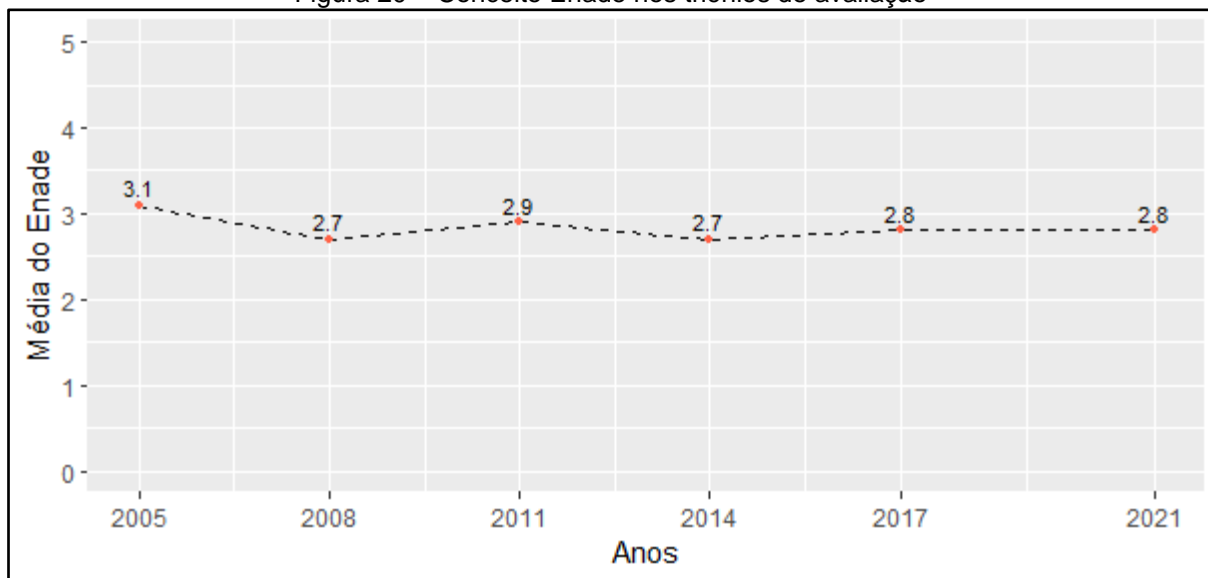
O Conceito Enade é um indicador de qualidade que avalia os cursos por intermédio dos desempenhos dos estudantes a partir dos resultados do exame Enade. Os valores possíveis vão de 1 (pior situação) a 5 (melhor situação). Os cursos com apenas um ou sem nenhum concluinte participante não obtêm o Conceito Enade, ficando na condição de Sem Conceito (SC) (Brasil, 2018b, p. 173).

O Enade mensura as competências dos sujeitos por meio de uma avaliação obrigatória aos concluintes e que mede conhecimentos profissionais gerais e específicos, tendo como base matrizes de competências referenciadas nas portarias publicadas em cada edição (Brasil, 2014; 2017a; 2021). Além disso, conforme Rabelo (2013), aspectos distintos de informações obtidas com a aplicação do Enade, bem como, do seu questionário socioeconômico, podem gerar diversos indicadores que podem ser de interesse do poder público, gestores de IES e comunidade acadêmica em geral.

Dessa forma, foram compilados os dados do conceito Enade dos cursos dos seis primeiros anos avaliados (2005, 2008, 2011, 2014, 2017 e 2021), cuja média é ilustrada na Figura 20. Verificou-se que, durante os triênios de avaliação do curso, o desempenho dos/as estudantes, em termos de habilidades e de competências para o

ensino de Matemática, se manteve praticamente inalterado, com leve redução entre a primeira e a última medição – um dado passível de reflexões e de intervenções por parte de IES e dos próprios órgãos regulatórios.

Figura 20 – Conceito Enade nos triênios de avaliação



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) busca mensurar o valor agregado pelo curso ao desenvolvimento dos/as estudantes concluintes, considerando seus desempenhos no Enade e no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), como medida de aproximação das suas características de desenvolvimento ao ingressarem no curso de graduação avaliado (Brasil, 2022c). Como observa-se na Tabela 7, a mediana do IDD dos cursos de Licenciatura em Matemática brasileiros indica que 50% deles estão em um padrão de desempenho 3.

O CPC é um indicador de qualidade que avalia os cursos de graduação com base na avaliação de desempenho de estudantes, no valor agregado pelo processo formativo e em insumos referentes às condições de oferta – corpo docente, infraestrutura e recursos didático-pedagógicos. Os cursos que não tiveram, pelo menos, dois/duas estudantes concluintes participantes não têm seu CPC calculado, ficando Sem Conceito (SC) (Brasil, 2022c). Os cursos de Licenciatura em Matemática apresentam uma média do CPC ainda distante do valor máximo 5,0, o que promove a ideia de melhorias estruturais e de ensino amplas em termos de Brasil.

O Conceito de Curso (CC) é a nota final de qualidade dada pelo MEC aos cursos de graduação das instituições de ensino superior no Brasil. Esse conceito final

é feito a partir de uma avaliação presencial dos cursos pelos técnicos do MEC e pode confirmar ou modificar o CPC (Brasil, 2022c).

A observação desses indicadores é profícua para a melhoria das ofertas de formação acadêmica no âmbito da educação superior, uma vez que são importantes subsídios para a tomada de decisão no contexto de direcionamento das políticas públicas, bem como na transformação e na melhoria da qualidade de cada IES na sua realidade de trabalho (Hoffmann *et al.*, 2014).

Diante das abordagens desta seção, é possível concluir que, embora os cursos de Licenciatura em Matemática tenham surgido no Brasil há cerca de 90 anos, sua interiorização foi mais demorada e se concretizou nas últimas duas décadas, impulsionada pelo fenômeno da Educação a Distância (EaD). Também, os indicadores educacionais trazem informações de que ainda há muito a ser desenvolvido em termos de ampliar a qualidade da formação inicial docente nessa área. Na próxima seção serão discutidos aspectos curriculares das universidades que disponibilizam seus PPCs no sítio apontado no Cadastro E-mec.

5.2 CENÁRIO DA FORMAÇÃO ESTATÍSTICA DO/A LICENCIANDO/A EM MATEMÁTICA

Nesta seção será apresentada, primeiramente, a descrição dos cursos que tiveram seu PPC analisado, considerando aspectos quantitativos e análise de indicadores de qualidade do Sinaes. Posteriormente, foi explorada a formação estatística e os recursos didáticos-pedagógicos propostos nesses documentos, compondo um cenário curricular em relação à Educação Estatística na Licenciatura em Matemática.

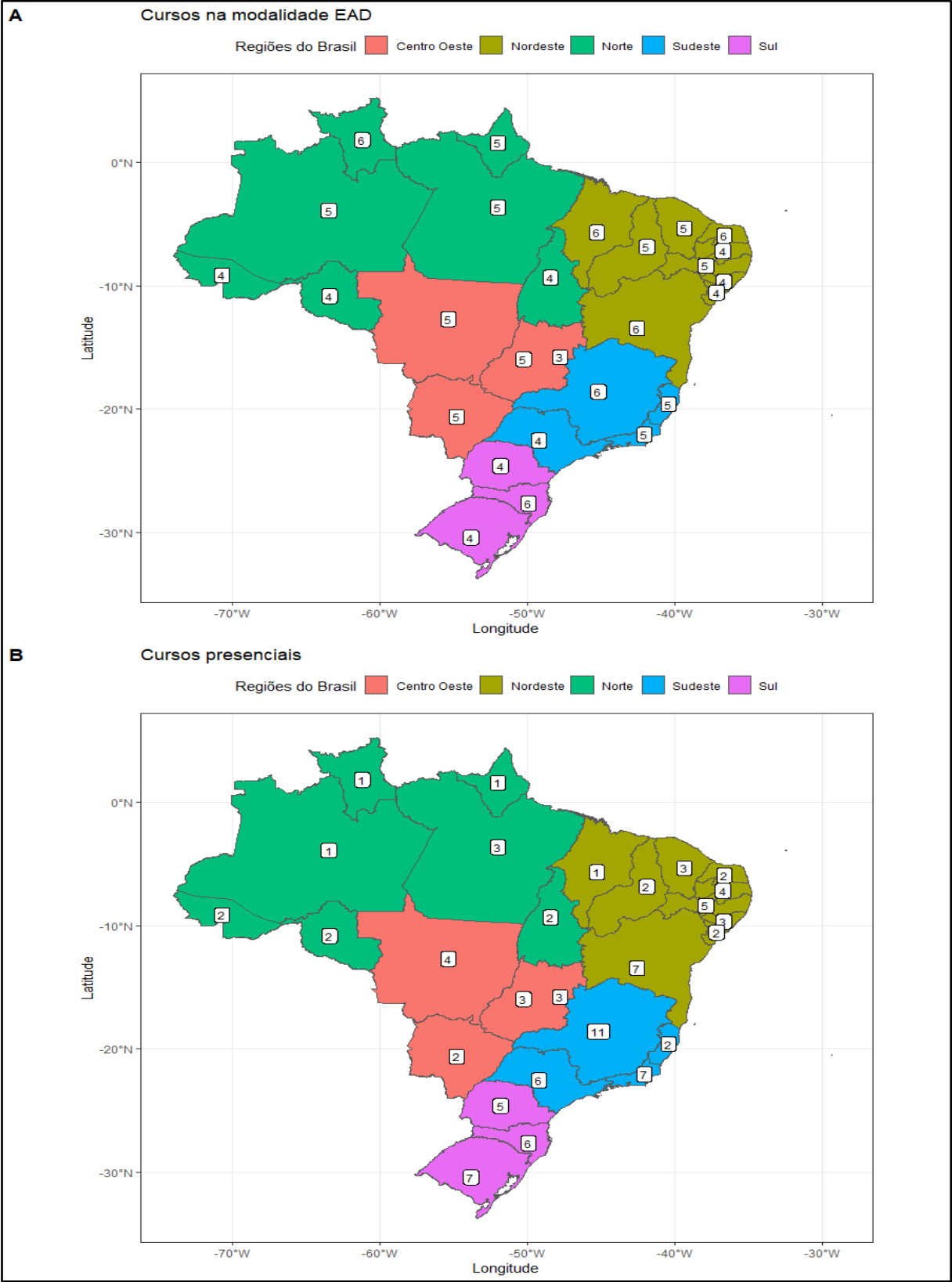
5.2.1 Descrição da amostra de cursos

Após a análise dos cursos ativos presentes no Cadastro E-Mec, foram identificadas e retiradas aleatoriamente as universidades que disponibilizam mais de um curso de Licenciatura em Matemática em um mesmo estado da federação. Assim, uma mesma universidade foi representada uma única vez em cada estado, resultando uma amostra inicial de 1.143 cursos.

Em seguida, buscou-se os cursos que disponibilizavam seu PPC de forma *online* no endereço eletrônico do Cadastro E-mec. Desse modo, a amostra analisada

foi composta por 227 cursos de Licenciatura em Matemática, sendo 97 unidades presenciais e 130 unidades EaD. Os mapas apresentados na Figura 21 mostram a distribuição desses cursos no Brasil, em uma perspectiva amostral, indicando que o estado da federação com maior número de cursos na modalidade presencial é Minas Gerais, com 11 cursos. Já os cursos EaD apresentam-se em maior quantidade em Roraima, Maranhão, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Santa Catarina (todos com seis cursos). Considerando a região, há maior concentração de cursos presenciais na região Nordeste do país, com 29, seguida pelo Sudeste (26), Centro Oeste (18), Sul (18) e Norte (12). Quanto aos cursos à distância, a maior concentração de cursos também está no Nordeste do país (45), seguido pelo Norte (33), o Sudeste (20), o Centro Oeste (18) e o Sul (14).

Figura 21 – Mapas de distribuição dos cursos



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Com relação à quantidade de PPCs unitários analisados há um aspecto a ser ressaltado. O processo de busca por esse documento resultou em 110 PPCs que

pertencem a um curso que atende a uma única localidade e sete PPCs distribuídos em cursos que atendem 117 localidades. Para a pesquisa, foi considerado o curso como unidade, uma vez que são contabilizados pelo Cadastro E-mec como um curso para cada localidade, mesmo possuindo a mesma documentação legal e mesmo código. Os cursos que tiveram seus PPCs estudados estão especificados no Quadro 4, identificados pelo número de Cadastro E-mec.

Quadro 4 – Representação dos PPCs por curso

	Representação por curso	Código do Cadastro E-mec
PPCs unitários	110	123.356, 100.690, 5.000.912, 109.948, 113.970, 116.738, 123.177, 123.519, 1.102.402, 1.111.510, 1.117.203, 1.128.938, 1.153.801, 1.182.765, 1.284.904, 1.292.767, 1.300.375, 1.321.332, 1.330.366, 1.331.356, 26, 34, 637, 1.035, 3.407, 3.615, 3.675, 11.163, 11.540, 11.591, 99.898, 12.354, 13.402, 13.448, 13.619, 13.873, 14.121, 14.542, 15.413, 15.868, 16.272, 17.154, 19.396, 20.315, 20.854, 21.578, 21.843, 21.427, 41.069, 41.490, 44.372, 50.439, 54.926, 59.426, 68.313, 86.396, 91.837, 95.055, 96.158, 96.481, 96.913, 96.955, 98.558, 99.460, 99.503, 100.369, 101.556, 102.152, 102.576, 109.356, 113.295, 114.556, 116.882, 117.052, 120.389, 122.122, 122.358, 123.494, 150.051, 1.101.770, 1.102.963, 1.103.025, 1.103.556, 1.103.657, 1.103.912, 1.128.030, 1.142.320, 1.154.825, 1.156.565, 83.302, 1.160.424, 1.166.758, 1.178.954, 1.185.309, 1.260.434, 1.264.336, 1.270.326, 1.270.371, 1.300.375, 1.330.384, 1.349.112, 1.399.848, 1.414.995, 1.442.119, 1.457.267, 1.477.654, 1.518.083, 5.000.493, 5.001.337, 1.190.159
PPCs que representam mais de um curso	22	123.472
	2	1.184.450
	26	1.190.159
	2	1.193.885
	12	1.483.490
	27	99.952
	26	100.309

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Ressalta-se que a amostra é composta por 15% do total dos cursos ativos brasileiros, na proporção de 17,11% dos cursos do Norte, 16,44% do Nordeste, 15,38% do Sul, 11,5% pertencentes ao Sudeste e 14,63% ao Centro-Oeste. Desses, 85 (37,44%) são da categoria administrativa federal; 14 (6,17%) são estaduais; dois (0,88%) municipais, 82 (36,12%) privados com fins lucrativos, 43 (18,94%) privados sem fins lucrativos e um (0,44%) da categoria especial.

Quanto ao tempo de funcionamento, na data base –14/06/2021 –, o curso mais antigo contava com 59 anos, sendo a média 14,47 (desvio padrão = 10,1) e mediana

igual a 13 anos. Dessa maneira, os cursos amostrados constituem um grupo de cursos cuja maioria entrou em funcionamento nas duas primeiras décadas do século XXI.

A amostra concentra 130 cursos EaD. Os cursos ofertados na forma presencial são preponderantemente noturnos (54) e o restante é distribuído em vespertino e matutino (13 cursos), período integral (9) e ainda 21 cursos que atendem mais de um turno – matutino e noturno. Essa distribuição era esperada, uma vez que os cursos de licenciatura têm raízes na realidade do/a estudante-trabalhador/a. Rehder (2006) já falava dos bastidores do ensino noturno na Licenciatura em Matemática, apresentando um cenário em que os saberes necessários às futuras vivências profissionais desse/a docente acabam por apresentar lacunas. Isso porque,

O período de formação inicial onde ocorre a integração dos saberes é um momento difícil para o aluno-trabalhador do período noturno, pois a conciliação entre estudo e trabalho precisa ser compartilhada de tal forma que possam caminhar juntos sem que um atrapalhe o outro (Rehder, 2006, p. 130).

Também podemos considerar o ensino EaD sob a mesma ótica, uma vez que são cursos voltados para o/a aluno/a-trabalhador/a que está inserido/a no mercado de trabalho ou procura uma inserção, portanto, espera que os estudos não se transformem em impedimento à busca de seu sustento.

A Tabela 8 contém a frequência dos cursos de acordo com a faixa de notas dos indicadores relacionados ao Sinaes: Enade, IDD, CPC e CC. Há ocorrência de IES sem medições, em razão de não possuírem mais que dois/duas concluintes. Para o IDD, o curso também deve atingir 20% do total de estudantes concluintes participantes do Enade, com dados recuperados da base de dados do Enem. Para o CPC, o cálculo só é realizado para cursos com, no mínimo, dois/duas estudantes com resultados válidos no Enade. Já o CC depende dos indicadores anteriores (Brasil, 2022c).

Tabela 8 – Distribuição de frequências quanto aos indicadores do SINAES

	Enade	CPC	CC	IDD
1 + 2	3	0	0	2
2 + 3	110	6	0	9
3 + 4	53	125	52	129
4 + 5	18	51	87	17
5	7	6	5	7
Sem conceito (SC)	3	3	0	0
Não observado (-)	33	36	83	63
Totais	227	227	227	227

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Em virtude de a amostra apresentar IES para as quais não foi encontrada nota para cada um dos indicadores, as estatísticas descritivas relativas a eles foram calculadas descontando-se os cursos com falta de dados, gerando um n diferente para cada indicador, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Desempenho da amostra de acordo com os indicadores do Sinaes

	Enade (n= 191)	CPC (n=188)	CC (n= 144)	IDD (n= 164)
Média	2,56	3,30	3,67	3,11
Desvio-Padrão	0,83	0,58	0,54	0,60
Mediana	2	3	4	3
Moda	2	3	4	3
Mínimo	1	2	3	1
Máximo	5	5	5	5

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Os dados da Tabela 9, com relação ao Enade, informam que 50% dos cursos foram avaliados com índice até 2, destacando, também, uma moda igual a 2, distante do valor máximo para o indicador, que é 5. Como essa avaliação considera os resultados de uma prova de conhecimentos profissionais, há indícios de que os cursos precisam efetuar melhorias nos seus processos didático-pedagógicos.

Na próxima seção serão exploradas evidências relativas à formação estatística do/a futuro/a professor/a, as quais estão presentes nos PPCs dos cursos de Licenciatura em Matemática amostrados.

5.2.2 Formação estatística e Educação Estatística

Quanto à presença da Estatística na grade curricular dos cursos, a maioria apresenta uma disciplina relacionada à Estatística, à Probabilidade ou ao Tratamento da informação no PPC analisado, conforme Tabela 10, com carga horária média por disciplina de 65 horas e, por curso, de 113 horas, sendo inclusos todos os tipos de disciplinas ligadas à Estatística, sejam práticas ou teóricas.

Tabela 10 – Número de disciplinas e quantidade de cursos

Quantidade de disciplinas	Frequência de cursos
Não encontrada	2
1	113
2	44
3	59
4	5
5 ou mais disciplinas	4

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Em dois cursos não foi possível constatar a disciplina de Estatística no quadro de componentes curriculares. No primeiro deles não foi encontrada no PPC. O segundo não previa grade curricular para se efetivar a constatação, porém, na análise do documento, havia citação à Estatística como uma das habilidades almejadas para o egresso, conforme se observa no excerto: o “[...] licenciado em matemática é o de um profissional dotado de: [...]b) formação acadêmica complementar em outras áreas tais como Física, Estatística, Computação e Economia, que permita ampliar conhecimentos gerais e focar em salas de aula os aspectos multidisciplinares da matemática” (Dados de pesquisa, 2024). Ambos os cursos pertencem à esfera pública federal, sendo, o primeiro, ofertado na modalidade EaD e, o segundo, presencial noturno.

Esses achados convergem para o mapeamento sistemático de Schreiber e Porciúncula (2019), que encontraram, nos trabalhos avaliados, indicações de que, na Licenciatura em Matemática, a Probabilidade e a Estatística em geral estão incluídas em uma disciplina com carga horária de 60 horas. A Estatística é considerada como uma componente da Matemática e com ênfase na manipulação de algoritmos, sendo que a situação corrobora para fragilidades na formação estatística do/a futuro/a educador/a.

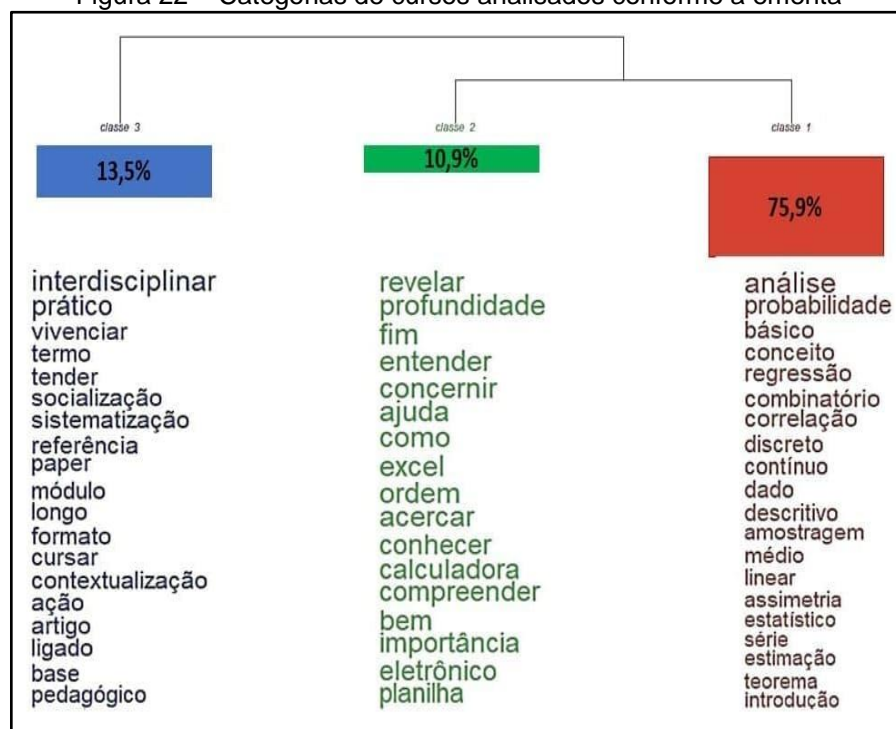
Apenas 18 cursos apresentaram disciplinas que adentram os domínios da Educação Estatística. Esse resultado converge para os estudos de Damin, Santos e Pereira (2016, p. 268), que abordam a inexistência de disciplinas com ementas que contenham aspectos da Educação Estatística, ou seja,

[...] a Estatística se difere da Matemática, assim ela deveria ser tratada de forma especial na grade curricular do curso de Licenciatura em Matemática, visto que, as teorias da Educação Estatística são fundamentais nesses cursos para o desenvolvimento docente do futuro professor de Matemática que será também um educador estatístico.

Diante desses aspectos, as ementas das disciplinas dos cursos amostrados foram analisadas pela ferramenta CHD do Iramuteq, sendo possível interpretá-las como um corpus textual, identificando similaridades e associações. Desse modo, dos 227 cursos estudados, 187 disponibilizavam no PPC suas matrizes curriculares, as quais continham o ementário. Estes, geraram 14.895 ocorrências (palavras e vocábulos), sendo 766 formas e 281 palavras que aparecem uma única vez. Foram consideradas para análise as classes gramaticais: verbos, advérbios, adjetivos e substantivos, sendo obtidos 483 segmentos de texto.

As ementas geraram, na análise, três categorias, ocupando 407 segmentos de texto (ST) (84,27%) do *corpus* total. A categoria 1, denominada “Conteúdo”, representou 75,9% da estrutura da CHD, com 309 ST; a 2, denominada “Recurso”, representou 10,9%, com 44 ST, e a 3, chamada “Pedagógico”, deteve 13,5% dos dados, com 54 ST. A Figura 22 traz as categorias obtidas no Iramuteq e as palavras com associação significativa a cada uma delas com $\chi^2 > 3,80$, $g(l)=1$ e $p\text{-valor} < 0,05$. O nível de significância adotado para as análises estatísticas é $\alpha = 5\%$. No Apêndice C, consta uma tabela com a lista de palavras geradas por teste de associação qui-quadrado, as quais aparecem no filograma ligado ao dendrograma.

Figura 22 – Categorias de cursos analisados conforme a ementa



Fonte: elaborada pela autora (2024).

As palavras associadas a cada categoria fornecem indícios de que há três tipos de ementários na amostra, ou seja, cursos mais direcionados aos aspectos da Educação Estatística, cursos que evidenciam recursos de ensino-aprendizagem e cursos cujo conteúdo conceitual e procedimental da Estatística tem mais espaço. Para otimizar a visualização das classes, buscou-se perceber semelhanças de vocabulário entre si e na própria classe.

Assim, a categoria 1 (Conteúdos) associa palavras como “análise”, “probabilidade”, “regressão”, “combinatória”, “correlação”, entre outras associações significativas que caracterizam os conteúdos presentes nas diversas ementas

estudadas. Os cursos que possuem essas ementas tendem a ter objetivos de ensino de Estatística mais aproximados ao ensino da técnica do que de aspectos de ensino e da Educação Estatística. O excerto do *corpus* que contém a ementa de Probabilidade e Estatística do curso 14.542 ilustra a categoria Conteúdos: “Elementos de Probabilidade. Variáveis Aleatórias. Distribuições de Probabilidade. Distribuição Amostral dos Estimadores. Estimação. Testes de Hipóteses. Anova. Regressão linear” (Curso 14.542, dados de pesquisa, 2024).

A categoria 2 (Recursos) associa palavras que dão ideia de procedimentos: “fim”, “como”. Também são significativas as associações entre “revelar” e “compreender”, indicando objetivos de formação presentes no ementário. Ainda é preciso destacar palavras tais como “Excel”, “planilha”, “calculadora”, “eletrônico”, que evidenciam alguns recursos de ensino-aprendizagem contidos na ementa com fins de ensino dos conteúdos, com os quais os/as licenciandos/as interagem durante a formação inicial e podem integrá-los em suas futuras práticas em sala de aula. Um exemplo pode ser encontrado na ementa do curso 123.472 referente à disciplina de Probabilidade e Estatística:

O estudo da Probabilidade se baseia nas noções de teoria de conjuntos, nas técnicas de contagem e Análise Combinatória. Revela a diferença entre a Probabilidade frequentista, a Probabilidade condicional e independência, população e amostra. No que concerne os estudos acerca da Estatística, revela como entender as distribuições, gráficos de frequências, medidas de tendência central, medidas de posição e de ordem e medidas de dispersão. Por fim, ajuda a compreender a importância de conhecer com profundidade as planilhas eletrônicas do Excel, bem como a utilização das calculadoras científicas (Curso 1.123.472, dados de pesquisa, 2024).

A Categoria 3 (Pedagógico) possui contexto léxico ligado a ensino-aprendizagem, sendo possível detectar aspectos didáticos (como em “socialização” e “contextualização”). Ainda, pode-se observar possíveis atividades de ensino, como “*paper*” e “artigo”. A palavra “interdisciplinar” também se apresenta com sentido associado ao ensino, como no segmento de texto extraído pelo Iramuteq da ementa nomeada como EM_121²² nas análises:

Momento pedagógico interdisciplinar de contextualização de conteúdos teóricos e práticos vivenciados nas disciplinas cursadas ao longo do módulo tendo como base os Termos de Referências. Desenvolvimento de projetos e

²² Neste capítulo, as ementas são nomeadas como “EM” acompanhada de *underline* e sua respectiva numeração quando da organização do *corpus* textual, conforme a ordem em que foram inseridas no *corpus*.

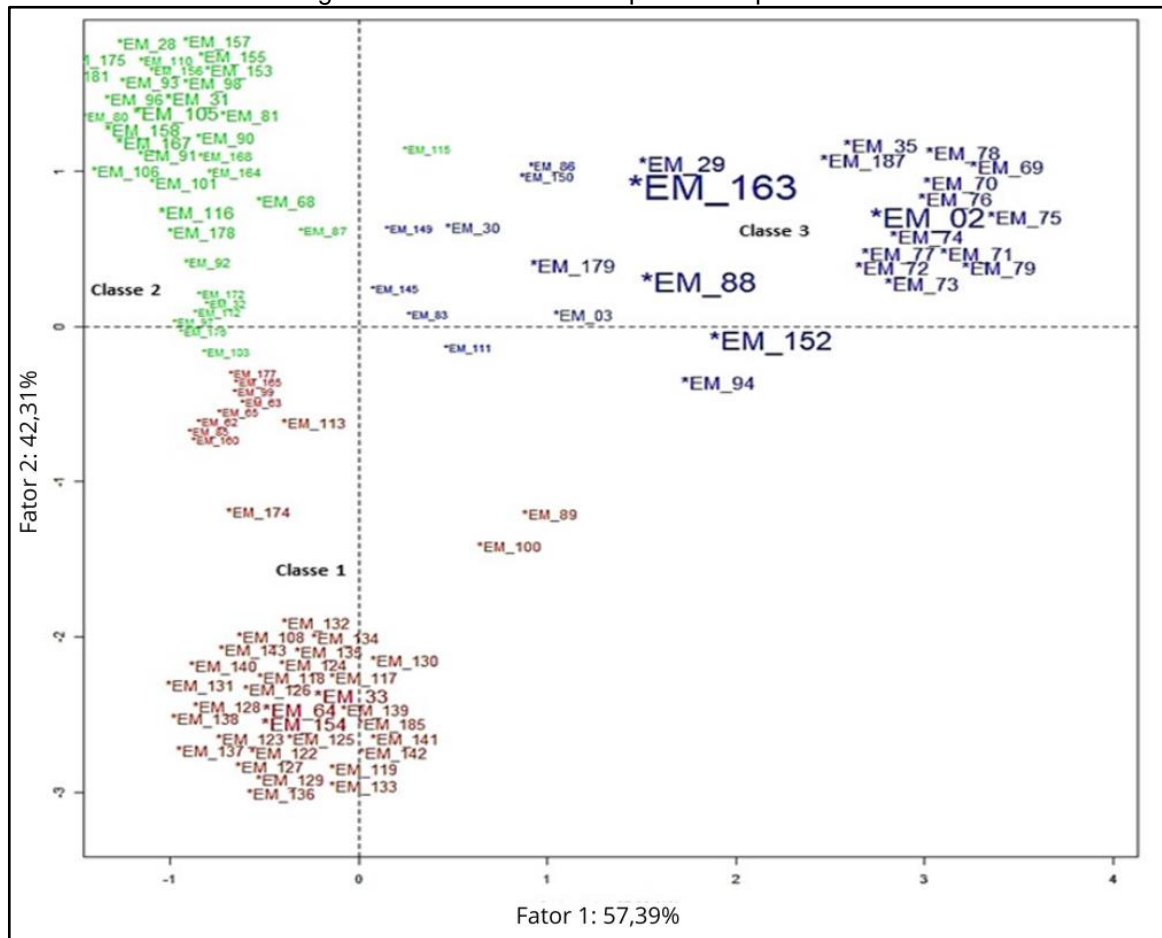
ações ligadas à prática pedagógica. Sistematização de artigo no formato paper. Socialização (Curso 99. 952, dados de pesquisa, 2024).

Essa categoria traz muitas potencialidades para o ensino de Matemática, destacando-se o trabalho colaborativo entre professores/as, o qual, juntamente com recursos que vão do lápis e papel aos ambientes computacionais, pode dar um novo caráter à aula de Matemática, facilitando o processo de ensino-aprendizagem, conforme afirmam Borba e Gasparini (2015).

A intersecção dessas categorias retrata algumas concepções encontradas na Abordagem Documental do Didático, uma vez que emergem, dela, o desenvolvimento e o compartilhamento de práticas, a interação e a tecnologia. Dessa maneira, compreende-se o “pedagógico”, os “recursos” e o “conteúdo” como um processo dinâmico e colaborativo de movimentos da prática docente, ao qual Garavit (2021) define como uma evolução contínua à medida que as pessoas interagem com as demandas de trabalho, aprendizagem e conhecimento, equilibrando-as com quem e com quais recursos trabalham.

Para o estudo da aproximação entre os cursos, foi utilizada a Análise Fatorial por Correspondência (AFC), que é uma representação gráfica dos dados para a visualização da proximidade entre palavras (Salviati, 2017). Desse modo, a Figura 23 ilustra a distância léxica entre as classes e traz a representação das ementas por categorias.

Figura 23 – Análise Fatorial por Correspondência



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A AFC resultou em dois fatores que explicam 57,39% e 42,31% da distribuição do *corpus* textual, os quais estão representados nos eixos x e y, respectivamente. A classe 1²³ localiza-se no terceiro quadrante, a classe 2 pertence ao segundo e a classe 3 ao primeiro quadrante. É possível observar que algumas das ementas tendem a se distanciar da classe a que pertencem por apresentarem aspectos diferenciados, considerando-se conteúdos e a presença ou não da Educação Estatística.

Assim, diante da AFC apresentada, podemos discriminar no modelo léxico três tipos de curso: aqueles que apresentam o conteúdo e a técnica estatística, os que associam recursos didáticos de aprendizagem de Estatística e os que incluem a dinâmica da Educação Estatística, confirmando a categorização por CHD.

Dos 227 PPCs analisados, observou-se a presença de alguma informação quanto à formação para a Educação Estatística em 55 cursos. No entanto, termos ligados à Educação Estatística – como, “letramento estatístico”, “pensamento

²³ As classes obtidas por CHD não estão numeradas de acordo com as obtidas por AFC.

estatístico” ou “raciocínio estatístico” – são evidenciados em 18 cursos, aparecendo nos referenciais adotados ou no ementário de componentes curriculares, como informa o Quadro 5, que apresenta, identificados pelo número no Cadastro E-mec, as disciplinas e respectivos ementários.

Quadro 5 – As disciplinas de Educação Estatística encontradas nos PPCs

(continua)

Curso	Disciplina (em negrito) e Ementa
123.366	Laboratório de prática de ensino de matemática: análise, estruturação de conteúdos matemáticos e implementação das atividades práticas de ensino de matemática das componentes curriculares de Álgebra II, Cálculo V e Estatística no Ensino fundamental, Médio e Superior. Elaboração e análise de instrumentos didáticos de avaliação e de ensino-aprendizagem de matemática.
5.000.912	Laboratório de prática de ensino de matemática: conceitos fundamentais e aspectos da aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento geométrico e combinatório/estatístico/probabilístico no Ensino Médio. Preparação, execução e avaliação de Sequências de Ensino para alunos do Ensino Médio (Análise de livros didáticos, pesquisa, criação, produção e adaptação de alternativas para promover o ensino e a aprendizagem de conceitos relativos à: Geometria, Combinatória, Estatística e Probabilidade; Apropriação de recursos tecnológicos computacionais e materiais manipuláveis para a aprendizagem de conceitos relativos à: Geometria, Combinatória, Estatística e Probabilidade).
1.102.402	Educação estatística: Algumas notas históricas sobre Estatística e Probabilidade. Aplicações da Estatística: o homem em seu mundo biológico, político, social e físico. Por que ensinar Estatística? Objetivos básicos do ensino de Estatística e probabilidade. A Estatística e a Probabilidade no currículo de Educação Básica. Considerações metodológicas: a Estatística e a Probabilidade como tema interdisciplinar, recursos, enfoque exploratório, uso de ferramentas tecnológicas no seu ensino. Impactos dos livros didáticos no ensino de Estatística e Probabilidade na Educação Básica. Erros e dificuldades na compreensão dos conceitos estatísticos e probabilísticos fundamentais. Análise didática de situações de ensino e aprendizagem.
1.111.510	Ensino de matemática - Combinatória e Probabilidade: A aprendizagem e o ensino de Combinatória, Probabilidade e Estatística no Ensino Fundamental e Médio. Articulação entre os conteúdos que permeiam os currículos do Ensino Básico e a própria matemática. Identificação dos pontos de dificuldade tanto para o ensino como para a aprendizagem destes conteúdos. Utilização e análise de jogos matemáticos, calculadora, <i>softwares</i> , recursos tecnológicos digitais e vídeos disponibilizados na Internet. Confeção de material didático para o ensino do conteúdo abordado. Sequências de Ensino de Matemática - Combinatória, Probabilidade e Estatística - nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Planos de ensino de matemática: estrutura, análise e elaboração. Aspectos do processo avaliativo.
1.035	Ensino de Estatística na licenciatura: a Estatística nos documentos oficiais da Educação Básica. Noções básicas de estatística descritiva. Teorias de aprendizagem na sala de aula de Estatística. Ciência cognitiva e a Estatística. Pensamento, raciocínio e letramento estatístico. Estratégias pedagógicas no ensino da Estatística. Estatísticas educacionais
11.163	Educação Estatística para Educação Básica: história da Estatística e sua importância no meio educacional. O ensino de Estatística na Educação Básica e os documentos oficiais. Formação de professores para o ensino de Estatística na Educação Básica. Estratégias para o processo de ensino e aprendizagem de Estatística. Tecnologias digitais no ensino de Estatística. O método estatístico. Abordagem didática dos conceitos fundamentais da Estatística.
11.549	Tratamento da informação para a Educação Básica: história da Estatística. A Estatística no Ensino Fundamental. Análise Combinatória, Probabilidade e Estatística no Ensino Médio: novas abordagens. Análise dos Conceitos Estatísticos nos Livros Didáticos. O ensino da Estatística por meio de <i>softwares</i> , jogos e Materiais Curriculares.

Quadro 5 – As disciplinas de Educação Estatística encontradas nos PPCs

(continua)

Curso	Disciplina (em negrito) e Ementa
11.591	<p>Tópicos especiais em matemática I: história da educação matemática. História da educação matemática e formação de professores.</p> <p>Educação Estatística. Interpretação de gráficos, tabelas, coleta de dados e o tratamento da informação. Letramento estatístico. A geometria dos fractais. Fractais e caos.</p> <p>Recursos tecnológicos no ensino de matemática: Tecnologia e educação matemática. O lugar da informática na constituição de uma nova sociedade do conhecimento. Ensino de matemática à distância. Avanço do currículo relativo à utilização da tecnologia (calculadoras e computadores) no ensino e aprendizagem da matemática, em nível nacional e internacional. Tecnologia atualmente disponível (calculadoras, aplicativos e Internet) relevante ao ensino e aprendizagem da matemática e sua utilização pedagógica. Limites (implicações) e possibilidades (potencialidades) da tecnologia abordada diante das áreas temáticas curriculares: número e cálculo; funções; álgebra; geometria; estatística e probabilidade. Elaboração e execução de aulas simuladas com a utilização de aplicativos educacionais.</p>
15.413	Instrumentalização para o ensino da matemática VI: articulação da teoria e da prática em torno do tema Probabilidade e Estatística numa postura reflexiva buscando construir uma atitude crítica do professor em formação, por meio da análise de atividades desenvolvidas para a Educação Básica. Uso de tendências metodológicas em Educação Matemática. Análise e produção de material didático para o ensino e a aprendizagem de Probabilidade e Estatística na Educação Básica.
123.354	<p>Matemática e realidade: proporção e porcentagem. A importância do método estatístico na pesquisa científica e na construção do conhecimento. Natureza dos dados estatísticos. População e amostra. Tipos de séries estatísticas. Apresentação tabular e gráfica das séries estatísticas. Distribuição de frequência: tabelas e gráficos. Diagrama de ramo-e-folhas. Medidas de tendência central. Medidas de dispersão. Relação entre medidas de tendência central e de dispersão e a forma da distribuição. Juros simples e compostos. Empréstimos. Depreciação. Inflação. Correção monetária.</p> <p>Tópicos especiais em ensino de matemática IV: contribuições das pesquisas em Educação Matemática para o ensino da matemática escolar, na vertente de Educação Estatística. Estudo dos aspectos relacionados à articulação entre Educação Estatística e o ensino de matemática na Educação Básica. O discente aplicará o conteúdo teórico estudado por meio da elaboração de produtos extensionistas voltados à Educação Básica com o acompanhamento do docente.</p>
17.154	Estatística: introdução à análise exploratória de dados. Tipos de variáveis. Técnicas de amostragem. Representação tabular e gráfica. Medidas de posição e dispersão. Assimetria e curtose. Análise bidimensional. Assimetria e curtose. Correlação e regressão linear. Softwares estatísticos e planilhas eletrônicas. Educação Estatística: possibilidades e desafios.
41.490	Tratamento da informação para o ensino fundamental e médio: leitura, interpretação e construção de gráficos (colunas, setores, histogramas e polígonos de frequência). Leitura, interpretação e construção de tabelas: frequência, frequência relativa. Medidas de tendência central (média, moda e mediana), compreendendo seus significados para fazer inferências. Construção do espaço amostral utilizando o princípio multiplicativo e a indicação da probabilidade de um evento por meio da razão. Elaboração de experimentos e simulações para estimar probabilidades e verificar probabilidades previstas.
1.300.375	Laboratório de ensino em introdução à Probabilidade: Tópicos selecionados da ementa da disciplina Análise Combinatória.
96.955	Educação Estatística: a literacia, o raciocínio e o pensamento estatísticos; Aspecto histórico e trajetória da Educação Estatística; O ensino de Estatística no ensino fundamental e médio; Informática e Educação Estatística; Tendências em Educação Estatística.

Quadro 5 – As disciplinas de Educação Estatística encontradas nos PPCs

(conclusão)

Curso	Disciplina (em negrito) e Ementa
114.556	Pesquisa e ensino e aprendizagem da matemática: etnomatemática. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Aspectos sócio-históricos-culturais no ensino de matemática. Documentos oficiais do Ensino Fundamental e Médio para o ensino de matemática: Análise Combinatória, Probabilidade e Estatística. Avaliação nas aulas de matemática. Tópicos de matemática no Ensino Fundamental e Médio: Análise Combinatória, Probabilidade E Estatística. Construção, problematização, avaliação e uso de recursos didáticos.
1.101.770	Estatística para a Educação Básica: formular pesquisa. Análise exploratória. Probabilidade.
1.142.320	Ensino de Estatística e matemática financeira: a disciplina visa promover discussões sobre o ensino da Estatística, Probabilidade e Matemática Financeira na perspectiva da Educação Matemática, possibilitando ao futuro professor abordar conceitos, fatos e procedimentos presentes em situações-problema da vida cotidiana, das ciências e da tecnologia, que envolvam habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas em seu contexto social, cultural, político e econômico. Para tal, serão discutidos com os futuros professores as seguintes temáticas: Educação Estocástica e sua importância para a formação do professor que ensina matemática; Perspectivas da Educação Estatística como área de investigação em Educação Matemática; O ensino de Matemática Financeira, Estatística e Probabilidade na Educação Básica; Atividades de modelagem estatística voltadas à sala de aula; Educação Financeira nos ensinos Fundamental e Médio; Currículo de Matemática Financeira, Estatística e Probabilidade na Educação Básica; Matemática Financeira, Estatística e Probabilidade na formação inicial e continuada de professores de Matemática; As pesquisas sobre a Educação Financeira como linha de pesquisa em Educação Matemática e Educação Financeira e Sociedade de Consumo.
1.414.995	O ensino de Probabilidade e Estatística: os currículos de Estatística da Escola Básica e da ciência Matemática. Análise de livros didáticos (com prioridade a livros didáticos aprovados no PNLD) e de outros materiais didáticos e paradidáticos. Análises de propostas curriculares oficiais relacionadas ao ensino de Probabilidade e Estatística no Ensino Fundamental e Médio, buscando identificar pontos de dificuldades tanto para o ensino como para a aprendizagem. Preparação e execução de material didático, buscando também incluir tecnologia. Avaliação de experiências relativas à prática do futuro professor.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

O Quadro 5 ilustra os pontos de Educação Estatística que têm importância na construção de aspectos da alfabetização, do letramento, do pensamento e do raciocínio estatísticos, além das potencialidades curriculares, considerando uma abordagem para o/a licenciando/a. Além disso, é possível observar o embasamento teórico dessas temáticas, bem como, pontos das ementas que permeiam a prática, como é o caso dos laboratórios de ensino, da análise de materiais, de livros didáticos, recursos tecnológicos computacionais, materiais manipuláveis, jogos matemáticos, calculadoras e problematizações dos conteúdos. A nuvem de palavras da Figura 24 ilustra as particularidades das componentes curriculares que envolvem a Estatística no curso de Licenciatura em Matemática.

métodos que podem ser direcionados ao/à futuro/a pesquisador/a que usará a Estatística para produzir conhecimentos.

Aulas expositivas e debates. Análise e discussão de dados veiculados por órgãos de pesquisa. Simulação e prática de coleta de dados. Aulas no laboratório de informática para acesso à internet. Livros, periódicos, reportagens, documentos oficiais. Projetor multimídia (Curso 96.481, dados de pesquisa, 2024).

Dos recursos utilizados, se observa, em grande medida, os tecnológicos, como os softwares Excel, Winplot, Geogebra, SPSS, SAS, R, as planilhas eletrônicas e calculadoras. Como forma de práticas de ensino são citadas análise, interpretação de pesquisas, além de coleta e análise de dados. Um recurso frequente é a discussão dos conteúdos de livros didáticos e de textos curriculares sobre os conteúdos estatísticos, além de seminários, palestras, artigos e construção de portfólios.

Salienta-se que o curso 98.558 aborda atividades complementares de ensino no Laboratório de Ensino de Matemática e Estatística (LABEME), o qual consiste em uma plataforma de ensino e aprendizagem voltada para a formação de professores/as e estudantes de Matemática, com enfoque na superação de alguns obstáculos que se apresentam durante o processo de ensino de Matemática no contexto da sala de aula. O objetivo é favorecer o desenvolvimento de habilidades relacionadas à Estatística pelo/a futuro/a professor/a.

Desse modo, embora materiais pedagógicos sejam pouco citados no que tange aos PPCs em análise, os cursos que os abordam propõem uma variedade de recursos com o objetivo de dinamizar as aulas, conferindo um caráter significativo às aprendizagens. Os estudos de Pereira, Dias e Santos Jr. (2018) trazem uma análise dos recursos didáticos para o ensino específico da Estatística na Educação Básica, salientando que

[...] torna-se imprescindível uma atenção para os materiais didáticos que podem contribuir para a efetividade do ensino de Estatística na escola da Educação Básica, pois, sabe-se que o planejamento de uma aula para o trato de tal conteúdo requer, além do conhecimento do mesmo, materiais que sejam facilitadores da compreensão e que permitam ao estudante ir além da simples leitura das informações estatísticas (Pereira; Dias; Santos Jr. 2018, p. 1010).

Cabe ressaltar a importância da manipulação de materiais e de tecnologias com vistas ao ensino da Estatística ainda na formação inicial dos/as futuros/as professores/as de Matemática, uma vez que esses recursos, associados às práticas de ensino, ampliam as potencialidades de aprendizagem.

Quanto aos saberes estatísticos, os PPCs trazem aqueles que convergem para a legislação e diretrizes curriculares vigentes. Contudo, o PPC do curso 1.103.912 discrimina algumas competências estatísticas:

Selecionar, organizar e produzir informações relevantes para interpretá-las e avaliá-las cientificamente. Resolver situações problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo forma de raciocínio e processos como: intuição, indução, dedução, analogia, estimativa e utilizando conceitos e procedimentos estatísticos. Dar um raciocínio combinatório, estatístico e probabilístico por meio da exploração de situação de aprendizagem que levem: coletar, organizar, analisar informações, confrontar, interpretar tabelas, gráficos, formular argumentos convincentes, tendo por base a análise de dados organizados em representações matemáticas diversas. Desenvolver a capacidade de investigação e da perseverança na busca de resultados (Curso 1.103.912, dados de pesquisa, 2024).

Mesmo sendo observadas ementas que convergem para a Educação Estatística, o cenário que se apresenta na Licenciatura em Matemática é ainda profundamente técnico, com poucos cursos inserindo em sua estrutura curricular aspectos formativos da Educação Estatística. Há uma abordagem nítida de cumprimento das legislações e diretrizes, ficando o campo da Estatística encarregado apenas dos conteúdos estatísticos – os fazeres da disciplina historicamente construídos, sem uma abordagem que instrumentalize o/a licenciando/a em Matemática para suas futuras práticas profissionais.

Todavia, há limitações na pesquisa relacionadas à escolha do PPC como unidade de análise, pois, trata-se de um documento geral, não de uma disciplina em particular. Dessa maneira, aspectos mais particulares, como a metodologia de ensino, poderiam ser mais proveitosos se buscados nos planos de ensino de cada disciplina. Assim, são oportunos estudos futuros com escopo nos planos de ensino e nas falas dos/as professores/as por meio de entrevistas e de grupos focais.

No próximo capítulo são apresentadas análises extraídas dos resultados do Enade, por meio da Teoria Clássica dos Testes e da Teoria da Resposta ao Item. Os dados resultantes, entendidos em conjunto, permitem auxiliarem a conceber um *corpus* de saberes estatísticos relacionados ao/a professor/a de Matemática, mostrando qual é o currículo matemático e estatístico, presente nessa avaliação em larga escala.

6 ESTUDO DO ENADE

A análise dos resultados do Enade permite reflexões sustentadas em dados sobre o Ensino Superior no país, seja do ponto de vista pedagógico, seja curricular. Nesse sentido, é de interesse deste estudo investigar características dessa avaliação em larga escala, à qual são submetidos/as os/as concluintes da Licenciatura em Matemática. A finalidade é a de conhecer o processo, identificar as lacunas, as potencialidades e os saberes (dentre eles os estatísticos), os quais podem estar definindo a estrutura dos cursos e, portanto, impactando no desenvolvimento profissional do/a licenciando/a.

As edições do Enade escolhidas para o estudo foram as dos anos de 2014, 2017 e 2021. A escolha se deu porque cada uma delas diz respeito a uma legislação curricular distinta: a primeira representa uma ruptura com a licenciatura 3+1, evidenciando uma integração curricular (Brasil, 2001); a segunda relaciona as novas diretrizes para 2015 (Brasil, 2015a), que consolidam práticas pedagógicas na estrutura da licenciatura; e a de 2021 já reflete a vigência da BNC – Formação (Brasil, 2019a).

O capítulo inclui quatro subetapas de pesquisa, detalhadas na seção metodológica. A primeira subetapa realiza uma análise psicométrica dos Enades, além de esboçar uma escala de habilidades. A segunda subetapa diferencia os três grupos com base nos seus parâmetros de discriminação e dificuldade. A terceira subetapa utiliza a ideia de diferenciação da anterior, mas agora de forma qualitativa, destacando as competências valorizadas na prova e permitindo construir um perfil idealizado de professor(a) de Matemática segundo o Enade. A quarta subetapa foca exclusivamente nos conteúdos estatísticos presentes na prova, utilizando dados obtidos a partir da aplicação do Modelo de Resposta Nominal da Teoria de Resposta ao Item (TRI), juntamente com análises qualitativas, culminando nos conhecimentos estatísticos mobilizados pelo Enade. A próxima seção traz o Enade sob o ponto de vista psicométrico.

6.1 ANÁLISE PSICOMÉTRICA DO ENADE

As seções posteriores apresentam e explicam o funcionamento técnico do Enade 2014, 2017 e 2021, indicando como é a composição das provas e suas

características psicométricas. Além disso, apresenta as escalas pedagógicas de habilidade, compreendendo um traço latente unidimensional – conhecimentos para ensinar Matemática.

6.1.1 Explicando o Enade

O Enade é um dos instrumentos que permite avaliar a qualidade da Educação Superior brasileira. Ele objetiva aferir o desempenho dos/as estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares de um curso de graduação para ajustamento às exigências decorrentes da evolução do conhecimento e para compreender temas exteriores ao âmbito específico de sua profissão (Brasil, 2004).

Rabelo (2013) considera como o foco do Enade a avaliação do perfil profissional dos/as concluintes de um curso de graduação, sendo enfatizadas as competências necessárias ao aprofundamento da formação profissional e à compreensão crítica da realidade sociocultural. Para isso, são elaborados itens relacionados aos conteúdos previstos em uma matriz de referência, as quais são estruturadas considerando-se os perfis profissionais, as competências e os objetos do conhecimento.

Segundo o Inep, os perfis formam um conjunto de características esperadas do/a egresso/a da Educação Superior, construídos na articulação entre a teoria e a prática, os quais contemplam a identidade pessoal e a profissional. Competência é uma mobilização reflexiva e intencional de diferentes recursos (conhecimento, saberes, habilidades, esquemas mentais, afetos, crenças, princípios, funções psicológicas, posturas e outros) necessários para o enfrentamento de uma situação-problema específica. Já os objetos do conhecimento são os conteúdos curriculares estabelecidos pelas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de graduação ou pelo Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia (Brasil, 2022e).

O Enade está organizado em ciclos de avaliações com periodicidade trianual, conforme áreas do conhecimento que resultam da tabela de áreas divulgada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A participação é obrigatória aos/as estudantes cuja expectativa de conclusão de curso seja o mês de julho do ano de aplicação, ou quando o/a estudante possuir oitenta por cento ou mais da carga horária mínima do currículo do curso da IES concluída até o final das inscrições (no caso das licenciaturas e bacharelados) (Brasil, 2018b).

As provas do Enade são compostas por 40 questões, sendo 10 de formação geral (oito de múltipla-escolha e duas discursivas) e 30 de conhecimentos específicos (27 de múltipla-escolha e três discursivas). As questões de múltipla-escolha estão organizadas em cinco alternativas (A, B, C, D e E).

A metodologia de análise dos resultados adotada pelo Inep para o Enade inclui estatísticas descritivas e técnicas da TCT. Entretanto, neste estudo, fez-se uso da TRI, para uma abordagem de maior precisão técnica, com pressupostos e algoritmos que particularizam o traço latente de cada indivíduo.

As três edições do Enade em estudo tiveram como traço latente a ser mensurado “competências para o ensino de matemática” em um entendimento unidimensional. As análises foram realizadas utilizando-se o modelo de três parâmetros logísticos da TRI (M3PL), considerando a parte específica da prova, ou seja, os conhecimentos profissionais. Essa parte é composta de 27 itens, entretanto, pela metodologia adotada pelo Inep, são excluídos os que possuem índice de discriminação – correlação ponto bisserial – obtido pela TCT, menor do que 0,20 (Detalhes no capítulo 3, deste estudo). A Tabela 11 apresenta o número de respostas utilizadas na calibração dos itens, o número de itens excluídos e sua respectiva numeração nas edições de 2014, 2017 e 2021.

Tabela 11 – Contexto do Enade

Edição do Enade	Número de respostas consideradas na análise	Número de Itens excluídos	Itens excluídos
2014	14.139	8 itens	I16, I20, I21, I22, I27, I28, I29 e I33
2017	10.869	4 itens	I16, I19, I21 e I23
2021	11.863	3 itens	I9, I13 e I30

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Na próxima seção, são analisados os itens das três edições sob a perspectiva da TCT e da TRI. A análise conjunta das provas do Enade nos anos de 2014, 2017 e 2021 possibilitou comparações dos resultados estatísticos entre os três grupos. Dessa maneira, foi possível avaliar o contexto em que os Enades ocorreram, as características psicométricas identificadas em cada edição e elaborar possíveis escalas pedagógicas de habilidades considerando um traço latente unidimensional – competências para ensino de Matemática.

6.1.2 Estudo dos itens dos Enades 2014, 2017 e 2021

A primeira medida avaliada foi a de consistência interna Alpha de Cronbach, cujo valor aceitável, conforme literatura, é de 0,7 (Streiner, 2003; Cervantes, 2005). Os valores foram estimados após a retirada dos itens pelo critério de discriminação menor que 0,20.

A prova realizada em 2014, considerando 19 itens, teve o Alpha de Cronbach estimado em 0,13. Para o Enade 2017, com 23 itens, o valor ficou em 0,63. O exame de 2021, com 24 itens, teve medida estimada de 0,45. Esses valores evidenciam medidas discrepantes em relação às expectativas encontradas na literatura, indicando testes com consistência interna baixa e, que, portanto, podem não estar medindo eficientemente a habilidade que se pretendia com o conjunto dos itens. Com relação à TCT, a Tabela 12 traz as estimativas para os índices de discriminação – coeficiente de correlação ponto bisserial (r_{pb}) e facilidade (IF) dos itens dos testes de 2014, 2017 e 2021.

Tabela 12 – Coeficientes de discriminação e facilidade dos itens dos 3 Enades

Enade 2014			Enade 2017			Enade 2021		
Item	IF	r_{pb}	Item	IF	r_{pb}	Item	IF	r_{pb}
I9	0,21	0,17	I09	0,25	0,23	I10	0,15	0,19
I10	0,22	0,27	I10	0,55	0,4	I11	0,17	0,23
I11	0,25	0,32	I11	0,31	0,33	I12	0,33	0,25
I12	0,22	0,23	I12	0,32	0,4	I14	0,16	0,17
I13	0,19	0,22	I13	0,38	0,36	I15	0,25	0,28
I14	0,14	0,19	I14	0,18	0,21	I16	0,22	0,23
I15	0,15	0,22	I15	0,26	0,31	I17	0,26	0,25
I17	0,36	0,35	I17	0,27	0,25	I18	0,25	0,26
I18	0,31	0,37	I18	0,16	0,27	I19	0,18	0,21
I19	0,23	0,22	I20	0,23	0,28	I20	0,27	0,3
I23	0,17	0,25	I22	0,3	0,4	I21	0,33	0,37
I24	0,14	0,21	I24	0,23	0,28	I22	0,21	0,24
I25	0,22	0,22	I25	0,32	0,3	I23	0,15	0,18
I26	0,17	0,2	I26	0,6	0,42	I24	0,18	0,11
I30	0,28	0,19	I27	0,45	0,4	I25	0,33	0,25
I31	0,39	0,26	I28	0,41	0,31	I26	0,23	0,3
I32	0,22	0,26	I29	0,36	0,29	I27	0,21	0,19
I34	0,28	0,22	I30	0,44	0,41	I28	0,2	0,15
I35	0,24	0,26	I31	0,37	0,29	I29	0,2	0,15
-	-	-	I32	0,41	0,36	I31	0,26	0,33
-	-	-	I33	0,43	0,35	I32	0,44	0,41
-	-	-	I34	0,35	0,29	I33	0,4	0,42
-	-	-	I35	0,65	0,37	I34	0,32	0,4
-	-	-	-	-	-	I35	0,38	0,45

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Com relação ao Enade 2014, quanto ao IF, três itens são considerados medianos (I17, I18, I31) – 15,78%, com proporção de acertos acima de 0,3. Os demais são considerados difíceis – 84,22% (baixa proporção de acerto). No que tange ao coeficiente de correlação ponto bisserial (r_{pb}), os valores apontam para itens ineficientes (I9, I14 e I30) e que precisam de revisão (I10, I12, I13, I15, I19, I23, I24, I25, I26), sendo aceitáveis apenas o I11, o I17 e o I18.

O Enade 2017 não apresentou questões distribuídas nas categorias muito fáceis, fáceis e muito difíceis, concentrando 69,57% de itens medianos (I10, I11, I12, I13, I22, I25, I26, I27, I28, I29, I30, I31, I32, I33, I34, I35) e 30,43% de itens considerados difíceis (I9, I14, I15, I17, I18, I20, I24). Quanto à discriminação, a prova apresentou 26,09% de itens satisfatórios, 47,83% de itens aceitáveis e 26,09% de itens que necessitam revisão.

A prova de 2021 não possui questões distribuídas nas classificações muito fáceis, fáceis e muito difíceis, sendo composta por 28% de itens medianos (I12; I21; I25; I32; I33, I34, I35) e 71% de itens considerados difíceis (I10; I11; I14; I15; I16; I17; I18; I19; I20; I21; I22; I23; I24; I26; I27; I28; I29; I31). Quanto à discriminação, o teste é composto por 16,67% de itens satisfatórios, 16,67% aceitáveis, 37,50% necessitam revisão e 29,17% ineficientes.

Sobre o índice de facilidade, convém salientar que, nas três provas, os itens não estão distribuídos de acordo com o que propõem Erthal (2009) e Vilarinho (2015), uma vez que não cobrem o *continuum* da escala de dificuldade do teste, sendo desejável que, em uma avaliação em larga escala, um teste tenha itens em cada uma das classificações.

A Tabela 13 apresenta os valores estimados pela TRI, pelo ML3P, considerando três parâmetros: a (discriminação), b (dificuldade) e c (acerto ao acaso), para as edições do Enade 2014, 2017 e 2021, acompanhado do respectivo erro de medida entre parênteses.

Tabela 13 – Estimação dos parâmetros pela TRI dos 3 Enades

Enade 2014				Enade 2017				Enade 2021			
Item	a	b	c	Item	a	b	c	Item	a	b	c
I9	0,78 (0,55)	15,47 (27,57)	0,21 (0,00)	I09	3,44 (0,38)	2 (0,05)	0,22 (0,01)	I10	5,47 (0,75)	2,31 (0,04)	0,15 (0,00)
I10	0,72 (0,09)	2,65 (0,14)	0,08 (0,02)	I10	1,98 (0,18)	0,82 (0,05)	0,38 (0,02)	I11	11,8 (1,53)	2,28 (0,02)	0,17 (0,00)
I11	2,78 (0,42)	1,43 (0,03)	0,15 (0,01)	I11	3,02 (0,29)	1,61 (0,04)	0,25 (0,01)	I12	0,6 (0,22)	3,25 (0,35)	0,22 (0,05)
I12	0,44 (0,12)	4,92 (0,64)	0,12 (0,03)	I12	2,66 (0,20)	1,34 (0,03)	0,22 (0,01)	I14	6,66 (0,97)	2,41 (0,05)	0,15 (0,00)
I13	0,59 (0,46)	6,38 (2,85)	0,17 (0,02)	I13	1,21 (0,11)	1,41 (0,06)	0,22 (0,02)	I15	1,24 (0,15)	1,97 (0,08)	0,15 (0,01)
I14	0,78 (0,55)	16,89 (27,91)	0,14 (0,00)	I14	3,27 (0,38)	2,19 (0,06)	0,15 (0,00)	I16	0,75 (0,21)	3,42 (0,38)	0,14 (0,03)
I15	0,53 (0,08)	4,5 (0,42)	0,07 (0,02)	I15	2,28 (0,22)	1,85 (0,05)	0,2 (0,01)	I17	5,9 (0,78)	2,05 (0,03)	0,24 (0,00)
I17	3,43 (0,51)	1,39 (0,03)	0,28(0,01)	I17	1,67 (0,21)	2,29 (0,10)	0,22 (0,01)	I18	3,11 (0,31)	1,92 (0,04)	0,21 (0,01)
I18	3,2 (0,39)	0,73 (0,04)	0,07 (0,17)	I18	2,58 (0,27)	2,09 (0,06)	0,13 (0,01)	I19	11,79 (1,53)	2,25 (0,020)	0,17 (0,00)
I19	0,78 (0,56)	11,28 (28,39)	0,23 (0,01)	I20	3,7 (0,38)	1,84 (0,04)	0,2 (0,01)	I20	1,52 (0,15)	1,69 (0,05)	0,16 (0,01)
I23	0,8 (0,08)	2,7 (0,13)	0,06 (0,01)	I22	2,18 (0,18)	1,34 (0,04)	0,18 (0,01)	I21	2,61 (0,24)	1,24 (0,03)	0,2 (0,01)
I24	0,59 (0,12)	4,55 (0,51)	0,07 (0,02)	I24	3,59 (0,36)	1,83 (0,04)	0,19 (0,01)	I22	13,76 (1,72)	2,15 (0,03)	0,2 (0,00)
I25	0,78 (0,55)	12,55 (28,23)	0,22 (0,00)	I25	0,89 (0,11)	1,82 (0,09)	0,16 (0,03)	I23	13,82 (1,64)	2,22 (0,02)	0,14 (0,00)
I26	0,5 (0,14)	5,19 (0,76)	0,1 (0,02)	I26	1,21 (0,06)	-0,22 (0,08)	0,11 (0,03)	I24	6,57(0,91)	2,49 (0,06)	0,18 (0,00)
I30	0,78 (0,55)	16,5 (27,98)	0,28 (0,00)	I27	0,97 (0,05)	0,42 (0,06)	0,06 (0,02)	I25	4 (0,44)	1,88 (0,04)	0,3 (0,01)
I31	0,78 (0,55)	17,26 (28,07)	0,39 (0,00)	I28	0,6 (0,05)	1,12 (0,13)	0,1 (0,03)	I26	2,24 (0,210)	1,92 (0,05)	0,18 (0,01)
I32	0,78 (0,55)	15,44 (27,62)	0,23 (0,00)	I29	0,77 (0,12)	1,97 (0,11)	0,17 (0,03)	I27	0,41 (0,16)	5,72 (1,11)	0,13 (0,04)
I34	0,78 (0,55)	17,37 (28,14)	0,28 (0,00)	I30	1,05 (0,07)	0,62 (0,07)	0,11 (0,03)	I28	6,16 (0,86)	2,52 (0,07)	0,19 (0,00)
I35	0,78 (0,55)	16,68 (28,14)	0,24 (0,00)	I31	0,56 (0,04)	1,45 (0,12)	0,08 (0,02)	I29	5,49 (0,87)	2,7 (0,09)	0,19 (0,00)
-	-	-	-	I32	0,78 (0,04)	0,77 (0,07)	0,07 (0,02)	I31	1,13 (0,11)	1,86 (0,07)	0,13 (0,02)
-	-	-	-	I33	0,76 (0,04)	0,7 (0,09)	0,08 (0,02)	I32	1,09 (0,05)	0,41 (0,04)	0,05 (0,01)
-	-	-	-	I34	0,62 (0,06)	1,77 (0,13)	0,11 (0,03)	I33	1,31 (0,05)	0,51 (0,04)	0,05 (0,01)
-	-	-	-	I35	0,95 (0,04)	-0,66 (0,06)	0,07(0,02)	I34	1,05 (0,06)	1,09 (0,05)	0,06 (0,02)
-	-	-	-	-	-	-	-	I35	1,44 (0,06)	0,56 (0,03)	0,03 (0,00)

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Os itens do Enade 2014 apresentam média para o parâmetro a igual a 1,08 (desvio padrão = 0,9). O maior valor encontrado foi para I17 (3,43) e o menor para I12 (0,44), sendo considerados de alta e baixa discriminação, respectivamente. A mediana dos valores ficou em 0,78. Dessa forma, a prova pode ser considerada de discriminação moderada, conforme aponta Baker (2001).

Com relação ao parâmetro de dificuldade (b) do Enade 2014, a média foi de 9,15 (desvio padrão = 6,32). A mediana atingiu 6,38. O maior valor foi do item I34 (17,33 e erro 28,14) e o menor foi do I18 (0,73 e erro 0,04). Esses valores permitem diagnosticar a prova com grau de dificuldade muito alto, com itens com valores maiores que 2 desvios-padrões da média. De acordo com os dados apresentados, 84,21% dos itens são difíceis ou muito difíceis.

No que tange ao parâmetro c de acerto ao acaso, o Enade 2014 apresenta média de 0,18 (desvio padrão = 0,09). Esse valor está dentro do que propõe Baker e Kim (2017) para um teste de múltipla escolha com cinco alternativas. Observa-se, ainda, que os valores máximo e mínimo foram de 0,39 (I31) e 0,06 (I23), respectivamente.

Considerando os valores de discriminação e dificuldade muito altos apresentados no Enade 2014, com valores médios para o parâmetro a igual a 1,08 (desvio padrão = 0,9) e para b estimados em 9,15 (desvio padrão = 6,32), como mostra a Tabela 13, foi realizada uma segunda calibração, sendo retirados os itens I09, I14; I19, I25, I30, I31, I32, I34 e I35 e estimados os parâmetros para a , b e c , bem como seus respectivos erros (SE), conforme destaca a Tabela 14²⁴.

Tabela 14 – Estimação de parâmetros de 2014 sem itens problemáticos

Parâmetros	a	$SE^*(a)$	b	$SE^*(b)$	c	$SE^*(c)$
I10	0,72	0,09	2,64	0,14	0,08	0,02
I11	2,77	0,41	1,43	0,03	0,15	0,01
I12	0,44	0,12	4,92	0,64	0,12	0,03
I13	0,59	0,46	6,38	2,85	0,17	0,02
I15	0,53	0,08	4,49	0,42	0,07	0,02
I17	3,43	0,51	1,39	0,03	0,28	0,01
I18	3,20	0,39	0,73	0,04	0,07	0,02
I23	0,80	0,08	2,70	0,13	0,06	0,01
I24	0,59	0,12	4,55	0,51	0,07	0,02
I26	0,50	0,14	5,19	0,76	0,10	0,02

SE^* : Standard Error - erro padrão de medida

Fonte: dados de pesquisa (2024)

²⁴ Observe que são os mesmos valores da tabela 13, sendo separados para destacar a retirada dos itens.

A segunda calibração aponta um valor máximo para a discriminação de 3,20 (I18) e mínimo 0,44 (I12) com valores médios de 1,36 (desvio padrão = 1,18). Quanto ao valor da dificuldade tem-se o valor máximo de 6,38 e mínimo de 0,73, resultando em uma média de 3,44 (desvio padrão = 1,82). Dessa forma, observa-se ainda uma prova de discriminação moderada e dificuldade alta. Os valores para o acerto ao acaso, se constituem dentro do esperado, conforme Baker e Kim (2017).

Com relação ao Enade 2017, a Tabela 13 apresenta itens com parâmetros α baixos: I28, I31 e I34. Significa dizer que esses itens não cumprem o papel de discriminação na medição do traço latente. Há que se destacar, também, que cerca de 43,47% dos itens (I9, I10, I11, I12, I14, I15, I16, I18, I20, I22, I24) possuem parâmetro $\alpha > 1,7$, evidenciando que se trata de itens com discriminação muito alta.

Os itens difíceis no Enade 2017 são: I9, I14, I17 e I18. Não ocorreu item classificado como muito fácil no conjunto. Os itens considerados mais fáceis são I26 e I35 (b estimado em -0,21 e -0,66, respectivamente). O parâmetro c , que mede a probabilidade de acerto ao acaso, tem valor médio de 0,16 (desvio padrão = 0,07), dentro dos valores indicados por Baker e Kim (2017).

O valor médio de discriminação no Enade 2017 é 1,78 (desvio padrão = 1,07) e de dificuldade 1,32 (desvio padrão = 0,76). Nesse sentido, podemos considerar que o Enade 2017, para Licenciatura em Matemática, foi um teste de discriminação alta, pois a média supera 1,70, com classificação mediana no que tange ao parâmetro de dificuldade.

No Enade 2021, apresentam-se 8,3% dos itens com parâmetros α baixos (I12, I27), 25% moderados (I15, I16, I31, I32, I33, I34), altos 8,3% (I20, I35) e muito altos 58,3% (I10, I11, I14, I17, I18, I19, I21, I22, I23, I24, I25, I26, I28, I29). Os últimos possuem parâmetro $\alpha > 1,7$ e trazem evidência de que se trata de um teste de alta discriminação.

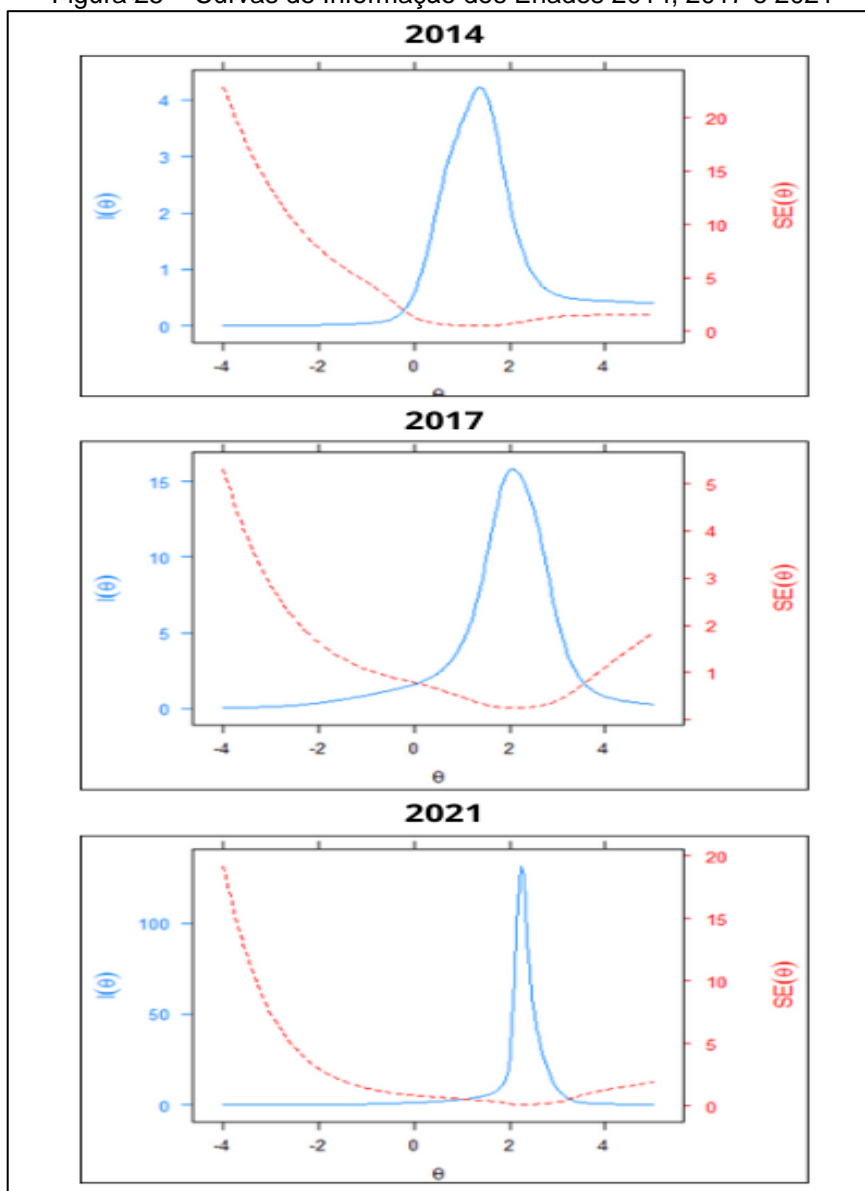
Quanto aos parâmetros b , os valores do Enade 2021 que ultrapassam o valor 2, sendo considerados difíceis: I10, I11, I12, I14, I16, I17, I19, I22, I23, I24, I27, I29. Observa-se que o item mais difícil é o I27 ($b = 5,72$ e erro igual a 1,11) e o mais fácil, o item I32 ($b = 0,41$ e erro igual a 0,04). Não ocorreu item classificado como muito fácil no conjunto. O parâmetro c possui um valor médio de 0,16 (desvio padrão = 0,06). Na próxima seção apresenta-se a Curva de Informação dos Enades 2014, 2017 e 2021.

6.1.2 Análise global dos testes

A Curva de Informação do Teste (CIT) é uma representação gráfica que mostra que a precisão da medida varia no *continuum* da escala de proficiência ou habilidade (θ). Essa curva apresenta pontos em que um teste é mais sensível, ou seja, onde concentra mais informação (Pasquali, 2018).

A Figura 25 mostra a CIT dos Enades 2014, 2017 e 2021. A linha azul se refere ao potencial de informação do teste e sua relação com o valor do θ e a linha tracejada em vermelho mostra os intervalos nos quais o erro supera a informação.

Figura 25 – Curvas de Informação dos Enades 2014, 2017 e 2021



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A CIT de 2014 evidencia um teste que possui boa capacidade de medição entre o intervalo de θ próximo de 0 a 2,5. A de 2017 permite medições entre os valores de 0 até aproximadamente 3,6. Já a do Enade 2021, possui boa capacidade de medição entre o intervalo de θ de 1 a 3,5. Valores abaixo e acima desses intervalos possuem erro alto de medida. A segunda calibração do Enade 2014, não alterou a CIT, mantendo-se a mensuração do traço latente no intervalo de 0 a 2,5. A próxima seção discute uma possível escala de habilidades na perspectiva de um traço latente unidimensional – competências para ensino de Matemática.

6.1.3 Escala pedagógica de habilidade unidimensional

Na construção das escalas pedagógicas de habilidades dos Enades (2014, 2017 e 2021), partiu-se do pressuposto de que o traço latente a ser medido – competências para ensino de Matemática – fosse entendido unidimensionalmente. Dessa forma, foram analisados os itens conforme o conceito de item âncora de Beaton e Allen (1992) e quase-âncora de Andrade, Tavares e Valle (2000, p. 110)²⁵. As competências que integram as escalas foram adaptadas da matriz de competências do componente específico utilizada pelo Inep para a prova (Brasil, 2014; 2017a; 2021). As escalas pedagógicas de habilidades estão sendo apresentadas na normal padrão ($\mu = 0$ e $\sigma = 1$). Elas devem ser entendidas de forma cumulativa de um grau anterior para os seguintes.

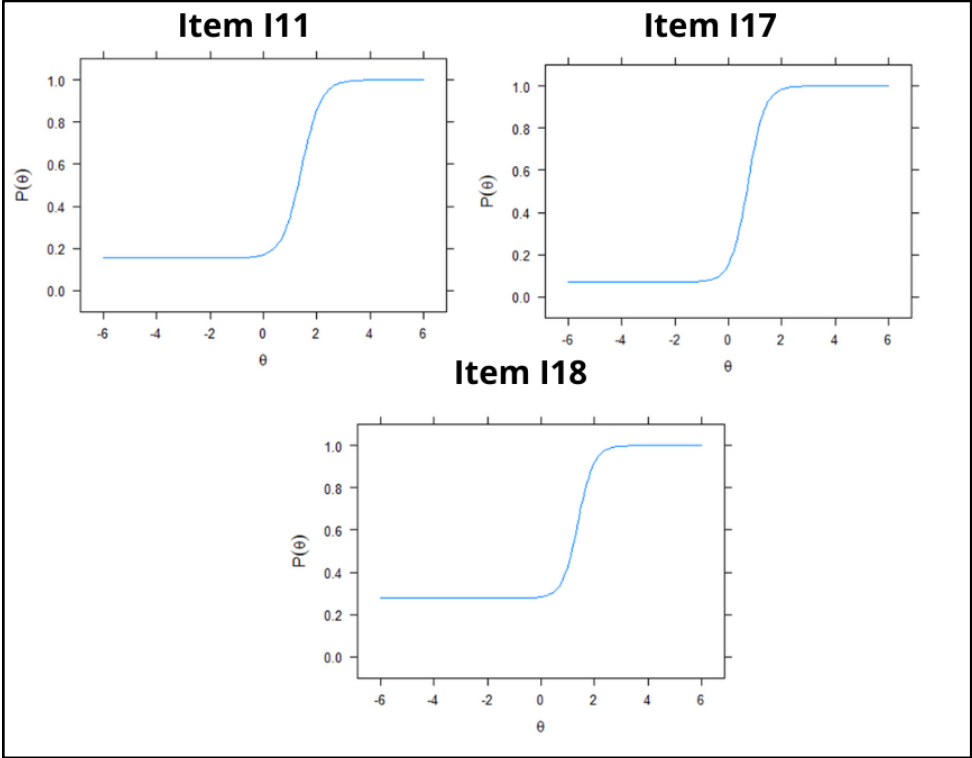
No que condiz aos 19 itens do Enade 2014, não foi possível a construção de uma escala pedagógica de habilidades, pois não houve nenhum item âncora e apenas três quase-âncoras: I11, I17 e I18. Quando realizamos a recalibração também permanecem os mesmos itens na análise.

Conforme o relatório síntese (Brasil, 2016), o I11 trata do conteúdo de sistemas de equações lineares, avaliando a competência de resolver problemas utilizando conceitos e procedimentos matemáticos. O I17 aborda o conteúdo de sequências e séries numéricas, para a competência de estabelecer relações entre os aspectos formais e intuitivos e formular conjecturas e generalizações. O I18 envolve os fundamentos de álgebra com a competência resolver problemas utilizando conceitos e procedimentos matemáticos. Nesses itens, a probabilidade de acerto se torna maior que a do acerto ao acaso em valores de θ próximos a 1,5. Esse resultado é condizente

²⁵ Detalhes, vide seção metodológica.

com a avaliação feita pela TCT, que categoriza como aceitáveis apenas os itens I11, I17 e I18. A Figura 26 ilustra as curvas desses três itens.

Figura 26 – Curvas logísticas dos itens quase-âncora do Enade 2014



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A ancoragem dos itens do Enade 2017 ocorre em pontos relativos à resolução de problemas, à análise de dados, a habilidades sociocomunicativas, ao entendimento de representações semióticas, a validações e demonstrações e a conjecturas e generalizações, como pode ser observado no Quadro 6. Há apenas um item quase-âncora (I29) que cumpre avaliar as competências pedagógicas do/a professor/a, como planejamento, concepções de ensino e aprendizagem e avaliação.

Quadro 6 – Escala pedagógica de habilidades (Enade 2017)

(continua)

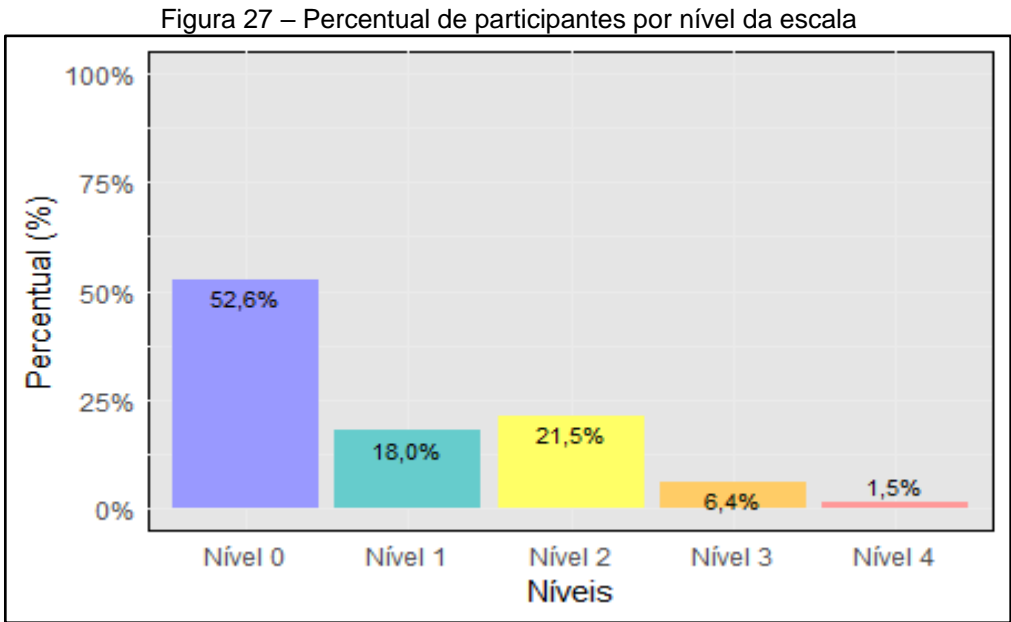
Níveis âncoras	θ	Habilidade	Itens âncoras	Itens quase âncoras
0	Abaixo de 0	Não atinge os níveis de habilidades propostos pelos itens.	-	-
1	[0; 0,5[	Resolver problemas.	-	I26
2	[0,5; 1,5[	Nível 1 e mais: resolve problema e analisa dados.	-	I10, I30
3	[1,5; 2,5[	Nível 1, 2 e mais: interpreta e utiliza diferentes representações simbólicas, gráficas e numéricas de um mesmo conceito. Utiliza diferentes representações para um conceito matemático. transitando por representações simbólicas, gráficas e	I20, I24	I9, I11, I12, I13, I15, I22, I29

Quadro 6 – Escala pedagógica de habilidades (Enade 2017)

Níveis âncoras	θ	Habilidade	(conclusão)	
			Itens âncoras	Itens quase âncoras
		e numéricas, entre outras. Formula conjecturas e generalizações, estabelecendo relações entre os aspectos formais e intuitivos. Elabora modelos matemáticos. Relaciona diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático. Analisa criticamente propostas curriculares de matemática para a Educação Básica.		
4	Acima de 2,5	Nível 1, 2, 3 e mais: elabora e valida argumentações e demonstrações matemáticas.	I14	I17, I18

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A Figura 27 mostra a distribuição percentual dos escores de habilidades na escala pedagógica. Como pode ser observado, há uma concentração de mais da metade dos respondentes no nível 0 (52,6%), 18% atendem o nível 1, no qual a principal habilidade avaliada é a resolução de problemas. As habilidades relacionadas à análise de dados, ao entendimento de representações semióticas e a formulações e validações foram observadas nos níveis 2 e 3, representando 21,5% e 6,4% dos/as participantes, respectivamente. A habilidade de elaborar e validar argumentações e demonstrações matemáticas observa-se em apenas 1,5% dos/as participantes, os/as quais são categorizados/as no nível 4 da escala pedagógica.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Na escala pedagógica de habilidades para o Enade 2021, verifica-se que a ancoragem ocorre em pontos relativos à utilização de diferentes representações para

um conceito matemático, elaboração e avaliação de propostas e metodologias de ensino e aprendizagem de Matemática para a Educação Básica, reconhecimento de contextos históricos e culturais no ensino da Matemática, resolução de problemas, análise e interpretação de dados e em relação aos diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático (Quadro 7).

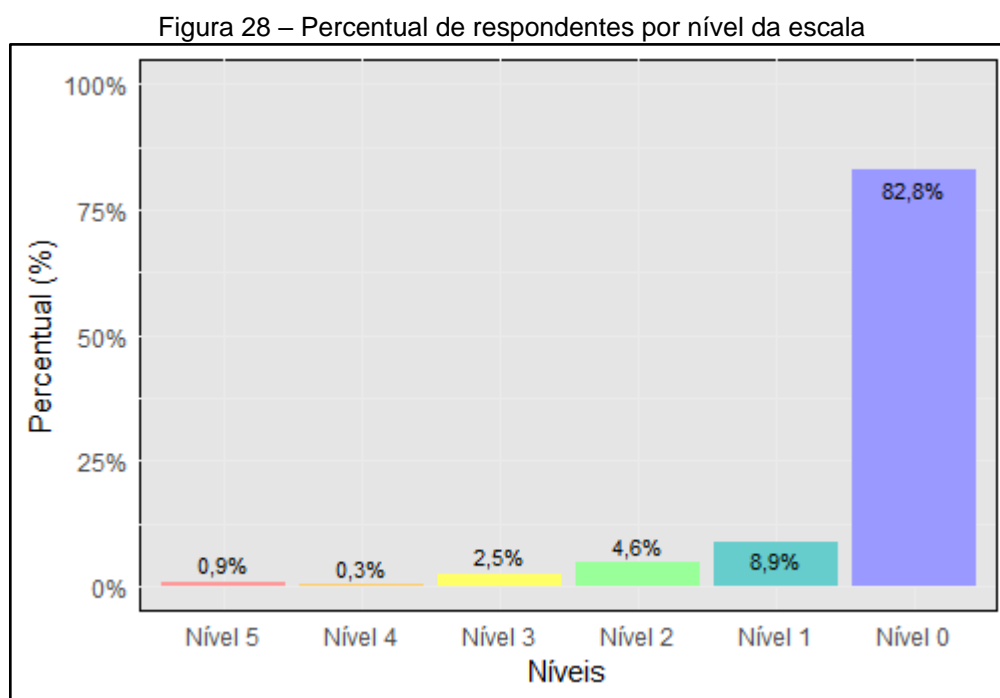
Quadro 7 – Escala pedagógica de habilidades (Enade 2021)

Níveis âncoras	θ	Competência	Itens âncoras	Itens quase âncoras
0	< 1	Não atinge os níveis de habilidades propostos pelos itens.	-	-
1	[1,0; 1,5[	Integrar as abordagens do conhecimento pedagógico que fundamentam o processo educativo na Educação Básica. Integrar diferentes conhecimentos e tecnologias de informação e comunicação no planejamento e desenvolvimento de práticas pedagógicas escolares e não escolares.	-	I32, I33, I35
2	[1,5;2,0[	Nível 1 e mais: Analisar, selecionar e conceber materiais didáticos.	-	I21, I34
3	[2,0; 2,5[	Nível 1, 2 e mais: Analisar e interpretar dados. Formular conjecturas e generalizações, estabelecendo relações entre os aspectos formais e intuitivos. Elaborar e avaliar propostas e metodologias de ensino e aprendizagem de Matemática para a Educação Básica. Relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático. Elaborar modelos matemáticos. Analisar, selecionar e conceber materiais didáticos.	I25	I15, I18, I17, I20, I26, I31
4	[2,5;3,0[	Nível 1, 2, 3 e mais: Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras. Reconhecer contextos históricos e culturais no/do ensino da matemática. Resolver problemas.	I10, I11, I14, I19, I22, I23, I28	I24
5	Acima de 3,0	Nível, 1, 2, 3, 4 e mais: Relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático.	I29	-

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A distribuição dos/as respondentes nos diversos níveis da escala revela uma concentração significativa no nível 0, com 82,9% dos/as participantes não atingindo nenhuma habilidade proposta. Esse dado levanta questionamentos sobre a

adequação do Enade em refletir o desenvolvimento de competências dos/as licenciandos em relação a essa avaliação em larga escala. Os demais níveis apresentam as seguintes distribuições: nível 1 com 8,9%, nível 2 com 4,5%, nível 3 com 2,5%, nível 4 com 0,3% e nível 5 com 0,9% dos/as respondentes (Figura 28).



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A observação dos conteúdos dos três Enades para a Licenciatura em Matemática, bem como as escalas pedagógicas geradas, exhibe conteúdos da esfera da Educação, da Educação Matemática e aqueles que envolvem princípios operatórios de matemática. Assim, o traço latente – competências para ensino de Matemática, pode também ser interpretado, sob o ponto de vista empírico, como multidimensional, uma vez que toda ação humana é “multimotivada” (Andrade; Tavares; Vale, 2000). Nesse contexto, entende-se que o conhecimento para ensinar Matemática envolve os conhecimentos de conteúdos, com itens relativos a análises de algoritmos propriedades matemáticas; conhecimentos pedagógicos de conteúdos, os quais tratam de concepções de ensino, metodologias e ações docentes, e conhecimentos pedagógicos, que buscam medir o conhecimento próprio das disciplinas pedagógicas e educacionais (Shulman, 1986; 1987). Essa compreensão é defendida no contexto deste estudo, pois, entende-se, aqui, os conhecimentos docentes de uma perspectiva heterogênea, todavia, a análise da dimensionalidade dos Enades será objeto de estudos futuros, os quais já se encontram encaminhados,

na forma de um ensaio que pode ser encontrado no Apêndice E. Nele, pode-se observar que o Enade 2014, com itens problemáticos na calibração unidimensional, apresenta-se com maior qualidade na perspectiva tridimensional.

Em virtude do comportamento variável dos parâmetros dos itens de cada uma das edições do Enade, na próxima seção, apresenta-se uma comparação estatística, a fim de verificar quais exames mais se assemelham, com o propósito de fundamentar quantitativamente a determinação do perfil do/a professor/a almejado pelo Enade em cada edição e, posteriormente, que saberes fazem parte de cada um desses perfis.

6.2 COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE OS ENADES 2014, 2017 E 2021

Embora a metodologia adotada pelo Inep não permita uma comparação entre os parâmetros de cada uma das edições, pois se utiliza da TCT, cujos resultados são mais sensíveis aos itens do teste e da amostra, foram utilizados os parâmetros obtidos pela TRI, estimados na seção 6.1.2, para executar uma análise estatística que evidencie se existe diferença significativa entre parâmetros de discriminação e dificuldade, nas três edições do Enade em estudo. A realização dessa análise tem o potencial de identificar quais edições do Enade se assemelham mais entre si, ajudando a determinar o perfil do/a professor/a que se destaca em cada uma delas.

Assim, primeiramente foi realizada uma síntese das estatísticas (Tabela 15) dos valores dos parâmetros dos itens dos três Enades²⁶, conforme calibração apresentada na seção anterior, (Tabela 13), na qual observa-se que, a maior e a menor discriminação (α) pertencem ao Enade 2021 (0,41 e 13,82, respectivamente), enquanto a maior dificuldade (b) refere-se ao Enade 2014 (6,38) e a menor ao 2017 (-0,65).

Tabela 15 – Resumo das estatísticas

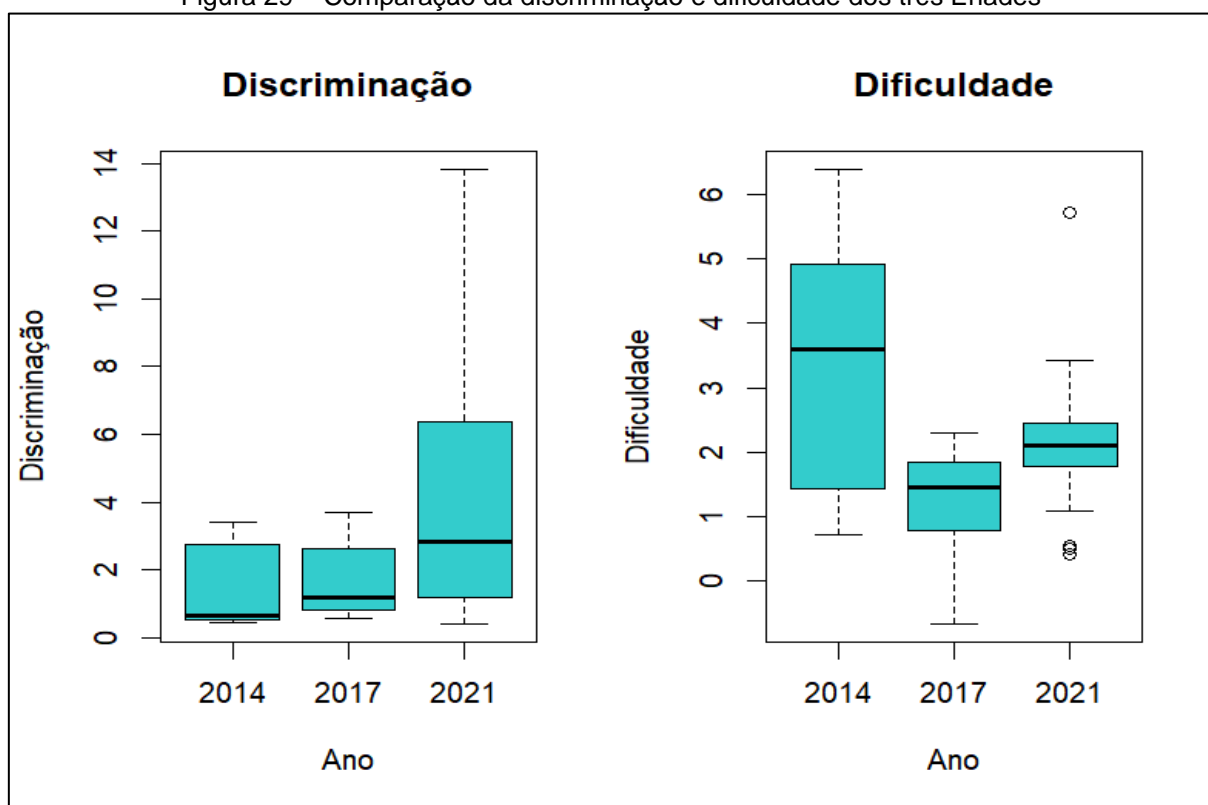
	α (2014)	α (2017)	α (2021)	b (2014)	b (2017)	b (2021)
Mínimo	0,44	0,56	0,41	0,73	-0,65	0,41
1ºQuartil	0,55	0,84	1,22	1,73	0,79	1,81
Mediana	0,66	1,21	2,86	3,60	1,45	2,09
Média	1,36	1,78	4,58	3,44	1,32	2,12
3ºquartil	2,28	2,62	6,26	4,83	1,85	2,42
Máximo	3,43	3,70	13,82	6,38	2,29	5,72
Intervalo Interquartil	1,73	1,78	5,05	3,10	1,05	0,61

Fonte: dados de pesquisa (2024).

²⁶ Para o Enade 2014, usou-se a calibração excluindo-se os itens que se apresentaram muito altos na calibração pela TRI.

A Figura 29, considera as estatísticas descritivas da Tabela 15. Nela percebe-se que a discriminação dos itens em 2014 e 2017 são mais próximas entre si, com medianas relativamente próximas (0,66 em 2014 e 1,21 em 2017) e intervalos interquartis (IQR) semelhantes (1,73 e 1,78). Os valores de dificuldade para 2014 (mediana = 3,60) e 2021 (mediana = 2,10) são altos (Baker, 2001), indicando que os itens nesses anos foram mais desafiadores para os alunos. No entanto, os dados mostram que 2021 teve uma variabilidade menor em comparação com 2014, o que pode indicar uma maior consistência na dificuldade dos itens.

Figura 29 – Comparação da discriminação e dificuldade dos três Enades



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O boxplot da Figura 29 também mostra que, hipoteticamente, há diferenças entre os exames, uma vez que os valores mínimos, a mediana e os valores máximos dos parâmetros de discriminação (a) e dificuldade (b), apresentam discrepâncias. Diante disso, foram realizados testes estatísticos para inferenciar quanto à hipótese da diferença.

Para determinar o teste mais apropriado para os dados, inicialmente foi conduzido o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Esse teste considera como hipótese

nula (H_0) – a distribuição dos dados é normal – e como hipótese alternativa (H_1) – a distribuição dos dados difere da normalidade (Hair *et al.*, 2009). Conforme informa a Tabela 16) os valores de p para a discriminação apresentaram-se estatisticamente significativos (ao nível de 5% com confiança de 95%), rejeitando-se a hipótese nula e indicando a não normalidade dos dados. Quanto a dificuldade, ocorre distribuição normal dos dados do Enade 2014 (p-valor = 0,467) e não-normalidade evidenciada para as edições de 2017 e 2021 (p-valor igual a 0,0376 e 0,00482, respectivamente).

Tabela 16 – Normalidade

	Discriminação		Dificuldade	
	Estatística do teste W	p-valor	Estatística do teste W	p-valor
Enade 2014	0,701	0,000903	0,932	0,467
Enade 2017	0,872	0,00707	0,908	0,0376
Enade 2021	0,824	0,000749	0,868	0,00482

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Adicionalmente, a homogeneidade das variâncias foi verificada utilizando-se o teste de Levene (Hair *et al.* 2009), com as hipóteses nulas (H_0) e alternativas (H_1) definindo como as variâncias dos grupos são homogêneas e não homogêneas, respectivamente. Para a discriminação a estatística do teste foi $F = 8,2912$, com grau de liberdade $g(l) = 2$ e p-valor 0,0007241. Quanto a dificuldade a estatística do teste foi $F = 8,916$, com grau de liberdade $g(l) = 2$ e p-valor 0,0004509. Desse modo, rejeita-se, a hipótese nula, para ambos os parâmetros, indicando que as variâncias não são homogêneas.

O último pressuposto testado antes da escolha do teste foi a presença de *outliers* (que são verificados no boxplot da Figura 29). Para isso, foi aplicada a função *identify_outliers* em RStudio, a qual evidencia os valores dos *outliers*. Desse modo, foram ausentes os outliers para discriminação e evidenciou-se cinco *outliers* no Enade 2021 (um valor extremo), os quais podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 17 – Presença de Outliers

Edição	Item	Dificuldade	Outlier	Outlier Extremo
Enade 2021	I16	3,42	Sim	Não
Enade 2021	I27	5,72	Sim	Sim
Enade 2021	I32	0,41	Sim	Não
Enade 2021	I33	0,51	Sim	Não
Enade 2021	I35	0,56	Sim	Não

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Diante da apresentação de parâmetros não-normais, não homogeneidade de variâncias e *outliers* (com valores extremos) apenas para a dificuldade, foi adotado um teste não paramétrico – o teste de Kruskal-Wallis²⁷ (conforme mostrado na Tabela 18) – para avaliar a diferença entre a discriminação e a dificuldade apresentadas nos itens dos Enades 2014, 2017 e 2021. Esse teste considera as seguintes hipóteses: H_0 , em que a mediana dos três grupos é igual, e H_1 , cuja mediana de pelo menos um grupo é diferente.

Tabela 18 – Teste Kruskal-Wallis

Parâmetros	Qui-quadrado	G(l) (Graus de liberdade)	p-valor
Discriminação	10,637	2	0,004901
Dificuldade	13,834	2	0,0009909

Fonte: dados de pesquisa (2024).

O teste de Kruskal-Wallis mostrou que há diferença estatisticamente significativa (ao nível de 5% com confiança de 95%) entre os grupos, considerando os valores de discriminação e dificuldade. Para detalhar essa diferença, foi realizado o Teste de Comparação Múltipla de Dunn (Gaspar *et al.*, 2023), o qual mostra diferença para o grupo que resultar p-valor ajustado significativo (Tabela 19).

Tabela 19 – Identificação de diferenças

Enade	Discriminação		Dificuldade	
	Estatística	p-valor ajustado	Estatística	p-valor ajustado
2014 - 2017	1,44	0,449	-3,41	0,00195
2014 - 2021	3,10	0,00588	-1,33	0,549
2017 - 2021	2,12	0,101	2,71	0,0203

Fonte: dados de pesquisa (2024).

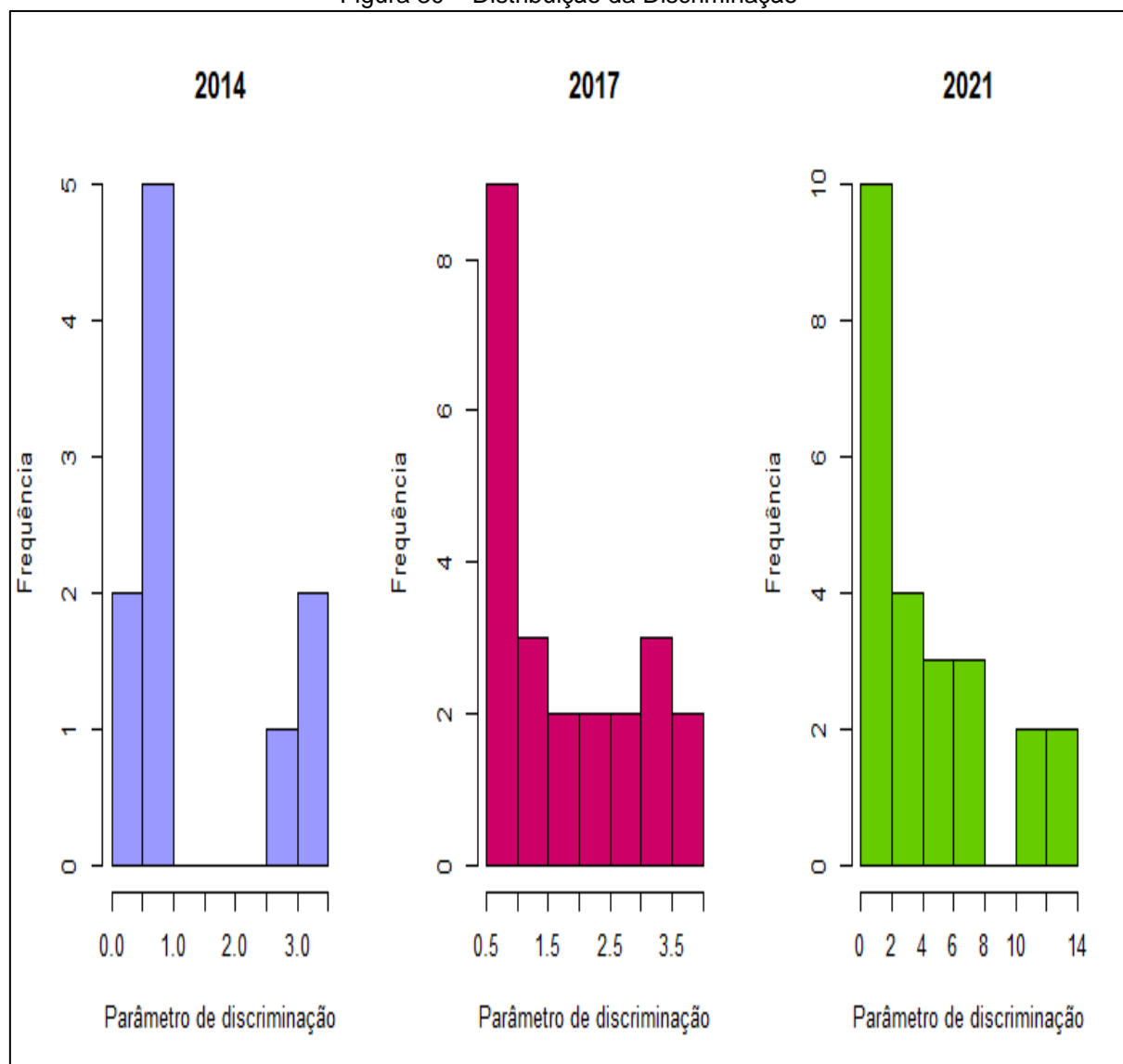
Assim, para a discriminação, o grupo Enade 2014 (mediana 0,66 e amplitude interquartil 1,73) mostrou diferença em relação ao grupo Enade 2021 (mediana 2,86 e amplitude interquartil 5,05). A discriminação dos itens em 2021 é significativamente maior se comparada a 2014, destacando-se também um intervalo interquartil muito maior, o que aponta maior variabilidade. Além disso, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre 2014 e 2017 (p-valor = 0,449), o aumento na mediana sugere uma tímida melhora na capacidade de discriminação dos itens em 2017. Na comparação a 2017, embora não seja estatisticamente significativo (p-valor

²⁷ O Kruskal-Wallis é um teste estatístico não-paramétrico utilizado para verificar se há diferenças significativas entre três grupos independentes, quando as variáveis não apresentam normalidade dos dados (Kassambara, 2019).

= 0,101), os dados mostram um aumento substancial na mediana, sugerindo que os itens de 2021 são muito mais discriminativos.

A Figura 30 mostra a distribuição dos itens quanto a discriminação apresentada (Conforme Tabela 13) em cada um dos Enades, na qual se pode visualizar uma maior discriminação quanto ao Enade 2021.

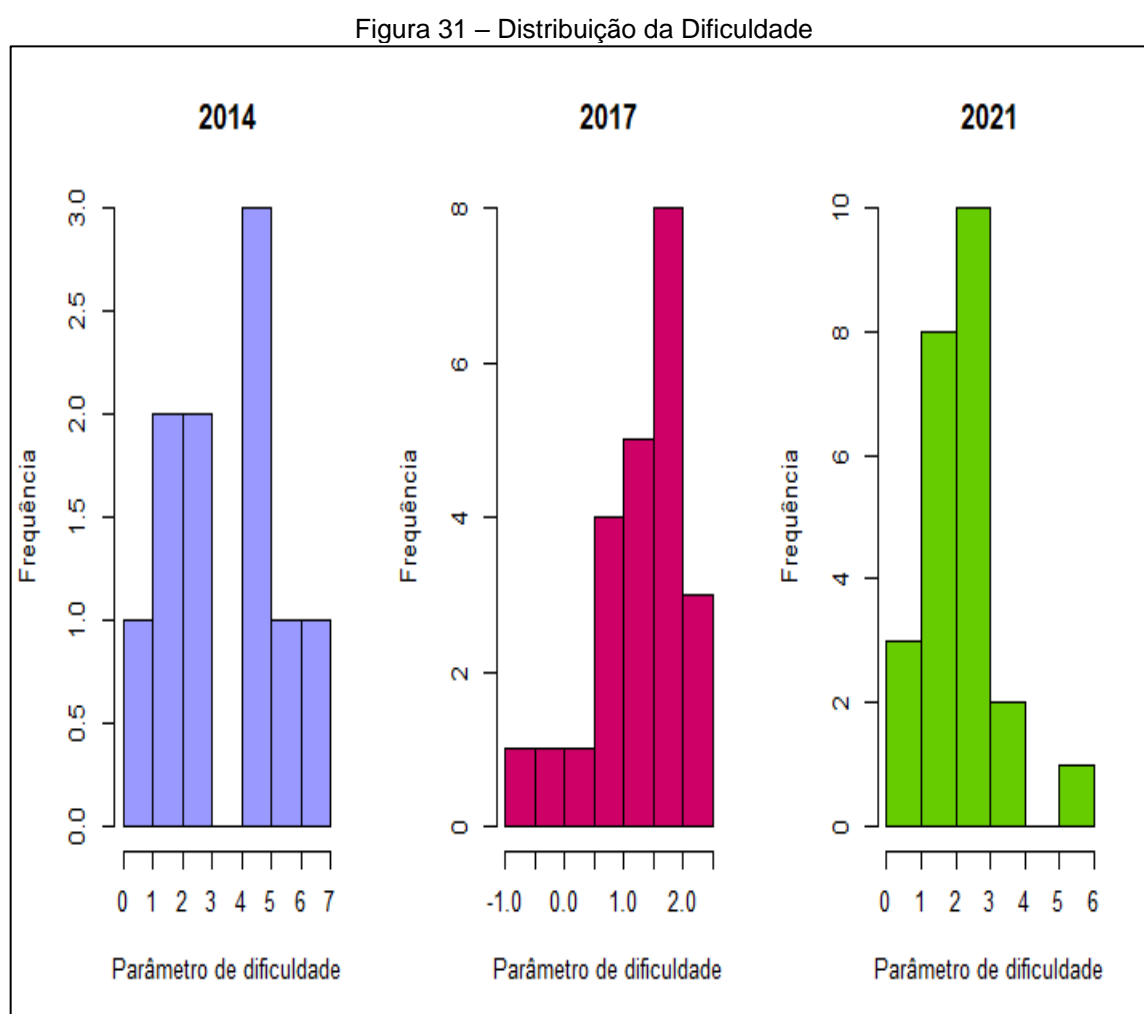
Figura 30 – Distribuição da Discriminação



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Para a dificuldade, o Enade de 2014 apresentou uma mediana de 6,60 e uma amplitude interquartil de 3,10, mostrando diferenças significativas (p -valor = 0,00195) em relação ao Enade de 2017, que teve uma mediana de 1,45 e uma amplitude interquartil de 1,05. O Enade de 2021, por sua vez, apresentou uma mediana de 2,1

e uma amplitude interquartil de 0,613, diferenciando-se de 2017 (p -valor = 0,203). A mediana da dificuldade variou consideravelmente, com 2017 apresentando os valores mais baixos, indicando itens mais fáceis para os indivíduos. Destaca-se que as estatísticas esperadas para a dificuldade dos itens variam de - 2 a +2 (Andrade; Tavares; Valle, 2000). A Figura 31 ilustra a distribuição da dificuldade dos itens em cada um dos Enades, destacando a dissimilaridade entre 2014 e 2021, bem como entre 2017 e 2021.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Desconsiderando as fragilidades técnicas evidenciadas na calibração pela TRI, especialmente quanto aos itens do Enade 2014, os quais foram retirados da análise, observa-se um aumento na discriminação ao longo dos anos, situação que pode indicar uma melhoria na qualidade dos itens, uma vez que distinguem melhor respondentes com proficiências diversas. Já a variabilidade na dificuldade sugere

mudanças no nível dos itens ao longo dos anos, com 2017 apresentando os itens mais fáceis.

Isso pode refletir mudanças nas políticas de construção dos itens e até mesmo nas legislações curriculares, de onde provém as matrizes que definem objetos do conhecimento a serem avaliados pelo Enade, suas competências associadas e os perfis docentes valorizados pelo Inep. Beltrão e Mandarim (2023) abordam que seria importante que os elaboradores dos itens do Enade, fossem capacitados para apresentar a classificação de nível cognitivo que o item pretende avaliar (discriminação), além de indicar o grau de dificuldade que se supõe que o item possua, e também que fossem estimulados a elaborar uma quantidade equivalente de itens de todos os tipos recomendados, sugerindo um Banco de Itens calibrados, como já possui, por exemplo, o Enem.

Além disso, a análise indica que a esfera governamental precisa realizar estudos, como os previstos na proposta do Enade para as Licenciaturas - Portaria nº 610/2024 (Brasil, 2024), que oficializa a reformulação da avaliação dos cursos de formação de professores no Brasil. É fundamental promover novas metodologias de construção de itens, testagens e avaliações, como a aplicação da Teoria da Resposta ao Item em complementação à TCT, para aprimorar a avaliação educacional no futuro.

Em síntese, os anos de 2014 e 2017 se assemelham em termos de discriminação, enquanto 2014 e 2021 se aproximam em termos de dificuldade. O ano de 2021 se destaca, apresentando itens com melhor discriminação e menor variação na dificuldade, embora esta ainda seja alta. O ano de 2017 difere dos outros anos devido à menor dificuldade dos itens. Essas diferenças serão analisadas na próxima seção, em uma abordagem qualitativa, para explorar o contexto dos conteúdos, das competências e dos perfis sugeridos nos relatórios síntese (Brasil, 2016; 2018b; 2022a), enfatizando também os saberes estatísticos que representam o escopo deste estudo.

6.3 PERFIS DO ENADE 2014, 2017 E 2021

Na seção anterior, evidenciou-se a diferenciação quantitativa entre as três edições do Enade, fazendo supor que cada exame possui um perfil diferenciado, relacionado às respectivas matrizes de referências (Brasil, 2014, 2017a, 2021). Nesta, são apresentadas as diferenças quanto ao perfil do/a professor/a, valorizando a cada

edição e sua estrutura, baseada em competências (saberes) e objetos do conhecimento (conteúdos).

Os perfis profissionais do Enade são um conjunto de características esperadas do/a licenciado/a em Matemática na conclusão do seu curso. O Quadro 8 traz os perfis conforme a edição do Enade (2014, 2017 e 2021).

Quadro 8 – Perfis profissionais do Enade

2021
I. rigoroso cientificamente com raciocínio lógico e capacidade de abstração; II. colaborativo e proativo nas atividades profissionais da sua área e em contextos transversais e interdisciplinares; III. criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas; IV. ético, socialmente responsável, na formação de indivíduos e no exercício da cidadania; V. crítico e reflexivo na análise da contribuição do conhecimento matemático; VI. comprometido com sua educação permanente, com sua integração a novos contextos profissionais e com o uso de novas tecnologias.
2017
I. rigoroso científica e metodologicamente, com raciocínio lógico e capacidade de abstração; II. colaborativo e proativo nas atividades profissionais da sua área e em contextos transversais e interdisciplinares; III. criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas; IV. ético, socialmente responsável, crítico e reflexivo na análise da contribuição do conhecimento matemático na formação de indivíduos e no exercício da cidadania; V. comprometido com sua educação permanente, com sua integração a novos contextos profissionais e com o uso de novas tecnologias.
2014
I - atua pautado em um corpo de conhecimentos rigoroso e formal, com raciocínio lógico e capacidade de abstração, tanto em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares; II - é capaz de identificar e solucionar problemas de forma prática e eficiente, valorizando a criatividade e a diversidade na elaboração de hipóteses, de proposições e na solução de problemas; III - busca o contínuo aperfeiçoamento e atualização e é capaz de utilizar os recursos de informática em sua atuação; IV - busca identificar concepções, valores e atitudes em relação à Matemática e seu ensino, visando à atuação crítica no desempenho profissional, analisando criticamente a contribuição do conhecimento matemático na formação de indivíduos e no exercício da cidadania.

Fonte: Brasil (2014, 2017a, 2021).

As edições de 2017 e 2021 são muito próximas em relação ao perfil profissional, com uma diferença pequena no item IV e V do Enade 2021, edição na qual se observa o desmembramento do item IV do Enade 2017, gerando dois perfis muito próximos, senão idênticos.

No Enade 2014 também se observa a presença de conceitos como raciocínio lógico, capacidade de abstração e análise crítica. No entanto, há diferenças de

terminologias no contexto do uso de recursos de informática e da tecnologia. Nos Enades 2017 e 2021 (IV e V, respectivamente), fala-se em integração ao uso de tecnologia à prática e no 2014 indica-se que o perfil requerido deva ser capaz de usar os recursos em informática em sua atuação (item III). Desse modo, o Enade 2014 traz um conceito mais restritivo do que os demais, uma vez que se trabalha o conceito de tecnologia, que é mais amplo e envolve não somente a informática, pois compreende todos os meios materiais que podem levar ao desenvolvimento do pensamento computacional.

Outra diferença terminológica é o uso do termo transversalidade e contextos transdisciplinares, cuja diferença advém de alterações nas legislações para a formação de professores/as ocorridas posteriormente ao ano de 2014. O primeiro trata de temáticas já definidas em termos curriculares, fundamentais à formação do/a cidadão/ã e que perpassam muitas disciplinas, tais como: saúde, ética, trabalho e consumo, orientação sexual; pluralidade cultural. O segundo é abrangente e se orienta para uma proposta didática que possibilita o tratamento dos conhecimentos escolares de forma integrada, sendo, o/a aluno/a, agente problematizador que irá ter contato com conhecimentos sobre a realidade, na realidade e da realidade (Brasil, 2019c).

Observa-se, também, uma abordagem diferenciada no conhecimento do/a concluinte entre os três Enades. Enquanto o Enade 2017 e o 2021 enfatizam um perfil rigoroso científica e metodologicamente, com raciocínio lógico e capacidade de abstração, o Enade 2014 apresenta um perfil pautado em um corpo de conhecimentos rigoroso e formal na atuação transdisciplinar e interdisciplinar. Embora os três incluam o aspecto de rigor e formalidade, o Enade 2014 advoga que essa deva ser a base de atuação didática, uma vez que evoca a transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade, indicações que aparecem em separado nos Enades 2017 e 2021, refutando uma atuação centrada em formalismos e comportando um perfil de professor/a diferente daquele do Enade 2014. Isso ficará mais claro na análise das competências do Enade, um conceito que ainda não é pacífico no campo da Educação.

Competências

No Enade, o termo competência difere de habilidade, pois a primeira é um conjunto de recursos cognitivos necessários para a resolução de um problema, enquanto a segunda é um conhecimento específico – os recursos entendidos

individualmente (Brasil, 2018a). As competências dos três exames²⁸ do Enade estão listadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Competências dos Enades

Enade 2014	Enade 2017 - 2021
Estabelecer relações entre os aspectos formais e intuitivos; Formular conjecturas e generalizações; Elaborar argumentações e demonstrações matemáticas; Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras; Analisar dados utilizando conceitos e procedimentos matemáticos; Resolver problemas utilizando conceitos e procedimentos matemáticos; Elaborar modelos matemáticos utilizando conceitos e procedimentos matemáticos. Avaliar propostas curriculares de Matemática para a educação básica; Elaborar e avaliar propostas e metodologias de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica.	Formular conjecturas e generalizações, estabelecendo relações entre os aspectos formais e intuitivos; Elaborar e validar argumentações e demonstrações matemáticas; Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras; Analisar e interpretar dados; Resolver problemas; Elaborar modelos matemáticos; Relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático; Analisar criticamente propostas curriculares de Matemática para a Educação Básica; Analisar criticamente e utilizar diferentes processos de avaliação; Elaborar e avaliar propostas e metodologias de ensino e aprendizagem de Matemática para a Educação Básica; Analisar, selecionar e conceber materiais didáticos.

Fonte: Brasil (2014, 2017a, 2021).

Os Enade 2017 e 2021 possuem seis competências voltadas ao conhecimento de conteúdos matemáticos e cinco ao conhecimento pedagógico de conteúdo de um total de 11. No Enade 2014, há sete competências relacionadas ao conteúdo matemático e duas ao conhecimento pedagógico, totalizando nove. A principal diferença entre as competências foi o acréscimo de competências de caráter pedagógico aos Enade 2017 e 2021. Quanto ao aspecto de conteúdo matemático, a diferença observada é quanto à primeira competência dos Exames 2017 e 2021, que engloba as duas primeiras competências do Enade 2014 (vide Quadro 8).

Mesmo sendo definido um perfil de professor/a de Matemática nas respectivas matrizes de referência, as provas são compostas por itens equivalentes aos do bacharelado. Em 2014, isso ocorreu com 25 itens (62,5%) e no Enade 2017 com 29 itens (72,5%). Em 2021 não foi possível realizar comparação, pois a prova foi realizada somente para a licenciatura. Ressalta-se, ainda, que, no que tange às competências,

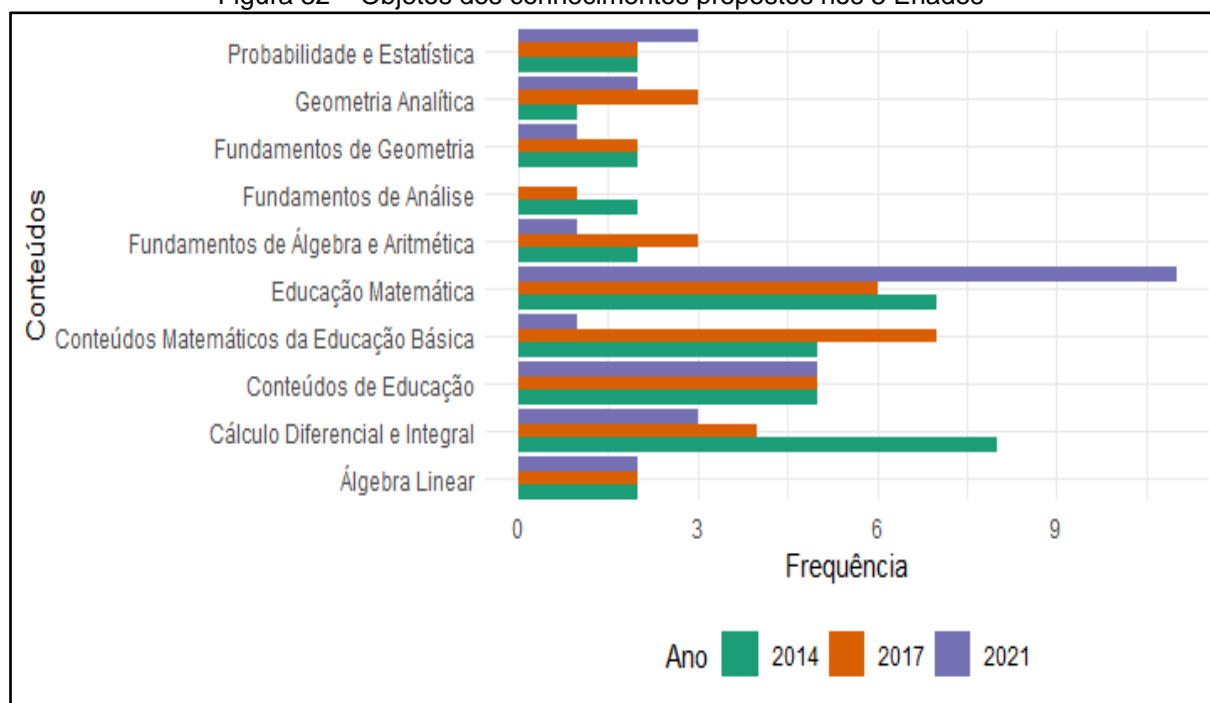
²⁸ Não são listadas habilidades nos documentos consultados.

a Portaria 261 de 2014 (Brasil, 2014) não procura diferenciar as que pertencem ao/à concluinte de licenciatura ou do bacharelado em Matemática, apenas elencando mais duas competências de cunho pedagógico ao grupo comum aos dois cursos, sendo possíveis reflexos da organização 3 + 1, que imperava na licenciatura até o início da década de 2000 (mais detalhes nos estudos de Junqueira e Manrique, 2012). A próxima seção trata a análise dos objetos do conhecimento, ou seja, conteúdos presentes nas provas.

Os conteúdos

Os conteúdos das provas são os objetos do conhecimento que, inseridos na forma de itens (questões), permitem avaliar as competências dos/as participantes, delineando o perfil do/a concluinte. Dessa forma, com base na matriz de referência, nas portarias e nos relatórios disponibilizados pelo Inep, foram inventariados os conteúdos e a frequência desses nas provas, considerando apenas a parte específica e os itens objetivos (Figura 32).

Figura 32 – Objetos dos conhecimentos propostos nos 3 Enades²⁹



Fonte: elaborada pela autora (2024).

²⁹ Alguns itens incluem mais de um conteúdo e isso é discriminado nos Relatórios do Inep (Brasil, 2016; 2018b; 2022a). Dessa maneira, são considerados como “inserções”, uma vez que há itens compostos por até três conteúdos.

Na análise dos conteúdos que compõem os itens específicos de caráter objetivo das provas, percebe-se um padrão de manter determinado número de questões relativas às matérias de Educação (nomeados na pesquisa como Conteúdos de Educação) e na mesma posição – as cinco últimas questões. Esses itens versam sobre: gestão democrática; planejamento escolar; organização dos espaços educativos; políticas de organização e financiamento da educação brasileira; psicologia da educação; educação inclusiva e diversidade; libras; conteúdos e metodologias específicas do ensino de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, Geografia, História, Artes e Educação física; políticas e práticas de articulação escola-comunidade e movimentos sociais e tecnologias da comunicação e informação nas práticas educativas. Essas disciplinas buscam medir as competências do/a educador/a na gestão da sala de aula e seu entendimento do ambiente educacional de maneira geral, com relação aos/às alunos/as, à comunidade escolar e no âmbito institucional da escola.

Quanto aos itens relativos à formação matemática, foram englobados em um único conjunto: contextos históricos e culturais no/do ensino da Matemática; observação, análise e planejamento dos conteúdos e métodos de ensino em Matemática na Educação Básica; processos de avaliação em Matemática na Educação Básica; Recursos didáticos de Matemática para a Educação Básica e Tendências em Educação Matemática, nomeados nesta tese como “Educação Matemática”. Nesse aspecto, ressalta-se o Enade 2021 como aquele em que ocorreu a maior frequência de inserções que continham essas temáticas (11) enquanto 2017 teve seis e 2014 sete inserções. Nesse sentido, pressupõe-se que a formação do/a educador/a matemático/a está sendo avaliada com mais profundidade no último triênio do Enade.

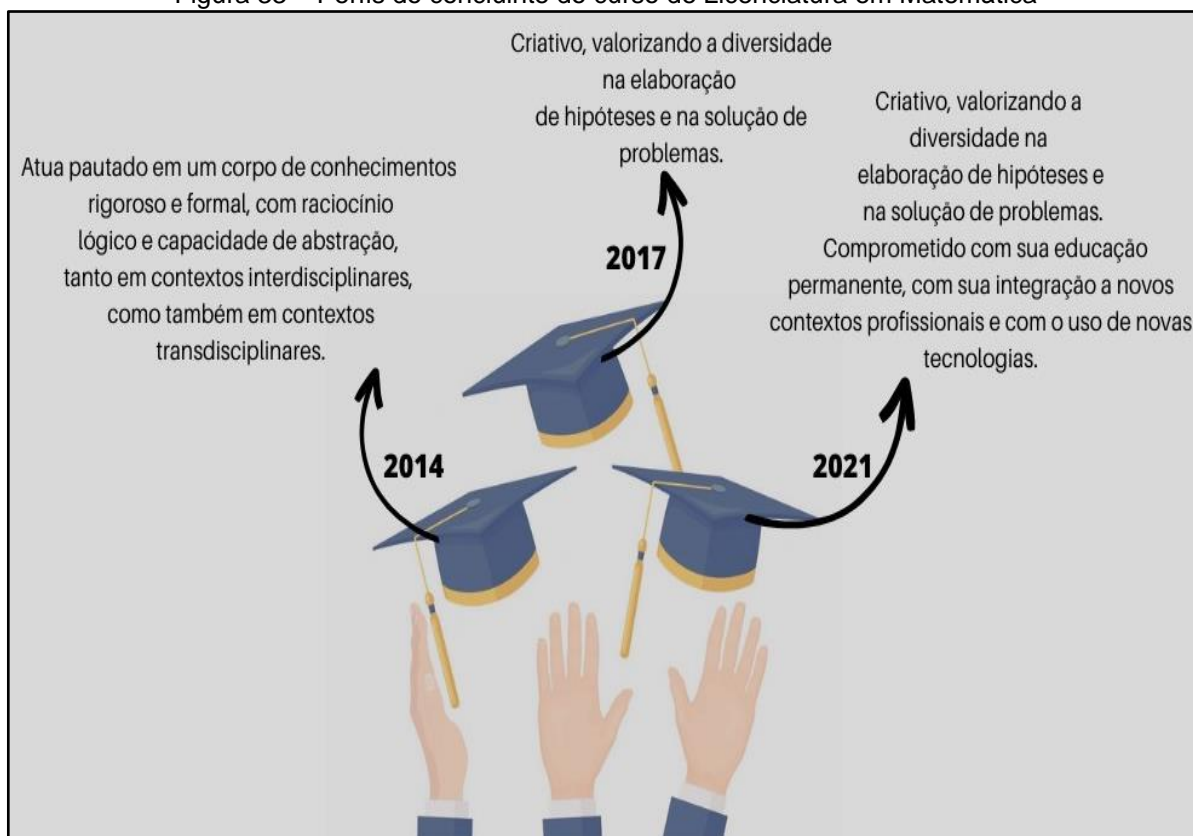
Os itens relacionados à Educação e à Educação Matemática permitem avaliar o conhecimento pedagógico e pedagógico de conteúdo. No entanto, há itens que se propõem a medir o conhecimento de conteúdo específico dos/as concluintes. Esses são distribuídos nos conteúdos matemáticos da Educação Básica; fundamentos de geometria; geometria analítica; cálculo diferencial e integral; equações diferenciais; álgebra linear; fundamentos de álgebra e aritmética; fundamentos de análise; probabilidade e estatística – abordados na Figura 32.

Como pôde ser observado, há uma variação entre as edições do Enade, destacando-se, em 2014, a presença de oito inserções do conteúdo de cálculo diferencial e integral, seguidas de cinco inserções de conteúdos de matemática da Educação Básica. Geometria analítica e fundamentos de geometria tiveram apenas uma inserção cada.

No Enade 2017 foi reduzida à metade a presença de cálculo diferencial e integral e foram diversificados os conteúdos, como se pode verificar pela presença das geometrias (analítica – cinco itens e fundamentos – dois). Aumentou, também, a presença de itens contendo fundamentos de álgebra e aritmética e conteúdos matemáticos da Educação Básica. Em 2021, com exceção de Probabilidade e Estatística, houve uma queda de inserções de itens cujo tema fosse o conhecimento de conteúdo matemático. Em contraposição, agregou-se itens contendo conhecimentos pedagógicos de conteúdo (Educação Matemática, que teve 11 inserções), os quais, associados às cinco questões de conteúdos de Educação, representam 55% das temáticas da prova (16 de 29 inserções). Para efeitos de comparação, 2014 possui 10 inserções de 35 (28%) e 2017 teve 12 de 35 (34%). Dessa maneira, é possível conceber que a mudança de padrão com a valorização das competências pedagógicas seja uma alteração do perfil do/a professor/a.

Considerando os conhecimentos da parte específica da prova, é possível inferir que cada edição do Enade pressupõe certas características que definem um perfil geral para o/a concluinte dos cursos de Licenciatura em Matemática. Assim, em 2014, o perfil presente em 12 dos 27 itens foi “Atua pautado em um corpo de conhecimentos rigoroso e formal, com raciocínio lógico e capacidade de abstração, tanto em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares”. Em 2017, o perfil passa a ser o “criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas”, com nove dos 27 itens, e, em 2021, há dois perfis que se evidenciam (sete itens cada um): “criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas” e “comprometido com sua educação permanente, com sua integração a novos contextos profissionais e com o uso de novas tecnologias”. A hipótese que se tem é que as mudanças paradigmáticas na sociedade, bem como a legislação relativa à formação docente, impactam na mudança desses perfis, sintetizados na Figura 33. Todavia, isso ocorre, se, e somente se, os cursos estejam se adequando às novas propostas.

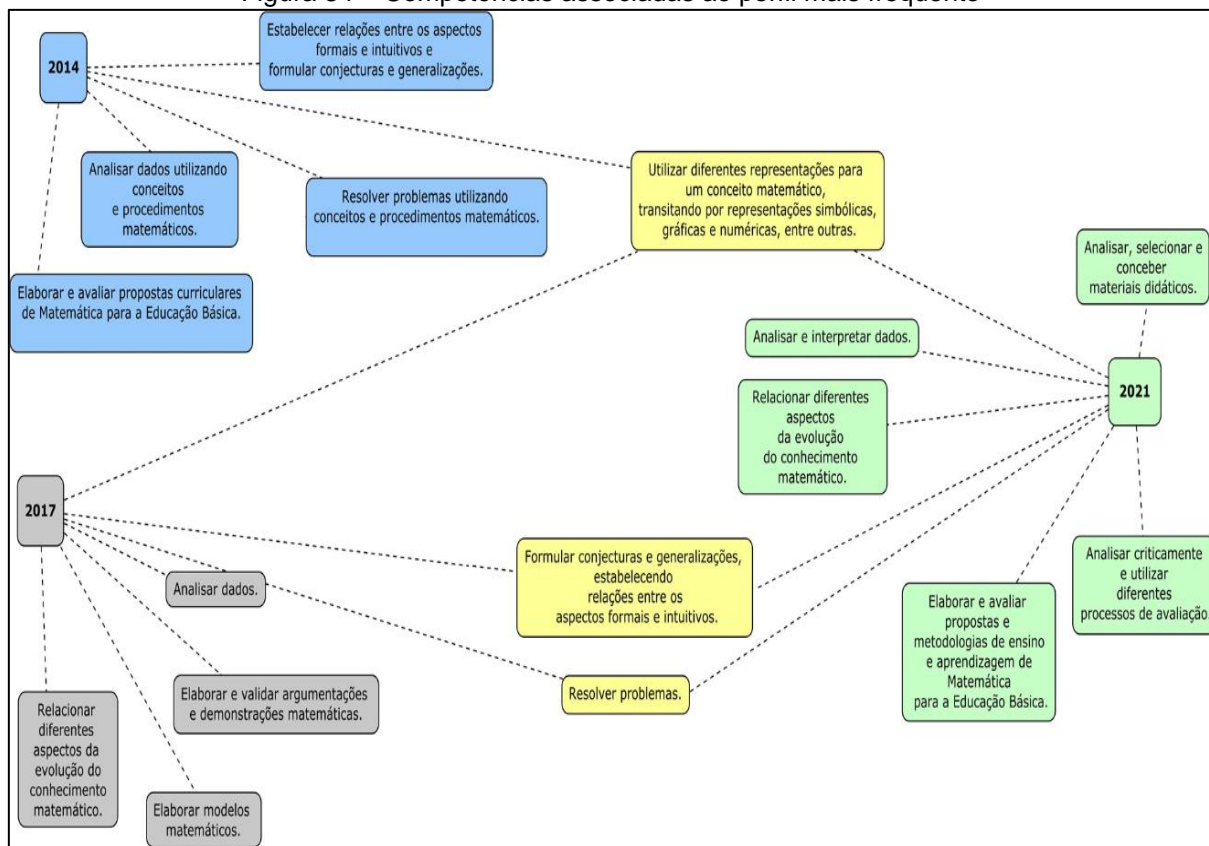
Figura 33 – Perfis do concluinte do curso de Licenciatura em Matemática



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Em observação aos perfis, percebe-se que eles estão relacionados a certas competências, conforme o proposto nas Portarias Inep n.º 377/2021, 508/2017 e 261/2014 (Brasil, 2014; 2017a; 2021). Assim, considerando as três edições do Enade e os perfis mais frequentes, chega-se ao resultado da Figura 34, o qual indica como competências comuns: Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras, e resolver problemas e analisar dados, as quais estão presentes em 2014, 2017 e 2021.

Figura 34 – Competências associadas ao perfil mais frequente



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Destaca-se que foram encontradas diferenças na abordagem quantitativa (vide seção 6.2), as quais indicam que a edição de 2021 tem o potencial de avaliar de maneira mais efetiva as competências associadas aos itens. Em relação à complexidade dos itens e aos objetos do conhecimento, 2014 apresenta as maiores dificuldades, mesmo após a retirada dos itens críticos, enquanto 2017 possui uma complexidade reduzida. Essas análises auxiliaram a perceber as diferenças entre os perfis qualitativos, personificados pelas matrizes de referência. Assim, com os perfis, competências e conteúdos que constituem a parte profissional do Enade definidos, tanto quanti como qualitativamente, discute-se, na próxima seção, os itens que medem os saberes estatísticos do(a) futuro(a) educador(a).

6.4 ANÁLISE DE ITENS DE CONTEÚDO ESTATÍSTICO UTILIZANDO O MODELO DE RESPOSTA NOMINAL (MRN)

Esta seção traz a aplicação do Modelo de Resposta Nominal (MRN) e da TCT aos itens de formação específica dos três exames em estudo. Isso permitiu analisar de maneira geral a construção técnica dos itens considerando suas alternativas

(distratores e gabarito). Em seguida, foram examinados os itens definidos nas Matrizes de Referência do Enade (Brasil, 2014; 2017a; 2021), como aqueles que avaliavam o conteúdo estatístico. Contudo, em observação às provas, algumas questões da parte de formação específica foram acrescentadas à análise, pois seu conteúdo trazia conceitos estatísticos, probabilísticos ou de Análise Combinatória.

6.4.1 Questões de Estatística do Enade 2014

A título de apresentação dos itens de formação específica são relacionadas na Tabela 20 ³⁰ as porcentagens de acerto para cada alternativa. São reportadas na análise também dados da TCT contidos na Tabela 12 (vide seção 6.1.2) relativos aos valores de discriminação e facilidade (r_{pb} e IF).

Tabela 20 – Percentuais de acerto para cada alternativa do Enade 2014

Item	Porcentagens de escolha por alternativa					
	NA	A	B	C	D	E
I09	0,33	17,1	20,53	18,73	19,54	23,76
I10	0,37	10,18	17,08	22,17	26,86	23,33
I11	0,31	12,53	11,95	32,82	17,27	25,12
I12	0,42	21,26	12,89	27,84	21,96	15,63
I13	0,4	14,9	16,35	19,37	14,56	34,42
I14	0,25	23,5	26,73	17,82	17,78	13,93
I15	0,3	19,22	15,31	23,37	20,11	21,7
I16	0,33	30,75	16,71	12,93	26,14	13,15
I17	0,33	20,57	35,63	14,88	19,22	9,36
I18	0,37	31,42	10,88	18,74	16,86	21,72
I19	0,47	15,23	24,3	20,44	23,4	16,17
I20	0,45	18,73	13,95	16,67	29,5	20,71
I21	0,42	32,99	15,33	16,02	17,63	17,62
I22	0,45	34,49	13,59	18,95	17,53	14,99
I23	0,64	14,15	17,43	26,82	20,33	20,62
I24	0,56	28,54	19,56	18,83	18,31	14,2
I25	0,69	19,87	21,51	20,8	22,38	14,75
I26	0,69	16,69	18,18	17,77	18,71	27,96
I27	0,54	17,11	21,69	22,05	22,67	15,95
I28	0,57	16,39	20,09	26,03	17,31	19,61
I29	0,69	15,79	17,87	17,55	29,36	18,74
I30	0,65	28,44	20,21	19,6	18,9	12,2
I31	0,84	14,44	14,74	15,75	38,55	15,67
I32	0,79	13,74	15,6	35,41	11,97	22,5
I33	0,75	13,42	29,58	25,04	16,97	14,24
I34	0,67	13,18	14,12	27,54	20,53	23,96
I35	0,66	11,3	23,56	21,06	24,84	18,59

Fonte: dados de pesquisa (2024).

³⁰ A opção com maior proporção de escolha está marcada na cor azul. Quando essa não representa o gabarito, este será evidenciado em lilás nas Tabelas 20, 22 e 24.

O IF, que indica a proporção dos/as que responderam corretamente os itens examinados, obteve média de 0,23 (desvio padrão = 0,07) e de $r_{pb} = 0,19$ (desvio padrão = 0,05). Os itens I17, I18, I28, I29, I30, I31 e I34 tiveram o gabarito como maior proporção de escolha. Quanto aos demais itens, a maior proporção foi a de algum dos distratores. As não-respostas (NA) para cada item representam um número menor que 1% dos/as participantes. Quanto à aplicação do MRN, a Tabela 21 traz os coeficientes a_s relacionados à discriminação das k alternativas. Estudos relacionados ao MRN (Bock, 1972; Thissen; Steinberg; Fitzpatrick, 1989) indicam que é esperado que os distratores apresentem-se negativos (inversamente correlacionados ao traço latente) ou menores que os gabaritos³¹. Contudo, apenas aqueles marcados em cinza na coluna Item da Tabela 21 apresentam essa característica, enquanto os demais possuem discrepâncias (cerca de 66% da parte específica da prova).

Tabela 21 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2014³²

Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
I09	-0,34	-0,25	-0,2	0,48	0,32	I23	-0,08	-0,37	0,44	-0,08	0,08
I10	-0,31	-0,47	-0,22	0,72	0,28	I24	0,97	0,23	-0,4	-0,17	-0,63
I11	-0,32	-0,31	0,66	0,01	-0,04	I25	0,41	0,19	-0,22	-0,05	-0,33
I12	-0,31	-0,36	0,93	-0,43	0,17	I26	-0,63	-0,51	-0,11	-0,05	1,29
I13	-0,16	-0,07	0,06	-0,19	0,36	I27	0,16	0,2	-0,28	-0,02	-0,06
I14	0,32	0	0	-0,24	-0,09	I28	-0,42	-0,08	0,3	-0,12	0,33
I15	-0,74	-0,65	0,33	0,76	0,3	I29	-0,89	0,49	-0,31	1,05	-0,34
I16	1,12	-0,14	-0,32	-0,02	-0,64	I30	0,47	0,33	-0,47	0,06	-0,39
I17	0,28	0,11	-0,01	-0,19	-0,19	I31	-0,16	-0,3	-0,11	0,44	0,13
I18	-0,7	-0,21	-0,09	0,23	0,78	I32	-0,18	-0,27	0,36	-0,28	0,37
I19	-0,5	0,55	-0,06	0,15	-0,14	I33	-0,51	0,39	0,18	0,06	-0,11
I20	-0,15	-0,28	-0,22	0,6	0,04	I34	-0,19	-0,32	0,4	-0,08	0,19
I21	0,83	0,25	-0,42	-0,24	-0,41	I35	-0,65	0,4	0,03	0,13	0,09
I22	0,3	-0,33	-0,06	-0,37	0,47	-	-	-	-	-	-

Fonte: dados de pesquisa (2024).

No MRN, espera-se que a probabilidade de que um indivíduo escolha o gabarito cresça à medida que o traço latente (θ) avança. Isso significa que indivíduos com habilidades maiores tendem a acertar a questão. Quando isso não acontece, a hipótese que precisa ser analisada é que o item possui fragilidades em sua construção técnica, seja na formulação das questões, seja nas alternativas. Essa relação entre o traço latente e a alternativa escolhida também permite a análise do raciocínio dos/as respondentes pela interpretação das possíveis estratégias empregadas nas

³¹ Itens em amarelo apresentam discrepâncias na relação esperada entre distrator-gabarito nas Tabelas 21, 23 e 25. Destaca-se que o gabarito está em azul e o distrator em lilás.

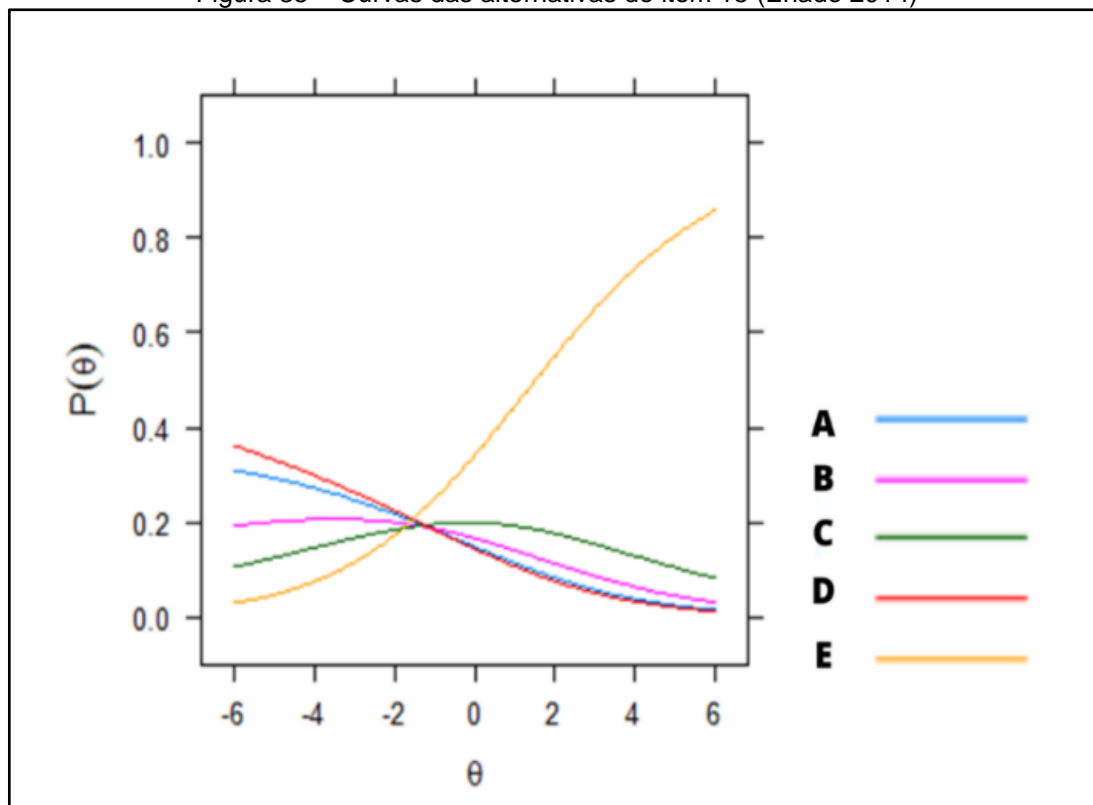
³² a_1 , a_2 , a_3 , a_4 e a_5 representam as alternativas A, B, C, D e E, respectivamente.

resoluções, considerando estudos de Allevato (2004), Cazorla (2002), Cury e Cassol (2004), Viali e Cury (2009), Cury (2013) e Rostirola, Henning e Siple (2023).

Considerando a matriz de referência do Enade 2014 (Brasil, 2014) para definição de conteúdos de formação específica, tem-se dois itens que versam sobre o conteúdo estatístico: I13 e I25 – ambos foram mantidos na prova após análise pela TCT.

O item I13 possui um índice de facilidade classificado como difícil (0,19) e coeficiente de correlação ponto-bisserial (0,19), o qual classifica o item como ineficiente. O distrator E apresentou maior proporção de escolha (34,42%) em relação ao gabarito C (19,37%). Os bisseriais mantêm o comportamento esperado – com valores negativos para distratores e positivo para o gabarito. Em MRN, o coeficiente a_3 (alternativa C) foi estimado em 0,06, enquanto o distrator a_5 (alternativa E) estimado em 0,36. O gráfico da Figura 35 ilustra essa discrepância, mostrando a curva E (em laranja) crescendo conforme o θ avança, enquanto a curva C (em verde) tende a decrescer a partir do θ próximo a -2.

Figura 35 – Curvas das alternativas do item 13 (Enade 2014)



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Diante disso, I13 possui indícios de discrepância em relação a sua construção técnica. Isso pode significar que a competência proposta para o item pelo Inep – analisar dados utilizando conceitos e procedimentos matemáticos no conteúdo Probabilidade e Estatística – pode não ter sido avaliada de forma eficaz, restringindo a aferição do perfil “Atuação em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares” (Brasil, 2014).

A Figura 36 mostra o item I13 presente na prova de 2014, o qual necessita de conhecimentos que envolvem a integração, relacionando conceitos de cálculo à função densidade de probabilidade da distribuição normal.

Figura 36 – Item 13 (Enade 2014)

QUESTÃO 13
 Muitos fenômenos probabilísticos seguem uma lei de distribuição denominada Normal, na qual os valores mais frequentes se encontram próximos à média. A curva que representa essa distribuição tem a forma de um sino, é simétrica em torno da média μ , tem no eixo das abscissas uma assíntota horizontal e é determinada pela seguinte função de densidade:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Levando em consideração que cada curva de distribuição Normal é determinada pela sua média μ e pelo seu desvio-padrão σ , Gauss desenvolveu uma forma de padronizá-las em uma única Normal, caracterizada por ter média 0 e desvio-padrão 1. Assim, a Normal Padrão é determinada pela função $f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$, na qual cada um dos valores x da função de distribuição Normal $N(\mu, \sigma)$ é convertido em uma nova variável adimensional, designada genericamente por z , a qual tem distribuição Normal $N(0, 1)$. A conversão dessa variável se dá por meio da seguinte expressão: $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$.

Sabe-se que a área sob o gráfico da função de densidade de probabilidade em determinado intervalo fornece a probabilidade de ocorrência de um valor dentro desse intervalo. Assim, considera-se que a área entre a curva Normal e a assíntota determinada pelo eixo das abscissas é igual a 1.

De acordo com dados obtidos no portal do INEP/MEC relativos aos 11 303 estudantes de Licenciatura em Matemática que realizaram a prova do Enade em 2011, a média e o desvio-padrão do desempenho geral desses estudantes foram, respectivamente, iguais a 32,4 e 11,6 pontos.

Considerando que a distribuição do desempenho desses alunos no ENADE 2011 pode ser aproximada pela distribuição Normal, assinale a alternativa cuja expressão fornece o percentual de estudantes com desempenho inferior a 20,8 pontos ou superior a 55,6 pontos.

A $\int_{-1}^2 f(z) dz$

B $\int_{20,8}^{55,6} f(z) dz$

C $1 - \int_{-1}^2 f(z) dz$

D $\int_{11,6}^{32,4} f(z) dz$

E $1 - \left(\int_{-\infty}^{-1} f(z) dz + \int_2^{\infty} f(z) dz \right)$

Fonte: acervo da autora (2024).

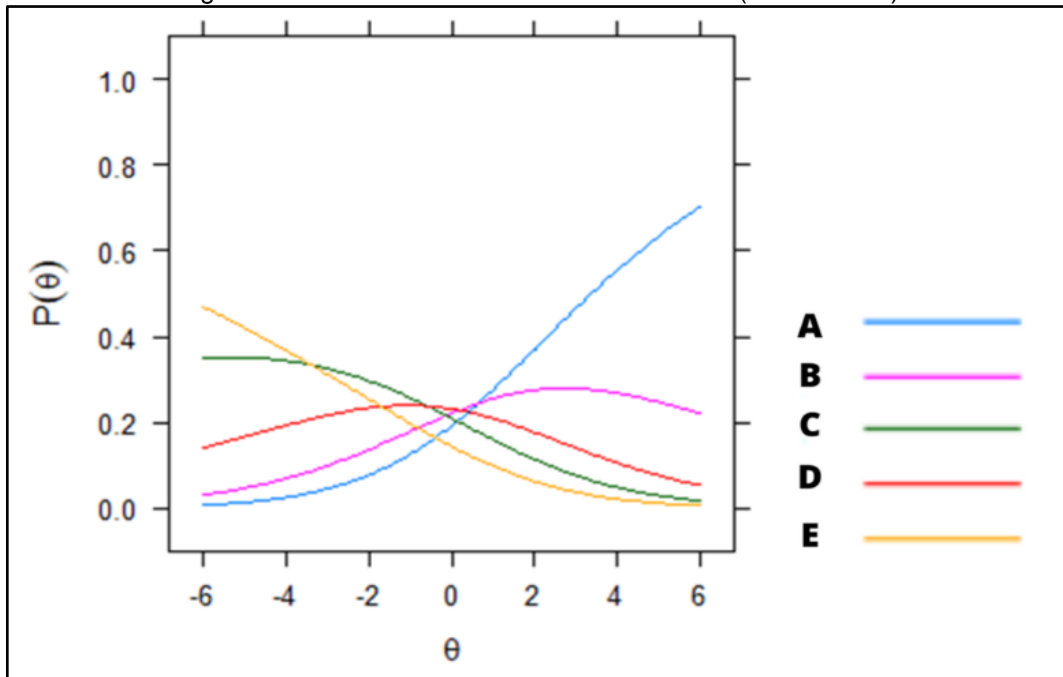
O/A respondente precisa apresentar percentuais relativos aos/às estudantes com desempenho inferior a 20,8 pontos ou superior a 55,6 pontos. Para isso, ele/a

precisa calcular o z e deve identificar qual é a integral que permite encontrar esse percentual. Ainda, deve inferir que as alternativas estão em $f(z)$ e não em $f(x)$, sendo necessário encontrar os valores que sejam equivalentes a 20,8 e 55,6 e reescrevê-los na forma de uma integral. A preferência pela letra E pode ter se dado porque ela apresenta similaridades com aspectos da resolução, deixando margem para dúvida até mesmo a indivíduos com maior habilidade.

Mesmo que seja um conteúdo presente em disciplinas básicas de Estatística do currículo da licenciatura, requer-se, do/a estudante, uma compreensão semiótica numérica e algébrica, que muitas vezes não foi bem desenvolvida, o que é convergente aos estudos de Cury (2013), nos quais se evidencia erros de estudantes de Licenciatura em Matemática referentes a cálculo diferencial e integral.

O item I25 possui IF 0,22 – questão classificada como difícil e coeficiente de correlação ponto-bisserial 0,20, necessitando revisão. Seu gabarito (B) possui percentual de escolha de 21,51%, enquanto o distrator de maior proporção foi a alternativa D (22,34%). Quanto às demais alternativas, estas não diferem de forma expressiva umas das outras, como mostra a Tabela 20. Os bisseriais se mantêm no padrão esperado, negativo para distratores e positivo para o gabarito. Pelo MRN, o coeficiente a_1 (alternativa A) foi estimado em 0,41, enquanto o coeficiente a_2 (alternativa B) em 0,19. O gráfico de I25 (Figura 37) mostra que a alternativa A supera o gabarito B a partir de θ acima de 0.

Figura 37 – Curvas das alternativas do item 25 (Enade 2014)



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Assim como o I13, o item I25 (Figura 38) também apresenta discrepâncias, o que pode indicar uma mensuração ineficaz da competência pretendida pelo Inep: utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, associada ao conteúdo de Probabilidade e Estatística e à análise de situações de ensino e aprendizagem de Matemática, constituindo o perfil de atuação em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares (Brasil, 2016).

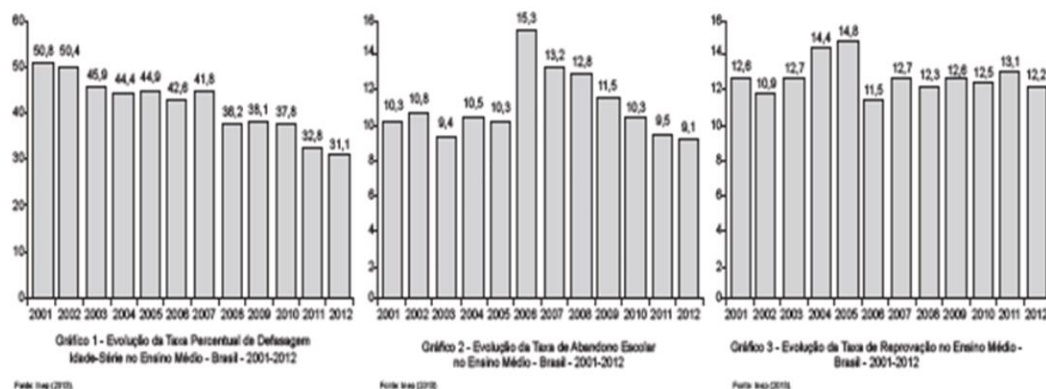
Figura 38 – Item 25 (Enade 2014)

QUESTÃO 25

As políticas educacionais no Brasil e no mundo têm avaliado a qualidade da educação, ou mesmo das políticas públicas, por meio de indicadores quantitativos. A análise de um indicador não pode ser feita sem levar em consideração as características do meio em que ele está inserido. Por sua natureza, um indicador fornece uma visão parcial do que se pretende aferir. Essa parcialidade é inerente ao método, ao processo ou às escolhas para a constituição do indicador.

De qualquer forma, indicadores educacionais como taxas de acesso, de repetência, de reprovações, de defasagem idade-série e de evasão são sinais que orientam uma avaliação diagnóstica no que diz respeito às suas implicações com a permanência e o sucesso dos estudantes nas escolas.

Observe os gráficos abaixo, que contêm alguns indicadores do ensino médio brasileiro no período de 2001 a 2012.



FRITSCH, R.; VITELLI, R.; ROCHA, C. S. Defasagem idade-série em escolas estaduais de ensino médio do Rio Grande do Sul. *Rev. bras. Estud. pedagóg.* (online), Brasília, v. 95, n. 239, p. 218-236, jan./abr. 2014. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2014 (adaptado).

Com base nos dados apresentados, avalie as afirmações a seguir.

- I. A evolução da taxa de abandono escolar no ensino médio brasileiro mostra a tendência de queda, sinalizando que não há mais necessidade de políticas públicas para corrigir esse problema.
- II. Ao contrário das demais taxas, a taxa de reprovação no ensino médio brasileiro sinaliza uma tendência de estabilidade, aproximando-se de 12%.
- III. A taxa de defasagem idade-série apresentou grande variação de ano para ano no período de 2001 a 2012.
- IV. Um diagnóstico feito a partir dos três gráficos aponta para uma situação favorável em termos de aprendizado dos estudantes brasileiros que concluem o ensino médio.

É correto apenas o que se afirma em

- A I.
- B II.
- C I e III.
- D II e IV.
- E III e IV.

Fonte: acervo da autora (2024).

A questão propõe a análise de gráficos sobre a evolução do percentual de defasagem escolar, da taxa de abandono e de reprovação de estudantes do Ensino Médio do Brasil entre os anos de 2001 e 2012. Embora possa ser categorizada como uma situação estatística simples, e até mesmo que possa integrar a prova de outros cursos de licenciatura, há que se considerar a necessidade, para resolvê-la, de conteúdos interdisciplinares da área da Educação. Se fosse necessário apenas o contexto numérico, o gabarito seria outro.

Nesse sentido, a afirmativa I – A evolução da taxa de abandono escolar no ensino médio brasileiro mostra a tendência de queda, sinalizando que não há mais necessidade de políticas públicas para corrigir esse problema – apresenta-se como verdadeira caso se considere o decréscimo da taxa de 2001 a 2012. Contudo, a conclusão de que não há necessidade de intervenção não pode ser inferida a partir desse dado, uma vez que não há outros parâmetros que permitam essa conclusão. A afirmativa II – Ao contrário das demais taxas, a taxa de reprovação no ensino médio brasileiro sinaliza uma tendência de estabilidade, aproximando-se de 12% – é verdadeira, pois o gráfico da taxa de reprovação mostra taxas que se mantêm em torno de 12%. A afirmativa III – A taxa de defasagem idade-série apresentou grande variação de ano para ano no período de 2001 a 2012 – é falsa, pois, em alguns anos houve variação muito pequena. A afirmativa IV – Um diagnóstico feito a partir dos três gráficos aponta para uma situação favorável em termos de aprendizado dos estudantes brasileiros que concluem o ensino médio – é falsa, pois nenhum dos gráficos trata de aprendizagem. Sendo verdadeira apenas a letra B, esse aspecto pode ser considerado uma fragilidade de interpretação gráfica, condicionada à extrapolação de informações que não estão apresentadas na situação.

Os dois itens expostos abordam conteúdos comuns no currículo das Licenciaturas em Matemática, conforme diretrizes curriculares para os cursos de licenciatura (Brasil, 2015b), no entanto, no âmbito da avaliação pelo MRN, apresentam discrepâncias bem evidentes nas estatísticas, revelando que, caso esses itens fossem testados e avaliados por especialistas, seria possível garantir uma maior eficácia da medida. Além disso, as opções dos/as respondentes permitem identificar dificuldades de entendimento da compreensão semiótica da linguagem numérica e algébrica e problemas na interpretação de gráficos.

O Enade 2014 ainda traz questões de conteúdo estatístico nos itens I3, I4, I6 e I7, os quais incluíam os conteúdos de análises de gráficos, tabelas e proporções. Como esse recorte de itens pertencia à parte de formação geral e não da parte específica, não foi objeto desta análise, portanto, será abordado em estudos futuros.

Diante da abordagem realizada via MRN, considera-se que a mensuração de competências associadas aos conteúdos estatísticos propostos pelo Enade 2014 foi frágil. Isso também levanta questões sobre como esses conceitos se traduzem nos cursos universitários, haja vista que o que se propõe no Enade se reflete no currículo efetivado na universidade. Dessa forma, suscita reflexões didáticas e pedagógicas. Na próxima seção são analisados os itens do Enade 2017.

6.4.2 Questões de Estatística do Enade 2017

O Enade 2017, analisado via TCT, possui índice de facilidade médio igual a 0,34 (desvio padrão = 0,13) e discriminação média 0,29 (desvio padrão = 0,08). Dessa maneira, tem uma maior dificuldade e discrimina com mais eficiência os participantes do teste. Quanto à proporção de escolha das alternativas pelos/as participantes, temos que os itens I14, I16, I18, I20, I23 e I24 possuem os distratores assumindo maior porcentagem de escolha dos/as participantes. As NA apresentam baixas proporções de escolha, conforme o que mostra a Tabela 22.

Tabela 22 – Percentuais de acertos para cada alternativa do Enade 2017

(Continua)

Item	Percentuais de escolha por alternativa					
	NA	A	B	C	D	E
9	0,5	20,4	18,5	25,3	10,5	24,9
10	0,5	54,9	15,4	11,5	11,4	6,3
11	0,7	16,4	13,9	30,7	21,6	16,7
12	0,5	14,8	32,4	23	19,9	9,5
13	0,6	13,2	16,7	20,8	38,4	10,4
14	0,7	12,8	17,6	26,4	26,8	15,7
15	0,5	24,9	20,7	12,9	25,7	15,4
16	0,4	27,4	13,9	32,3	11,1	14,8
17	0,7	25,2	18,7	27	18	10,5
18	0,9	17,5	21,9	22,5	20,9	16,2
19	0,7	18,9	23,7	15	27,4	14,2
20	0,6	10,3	34	23,3	20	11,7
21	0,7	12,7	19,4	22,2	29,2	15,7
22	0,9	12,5	23,8	17,5	15	30,2
23	0,8	39,7	13,8	14,4	9,1	22,3
24	1	20,1	22,9	18,1	12,7	25,3
25	0,8	32,3	23,7	19,3	14,2	9,6
26	0,7	11,6	7,6	60	9,5	10,7
27	0,6	16,3	12	11,6	14,1	45,4

Tabela 22 – Percentuais de acertos para cada alternativa do Enade 2017

(Conclusão)						
Percentuais de escolha por alternativa						
Item	NA	A	B	C	D	D
28	0,7	6,4	7,6	41,2	13,2	31
29	0,5	6,2	26,7	34,6	11,7	20,4
30	0,7	14	43,9	9,6	16	15,8
31	0,8	5,5	15,2	15,9	25,4	37,3
32	0,7	41,1	21,6	7,3	15,2	14,1
33	1,1	43,4	9,5	8,9	29,6	7,4
34	0,9	14,4	19,7	17,7	34,7	12,6
35	0,8	9,5	7,2	9,2	65,3	7,9

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Os parâmetros relativos a cada uma das categorias de respostas possíveis (A, B, C, D, E) foram estimados pelo MRN, resultando em probabilidades descritas como a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 na Tabela 23. Aqueles itens que apresentaram comportamento discrepante são: I9, I16, I21 e I33 (14% da prova específica). Nesses, percebe-se que a probabilidade de escolha do gabarito (azul) fica reduzida em relação ao distrator (lilás). As questões que versam sobre Probabilidade e Estatística são I20 e I21.

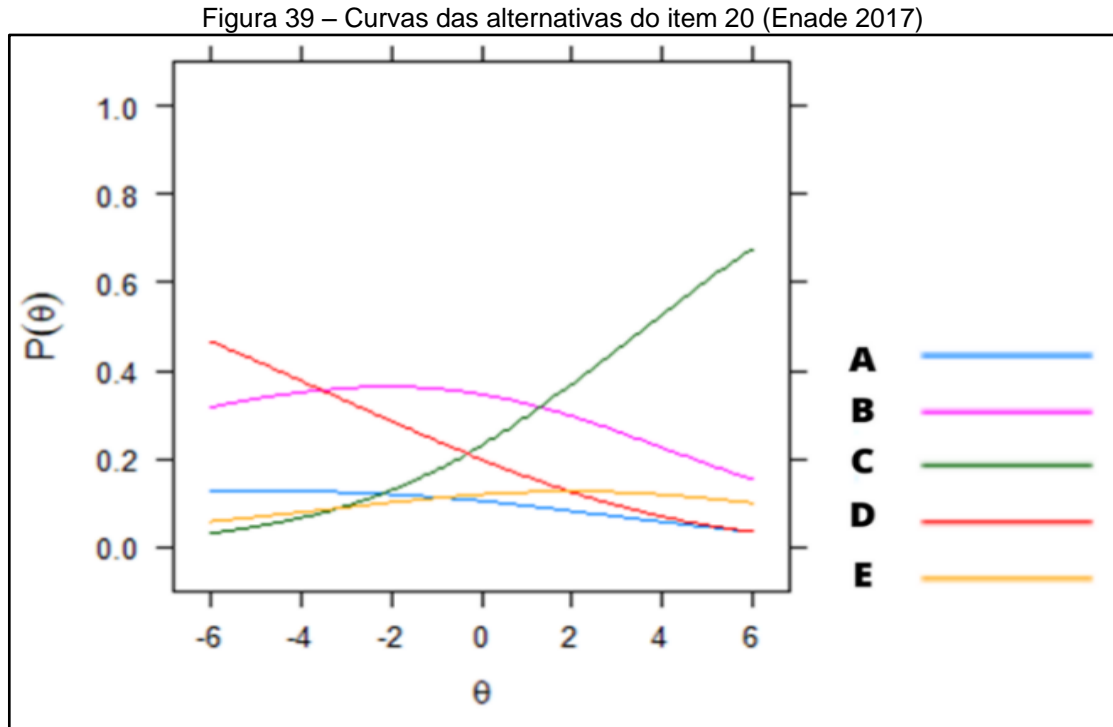
Tabela 23 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2017

Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
I9	-0,01	-0,20	0,26	-0,41	0,36	I23	0,20	-0,18	-0,07	-0,35	0,40
I10	0,65	-0,02	-0,33	-0,26	0,04	I24	-0,04	0,32	-0,18	-0,21	0,11
I11	-0,31	-0,36	0,42	0,01	0,24	I25	0,41	0,24	0,20	-0,24	-0,20
I12	-0,14	0,57	-0,27	-0,26	0,10	I26	-0,18	-0,42	0,79	-0,27	0,07
I13	-0,52	-0,58	0,23	0,60	0,28	I27	0,01	-0,32	-0,28	-0,07	0,66
I14	0,04	0,16	-0,11	0,01	-0,10	I28	-0,47	-0,63	0,66	-0,08	0,52
I15	-0,08	-0,33	-0,12	0,39	0,13	I29	-0,66	0,08	0,46	-0,12	0,24
I16	0,13	-0,02	-0,11	0,05	-0,05	I30	-0,21	0,72	-0,60	0,00	0,09
I17	-0,01	0,11	0,29	-0,07	-0,31	I31	-0,47	-0,31	0,10	0,15	0,52
I18	-0,02	-0,16	-0,07	-0,12	0,37	I32	0,61	0,10	-0,53	-0,33	0,15
I19	-0,13	0,17	-0,20	0,13	0,03	I33	0,29	-0,56	-0,43	0,21	0,50
I20	-0,09	-0,04	0,27	-0,20	0,06	I34	-0,14	-0,07	-0,21	0,36	0,06
I21	-0,06	0,09	-0,16	-0,01	0,13	I35	-0,25	-0,45	0,03	0,70	-0,03
I22	-0,10	-0,14	-0,22	-0,15	0,60	-	-	-	-	-	-

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A questão I20 possui dificuldade mediana (0,23) e coeficiente de correlação ponto bisserial aceitável (0,27). A alternativa correta (C) foi escolhida por 23,3% dos/as respondentes, porém, o distrator B superou esse valor, com 34% das respostas. Os bisseriais se mantiveram no padrão esperado, negativo para distratores e positivo para o gabarito. Além disso, o item em estudo não apresenta discrepâncias em relação ao gabarito pelo MRN, com a_3 estimado em 0,27, sendo o maior valor e evidenciando

o comportamento esperado do item. O gráfico da Figura 39 mostra a curva da alternativa C aumentando sua probabilidade de escolha à medida que θ avança.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Tecnicamente garantida a qualidade do item, foi possível, para o Inep, avaliar a competência de analisar dados associados ao conteúdo de Probabilidade e Estatística visando a aferição de um perfil criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas. A Figura 40 traz o item 20, cujo conceito essencial envolvido em sua resolução é probabilidade.

Figura 40 – Item 20 (Enade 2017)

QUESTÃO 20

Durante o final de temporada de um evento de corrida automobilística, é comum chover nos dois dias de treino, sexta-feira e sábado, e no dia da corrida, domingo. Suponha que a previsão meteorológica para esses dias indique 80% de chance de chuva para cada um dos dias de treino e 30% de chance de chuva para o dia da corrida.

Considerando as informações do texto acima, avalie as afirmações a seguir.

- I. A chance de não chover em nenhum dos três dias é de 2,8%.
- II. A chance de chover em pelo menos um dos três dias é de 97,2%.
- III. A chance de chover sexta-feira e sábado é de 80%.

É correto o que se afirma em

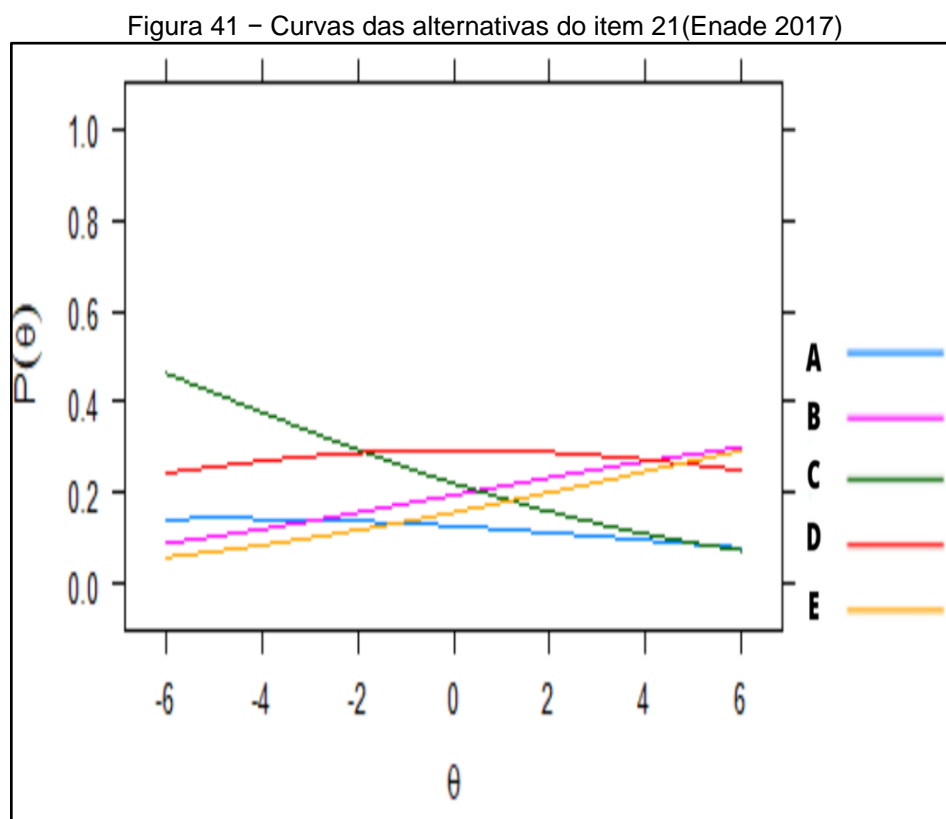
- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

Fonte: acervo da autora (2024).

A questão I20 envolve o conteúdo de Probabilidade, eventos complementares, e eventos independentes – todos conteúdos presentes no currículo da Educação Básica, na qual o/a futuro/a professor/a poderá atuar em algum momento. Os erros dos/as participantes podem decorrer da não assimilação conceitual e da interpretação da questão. Pontes e Núñez (2019) refletem sobre as dificuldades dos/as estudantes nesses conteúdos. Além disso, Batanero (2022) diz que a aprendizagem da Probabilidade é essencial na formação dos/as educandos/as, pois tem aplicações na vida diária, sendo fundamental ao/a professor/a oportunizar uma alfabetização probabilística. Desse modo, esse conhecimento é fundamental na formação estatística do/a professor/a de Matemática.

O item I21 apresentou, pela TCT, índice de facilidade igual a 0,29 – questão difícil e a discriminação ficou em 0,12 – medida muito baixa ($<0,20$), sendo considerado um item ineficiente, motivo pelo qual foi excluído do cálculo da nota pelo Inep. A maior proporção de escolha foi do gabarito (29,2%). Todos os bisseriais apresentam-se negativos, sendo o maior valor o do gabarito. Pelo MRN, apresenta a

alternativa E (distrator) estimado em 0,13, enquanto o gabarito D ficou em -0,01. A curva D (Figura 41) decrescente, conforme avança o θ , confirma as incoerências quantitativas apresentadas.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Desse modo, a competência para resolver problemas com o conteúdo de Probabilidade e Estatística não foi mensurada pelo item I21, sendo prejudicada a aferição do perfil criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.

Na resolução de I21 (Figura 42) é preciso analisar alguns aspectos quanto à soma das probabilidades da afirmação I. Os primeiros cálculos chegam a três frações iguais a $\frac{1}{15}$. Se não ocorrer a interpretação de que é preciso efetuar a adição, erroneamente se considera a alternativa E como verdadeira (Rostirola; Henning; Siple, 2022). Essa discrepância pode ser observada na Tabela 22, que indica a proporção de 30% dos/as participantes optando por esse distrator. Em consonância a Viali e Cury (2009), esse erro pode ser considerado uma subclasse de uma situação em que o/a respondente conhece o conceito de Probabilidade como o quociente entre o número de casos favoráveis e o número de casos possíveis, mas evidencia uma dificuldade

em discernir eventos compostos. Retornando ao que entende Batanero (2022), isso pode repercutir em dificuldades nos processos instrucionais desses/as futuros/as professores/as.

Figura 42 – Item 21 (Enade 2017)

QUESTÃO 21

Seis estudantes se inscreveram para um campeonato escolar de xadrez: três meninas, das quais duas são irmãs gêmeas, e três meninos. Na primeira rodada serão formadas as três duplas de adversários por sorteio, da seguinte forma: o primeiro jogador é sorteado entre os seis participantes; o segundo é sorteado entre os cinco restantes; o terceiro entre os quatro restantes; o quarto, entre os três restantes; a primeira dupla é formada pelo primeiro e segundo sorteados; a segunda dupla é formada pelo terceiro e quarto sorteados; a terceira dupla é formada pelos dois últimos que não foram sorteados.

Considerando essas condições a respeito da formação das duplas de adversários na primeira rodada do campeonato, avalie as afirmações a seguir

- I. A probabilidade de as gêmeas se enfrentarem é de $\frac{1}{15}$.
- II. A probabilidade de a primeira dupla sorteada ser de meninos é de $\frac{1}{5}$.
- III. A probabilidade de a primeira dupla sorteada ser composta por uma menina e um menino é de $\frac{3}{5}$.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** I e III, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

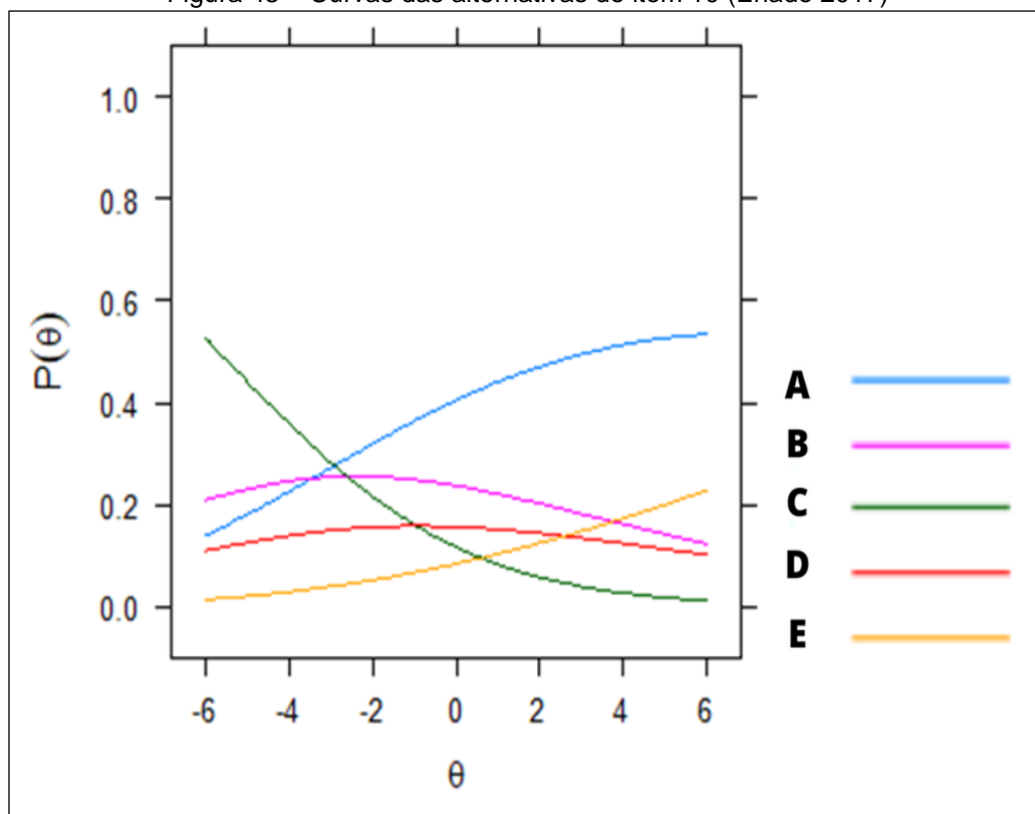
Fonte: acervo da autora (2024).

Embora, pelos dados apresentados, o Enade 2017 possa ter comprometido a avaliação de competências estatísticas com a exclusão de I21, alguns conteúdos estatísticos estão presentes na parte de formação geral da prova, pontualmente na questão I1, que trata de análise gráfica, e na questão I2, que traz a interpretação de percentuais em um dado texto. Além disso, na parte específica, a matriz de referência do Enade 2017 (Brasil, 2018b) não aponta como Probabilidade e Estatística, mas traz uma questão (I10) que se refere ao princípio da casa dos pombos.

A questão I10 possui um índice de facilidade de 0,55 (mediano), com discriminação (r_{pb}) igual a 0,38 (aceitável). A proporção maior de escolha dos/as

participantes foi pelo gabarito – letra A (54,9%), o que concorda também com o maior valor bisserial. As estimativas do MRN são convergentes à TCT, pois o maior valor estimado também aponta para o gabarito. A situação pode ser apresentada pela curva A (em azul), a qual apresenta crescimento em relação ao avanço do θ (Figura 43).

Figura 43 – Curvas das alternativas do item 10 (Enade 2017)



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O I10 (Figura 44) está relacionado à competência de resolver problemas e associado ao objeto do conhecimento conteúdos matemáticos da Educação Básica, aferindo o perfil criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas (Brasil, 2018b). O/A estudante, para a resolução, precisa dominar conceitualmente o princípio da casa dos pombos, que faz parte dos conteúdos de Análise Combinatória, compondo o que é chamado de estocástica, isto é, a integração em um bloco dos conteúdos de Probabilidade, Estatística e Combinatória (Costa; Nacarato, 2011).

Figura 44 – Item 10 (Enade 2017)

QUESTÃO 10

Considere uma urna com 5 bolas azuis, 3 verdes e 6 pretas, da qual serão retiradas bolas sem reposição. Com base nessa situação, avalie as afirmações a seguir.

- I. Caso sejam retiradas 4 bolas, uma delas será verde.
- II. O número mínimo de bolas que devem ser retiradas para se garantir a retirada de uma bola preta é igual a 9.
- III. O número mínimo de bolas que devem ser retiradas para se garantir a retirada de uma bola verde e uma bola azul é igual a 10.

É correto o que se afirma em

- A** II, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** I e III, apenas.
- E** I, II e III.

Fonte: acervo da autora (2024).

Esse conteúdo também faz parte da BNCC (2018a) para os Anos Finais do Ensino Fundamental, o que torna essencial ao/à futuro/a professor/a dominar suas técnicas e acrescentá-la a sua aprendizagem didática. Na próxima seção são analisados os itens do Enade 2021.

6.4.3 Questões de Estatística do Enade 2021

O Enade 2021 analisado pela TCT apresentou IF médio de 0,25 (desvio padrão = 0,08) e r_{pb} médio de 0,24 (desvio padrão = 0,08), conforme apresentado na Tabela 24, a qual aponta também as proporções de escolha das alternativas pelos/as participantes. Nesse quesito, observou-se que os itens cuja proporção maior é a do gabarito são: I12, I13, I15, I16, I17, I20, I21, I25, I26, I32, I33, I34, I35. Quanto aos demais, a proporção é maior para o distrator.

Tabela 24 – Percentuais de acertos para cada alternativa do Enade 2021

Porcentagens de escolha por alternativa						
Item	NA	A	B	C	D	E
I09	0,42	17,42	9,63	19,57	26,8	26,15
I10	0,43	40,08	23,42	12,14	15,42	8,51
I11	0,54	22,69	24,21	10,21	24,96	17,4
I12	0,42	15,23	13,16	15,28	32,74	23,17
I13	0,17	18,37	32,66	11,84	22,84	14,12
I14	0,35	15,57	11,25	19,61	19,12	34,09
I15	0,29	16,4	25,11	24,16	13,37	20,68
I16	0,35	17,16	21,01	21,69	20,36	19,43
I17	0,28	25,61	17,82	23,82	14,2	18,27
I18	0,32	16,55	13,18	24,62	17,07	28,26
I19	0,32	11,73	26,54	23,12	18,15	20,13
I20	0,35	12,25	15,15	26,69	24,47	21,1
I21	0,41	15,01	32,6	16,65	14	21,32
I22	0,49	21,26	21,58	26,44	12,29	17,94
I23	0,6	15,31	31,68	11,55	15,21	25,65
I24	0,38	14,8	18,16	28,73	17,76	20,17
I25	0,32	14,28	12,27	14,61	25,55	32,96
I26	0,36	20,06	16,93	23,18	18,7	20,77
I27	0,51	21,25	23,96	17,16	23,52	13,59
I28	0,51	32,38	13,83	13,8	19,75	19,74
I29	0,48	15,69	19,84	19,66	24,45	19,87
I30	0,51	40,31	18,81	13,7	14,83	11,83
I31	0,65	12,34	12,66	14,4	25,76	34,2
I32	0,68	43,66	20,29	15,67	9,68	10,02
I33	0,58	14,25	9,03	40,32	21,5	14,31
I34	0,69	18,26	17,02	32,23	20,29	11,5
I35	0,6	12,57	11,73	15,12	22,29	37,68

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Em análise geral pelo MRN (Tabela 25), no teste Enade 2021, ocorreram 14 itens que apresentaram discrepâncias e relação ao que se espera, ou seja, a categoria do gabarito ser numericamente maior que a dos distratores. Esses são os destacados em amarelo e indicam que a parte específica da prova possui cerca de 52% dos itens com necessidade de revisão técnica.

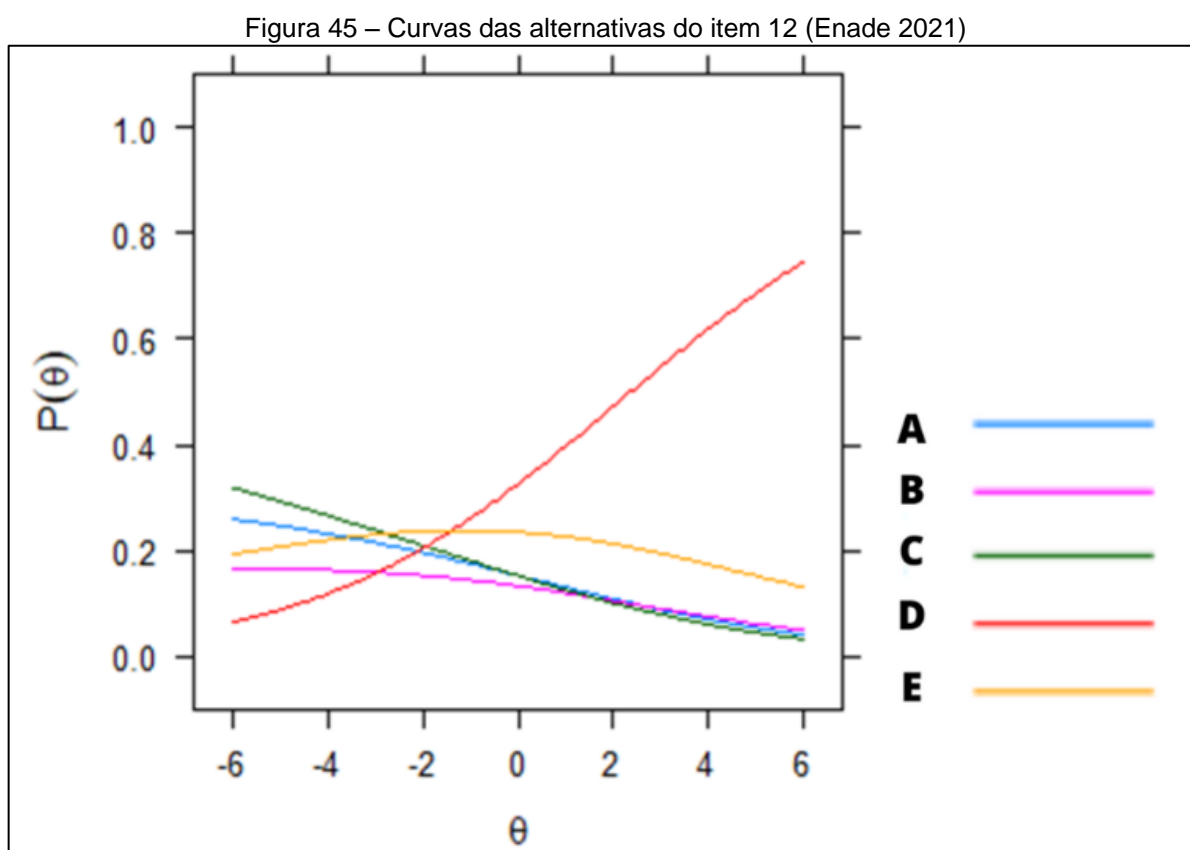
Tabela 25 – Estimativa de parâmetros pelo MRN do Enade 2021

Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	Item	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
I09	-0,01	-0,34	-0,34	0,46	0,23	I23	-0,43	0,78	-0,23	-0,51	0,39
I10	0,12	-0,04	-0,31	0,00	0,23	I24	-0,31	-0,46	0,91	-0,11	-0,03
I11	0,34	0,42	-0,49	-0,03	-0,24	I25	-0,19	-0,21	-0,17	0,28	0,30
I12	-0,10	-0,05	-0,13	0,26	0,02	I26	-0,32	-0,33	0,32	0,14	0,19
I13	-0,13	0,46	-0,32	-0,05	0,03	I27	-0,16	-0,12	0,03	0,24	0,01
I14	-0,11	0,16	-0,18	-0,67	0,79	I28	0,22	-0,27	-0,06	-0,25	0,36
I15	-0,31	0,85	-0,37	-0,65	0,48	I29	-0,37	0,07	-0,27	0,62	-0,04
I16	-0,53	-0,06	0,25	0,05	0,30	I30	0,36	-0,20	-0,36	-0,35	0,54
I17	0,07	-0,31	0,13	-0,13	0,24	I31	-0,66	-0,04	-0,11	0,32	0,49
I18	-0,23	-0,44	0,45	0,17	0,04	I32	0,04	0,02	-0,08	-0,08	0,10
I19	-0,48	0,03	0,54	-0,20	0,11	I33	-0,41	-0,47	0,70	0,23	-0,05
I20	-0,38	-0,81	0,92	-0,21	0,47	I34	-0,35	-0,01	0,30	0,07	-0,02
I21	-0,21	0,80	-0,46	-0,14	0,00	I35	-0,67	-0,24	-0,02	0,29	0,64
I22	0,15	0,70	-0,28	-0,34	-0,23	-	-	-	-	-	-

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Os itens que pertencem à avaliação dos objetos do conhecimento Probabilidade e Estatística, conforme a Matriz de Referência (Brasil, 2022a), são I12, I14 e I25. Serão acrescentados à análise o I10 e o I18, que também trazem aspectos de Estatística. Ressalta-se, ainda, que na parte relativa à formação geral se apresentam os itens I01 e I05, que trazem conteúdos sobre análise de dados e proporções.

O item I12 possui índice de facilidade 0,25 – difícil e r_{pb} igual a 0,33 – aceitável. A maior proporção de acertos é do próprio gabarito (alternativa D) equivalente a 32,74%. Os bisseriais se mantêm no padrão esperado, negativo para distratores e positivo para o gabarito. No MRN não apresentou discrepâncias, apresentando a_4 estimado em 0,26, situação ilustrada pela curva da letra D (em vermelho) na Figura 45.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O Item 12 (Figura 46) mensura a competência de resolver problemas, associada ao objeto de conhecimento Probabilidade e Estatística, definindo um perfil criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas (Brasil, 2022a).

Figura 46 – Item 12 (Enade 2021)

QUESTÃO 12

No início do semestre letivo, um estudante tomou emprestado da biblioteca 7 livros, sendo 4 de Geometria, 1 de Topologia e 2 de Álgebra. Chegando em casa, ele os dispôs aleatoriamente em uma prateleira da estante. No dia seguinte, para facilitar a consulta a esse material, o aluno decidiu organizar os livros de forma que o de Topologia separasse os de Geometria dos de Álgebra, não importando qual agrupamento ficasse à direita ou à esquerda. Ao chegar à estante, percebeu, curiosamente, que a disposição dos livros atendia àquilo que ele havia planejado. Pelos seus cálculos, a quantidade de diferentes disposições dos 7 livros na prateleira seria de 7!, que resulta em 5 040 possibilidades.

Qual a probabilidade de os livros terem sido dispostos da forma que o estudante decidiu organizá-los?

A $\frac{1}{720}$

B $\frac{13}{2520}$

C $\frac{1}{105}$

D $\frac{2}{105}$

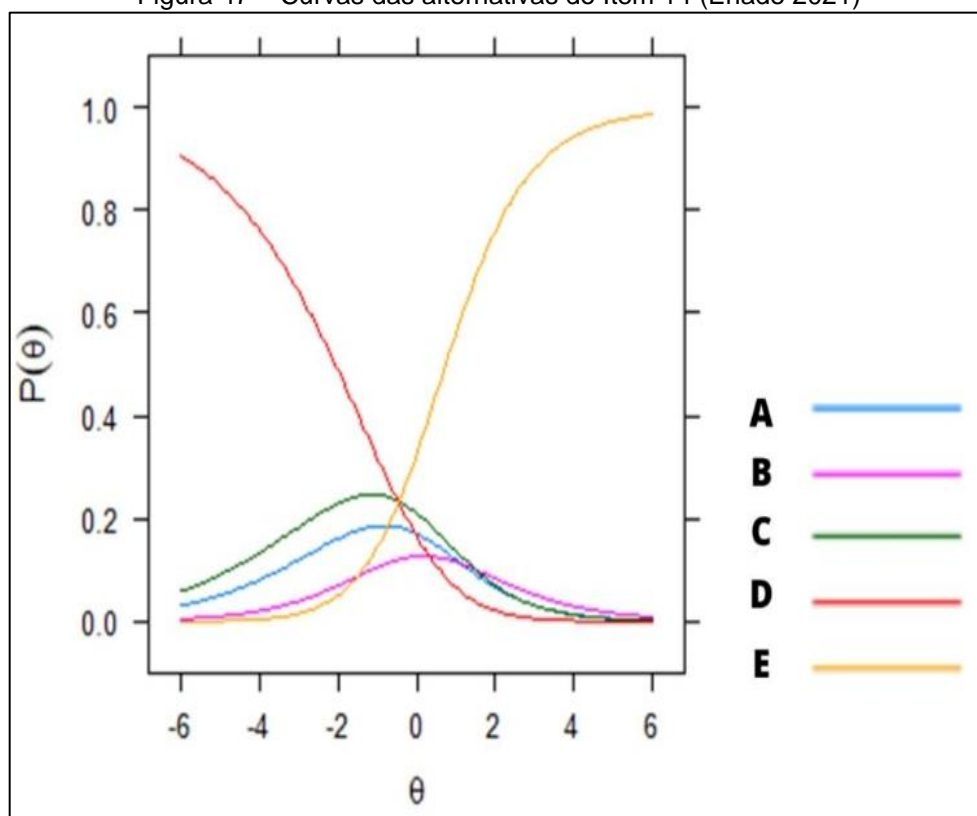
E $\frac{1}{48}$

Fonte: acervo da autora (2024).

O contexto da questão envolve pensar um primeiro agrupamento $4!1!2!$, chegando-se a 48 agrupamentos. Após isso, verifica-se a probabilidade de ocorrência desse evento dividido pelo espaço amostral dado (5040). O resultado multiplica-se por 2, uma vez que o problema informa que pode ser da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda, chegando à probabilidade de $\frac{2}{105}$. Todos esses conceitos são oriundos da estocástica e envolvem o princípio fundamental da contagem, permutação e cálculo de probabilidade. Erros podem ser relativos a dificuldades de interpretação nos detalhes da situação-problema.

O item I14 tem correlação ponto-bisserial ineficiente (0,16) e índice de facilidade 0,16 (difícil). Embora a alternativa correta seja a letra A, sua proporção de escolha é superada pelo distrator E (15,57% e 34,09%, respectivamente). Os bisseriais se mantêm no padrão esperado, negativo para distratores e positivo para o gabarito. Na análise pelo MRN, o distrator E apresentou uma probabilidade de escolha em relação ao θ de 0,79 (coeficiente a_5), enquanto o gabarito apresentou $a_1 = -0,11$. O gráfico (Figura 47) evidencia que, enquanto aumentam as habilidades do/a respondente, há uma tendência de escolha do distrator E.

Figura 47 – Curvas das alternativas do Item 14 (Enade 2021)



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O contexto desse item (Figura 48) traz a competência de elaborar e avaliar propostas e metodologias de ensino e aprendizagem de Matemática para a Educação Básica com o objeto do conhecimento Probabilidade e Estatística, indicando um perfil de profissional comprometido com sua educação permanente, com sua integração a novos contextos profissionais e com o uso de novas tecnologias (Brasil, 2022a).

Figura 48 – Item 14 (Enade 2021)

QUESTÃO 14

Para demonstrar a importância do uso de novas tecnologias na Educação Básica, uma professora de Matemática propôs o problema a seguir, que envolve medidas estatísticas de um conjunto de dados.

Uma loja vende quatro tipos de bicicletas com os seguintes preços por unidade: a bicicleta da marca A custa R\$150,00; a da marca B, R\$250,00; a da marca C, R\$300,00; e a da marca D, R\$400,00. Em uma semana, foram vendidas 11 bicicletas na seguinte ordem de marcas: A, D, D, D, B, D, B, D, B, B e A.

Utilizando um *software* estatístico, a professora mostrou que é possível encontrar a média, a mediana e a moda do conjunto dos valores das vendas das bicicletas (obtidos na mesma ordem de venda).

Considerando a situação apresentada, avalie as afirmações a seguir.

- I. A média do conjunto dos valores das vendas das bicicletas é igual ao valor de uma bicicleta da marca C.
- II. A mediana e a moda do conjunto dos valores das vendas das bicicletas são iguais.
- III. A mediana do conjunto dos valores das vendas das bicicletas é maior que a média desses valores.

É correto o que se afirma em

- ☐ A I, apenas.
- ☐ B II, apenas.
- ☐ C I e III, apenas.
- ☐ D II e III, apenas.
- ☐ E I, II e III.

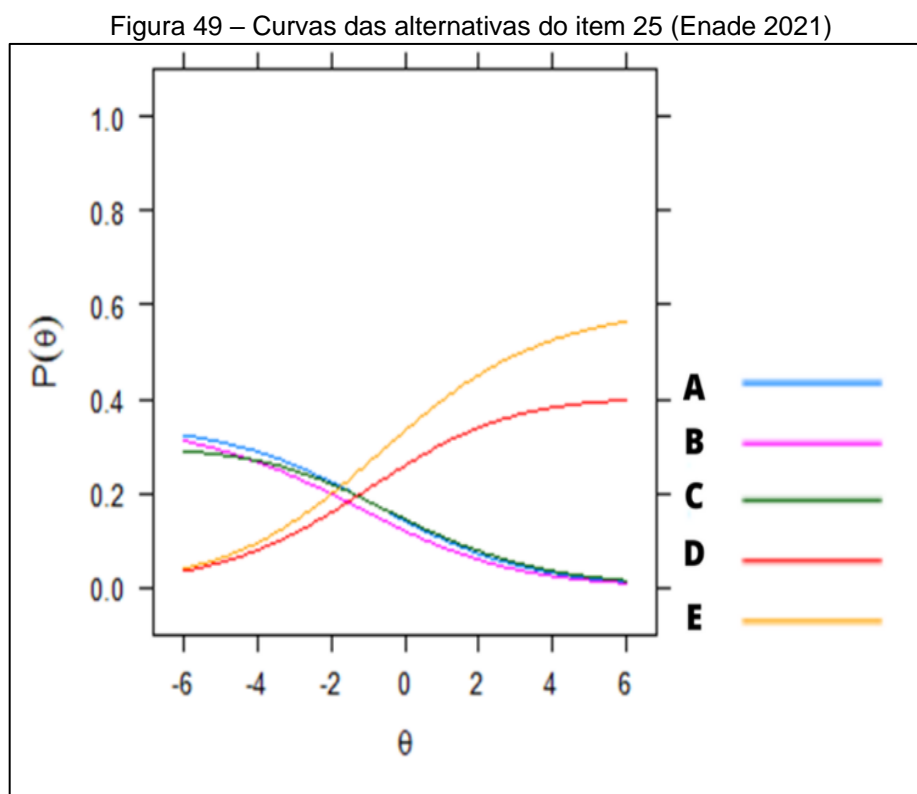
Fonte: acervo da autora (2024).

A referida questão trata do conteúdo de medidas de tendência central: moda, média e mediana. Também faz parte da questão o conhecimento sobre classificação de variáveis e quais medidas calcular. O/A participante precisava interpretar os dados, realizar cálculos e analisar as afirmações. A única afirmativa correta (I) direcionava os/a estudantes para a letra A. No entanto, ocorreu atração para a alternativa E, que indicava as três afirmações como corretas. Isso pode ter acontecido pelo desconhecimento dos conceitos abordados.

Diante desses aspectos, é possível refletir sobre as fragilidades na formação do/a futuro/a professor/a, uma vez que se trata de objetos do conhecimento que ele/a irá ensinar na Educação Básica. Os cursos de formação de professores/as precisam, dessa maneira, ampliar as possibilidades de desenvolvimento do letramento

estatístico, propiciando saberes essenciais à prática docente também no que tange à Estatística (Rodrigues; Ponte, 2022).

O I25 possui índice de facilidade 0,33 (mediano) e coeficiente de correlação ponto bisserial 0,24 (necessita revisão). A maior proporção de escolha é do próprio gabarito E (32,96). Os bisseriais se mantêm no padrão esperado. Pelo MRN, não foram encontradas situações discrepantes, com o coeficiente a_5 , relativo ao gabarito estimado em 0,30. Nesse contexto, o distrator D (coeficiente a_4) se aproxima, porém, a curva do gabarito (em laranja) o supera à medida que θ aumenta, conforme pode ser observado na Figura 49.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O item I25 (Figura 50) possui o escopo de mensurar a competência de analisar e interpretar dados com o objeto do conhecimento Probabilidade e Estatística, considerando um perfil colaborativo e proativo nas atividades profissionais da sua área e em contextos transversais e interdisciplinares (Brasil, 2022a).

O conteúdo do item I25 possui um contexto transversal, o qual decorre das diretrizes curriculares para a formação de professores/as (Brasil, 2019a). Assim, ao/à respondente desse item caberia ler o texto e interpretar o gráfico, verificando que não se trata de percentuais, mas de uma pontuação em um ranqueamento, levando-o/a a

assinalar a letra E. Erros podem ser observados em razão de fragilidades na interpretação gráfica, uma vez que os distratores parecem ter sido construídos para atrair possíveis más interpretações.

Os saberes estatísticos mobilizados na questão são aqueles de que o/a cidadão/ã deve se apropriar para vivenciar a cidadania, portanto, dificuldades na resolução podem ser reflexos do/a futuro/a professor/a possuir, ainda, pouco desenvolvido seu pensamento estatístico, uma vez que essa competência lhe daria os fundamentos essenciais para a interpretação solicitada pelo item 25.

Figura 50 – Item 25 (Enade 2021)

QUESTÃO 25

No Brasil, cerca de 90% das pessoas com mais de 25 anos não poupam dinheiro pensando na aposentadoria, segundo pesquisa feita com base na avaliação da estrutura previdenciária de 70 países. Em locais como Nova Zelândia e Estados Unidos, esse percentual é de cerca de 30% e 40%, respectivamente. Mesmo países emergentes, como a Índia e Rússia, têm percentuais melhores que o brasileiro, algo em torno de 80%. Mas também existem países em situações ainda piores, como Argentina e Egito, onde cerca de 95% da população nessa faixa etária não guarda dinheiro para o futuro.

Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/economia/90-dos-brasileiros-nao-guardam-dinheiro-para-a-aposentadoria-diz-estudo/>. Acesso em: 28 jun. 2020 (adaptado).

Ao se analisar a qualidade final dos sistemas previdenciários, pode-se observar a situação de alguns países e a posição do Brasil neste *ranking*, como demonstra a representação gráfica a seguir.

País	Ranking	Nota
Suécia	1ª	2,91
Bélgica	2ª	2,92
Dinamarca	3ª	2,96
Nova Zelândia	4ª	3
EUA	5ª	3,04
Brasil	43ª	3,98
Catar	60ª	4,78
Arábia Saudita	61ª	5,03
Sri Lanka	68ª	5,18
Emirados Árabes Unidos	69ª	5,29
Líbano	70ª	5,45

Obs.: As notas vão de 1 a 7, sendo 1 a melhor nota.

Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/economia/90-dos-brasileiros-nao-guardam-dinheiro-para-a-aposentadoria-diz-estudo/>. Acesso em: 28 jun. 2020 (adaptado).

Com base no contexto e na representação gráfica apresentados, é correto afirmar que

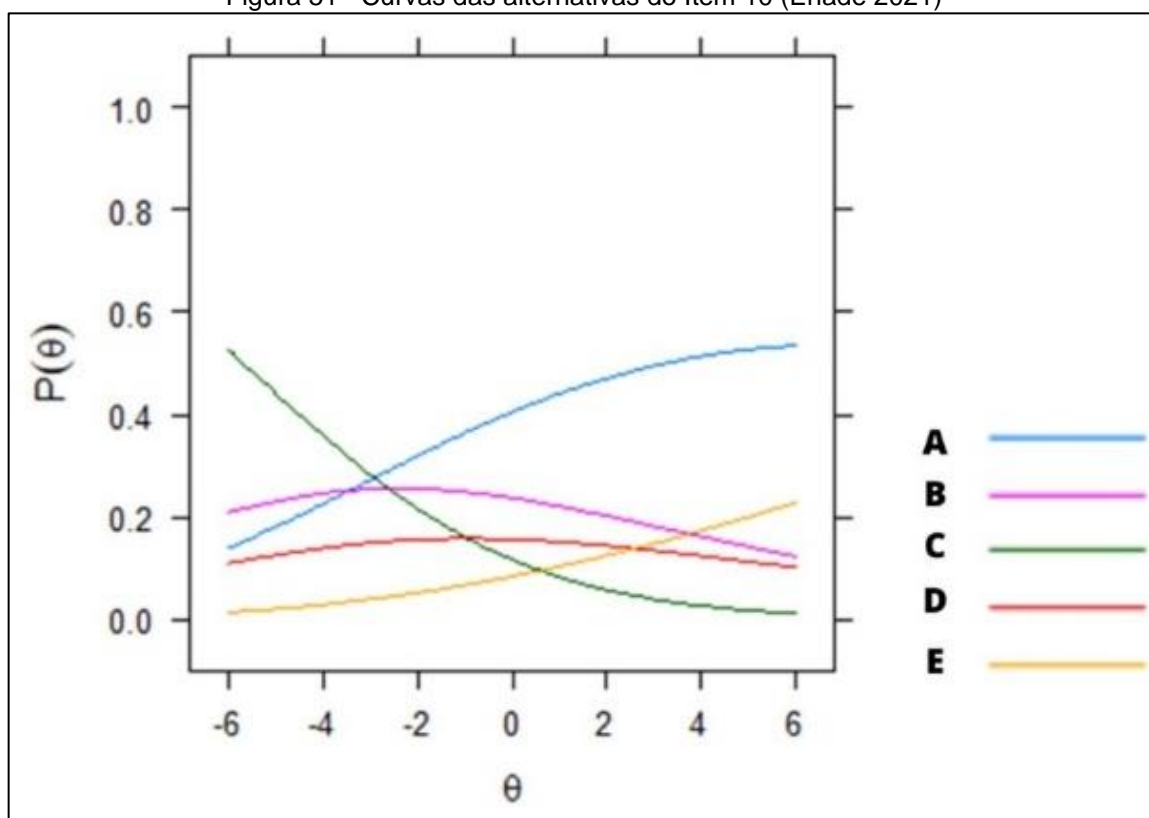
- ☐ A o Brasil apresenta 3,98% da população investindo no sistema previdenciário.
- ☐ B os países com nota máxima 1 e mínima 7 não foram apresentados neste ranking.
- ☐ C a Suécia tem a menor nota, sendo, portanto, o país que apresenta o pior sistema previdenciário do mundo.
- ☐ D o Brasil, dos 70 países participantes da pesquisa, está entre aqueles que apresentam os 10 melhores sistemas previdenciários do mundo.
- ☐ E o índice dos 5 países com os melhores sistemas previdenciários do mundo está, no mínimo, a 0,94 pontos do Brasil.

Fonte: acervo da autora (2024).

Os itens I12, I14 e I25 estão especificados na parte de formação específica como itens para mensurar competências associadas à Estatística. No entanto, observou-se que a prova trazia esses saberes nos itens I10 e I18, os quais serão discutidos, uma vez que compuseram a avaliação do/a futuro/a professor/a no Enade 2021.

A questão I10 tem índice de discriminação ineficiente (0,16) e facilidade média (0,26). A proporção de maior escolha se deu pelo distrator A (40,8%) com o gabarito apresentando 15,42%. Os bisseriais se mantiveram no padrão esperado. No modelo de resposta nominal, apresentou discrepância do gabarito D ($a_4 = -0,01$) em relação ao distrator A ($a_1 = 0,115$). A curva do item (Figura 51) mostra a curva do distrator A ascendente em relação às demais, incluindo a alternativa correta.

Figura 51 –Curvas das alternativas do Item 10 (Enade 2021)

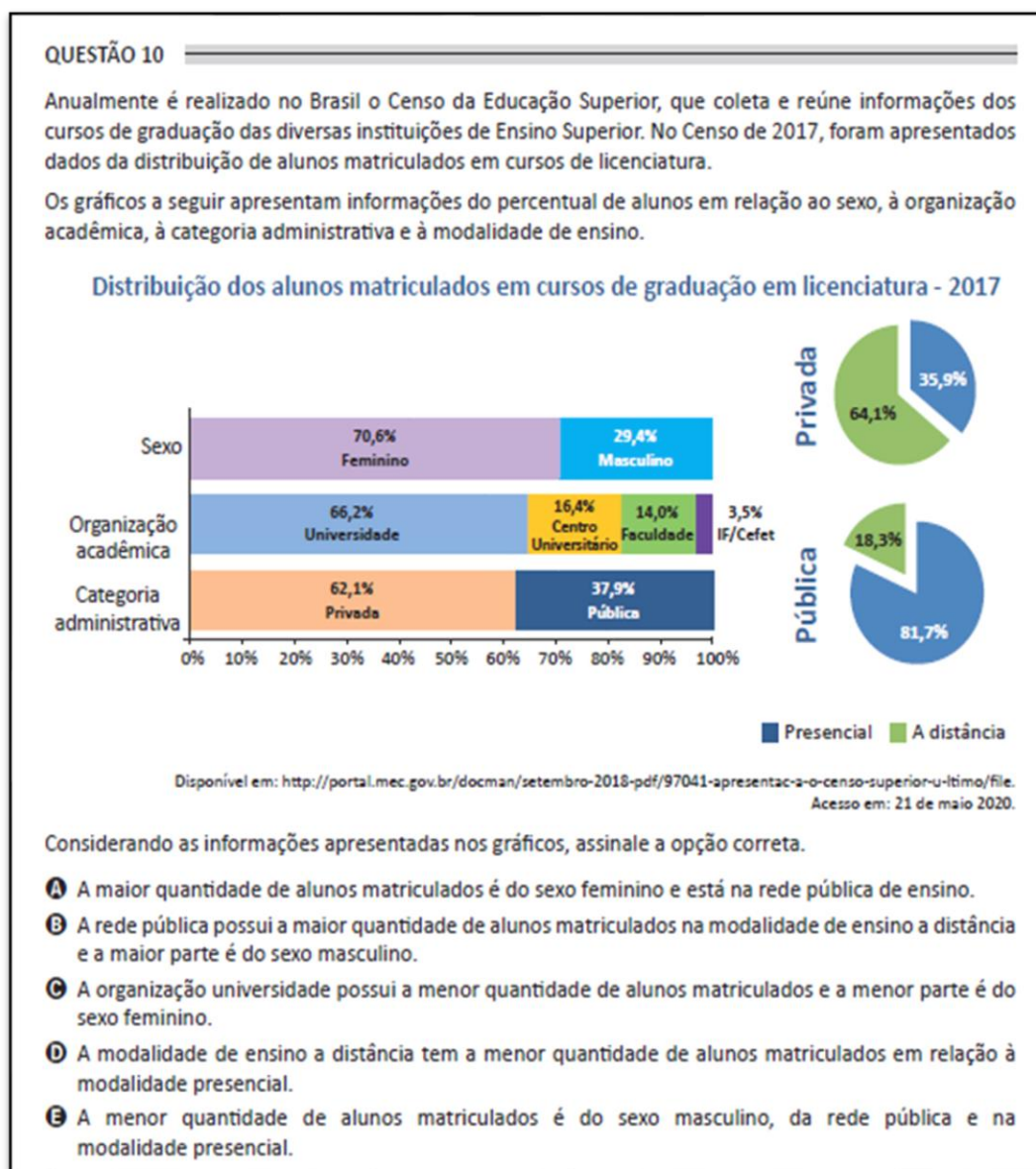


Fonte: elaborada pela autora (2024).

A competência atrelada à questão I10 (Figura 52) teve o objetivo de avaliar a utilização de diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras. Os objetos do

conhecimento associado são conteúdos matemáticos da Educação Básica (Brasil, 2022a).

Figura 52 – Item 10 (Enade 2021)



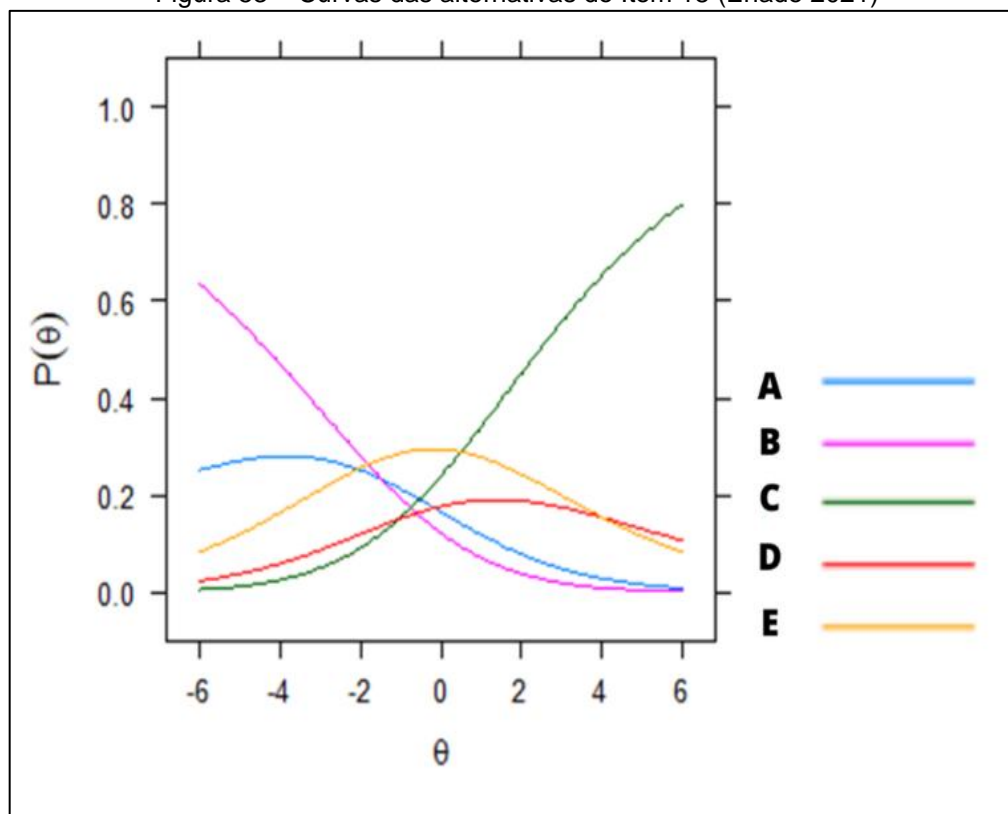
Fonte: acervo da autora (2024).

A questão I10, visualizada na Figura 52, possui uma importância peculiar na análise, uma vez que se refere ao conteúdo estatístico de análise de gráficos e tabelas. Para respondê-la corretamente, o/a participante teria que realizar a análise do gráfico e das afirmações associadas e, por fim, indicar a alternativa correta. O gabarito proposto foi a letra D, uma vez que era a única alternativa cujas informações gráficas garantiam a conclusão. Os/As participantes erroneamente buscavam a letra A, um distrator eficiente que era escolhido por representar a parte superior do gráfico,

na barra sexo, o que não está atrelado à categoria administrativa. Essa é uma abordagem que pode ser explicada pelos saberes relativos à Estatística Cívica, que trata do entendimento de dados da realidade social do/a estudante (Detalhes nos estudos de Engel, Ridgway e Weber, 2021).

Quanto ao I18, possui IF 0,25 (difícil) e r_{pb} 0,25 (necessita revisão). A proporção do gabarito C (24,62%) mostrou-se inferior ao distrator E (28,26%). Os bisseriais se mantiveram no padrão esperado. Pelo MRN, não ocorrem discrepâncias, assumindo o coeficiente a_3 (C) a estimativa de 0,45. Isso é evidenciado pelas curvas das alternativas apresentadas na Figura 53, que mostram a curva C (em verde) em crescimento na medida em que o θ aumenta.

Figura 53 – Curvas das alternativas do Item 18 (Enade 2021)



Fonte: elaborada pela autora (2024).

O item I18 (Figura 54) mede a competência de relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático associada ao objeto do conhecimento contextos históricos e culturais no/do ensino da Matemática em um perfil crítico e reflexivo na análise da contribuição do conhecimento matemático (Brasil, 2022a).

Figura 54 – Item 18 (Enade 2021)

QUESTÃO 18

A teoria da probabilidade nasceu das discussões matemáticas que aconteciam, por correspondência, entre Pascal e Pierre de Fermat. Antes disso, esse ramo da matemática era trabalhado de forma apenas intuitiva e empregado principalmente na resolução de problemas que uniam matemática e jogos. A partir da origem dessa teoria, outros matemáticos deram valiosas contribuições para o seu desenvolvimento, cujas aplicações atualmente podem ser encontradas em Estatística, em Biologia, em Psicologia e em várias outras áreas.

BOYER, C. B. *História da Matemática*. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1974 (adaptado).

A partir das informações do texto, avalie as afirmações a seguir, acerca da evolução histórica do conhecimento matemático.

- I. A matemática é uma construção humana em que os conceitos têm sido desenvolvidos para resolver problemas relacionados às necessidades de diversas culturas, em seus diferentes momentos históricos.
- II. As soluções de problemas de diversas naturezas foram se constituindo em teorias, por meio de questionamentos, respostas e novas problematizações, fazendo emergir o conhecimento matemático.
- III. As percepções que os matemáticos têm do próprio objeto matemático são imutáveis ao longo do tempo, embora a elas se somem contribuições de estudiosos de diferentes áreas.

É correto o que se afirma em

- ☐ A I, apenas.
- ☐ B III, apenas.
- ☐ C I e II, apenas.
- ☐ D II e III, apenas.
- ☐ E I, II e III.

Fonte: acervo da autora (2024).

A questão faz referência inicial ao contexto do nascimento da Teoria das Probabilidades e posteriormente traz afirmações a respeito da história da Matemática, uma tendência em Educação Matemática que permite, ao/a futuro/a professor/a, ressignificar os conceitos, apresentando uma matemática viva, dialética e

historicamente construída. As afirmações I e II estão dentro da concepção teórica dessa tendência. A III traz um único detalhe: a palavra “imutáveis”, que a torna incorreta, levando o/a respondente à alternativa C. Erros podem ser efeito de leitura não atenta ou do desconhecimento dessa tendência.

A análise dos itens estatísticos pelo MRN permitiu o delineamento do cenário em que se apresenta a Educação Estatística no Enade. Também elencou possíveis raciocínios e fragilidades apresentadas pelos/as licenciandos/as. Na próxima seção esses dados são generalizados com a finalidade de conhecer os saberes estatísticos que emergem desse cenário e o perfil esperado pelo Enade para o/a educador/a estatístico/a.

6.4 OS SABERES ESTATÍSTICOS MOBILIZADOS NO ENADE

Considerando a parte de formação específica dos três exames, encontra-se 10 itens que tratam de Estatística. Sete desses itens são discriminados nas Matrizes de Referência (Brasil, 2014; 2017a; 2021) e três deles foram elencados porque contêm conceitos estatísticos. Assim, não foram utilizados apenas os itens com os quais o Inep pretendia mensurar competências associadas à Probabilidade e à Estatística, mas todos aqueles que contivessem conceitos estatísticos³³.

A análise desses itens permitiu propor um perfil do/a concluinte no que tange à Estatística, ou seja, o perfil do/a educador/a estatístico/a. Dessa maneira, foram analisados as competências e os objetos do conhecimento (conteúdos) presentes em cada item em relação ao perfil proposto pelo Enade, conforme Quadro 10.

Quadro 10 – Análise dos itens relacionados aos saberes estatísticos

(continua)

Item	Objetos do conhecimento	Especificação do conteúdo	Competência associada	Perfil
I13/2014	Probabilidade e Estatística.	Probabilidade.	Analisar dados utilizando conceitos e procedimentos matemáticos.	Atuação em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares.

³³ O I21 do Enade 2017, excluído da composição da nota pelo Inep, foi utilizado na análise porque foi respondido pelos/as participantes e essa parte do estudo tem a pretensão de avaliar o conteúdo presente na prova e não somente aquele que compõe a nota do/a participante.

Quadro 10 – Análise dos itens relacionados aos saberes estatísticos

(continua)

Item	Objetos do conhecimento	Especificação do conteúdo	Competência associada	Perfil
I25/2014	Probabilidade e Estatística. Matemática e avaliação: análise de situações de ensino e aprendizagem em aulas da escola básica.	Análise e interpretação de gráficos.	Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras.	Atuação em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares.
I10/2017	Conteúdos matemáticos da Educação Básica.	Análise Combinatória/ Princípio da casa dos pombos.	Resolver problemas.	Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.
I20/2017	Probabilidade e Estatística.	Probabilidade.	Analisar dados.	Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.
I21/2017	Probabilidade e Estatística. Conteúdos matemáticos da Educação Básica.	Probabilidade.	Resolver problemas.	Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.
I10/2021	Conteúdos matemáticos da Educação Básica.	Análise e interpretação de gráficos.	Utilizar diferentes representações para um conceito matemático, transitando por representações simbólicas, gráficas e numéricas, entre outras.	Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.
I12/2021	Probabilidade e Estatística.	Análise Combinatória/ Probabilidade.	Resolver problemas.	Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.
I14/2021	Probabilidade e Estatística.	Medidas de tendência central.	Elaborar e avaliar propostas e metodologias de ensino e aprendizagem de Matemática para a Educação Básica.	Comprometido com sua educação permanente, com sua integração a novos contextos profissionais e com o uso de novas tecnologias.
I18/2021	Contextos históricos e culturais no/do ensino da Matemática.	História da Teoria das Probabilidades.	Relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático.	Crítico e reflexivo na análise da contribuição do conhecimento matemático.

Quadro 10 – Análise dos itens relacionados aos saberes estatísticos

(conclusão)				
Item	Objetos do conhecimento	Especificação do conteúdo	Competência associada	Perfil
I25/2021	Probabilidade e Estatística.	Análise e interpretação de gráficos.	Analisar e interpretar dados.	Colaborativo e proativo nas atividades profissionais da sua área e em contextos transversais e interdisciplinares.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

O Enade 2014 possui duas questões (I13 /2014 e I25/2014) na parte específica que podem ser classificadas como saber estatístico. Essa edição se caracterizou pela presença massiva de cálculo diferencial e integral, como foi apresentado na seção 6.3, desse modo, até mesmo itens específicos de Estatística envolviam esses conceitos. As competências valorizadas nesse Enade foram: analisar dados usando procedimentos matemáticos e utilizar diversas representações, sejam gráficas, sejam simbólicas ou numéricas. O perfil valorizado é a atuação em contextos interdisciplinares, como também em contextos transdisciplinares.

O Enade 2017 possui três questões sobre Estatística (I10/2017, I20/2017 e I21/2017 pertencentes à parte específica da prova. Os conteúdos específicos são de Análise Combinatória (I10) e Probabilidade (I20 e I21). As competências mensuradas são a capacidade de resolver problemas e analisar dados considerando o perfil criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas.

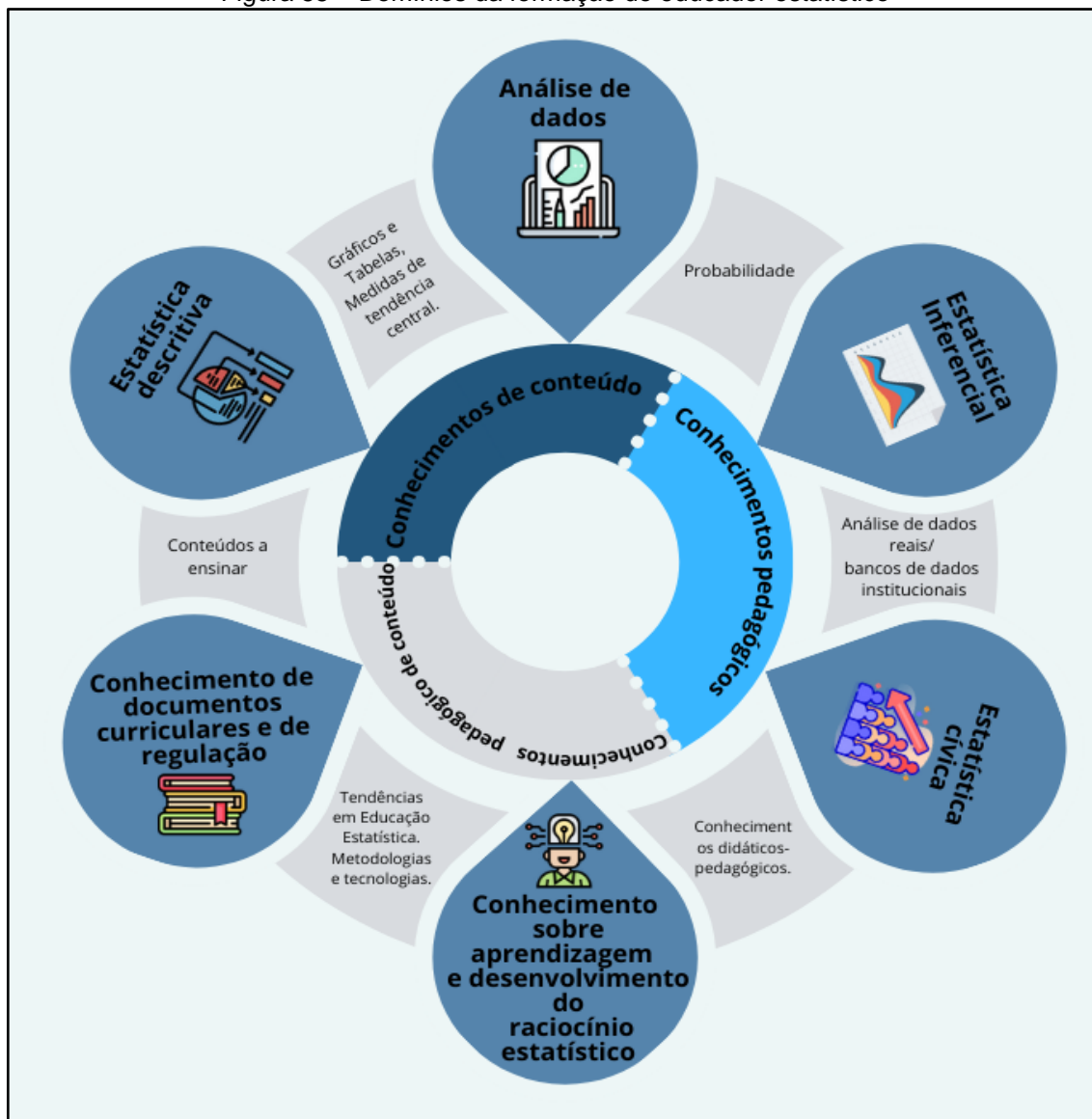
O Enade 2021 inclui cinco itens (I10/2021, I12/2021, I14/2021, I18/2021 e I25/2021). Os conteúdos associados a esses itens são mais diversificados, envolvendo análise e interpretação de gráficos; análise combinatória; probabilidade; medidas de tendência central e história da Probabilidade. Esses itens abrangem, de maneira mais ampla, o currículo da Educação Básica, o qual será recurso para o trabalho do/a futuro/a professor/a de Matemática. As competências associadas também são plurais e integram a capacidade de utilizar diversas representações de um conceito matemático, resolver problemas, elaborar e avaliar metodologias de ensino, relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático e analisar e interpretar dados. Esses domínios são distribuídos em diferentes perfis: criativo na solução de problemas; comprometido com sua educação permanente; crítico e reflexivo; colaborativo e proativo.

Avaliando a construção das provas e sua matriz de referência, pode-se entender que o Exame Enade vem privilegiando aspectos da Educação Estatística em suas últimas edições, dado o crescimento do número de questões da parte específica que incluem esses conteúdos. Essa tendência precisa ser seguida pelos cursos universitários de formação inicial do/a professor/a de Matemática, pois eles são as bases que respaldam o desenvolvimento profissional docente e certamente têm um peso grande nas suas práticas em sala de aula.

Em análise geral, observa-se, no Quadro 10, um destaque para o perfil “Criativo, valorizando a diversidade na elaboração de hipóteses e na solução de problemas”. Quanto à competência, é possível observar que a maioria dos itens ressaltam a análise de dados, estando presentes a Resolução de Problemas e as diversas representações dos conteúdos matemáticos. Somente o item I14/2021 pertence à esfera dos conhecimentos pedagógicos.

Considerando os achados da pesquisa e a fundamentação teórica obtida em Burgess (2002; 2006; 2009 e 2011) e Shulman (1986; 1987), foram sintetizadas as ideias relacionadas aos saberes estatísticos, propostos no Enade, possibilitando construir a Figura 55.

Figura 55 – Domínios da formação do educador estatístico



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Em sua parte mais externa, a Figura 55 mostra seis grupos de competências que foram apresentados nas questões do Enade relacionadas à formação estatística docente. Em seu centro podem ser visualizados os três conhecimentos que fundamentam a prática docente, baseados na fundamentação teórica. Nas caixas em cinza, exemplifica-se o conteúdo imediatamente à direita da caixa azul, conforme a abordagem do Enade. Desse modo, compreende-se que o Enade aponta para seis domínios (na concepção de Ball, Thames e Phelps, 2008), os quais se espera que o/a futuro/a professor/a desenvolva para ensinar Estatística.

Ponderando-se que o Enade se estrutura a partir das diretrizes curriculares atuais, que por sua vez estão intimamente ligadas ao projeto educacional do país

(Menegão, 2016; Freitas *et al.*, 2004), suas exigências também podem definir os saberes necessários ao desenvolvimento dos processos educacionais. Nesse âmbito, os cursos de formação inicial devem se organizar de modo a propiciar o desenvolvimento desses domínios por parte dos/as licenciandos/as, permitindo-lhes o contato com recursos diversos que influenciem os/as futuros/as docentes na constituição de seus documentos didáticos iniciais.

A primeira parte do trabalho analisa três constituintes que ajudam a entender a formação inicial do/a educador/a estatístico/a. O capítulo do Mapeamento Sistemático valoriza os surveys como ferramenta de pesquisa, identifica objetos de conhecimento não integrados na formação e introduz metodologias ativas. Esse contexto influencia como os formadores de professores/universidade podem abordar o ensino da Estatística de maneira mais eficaz. Na análise dos PPCs são identificados saberes clássicos da Estatística como disciplina, revelando uma abordagem limitada na formação para a Educação Estatística, destacando a necessidade de revisão e ampliação dos conteúdos e métodos de ensino estatístico nos cursos de formação de professores. O capítulo que estuda o Enade proporciona percepções sobre a qualidade dos testes, os objetos de conhecimento avaliados e as competências valorizadas pelo Inep. Ele permite entender a formação do professor de matemática sob uma ótica quantitativa e oferece uma visão crítica dos perfis docentes e das necessidades específicas de formação estatística. Além disso, a seção que investiga os raciocínios estatísticos presentes nos testes pelo MRN fornece uma análise detalhada sobre como os futuros professores estão sendo avaliados e quais competências estatísticas precisam ser fortalecidas na formação inicial.

De forma macroestrutural, esses capítulos impactam nos recursos que o professor formador utiliza e fomenta em suas aulas. Cada capítulo, dessa forma, deve ser entendido como uma variável dentro do contexto do desenvolvimento dos saberes estatísticos do futuro professor de matemática. Essas variáveis não são as únicas e estão sujeitas a mudanças paradigmáticas inerentes à dinâmica social. O próximo capítulo se debruça sobre um contexto particular do desenvolvimento dos saberes estatísticos na formação inicial, por meio de um estudo de caso fundamentado na Abordagem Documental do Didático.

7 O ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado nas seções seguintes foi realizado durante três semestres entre os anos de 2021 e 2022, em um curso superior presencial de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Pública, caracterizando um acompanhamento longitudinal do fenômeno da formação de professores/as de Matemática.

Os/As participantes da pesquisa foram: um professor formador, que atuava na disciplina de Probabilidade e Estatística no curso participante, e cinco estudantes de Licenciatura em Matemática. O Quadro 11 traz os perfis desses sujeitos, os quais concordaram em fazer parte do estudo por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Quadro 11 – Caracterização dos perfis

Participante	Nome fictício	Idade	Formação ³⁴
Professor formador	Carlos	X	Licenciatura em Matemática; Mestrado em Educação e Cultura; Doutorado em Engenharia de Materiais.
Estudante 01	Paulo	X	Curso superior em comunicação social com ênfase em Jornalismo; Curso de Magistério (nível médio); Cursando fases diversas de Licenciatura em Matemática.
Estudante 02	Mariana	20	4ª fase de Licenciatura em Matemática.
Estudante 03	Aline	21	7ª fase de Licenciatura em Matemática.
Estudante 04	Francisco	23	Técnico em Hidráulica; Formação eclesiástica; 5ª fase de Licenciatura em Matemática.
Estudante 05	Lívia	21	7ª fase de Licenciatura em Matemática.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A metodologia utilizada foi a da Investigação Reflexiva, cujos princípios básicos são o acompanhamento a longo prazo – dentro e fora da aula – e a reflexão sobre os recursos, considerando-se o trabalho docente e sua materialidade (Trouche; Pepin; Gueudet, 2020), na qual ocorre a análise do trabalho de documentação docente para a compreensão do processo de formação (no caso dos/as licenciandos/as) e do desenvolvimento profissional (quanto ao professor formador).

As ferramentas de coleta de dados utilizadas foram a observação de aulas e atividades realizadas; registros obtidos por e-mail; mensagens por meio de aplicativo

³⁴ Ao final do estudo (01/2023).

de mensagens instantâneas; conversas informais registradas em diário de campo; análises de materiais utilizados pelo professor e pelos/as alunos/as e entrevistas.

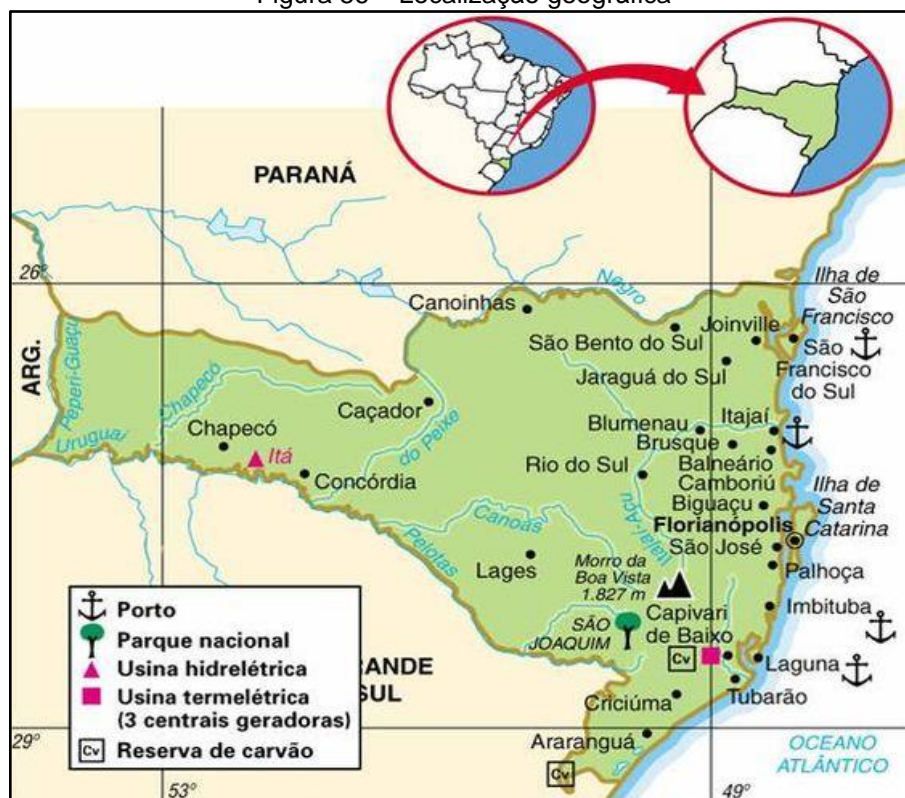
Os dados foram coletados em momentos diversos e se constituem em imagens, áudios, vídeos e transcrição de entrevistas. Sua análise compreende a investigação reflexiva a partir de uma abordagem descritiva-interpretativa. Foi utilizado o *software* Iramuteq para análise léxica das falas dos/as participantes, as quais foram textualizadas e estão em itálico no decorrer do capítulo. As próximas seções apresentam a Universidade em que ocorreu o estudo e a descrição e análise de cada um dos casos abarcados na pesquisa.

7.1 O CONTEXTO DA UNIVERSIDADE

O estudo de caso foi realizado em uma Universidade Pública do município de Joinville-SC, importante polo industrial localizado no norte do Estado, conforme mapa apresentado na Figura 56. A Universidade é mantida pelo poder público estadual e possui cursos em todas as regiões de Santa Catarina. O campus possui cinco bacharelados, três licenciaturas e um curso tecnológico, todos na área das exatas, além de programas de pós-graduação *stricto sensu*. O presente estudo considera apenas o curso de Licenciatura em Matemática³⁵.

³⁵ Este estudo possui autorização para ser realizado emitida por declaração da coordenação do curso de Licenciatura em Matemática dessa IES.

Figura 56 – Localização geográfica



Fonte: Enciclopédia Global ³⁶ (2024)

O curso, aprovado em 2005, tem carga horária de 2.835 horas distribuídas em sete semestres letivos. A estrutura curricular é composta por conteúdos matemáticos, práticas pedagógicas e estágios que consideram as diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores/as em nível superior e as diretrizes nacionais para a Educação Básica. O objetivo é

Formar e habilitar Professores de Matemática com uma sólida formação matemática e didática-pedagógica para atuar no Ensino Fundamental e Médio. Formar um educador competente, dotado de espírito crítico e criativo, com visão humanística, capaz de relacionar a matemática com outros segmentos contribuindo para o desenvolvimento da região a qual está inserida (PPC, 2005, p. 8 – dados de pesquisa).

A disposição das disciplinas específicas do curso consta na Figura 57. Além disso, os/as estudantes precisam cursar disciplinas da componente de prática de ensino, as quais envolvem quatro laboratórios de ensino de Matemática, uma disciplina de Prática pedagógica e a componente de Estágio Curricular Supervisionado, que é distribuída em quatro estágios, além de realizar o trabalho final de graduação (TGR) e atividades complementares.

³⁶ <https://www.megatimes.com.br/2011/11/santa-catarina-aspectos-geograficos-e.html>

Figura 57 – Disciplinas específicas do curso de licenciatura

	1º Sem	2º Sem	3º Sem	4º Sem	5º Sem	6º Sem	7º Sem
Disciplinas Específicas	Matemática básica	Cálculo Diferencial e Integral I	Cálculo Diferencial e Integral II	Equações diferenciais	Física Geral III	Álgebra	Análise Real
	Geometria Espacial	Álgebra Linear e Geometria Analítica I	Álgebra Linear II	Cálculo vetorial	Processamento de Dados	Optativa I	Optativa II
	Desenho Geométrico	Psicologia da Educação I	Física Geral I	Física Geral II	Matemática Financeira	Variáveis Complexas	
	Filosofia da Ciência	Educação física Curricular II	História de Matemática	Legislação educacional	Probabilidade e Estatística	Cálculo numérico	
	Introdução à álgebra	Didática	Psicologia da Educação II				
	Lógica Matemática	Metodologia de Pesquisa					
	LIBRAS						

Fonte: PPC (2005).

A disciplina em análise nesta tese é Probabilidade e Estatística, que pertence ao quinto semestre da matriz curricular, organizada em quatro créditos. Sua ementa é a seguinte:

Análise exploratória de dados. Probabilidades. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Distribuições de probabilidade discretas e contínuas. Distribuições de probabilidades conjuntas. Estimação de parâmetros. Testes de hipóteses. Regressão e correlação. Noções de amostragem (PPC do Curso, 2005, p. 31 – dados de Pesquisa).

O curso alcançou conceito 5,0 (nota máxima) no triênio de avaliação do ensino superior 2018-2021. Foram coletadas do Relatório Individual do Enade 2021 (Brasil, 2022b), a opinião do corpo discente sobre a estrutura do curso com a participação de 33 alunos/as (Tabela 26). As assertivas estão na primeira coluna e, nas demais, se encontra o percentual de estudantes de acordo com o grau de concordância assumido (6: Concordo Totalmente; 5: Concordo; 4: Concordo Parcialmente; 3: Discordo Parcialmente; 2: Discordo; 1: Discordo totalmente). Desse modo, é possível verificar a aproximação do curso às necessidades dos indivíduos como futuros/as professores/as.

Tabela 26 – Opinião dos/as estudantes quanto a aspectos do curso

Assertivas propostas pelo ENADE	6 (%)	5 (%)	4 (%)	3 (%)	2 (%)	1 (%)
As disciplinas cursadas contribuíram para sua formação integral, como cidadão e profissional.	51,5	24,2	18,2	6,1	0	0
O curso contribuiu para o desenvolvimento da sua consciência ética para o exercício profissional.	54,5	33,3	6,1	6,1	0	0
Os planos de ensino apresentados pelos professores contribuíram para o desenvolvimento das atividades acadêmicas e para seus estudos.	30,3	24,2	30,3	6,1	9,1	0
O curso favoreceu a articulação do conhecimento teórico com atividades práticas.	54,5	21,2	12,1	9,1	3,1	0
Os professores demonstram domínio dos conteúdos abordados nas disciplinas.	51,5	27,3	15,2	3,0	3,0	0
O curso disponibilizou monitores ou tutores para auxiliar os estudantes.	69,7	24,2	3,0	3,0	0	0
As condições de infraestrutura das salas de aula foram adequadas.	33,3	33,3	21,2	9,1	3,0	0
Os equipamentos e materiais disponíveis para as aulas práticas foram adequadas para a quantidade de estudantes.	39,4	42,4	15,2	3,0	0	0
Os ambientes e equipamentos destinados às aulas práticas foram adequados ao curso.	50,0	34,4	6,2	9,4	0	0
A biblioteca dispôs das referências bibliográficas que os estudantes necessitaram.	56,2	34,4	6,2	3,1	0	0

Fonte: adaptado do Relatório Individual por curso do Enade 2021.

As opiniões discordantes da qualidade do curso somam um percentual muito baixo. Contudo, no que se refere a recursos físicos, tais como as condições de infraestrutura e equipamentos, os/as licenciandos apontam fragilidades. Quando a avaliação se dá sob aspectos pedagógicos há maior concordância na qualidade do curso, uma vez que compreendem que as disciplinas trazem contribuições às suas futuras práticas profissionais e à sua formação ética, além de os planos de ensino apresentados pelos/as professores/as favorecerem o desenvolvimento dos/as estudantes. Destaca-se um percentual alto de estudantes que consideram que o curso permite a articulação do conhecimento prático e teórico, aproximando o ambiente universitário da realidade profissional que o/a espera. Desse modo, no que se refere à opinião da maioria dos/as estudantes, que fizeram o Enade, o curso está organizado de modo a propiciar um desenvolvimento de saberes para as suas futuras práticas profissionais.

As seções seguintes tratam do estudo de caso de cada participante, trazendo à discussão os recursos dos/as estudantes e do professor formador para aprender e ensinar Estatística na perspectiva da Abordagem Documental do Didático.

7.2 OS/AS LICENCIANDOS/AS EM ESTÁGIOS INICIAIS DO CURSO

A seguir são apresentados os casos de Paulo e de Mariana, que estavam no terceiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática ao iniciarem a participação na pesquisa, assim, ainda não tinham realizado experiências curriculares de prática em sala de aula. Contudo, forneceram indícios de como ocorre a construção dos saberes docentes a partir da interação com recursos na formação inicial.

7.2.1 O caso de Paulo

Paulo, no momento da entrevista, havia cursado 14 disciplinas em diversos semestres do curso. Ele é graduado em Comunicação Social com habilitação em Jornalismo e tem formação em nível médio em Magistério. Essa última lhe trouxe conhecimentos sobre literaturas educacionais, principalmente às relacionadas a Paulo Freire.

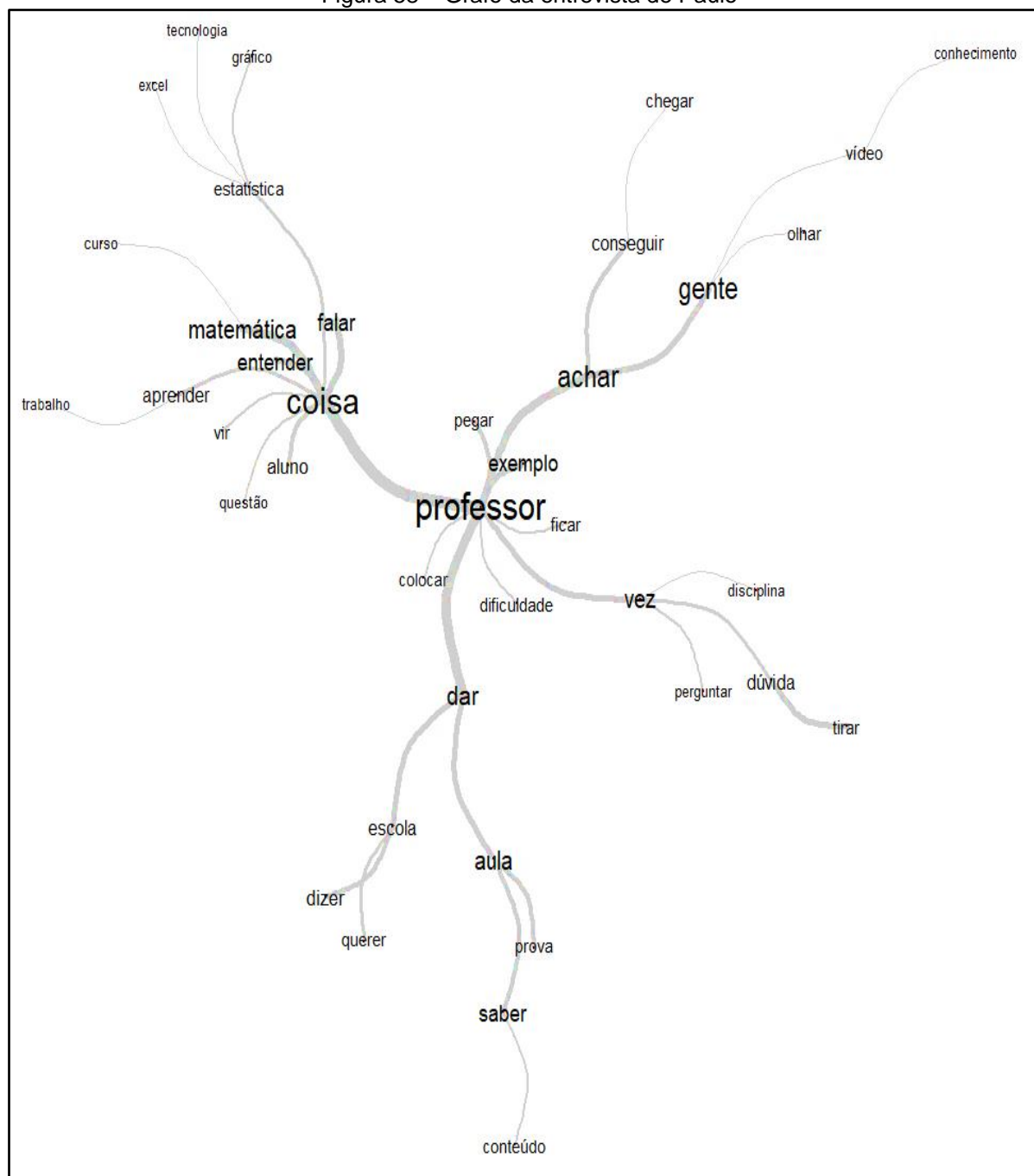
Paulo fala que buscou o curso de licenciatura pois se decepcionou com a profissão de jornalista. Além disso, suas experiências em escola pública nem sempre foram positivas: *“Se eu for professor, eu quero ser um professor diferente dos que eu tive. Um professor que vá mostrar para os alunos que matemática não é um bicho de sete cabeças. Não é um monstro”* (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Sua visão da Licenciatura em Matemática é a de que ela pertence mais para a área das humanas do que para a área das exatas, porque seu objeto de estudo é o ensino.

Eu não vejo a graduação de licenciatura como uma área de exatas, a Licenciatura em Matemática, ela tem muito de exatas, mas ela tem que ter coisas humanas, ela tem que ser vista como uma ciência humana. Afinal de contas lecionar não é uma coisa matemática (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

A sua entrevista durou 52 minutos e gerou um *corpus* textual que foi analisado pelas ferramentas estatísticas e análise de similitude no Iramuteq, sendo consideradas as palavras pertencentes às classes gramaticais – substantivos e verbos – cuja frequência fosse maior ou igual a 7. O grafo resultante da análise de similitude, gerado pela autora, pode ser observado na Figura 58 e possui dois termos centrais: “coisa” e “professor”. Do primeiro emergem as ideias de conteúdos e o segundo se refere ao caminho de formação de Paulo na Licenciatura em Matemática.

Figura 58 – Grafo da entrevista de Paulo



Fonte: elaborada pela autora (2024).

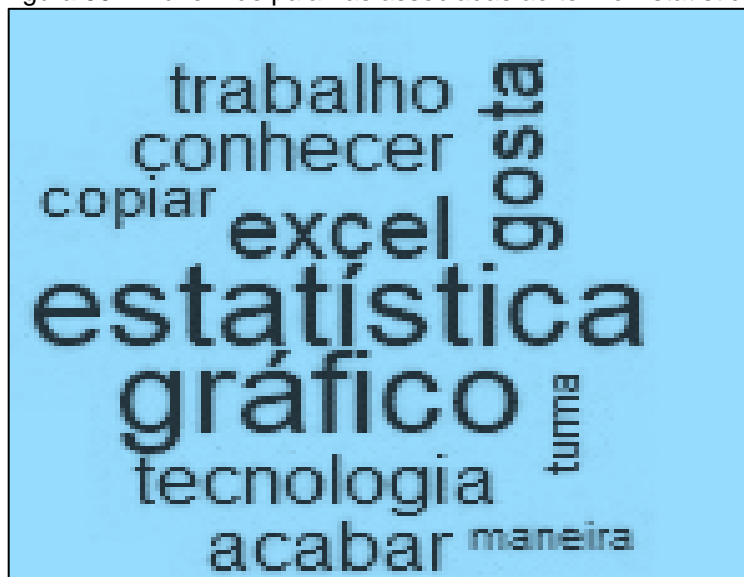
O termo “coisa” se refere aos objetos matemáticos ou conhecimentos da área da educação, com a qual o estudante tem contato em sua formação, como mostra o excerto da entrevista: *“As provas não envolviam só questões específicas, mas tinha também que saber entender as coisas, não era só fazer conta, era mais entender, então eram perguntas de compreensão do conteúdo”* (Paulo, dados de pesquisa, 2024). “Coisa” possui duas ramificações de interesse para a pesquisa. A primeira

delas revela uma associação forte³⁷ entre “matemática” e “entender” e seus ramos evidenciam as dúvidas de Paulo em relação aos conteúdos e seu movimento na busca para as resolver.

E a gente, quando está estudando, se a gente entrava numa coisa e não tira aquela dúvida, não consegue andar para frente, porque uma questão acaba meio num efeito dominó, uma ao lado da outra. [...] Então seria isso, uma matemática. Aquelas coisinhas mais simples que te fazem entender melhor. Eu sentia muita falta de explicação no material [...], então eu acabava pesquisando, eu encontrava no Google, eu encontrava em livros, o que não encontrava, eu ia procurar em vídeo (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

A segunda ramificação trata da “Estatística” no sentido de disciplina. Para essa análise foi adotada uma interpretação particularizada, utilizando-se um *word cloud* que agrupava palavras em associação χ^2 ($\chi^2 > 3,8$; grau de liberdade igual a 1; p-valor < 0,05, com 95% de confiança). Assim, pode-se observar que, além da relação entre os termos “Excel”, “gráfico” e “Estatística”, se tem a presença de palavras como “trabalho”, “conhecer” e “tecnologia”, conforme apresentado na Figura 59.

Figura 59 – Nuvem de palavras associadas ao termo Estatística.



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Essa relação evidencia narrativas de Paulo sobre as suas experiências na disciplina de Probabilidade e Estatística quanto aos recursos tecnológicos, quando cursada pela primeira vez, da qual desistiu:

Uma professora antes, que eu acabei desistindo da turma, [...] trouxe alguns recursos, agora eu não me lembro o nome [pausa], mas era uma coisa tipo o

³⁷ Associação forte ou significativa é marcada pelo ramo mais largo em todos os grafos deste estudo.

Excel, ali, mas era uma coisa para Estatística, não lembro agora o nome do aplicativo (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Na disciplina cursada pela segunda vez, o estudante teve contato com o Excel: *“O Excel é uma ferramenta muito boa para tudo na matemática, ela é muito boa. Se você puder usar para quase tudo, não só para Estatística. Para Estatística é uma ferramenta incrível. Ela te dá gráfico”* (Paulo, dados de pesquisa, 2024). O licenciando observa que o ensino de Estatística é mais eficaz com o uso da tecnologia:

Se tem alguma coisa na matemática que pode usar muita, muita tecnologia é Estatística, pelo menos a meu ver, ninguém vai ficar desenhando um gráfico pizza na mão. Se tu for lá e aprender a colocar no Excel os dados, o Excel faz isso, coloca os gráficos e formata o gráfico. Isso, para mim, é ensinar tecnologia com matemática (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Além disso, as palavras “gosto” e “trabalho” expressam a opinião de Paulo quanto à proposta avaliativa da professora formadora³⁸ envolvendo trabalhos, a qual ele acredita como benéfica para a aprendizagem: *“Ela era uma professora de fazer muito trabalho. Era mais trabalho, não era aquela coisa de prova, prova, prova. E os trabalhos, eu gosto mais, porque com o trabalho tu aprende (sic)”*. (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Retornando às relações da Figura 58 (Grafo), o termo “professor” se ramifica em três agrupamentos de palavras. Do primeiro deles destacam-se o substantivo “exemplo” e o verbo “achar”, que são usados por Paulo quando evidencia opiniões a respeito do andamento de seu curso e de sua formação, como no excerto em que se refere ao uso da videoaula no período remoto emergencial:

O fato da gente também se desafiar, fazer vídeo aula, também foi uma coisa que pode ser positivo. Significa que o aluno vai aprender com a videoaula. O que eu quero dizer com isso, é que eu, por exemplo, sou um que quando eu estou em dúvida com um certo assunto, pego uma videoaula de qualquer outro professor e dou uma assistida (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Outra ramificação é “vez”, que traz indícios do tempo de aprendizagem do estudante e sua interação com o professor formador e com projetos do curso, como os de monitoria, no sentido de tirar as dúvidas, conforme se observa no segmento de texto: *“[...] Porque às vezes eu saía com mais dúvida da monitoria, do que com clareza”* e o questionamento durante a aula, *“Eles vão muito rápido, às vezes*

³⁸ Paulo cursou a disciplina duas vezes, a primeira com uma professora e a segunda com o professor que fez parte deste estudo de caso.

esquecem do passo a passo. E nem sempre a gente tá preparado, tu fala: (sic) - de onde apareceu? É que ela já fez um passo antes que tu não percebeu (sic)” (Paulo, dados de pesquisa, 2024). Esse trecho também se relaciona à palavra “dificuldade”, muito próxima à ramificação a que pertence o termo “vez”.

A última ramificação se refere ao verbo “dar”, destacando-se as palavras “escola”, “querer” e “dizer”, indicando a opção de Paulo pelo trabalho em escola pública.

Eu quero fazer matemática para dar aula em escola pública, para ser um professor melhor do que os professores que eu tive. Porque eu via muito que meus colegas, eles tinham algumas dificuldades, que não eram exatamente dificuldades deles, mas de entender o que o professor estava passando (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Também associados a esse ramo encontram-se “aula”, “saber” e “conteúdo”, que podem ser relacionados ao apreço de Paulo ao momento de aula: *“Eu era um dos que mais assistia aula do professor”* (Paulo, dados de pesquisa, 2024). Já o termo “prova” está associado a falas negativas sobre o desempenho do licenciando.

Na hora da aula tu tá (sic) entendendo e chega na hora da avaliação não. Não consigo colocar tudo o que eu preciso ali. Então eu tenho trabalhado nisso. Melhorar na hora da prova, mas acho que, principalmente, a questão de concentração e foco (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Quanto aos recursos de aprendizagem do licenciando, observa-se que Paulo valoriza as informações obtidas em aula, mas também busca livros e vídeos, além de sites de pesquisa (como o Brasil Escola) e aqueles especializados em questões de concursos públicos, onde obtém conceitos iniciais e resoluções de questões.

Paulo conheceu, por meio da monitoria ofertada pela Universidade, o recurso a fichas, nas quais resume as principais características de um determinado conteúdo matemático por meio de conceitos, figuras e propriedades.

Ela [a monitora] tinha a fichinha. Eu aprendi com ela a fazer fichinha, por exemplo, fazer a fichinha de propriedades de função, sabe. Operações com funções. Eu tenho fichinha até hoje com o gráfico de cada tipo de função, a básica, por exemplo: 1 sobre x, como que é o desenho da função (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Outro recurso de estudo a que recorreu, principalmente na disciplina de Estatística e Probabilidade, foi o dos grupos formados em aplicativo de mensagens instantâneas, nos quais discutiam-se questões: *“Às vezes a dúvida do cara era também dúvida minha. E aí eu acabava pesquisando para ajudar e acabava me*

ajudando” (Paulo, dados de pesquisa, 2024). Assim, esse recurso era importante para a aprendizagem, pois, além da discussão, ampliava a pesquisa sobre o tema em estudo.

Paulo também se reporta a recursos de aprendizagem com potencialidades para a sala de aula, como aqueles que utiliza no projeto do qual participa e que envolve a construção de objetos de aprendizagem por meio de impressão em três dimensões:

E se você fala isso para o aluno, ah, é uma esfera [pausa], é difícil abstrair. Quando você leva isso para o aluno, uma imagem, uma imagem não, um objeto, que é uma das coisas que é bem legal aqui, uma esfera tudo bem, você vai entender o que é uma esfera. Agora, o que é uma sela, o que é um cone, então, tudo isso, um hiperboloide (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Outro recurso que Paulo valoriza e que conheceu no curso é o GeoGebra. O estudante considera esse recurso como “*magnífico*” para visualização de propriedades e para aprendizagem de conteúdos e compreensão de suas características: “*É bem mais fácil compreender o que é uma reta tangente você vendo a movimentação dela numa parábola do que você ficar só ouvindo o professor falar ou desenhando ali no quadro*” (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Quando questionado sobre professores/as que lhe inspiram, afirma que um bom professor deve ser muito didático, saber o passo a passo, ser metódico na explicação – “*dar mastigado o conteúdo*” (Paulo, dados de pesquisa, 2024). Também lembra que o professor deve entender o estudante e ter empatia: “*Eu acho que esse é o bom professor, o professor que ele entra ali no aluno, consegue entender as dificuldades*” (Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Nas observações realizadas para as aulas de Probabilidade e Estatística, verificou-se que Paulo participava de forma muito ativa, fazendo análises, tirando dúvidas, solicitando resolução de atividades, buscando representar seus/suas colegas na organização da aula, como indica o diálogo sobre uma dúvida de Paulo a respeito de uma questão que solicitava a classificação de amostras em viesadas e não-viesadas:

Professor formador: Essa que tu colocaste aqui Paulo é a primeira da lista 10? Está certo, na realidade, o que ele pergunta ali. Essa primeira lista de distribuição amostral é mais para vocês fazerem análises. Análise dos tipos de amostra que foram selecionadas [...] quando ele diz na letra C que a amostra é não viesada, ela não é tendenciosa, e quando é viesada, é tendenciosa. Eles enviaram o questionário para todas as prefeituras, então, as prefeituras que têm interesse retornaram. Então, quando você só faz uma

amostra de quem enviou, é chamado de uma amostra tendenciosa. Eu já mostrei para vocês uma vez, eu só não dei esse nome. Se você vai fazer uma estatística para um candidato a qualquer situação, prefeito, governador, presidente, e você faz essa entrevista em locais mais específicos, você já sabe qual resposta, ou seja, você já tem uma tendência, isso é uma amostra viesada, uma amostra tendenciosa. Eu peguei esse exercício daquele livro do Barbetta. O ideal era ter alterado as respostas para vocês poderem entender, mas era só isso que era a resposta: viesada e não viesada.

Paulo: Eu achei assim na hora, depois claro, depois lendo melhor, tipo 'planos amostrais', eu não me lembrei se a gente tinha visto.

Professor formador: Não, não, vocês não viram.

Paulo: Então eu disse, o que são 'planos amostrais'? Daí eu coloquei umas respostas que talvez não tivessem nada a ver. Aqui na a eu coloquei que não representava porque era uma opinião influenciável. Na b eu coloquei que era aleatória porque era a altura e não tem como você dizer das 7h às 7h30 só vêm pessoas com 1,70m. Então quando eu vi amostra viesada [pausa]. Mas na d, por exemplo, o brinde pode influenciar também, se tu colocas na zona norte e na zona sul tem representatividade, mas a partir do momento que você coloca um brinde, tipo eu não sei qual é o brinde, você pode influenciar, por exemplo, se for um sabão em pó com medidor ou acompanhando um amaciante, um combo, opa!

Professor formador: Por isso as respostas quando se está trabalhando com isso dependem muito da interpretação. A ideia era essa, era mostrar para vocês que essa amostra que vai fazer parte de tua pesquisa tem que ser muito bem-preparada.

Paulo: A minha dúvida é se for numa prova, tipo: classifique o plano amostral, a pessoa não vai saber responder, mas se for: "dê sua opinião", beleza, está respondido.

Professor formador: Nesse caso, sim, mas essa parte é mais para vocês analisarem e o que nos interessa é a segunda parte, onde tem que calcular o intervalo de confiança, porque lá no intervalo de confiança já se parte do princípio de que tua distribuição amostral é coerente. Aqui era mais se vocês forem utilizar numa situação de pesquisa.

Paulo: Beleza, professor, se você puder fazer a 2, a 3 [...] (Diálogo da aula 4, 14/12/2021, dados de pesquisa, 2024).

Uma das fragilidades verificadas nas aulas *online* no período remoto foram as câmeras fechadas e os áudios mutados, mas Paulo participava ativamente, direcionando as discussões, sendo uma de suas características a comunicação com o professor formador e a presença constante em todas as aulas, tanto na resolução das listas de exercícios como nas aulas tira-dúvidas, mostrando que o licenciando, conforme já foi abordado, valoriza o momento de aula. Paulo manteve um padrão de participação em todas as aulas do semestre, fazendo perguntas e respondendo aos questionamentos do professor. Na seção a seguir é analisado um recurso elaborado por Paulo para uma prática pedagógica do curso. Suas falas forneceram alguns indícios de motivações que explicam suas opções na elaboração da atividade.

Análise de um recurso organizado por Paulo

Paulo elaborou um plano de aula para o estágio, o qual foi analisado como complemento às observações das aulas e à entrevista. Sua temática era introdução a funções e teve como objetivo de aprendizagem:

Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis (Plano de ensino de Paulo, dados de pesquisa, 2024).

Para cumprir esse objetivo, o estudante optou por uma aula expositiva dividida em nove momentos, cada um com duração estimada de 10 a 20 minutos, com a utilização de exemplos iniciais com temas do cotidiano, uso da resolução de exercícios do livro didático “A conquista da Matemática” (Giovani Jr., 2018) e a proposição do uso do GeoGebra, conforme Quadro 12.

Quadro 12 – Momentos da aula de Paulo³⁹

(continua)

Momento da aula	Tempo (min)	Atividade	Detalhamento
1º	10	Demonstrar conceitos de função na prática.	Proposição dos exemplos: A empresa A vende um sanduíche por R\$ 3,00, mas cobra R\$ 5,00 reais de taxa de entrega, a empresa B vende o sanduíche por R\$ 2,00, mas cobra R\$ 10,00 reais de taxa de entrega.
			O primeiro aluno faz 8 quilômetros por hora e está a 6 quilômetros do segundo colega, que faz 10 quilômetros por hora e partiu de um quilômetro. Em que momento eles se encontraram e quanto tempo o segundo levará para ultrapassar o primeiro.
2º	20	Formalizar o conteúdo.	Relação da ideia de que uma função é uma máquina que transforma um produto x, que está na caixa A, para uma peça y que ficará na caixa B. Explicações sobre noções de domínio, contradomínio e imagem. Introdução da representação gráfica de uma função.
3º	20	Exercícios.	Livro “A conquista da Matemática”.
4º	20	Correção dos exercícios.	Correção no quadro as atividades. (O licenciando observa que, antes disso, passará visto nos cadernos).
5º	20	Formalizar a função Afim.	Explicação e passar na lousa a forma geral, tipologia e coeficientes da Função Afim.
6º	20	Exercícios.	Livro “A conquista da Matemática”.

³⁹ Quadro baseado no plano de ensino elaborado pelo licenciando Paulo.

Quadro 12 – Momentos da aula de Paulo⁴⁰

(conclusão)

Momento da aula	Tempo (min)	Atividade	Detalhamento
7º	20	Correção dos exercícios.	Correção no quadro as atividades. (O licenciando observa que, antes disso, passará visto nos cadernos).
8º	20	Explicação sobre gráficos de função/zeros da função.	Será apresentado os componentes dos gráficos e como fazer, com as orientações por pontos e plano cartesiano no GeoGebra, se disponível.
9º	20	Exercícios.	Livro “A conquista da Matemática”.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Algumas situações que emergiram na entrevista podem ser observadas no Quadro 12, como a preferência de Paulo por explicações pontuais e passo a passo, com atenção ao detalhamento. Há também algumas falas que indicam a preocupação do aluno com a gestão da sala de aula, quando diz que antes de corrigir exercícios passará visto nos cadernos, revelando, com isso, que se importa com mecanismos de controle de indisciplina e de produtividade. Conforme Trouche *et al.* (2020), algumas ações docentes são relacionadas a mecanismos que incluem crenças originadas de experiências do/a professor/a que as influenciaram. Assim, a necessidade de gerir o momento educacional pode ter essa raiz.

O estudante também propôs o uso de exercícios do livro didático (Figura 60). Uma vez que, enquanto licenciandos/as, ainda não possuem conhecimentos profundos sobre o currículo e suas diretrizes, o uso desse recurso confere mais segurança na execução da atividade. Contudo, Carvalho e Gil-Pérez (2002) alertam que a ausência de conhecimentos de conteúdo acaba por transformar o/a docente em um/a transmissor/a mecânico/a dos conteúdos de livros texto. Essa preocupação também é expressa por Machado, Rosa e Nascimento (2021) quando tratam da transposição didática dos conteúdos pelos/as futuros/as professores/as. Assim, cabe aos cursos de formação inicial promoverem atividades de discussão sobre currículo e sobre os livros didáticos, de forma a possibilitar que o/a futuro/a professor/a adentre na esfera das diretrizes curriculares. Além disso, a universidade precisa fomentar esse conhecimento em cursos de formação continuada, uma vez que a legislação educacional está em constante movimento.

⁴⁰ Quadro baseado no plano de ensino elaborado pelo licenciando Paulo.


Figura 60 – Atividades utilizadas no 3º momento

ATIVIDADES

Resoluções a partir da p. 289

Responda às questões no caderno.

- Os professores de uma academia recebem a quantia de 45 reais por aula, mais uma quantia fixa de 200 reais como abono mensal. Então, a quantia y que o professor recebe por mês é dada em função da quantidade x de aulas que ele dá durante esse mês. Qual é a lei de formação da função que relaciona essas duas grandezas?
 $y = 200 + 45x$
- Escreva algebricamente a lei de formação de cada função descrita a seguir.
 - A cada número real positivo x associar um número real y que represente o Inverso de x . $y = \frac{1}{x}$
 - A cada número real x associar um número real y que represente o quadrado de x , menos 4. $y = x^2 - 4$
 - A cada número real x associar um número real y que represente a metade de x , aumentada de 5. $y = \frac{1}{2}x + 5$
- A família Soares (pai, mãe e 2 filhos) vai acampar durante 2 semanas (14 noites) em um mesmo camping. Veja os preços a seguir.



Pelas promoções, o local mais barato vai depender da idade das crianças. Reproduza e complete em seu caderno o quadro abaixo, em que x representa a idade do filho mais velho e y , a idade do outro filho.

Idade dos filhos	Camping do Sol	Camping dos Pássaros
$x < 5$	406	728
$y < 5$ e $5 \leq x < 15$	609	728
$y < 5$ e $x \geq 15$	609	736
$y \geq 5$ e $x < 15$	812	728
$5 \leq y < 15$ e $x \geq 15$	812	756
$y \geq 15$	812	784

- Fernanda trabalhou no projeto de uma empresa de arquitetura durante o ano de 2019. O preço total de x reais por esse projeto foi pago a Fernanda em parcelas, a cada dois meses, da seguinte maneira:

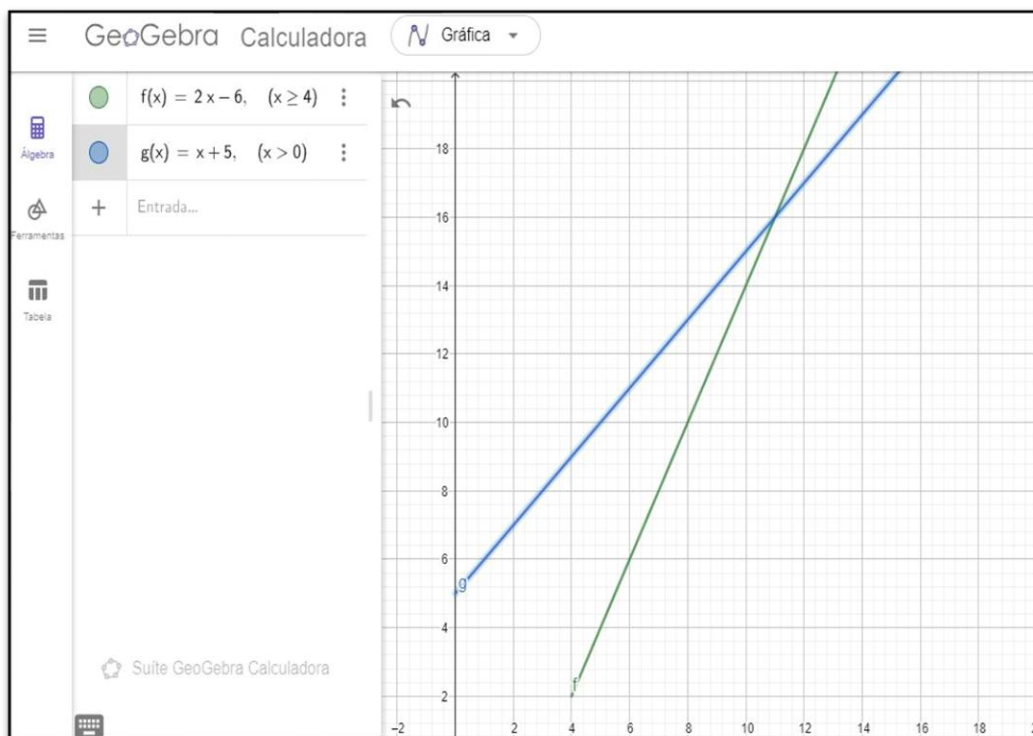
Meses	Valor a ser pago (em função de x)
Janeiro	$0,1x$
Março	$0,1x$
Maio	$0,1x$
Julho	$0,2x$
Setembro	$0,25x$
Novembro	$0,25x$

Para não se atrapalhar com as finanças e também para economizar para um curso futuro, Fernanda decidiu gastar, mensalmente, 5% do valor total desse trabalho.

- Quanto Fernanda poupou no total? $0,4x$
- Fernanda quer fazer um curso de pós-graduação que custa R\$ 20.000,00. Para que ela pague integralmente esse curso com o dinheiro poupado, qual deve ser o valor mínimo de x (em reais)?
50 mil reais.

Além disso, o licenciando Paulo planejou o uso do GeoGebra, uma ferramenta comumente utilizada nos projetos de que participa e que são presentes nas componentes curriculares que já cursou, conforme se reportou na entrevista. A Figura 61 ilustra o uso desse recurso em seu plano de ensino.

Figura 61 – Uso do GeoGebra por Paulo



Fonte: acervo da autora (2024).

Paulo utilizou recursos coerentes com o que reportou em suas entrevistas e em falas informais. No plano de ensino de Paulo pode ser visualizada a crença que possui na aprendizagem passo a passo, com explicações detalhadas, dividindo a aula em momentos. Sua participação em projetos durante o curso (como o da impressora 3D) também é evidenciada em atividades que utilizam tecnologias e materiais manipulativos. Ressalta-se, ainda, nos recursos adotados por Paulo, o uso de temáticas do cotidiano, com exemplos contextualizados, revelando, assim, uma preocupação em dar significado às atividades propostas. No entanto, seus recursos em geral são de cunho bastante tradicionais, com o uso de exercícios do livro didático, revelando aspectos da formação escolar de Paulo marcada pelo determinismo. Teixeira (2018) assevera que, em um contexto de ensino tradicional, o/a aluno/a se percebe em uma posição passiva em relação ao conhecimento, haja vista que o

aprendizado se resume à memorização mecânica e à adequação do/a aluno/a, e não à contextualização e à reflexão do/a agente no meio em que vive. Isso pode prevalecer nas formas de se conceber o conhecimento, conforme expressou Paulo em suas lembranças escolares.

Essas são as raízes – a gênese – dos recursos de Paulo, que ainda são instáveis e, por consequência, sofrerão metamorfoses, porque ele se encontra em formação inicial. Na próxima seção analisa-se o caso de uma licencianda nos estágios iniciais de formação: Mariana.

7.2.2 O caso de Mariana

Mariana é uma licencianda em Matemática que, no início do processo de pesquisa, estava na terceira fase do curso. Em sua entrevista, que durou 48min, expressou suas formas de estudar, seus recursos, seu entendimento sobre o ensino remoto durante o período pandêmico e sobre o curso de Licenciatura em Matemática, revelando suas expectativas a respeito de futuras vivências profissionais.

Sua formação no Ensino Médio foi realizada em uma escola particular, que, segundo ela, a preparou principalmente para “*aprender a estudar*”. A licencianda relata que, no início de sua escolaridade, tendia para a área da Saúde, queria ser médica. Uma experiência negativa, porém, ocorrida em um laboratório de práticas médicas, e uma positiva, com monitoria, a fizeram voltar o olhar para a Licenciatura em Matemática. Conforme ela conta:

Então, me chamaram para fazer essa monitoria e eu aceitei e foi ali, quando eu fui ao quadro explicar para meus colegas um conteúdo. E quando eu subi e comecei a escrever, quando eu vi, olhei assim para a sala e vi todos os meus colegas olhando com uma cara que estava entendendo o assunto e uma outra forma que eu estava explicando, foi ali que eu realmente vi: ‘Não, acho que eu quero ser professora’ (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

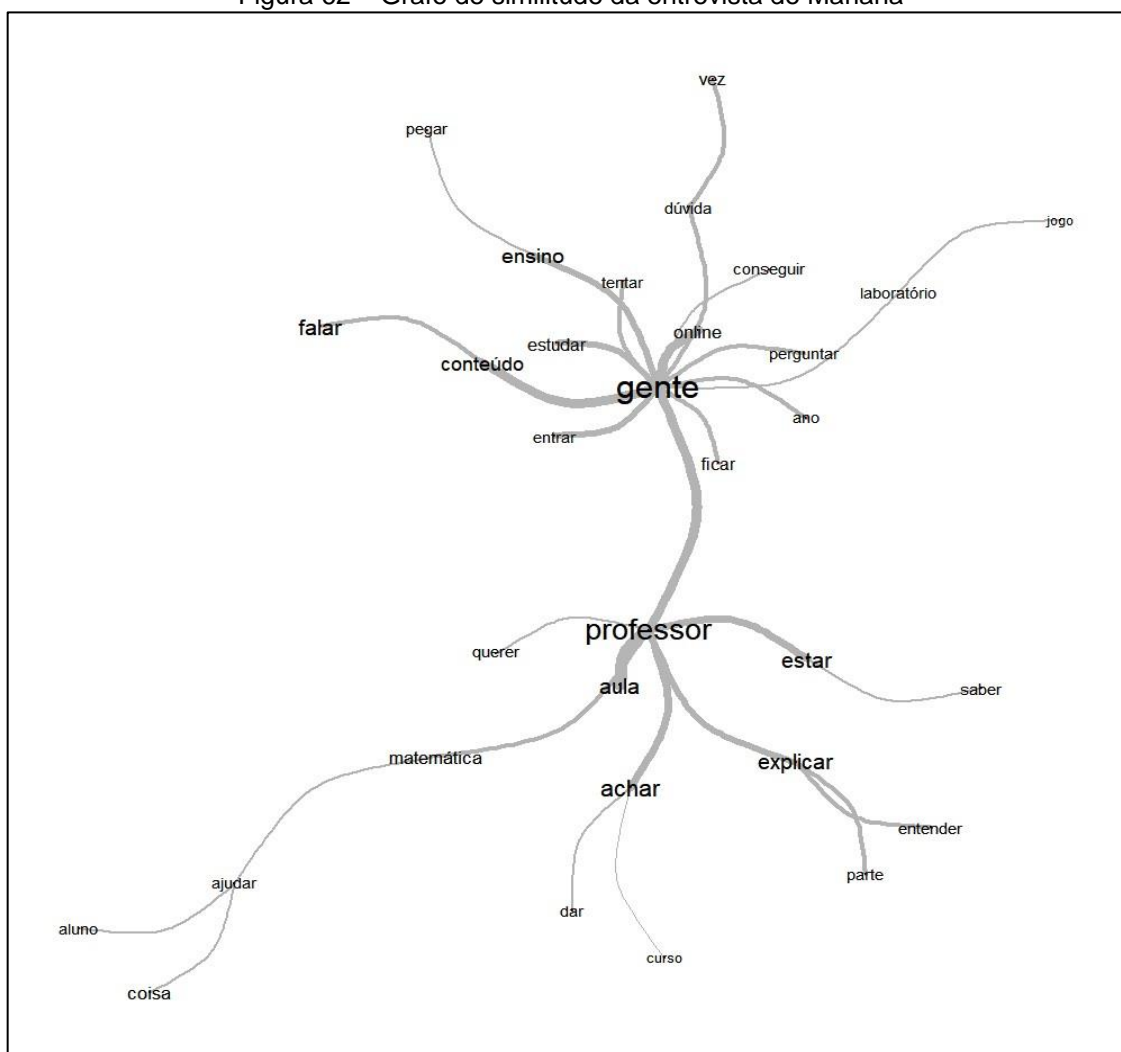
Além disso, outra motivação para procurar formação em Licenciatura em Matemática foi a postura de seus professores na sala de aula, os/as quais incentivavam o estudo, tiravam dúvidas e tratavam com atenção colegas que apresentavam com mais dificuldade.

Eles tentavam explicar de várias formas até o aluno entender. Então, assim, foram eles que me passaram mais nessa coisa, da matemática em si, mas também de ajudar o aluno. E foi isso que eu mais admirei (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

Mariana foi uma das muitas estudantes que, por conta das restrições impostas pela crise sanitária provocada pela Covid-19, iniciou seus estudos de forma *online*, durante o que foi chamado de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Segundo o relato dela, esse período a favoreceu em termos de tempo, pois não era mais necessário o deslocamento para a escola. No entanto, nesse período, perdia com mais facilidade a atenção com o uso do celular e outras mídias que a distraíam, tendo que se esforçar muito para estudar e para vencer os pontos negativos. Ao término do ERE, o desafio foi voltar a prestar atenção e aprender no âmbito da presencialidade.

A entrevista de Mariana foi analisada com o uso do Iramuteq, gerando um grafo que ilustra as principais ideias que emergem de suas narrativas quanto ao desenvolvimento de seus conhecimentos e habilidades para futuras vivências profissionais (Figura 62).

Figura 62 – Grafo de similitude da entrevista de Mariana



Fonte: elaborada pela autora (2024).

No Grafo da Figura 62, pode-se observar dois termos centrais: “professor” e “gente”. O primeiro sugerindo ideias relativas à docência e o segundo relacionando narrativas de Mariana enquanto estudante. Considerando-se os segmentos textuais da entrevista, o termo “gente” se refere ao grupo de estudantes do qual Mariana faz parte e suas percepções em relação à formação inicial. Isso evidencia um entendimento de coletividade, como no excerto: *“Ele pergunta: - o que está acontecendo aqui galera? - ou - Calcula para mim? - Coloca a gente ali no meio da explicação dele e a gente fica mais ligado. [...]”* (Mariana, dados de pesquisa, 2024). As ramificações que se associam fortemente a esse centro são “conteúdo”, “estudar”, “tentar”, “ficar”, “falar”, “dúvida”, “vez” e “perguntar”, traduzindo-se em ideias da dinâmica de seu curso e referindo-se às atividades acadêmicas. Destaca-se, também, a presença de “entrar” e “online”, que tratam de temáticas sobre o ensino remoto emergencial destacadas na entrevista, como falta de atenção, distrações e dificuldades no retorno à presencialidade.

O agrupamento cujo centro é a palavra “professor” contém as ideias da licencianda quanto à docência (desde sua opção pela licenciatura até o contexto em que ocorre sua formação inicial) e destaca as seguintes ramificações: “explicar”, “achar”, “aula”, “estar”. “Explicar” tem relação com o auxílio aos/às estudantes para o entendimento dos assuntos, situação que inspirou Mariana a optar por um curso de licenciatura. Já o termo “achar” retrata declarações sobre os cursos extracurriculares que Mariana realiza quanto a desenvolvimento pessoal e saúde mental, os quais, na sua opinião, auxiliam em seus estudos. Segundo essa licencianda, não são tópicos relativos à matemática, mas trazem benefícios à sua formação.

Também tenho o curso de desenvolvimento pessoal que está ligado também à psicologia [pausa], um pouco. E tem um curso mais ligado à saúde, tanto mental e física de diversas áreas. Esse mês a gente está estudando sobre TDAH (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

O termo “aula” ligado à “matemática”, “ajuda”, “aluno” e “coisa” suscita suas inquietações sobre a futura função como professora: *“Tipo assim, eu vou querer ser professora, mas eu quero ajudar os meus alunos em matemática. E foi por isso que eu escolhi a Licenciatura em Matemática”* (Mariana, dados de pesquisa, 2024). O uso do termo “coisa” em suas falas refere-se aos conteúdos.

O termo “estar” está ligado à forma “saber” e deles emergem as ideias de Mariana quanto à construção de seus conhecimentos e sua relação com as propostas dos/as professores/as formadores/as. “Saber” evoca as trocas de conhecimento no decorrer do processo: “[...] às vezes um sabe, por exemplo, eu não entendi determinada coisa, mas daí a outra pessoa pode me ajudar. E às vezes essa pessoa não entendeu e eu posso ajudar ela” (Mariana, Dados de Pesquisa, 2024).

Além da entrevista, foi observada a participação de Mariana nas aulas de Estatística, ocorridas de forma *online* e no andamento do seu primeiro estágio curricular supervisionado, situação em que foi observada a produção de um blog, obrigatório na disciplina de estágio, que continha suas reflexões sobre as experiências vivenciadas.

Aulas de Estatística de Mariana

Mariana matriculou-se na componente curricular de Probabilidade e Estatística no segundo semestre de 2021, antes do período correto, pois uma das disciplinas que cursaria não seria oferecida naquele semestre. Assim, alguns conteúdos de cálculo diferencial e integral, necessários ao entendimento de Probabilidade, ainda não tinham sido estudados. Ainda assim, a licencianda teve uma participação ativa nas aulas, mantendo sua frequência, questionando e fazendo proposições pelo *chat*.

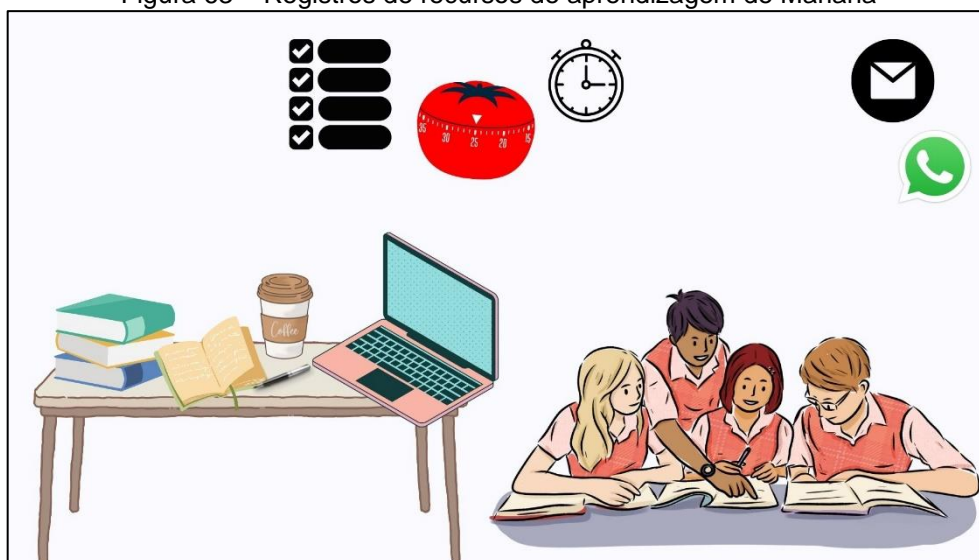
Na entrevista, Mariana comenta que, no início do curso de Licenciatura, passou um curto período no ensino presencial e logo iniciou o ERE. Suas principais dificuldades nesse período foram focar nas aulas e não se distrair com outras tecnologias durante as mesmas.

[...] Eu tive que me adaptar a focar na tela, sem ter distrações por perto. Isso no começo foi ruim por causa do celular. O celular para mim foi o vilão, assim, de olhar o celular, dar aquela olhadinha, e depois prestar atenção na aula, porque depois a aula fica entediante, porque você fica vendo só a tela e o professor lá explicando, às vezes só por slide e uma outra forma que ele achava. Só que mesmo assim difícil de você prender sua atenção ali (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

Para estudar, a licencianda se baseou essencialmente nas aulas síncronas, que eram gravadas, e nas listas de exercícios disponibilizados pelo professor na plataforma Moodle. As dúvidas eram perguntadas ao professor pelo *chat* ou pelo microfone no início das aulas. Além disso, Mariana cita que o contato com colegas por aplicativo de mensagem também ajudava a entender os conteúdos. Nesse período,

utilizou livros que traziam o contexto da Estatística para problemas do cotidiano. Mariana avalia positivamente as aulas do professor formador: *“Era bem-organizada, assim, a forma que ele fazia, e tinha bastante conteúdo que ele também disponibilizava para a gente”* (Mariana, dados de pesquisa, 2024). O registro de seus recursos de aprendizagem foi ilustrado pela estudante e pode ser visualizado na Figura 63.

Figura 63 – Registros de recursos de aprendizagem de Mariana



Fonte: acervo da autora (2024).

Conforme explicação de Mariana, a ilustração (Figura 63) representa os recursos que ela utilizou para estudar Probabilidade e Estatística: *“As aulas gravadas, os materiais que o professor disponibilizava, em PDF, nas aulas dele, as listas de exercício, o grupo de WhatsApp e os livros”* (Mariana, dados de pesquisa, 2024). As aulas gravadas auxiliavam na resolução de exercícios, uma vez que poderia voltar ao que não havia entendido a qualquer tempo. As listas permitiam exercitar os conteúdos aprendidos na aula, bem como os *slides* do professor, que eram complementados com livros e com discussões nos grupos de mensagens instantâneas. A ilustração também se refere a formas de estudar e de se organizar que a estudante aderiu no ERE, como a representação do tomate, que significa o uso da técnica pomodoro⁴¹, os *checklist* e o controle do tempo de estudo. Esses são os recursos de Mariana para

⁴¹ É um método de gerenciamento de tempo que consiste na utilização de um cronômetro para dividir o trabalho ou o estudo em períodos de 25 minutos, separados por intervalos de cinco minutos.

estudar, os quais, segundo Assis, Gitirana e Trouche (2019), os estudantes constroem desde a escola, passando pelo período de formação na universidade.

Mariana destaca, também, uma atividade do período remoto – que ela pretende utilizar em suas futuras aulas – na qual os/as licenciandos/as interagiam entre si com a discussão de um artigo na disciplina de Laboratório de Matemática.

A professora pegou e deu um artigo, então todo mundo leu aquele artigo, e ela separou a gente em duplas, então eu e minha dupla, a gente tinha que explicar uma para a outra o que a gente entendeu daquele artigo. Eram cinco minutos, daí a gente trocava de dupla e tinha que explicar também. Então, a gente conseguia ver o mesmo artigo com diferentes pontos de vista, porque a gente conversou com umas quatro pessoas nessa troca, então eu pude discutir e falar com minha dupla um pouco e ouvir ela também. [...] No final, eu conseguia ver a mesma coisa, só que sob diferentes pontos de vista (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

No retorno às aulas presenciais, Mariana comenta que teve dificuldades em se readaptar a essa modalidade por questões como tempo de deslocamento de casa até a escola e, também, por ter desaprendido a estudar e a prestar atenção.

Aí entrei no ensino superior no online, parece que ficou ali. Desaprendi a estudar da forma presencial, porque querendo ou não é diferente o tempo de você se arrumar, de ir até o colégio, voltar. E tudo isso parecia assim, bem difícil (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

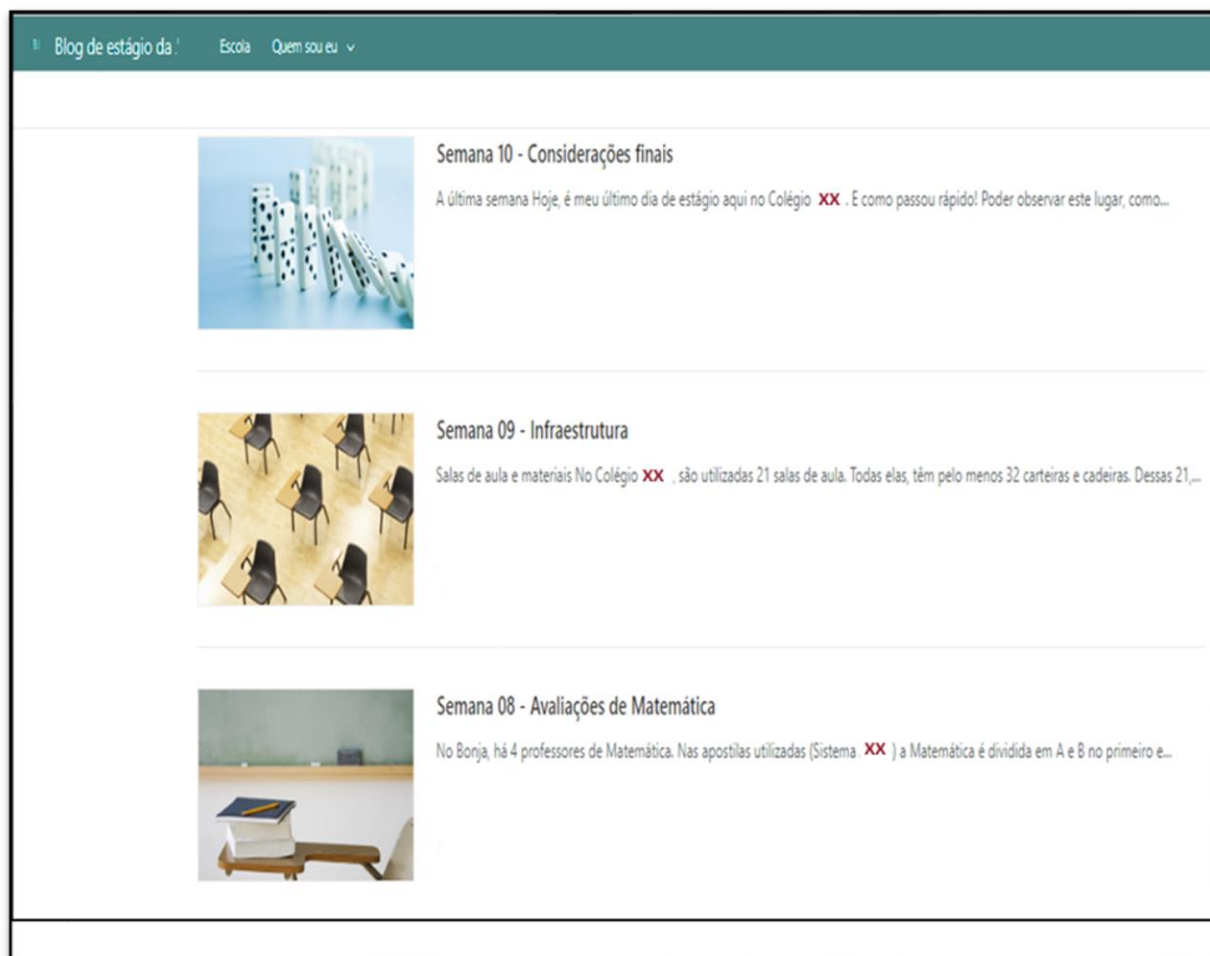
Mariana comenta, ainda, que as turmas que iniciaram o ensino de forma remota não foram apresentadas aos setores do campus na Universidade e nem mesmo foram lembradas quando essa apresentação foi realizada aos/às calouros/as do ano de 2022, quando se deu o retorno à presencialidade. Isso dificultou o andamento das atividades acadêmicas nas primeiras semanas, pois os acadêmicos que saíam do ensino remoto precisaram descobrir sozinhos como as coisas funcionavam, ou perguntando uns aos outros.

Estágio Supervisionado de Mariana

No momento da entrevista a licencianda encontrava-se no 4º período do curso e na disciplina de Estágio Curricular Supervisionado I (ECS - I), a qual introduz o/a licenciando/a na realidade escolar da Educação Básica. Isso se dá por meio da observação e da análise do funcionamento de uma escola e da atuação de seus/suas docentes, com o olhar de uma futura educadora.

Para esse estágio, o professor formador solicitou que os/as alunos/as construíssem e mantivessem um blog para inserção das reflexões sobre as situações experienciadas na escola em que estagiaram durante 11 semanas. O *layout* das observações inseridas por Mariana encontra-se na Figura 64.

Figura 64 – Blog do estágio da Mariana



Fonte: acervo da autora (2024).

O estágio de observação foi realizado na mesma escola em que Mariana cursou o Ensino Médio, assim, de um lado, alguns de seus comentários se reportam a memórias afetivas. Por outro lado, essa experiência também permitiu comparar sua visão atual da organização escolar – como futura professora – com aquela que tinha como estudante da Educação Básica.

As postagens iniciais do blog contêm a apresentação de Mariana como estagiária do curso de Licenciatura em Matemática e discussões introdutórias. A estudante prossegue com postagens semanais, nas quais comenta sobre a estrutura

do Novo Ensino Médio, previsto na Lei 13.415/17 (Brasil, 2017b), a estrutura física, o quadro pessoal da escola, o Projeto Político Pedagógico e a descrição de uma aula de Matemática.

Em uma das postagens, a licencianda caracteriza o Novo Ensino Médio nessa escola e distingue suas diferenças em relação a outras unidades escolares. Também tece comentários sobre a estrutura curricular dessa etapa de ensino e expõe suas diretrizes principais. Cabe lembrar que esse conhecimento de currículo é fundamental na formação de futuros/as professores/as, uma vez que o/a docente em sua fase inicial, em muitos casos, acaba por seguir apenas o livro didático ou o material apostilado, ignorando o que os fundamenta, tornando-se, assim, um/a repetidor/a de livros-texto. Nesse sentido, estudos como o de Ponte (2012) asseveram que o conhecimento curricular é uma vertente do conhecimento didático e inclui as grandes finalidades e objetivos do ensino da Matemática, bem como a organização dos conteúdos, as decisões sobre os assuntos aos quais se deve dedicar mais tempo, as prioridades a considerar a cada momento e a forma de orientar o processo de ensino-aprendizagem.

Outro destaque nas postagens é o movimento da licencianda no sentido de entender a dinâmica do trabalho escolar. Assim, entrevistou funcionárias que cuidam da limpeza da escola, secretária, psicóloga, bibliotecária, coordenações, direção e docentes, obtendo informações sobre o contexto em que ocorrem as relações de ensino nessa escola.

Em sala, observou uma aula de Matemática, em que presenciou o uso do GeoGebra e de materiais apostilados. Quanto aos recursos para ensino, a estudante percebeu que

Todas as salas detêm de um projetor, que funciona, sendo bastante utilizado pelos professores. Além do mais, há também em todas as salas um notebook e uma câmera, para gravarem as aulas. Os professores de Matemática utilizam bastante a ferramenta Geogebra nesses computadores e a apostila digital para analisar gráficos de uma forma dinâmica (Mariana, Relatório de estágio, 2024).

Informou, ainda, que todas as aulas são gravadas pelo/a respectivo/a professor/a de cada matéria, a fim de que o/a aluno/a possa assistir novamente, caso haja necessidade, prática que teve início a partir da pandemia e que permanece. Cabe lembrar que a estudante também valorizava as aulas gravadas quando precisava tirar dúvidas no ERE.

As avaliações em Matemática, nessa escola, são realizadas com *layout* e linguagem muito similares aos do Enem, conforme ilustra a Figura 65, pois o foco é essa avaliação em larga escala e os vestibulares: “São utilizadas dessa forma, como no Enem (caderno azul, branco, rosa...), mudam os números da questão, mas se mantém o estilo” (Mariana, dados de pesquisa, 2024).


Figura 65 – Prova de Matemática – exemplo

9) (1,0)

A manchete demonstra que o transporte de grandes cargas representa cada vez mais preocupação quando feito em vias urbanas.

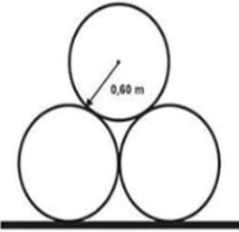
Caminhão entala em viaduto no Centro

Um caminhão de grande porte entalou embaixo do viaduto no cruzamento das avenidas Borges de Medeiros e Loureiro da Silva no sentido Centro-Bairro, próximo à Ponte de Pedra, na capital. Esse veículo vinha de São Paulo para Porto Alegre e transportava três grandes tubos, conforme ilustrado na foto.



Disponível em: www.caminhoes-e-carretas.com. Acesso em: 21 maio 2012 (adaptado).

Considere que o raio externo de cada cano da imagem seja 0,60 m e que eles estejam em cima de uma carroceria cuja parte superior está a 1,30 m do solo. O desenho representa a vista traseira do empilhamento dos canos.



A margem de segurança recomendada para que um veículo passe sob um viaduto é que a altura total do veículo com a carga seja, no mínimo, 0,50 m menor do que a altura do vão do viaduto.

Considere 1,7 como aproximação para $\sqrt{3}$.

Qual deveria ser a altura mínima do viaduto, em metro, para que esse caminhão pudesse passar com segurança sob seu vão?

Fonte: acervo da autora (2024).

O acompanhamento da dinâmica escolar é um passo muito importante na construção dos documentos didáticos de Mariana enquanto futura docente, pois gera diálogo e reflexão. Nesse âmbito, a experiência oportunizou a observação de uma aula com o uso de tecnologias educacionais, como o GeoGebra. Também permitiu avaliar uma inovação, que é o uso da gravação das aulas, uma herança do período do Ensino Remoto Emergencial, que, a princípio, parece positiva.

Observando o *blog* e a organização do relatório de estágio de Mariana é possível destacar a importância do professor formador na orientação, pois os questionamentos da professora formadora permitiam à Mariana refletir a respeito do que observou com um olhar crítico. Suas provocações foram determinantes para que o processo formativo ocorresse. André *et al.* (2012), ao se posicionarem quanto a esse assunto, destacam o papel relevante do formador na identificação dos/as estudantes com a docência e mostram a importância das atividades curriculares organizadas e

orientadas que favorecem o conhecimento e a aproximação do/a aluno/a com a realidade escolar.

Na semana 11 do *blog*, a Licencianda compara os materiais com os quais teve contato no Ensino Médio com os atuais e vê potencialidades, além de se questionar se podem ser modificados.

Verificando os materiais do Novo Ensino Médio, em comparação com o meu Ensino Médio, na parte matemática, há muito mais exercícios com introduções textuais críticas, relatando algo do dia a dia com os problemas matemáticos que o aluno tem que resolver. Posso concluir que isso é ótimo, ter esse material é ótimo. Mas somente isso é o suficiente? Será que posso ir um pouco mais além? (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

Nesse âmbito, Mariana imagina uma aula de Matemática complementada com as chamadas atualidades, presentes no currículo do Ensino Médio, conforme segue:

Se essa aula fosse ministrada com Matemática, talvez o seu potencial na criticidade seria maior. Por exemplo, poderíamos falar sobre a Guerra da Rússia e da Ucrânia. Entrar com os assuntos de Geografia sobre isso. Usar a História para explicar as origens de cada país. E em Matemática, analisarmos gráficos que possam dizer o quanto foi gasto em armamentos, quantas pessoas estão refugiadas, quantos refugiados outros países receberam, comparar cada país... Por que estão indo para esses países? Quanto essa guerra está custando? Será que é só em dinheiro que ela custa? E as pessoas que morreram? Quantas pessoas tiveram que deixar suas famílias? Quanto "custa" uma vida? (Mariana, dados de pesquisa, 2024).

Nesse sentido, Abar (2019) aponta cinco estágios na gênese dos documentos didáticos do/a professor/a, que são: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e conformação. Assim, interrogar-se a respeito de um recurso e de suas possíveis modificações faz parte dos processos iniciais de construção dos esquemas de uso pelo/a professor/a.

Mariana também enviou à pesquisadora planilhas em que aplicava os conhecimentos estatísticos no seu trabalho, fora da sala de aula, identificando o grau de apreciação da qualidade dos serviços prestados por sua empresa aos consumidores. Contudo, Mariana ainda não possuía atividades que lhe permitissem analisar seus teoremas em ação e invariantes operatórios, mas suas narrativas foram fundamentais no entendimento dos fatores que levam à construção dos saberes docentes, pois a forma como utilizou o material do professor formador na disciplina de Probabilidade e Estatística e as reflexões que fez a partir dos questionamentos da professora orientadora do estágio fornecem pistas da relevância da formação inicial na construção dos seus saberes, o que fica mais evidente na próxima seção, que trata

a respeito de licenciandos/a que estavam em semestres mais avançados à época da pesquisa.

7.3 OS/AS LICENCIANDOS/AS MAIS EXPERIENTES

A seguir apresenta-se o caso de um aluno e duas alunas: Francisco, Aline e Lívia, o/as quais já haviam cursado disciplinas de práticas de ensino ao iniciarem a participação na pesquisa. Dessa forma, já acumulavam certa bagagem documental e forneceram materiais que permitiram avaliar a gênese de seus documentos didáticos.

7.3.1 O caso de Francisco

O acompanhamento a Francisco, que escolheu esse pseudônimo em homenagem ao seu avô, se deu por entrevistas, observação de sete aulas de Probabilidade e Estatística e análise de atividades realizadas por ele em um curso de extensão da própria universidade, as quais versavam sobre o conteúdo estatístico.

Sua formação no Ensino Médio se deu em uma escola vinculada a um seminário da Igreja Católica, a qual considera de boa qualidade, uma vez que sua formação básica é bem fundamentada. Além disso, também fez curso técnico em hidráulica. Sua escolha pela Licenciatura em Matemática se deu por possuir facilidade na área das exatas e porque a formação eclesiástica lhe proporcionou o desenvolvimento de habilidades de comunicação e, de certa maneira, de ensinar. Seus planos futuros incluem estudos relacionados à Educação Matemática e a projetos na Educação Básica. Francisco participa de um curso de extensão na própria universidade, no qual ensina conteúdos matemáticos para estudantes do Ensino Médio, com foco em vestibulares e Enem.

A entrevista de Francisco durou cerca de 35 minutos, sendo transcrita e, posteriormente, analisada via Iramuteq por meio da análise de similitude, a qual gerou um grafo que pode ser observado na Figura 66, no qual aparecem em destaque os seguintes termos: “achar”, “professor”; “ficar”, “estar”, “dificuldade” e “matemática”.

materiais que fazem parte de seus momentos de estudo na disciplina de Probabilidade e Estatística:

Eu procurei algum material na internet para comparar com o que o professor colocou. Deixa uma outra forma de explicação, isso ajuda. Claro, o professor tem aquela forma de ensinar, ali. Mas uma outra é interessante, usei sobretudo esses dois recursos. Calculadora para os cálculos, mas para interpretação usei outras abordagens. Usei um livro também. Eu fui buscar o livro na biblioteca (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

A ideia de “ficar” é relacionada ao estudante permanecer com dúvida sobre o conteúdo: *“Eu fiquei com vergonha e parece que o pessoal está entendendo tudo. E então eu não perguntei. Não perguntei e o assunto progrediu, eu acabei ficando para trás”* (Francisco, dados de Pesquisa, 2024). Assim, destacam-se associações fortes com o termo “perguntar”, que ressalta a importância de o estudante questionar o docente, como se pode observar no excerto: *“Então eu vejo assim, que perguntar quanto mais cedo possível, tirar a dúvida, é melhor”* (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

“Estar” remete ao movimento de formação do futuro docente quanto aos conhecimentos curriculares, especialmente quando analisamos as ramificações: “entender”, “matéria”, “passar” e “conteúdo”. Na narrativa do estudante, podemos observar essa relação: *“[...] é tanto assunto que eu fico assustado, passar tanto conteúdo, pois a minha experiência que eu tive foi muito mais enxuta, mas com mais intensidade em cada um dos assuntos”* (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Outro termo central é a palavra “curso”, da qual emergem ideias do estudante sobre o andamento da sua formação inicial em Licenciatura em Matemática. O grafo traz associações fortes das palavras “curso” e “dificuldade”, e, nas narrativas do estudante, isso reflete suas fragilidades de aprendizagem, apresentadas nas primeiras disciplinas do curso.

Eu senti bastante dificuldade, em geral, no curso, essa ideia de: extraia as fórmulas ou as funções. Eu me lembro assim de ITN⁴². Uma matéria que eu tive muita dificuldade no começo, que era a primeira matéria, uma matéria bem densa para estar na primeira fase. Porque eu não tive esse ensino, para mim a fórmula chegava e eu só usava, muito prática, muito utilitária. E ter que abstrair essa informação, entender o problema real para colocar isso na fórmula matemática, eu acho que isso foi a minha maior dificuldade (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

⁴² Introdução à Teoria dos Números.

A palavra curso associa-se, ainda, com o termo “pandemia” com destaque para “sentir”. Essas palavras ilustram as dificuldades de Francisco no ensino remoto emergencial, período no qual interrompeu o curso, pois considera que a aprendizagem de Matemática precisa de uma certa disciplina e de métodos de estudo específicos, os quais não conseguiu alcançar durante o ERE.

E precisa ter disciplina. Na verdade, eu senti e ainda sinto e ainda mais depois desse período de pandemia. Na pandemia, eu não estava em condições de continuar com qualidade e acabei deixando o curso por um ano, devido a necessidade dessa disciplina, desse estudo depois do horário da faculdade (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Ainda se destacam, no grafo, associações fortes entre “matemática”, “experiência” e “ensino”, reforçando sua participação no curso de extensão e suas primeiras impressões da sala de aula, além de seu comprometimento já na formação inicial com a área da educação.

O pessoal tem muita dificuldade nos assuntos básicos. Eu me assustei, eu pensava que ia passar o conteúdo e eles iam assimilar, mas eu percebi que eles têm dificuldade. É demorado, tem que mastigar bem o conteúdo, num ritmo bem mais devagar. Na faculdade é tudo muito rápido. E ali é devagar. Eu desaprendi a falar devagar (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Esse último apontamento de Francisco é essencial quando se defende que a formação inicial deve estar intimamente relacionada às práticas pedagógicas, que vão permitir ao/à estudante a formação de um arcabouço experiencial – e isso não se consegue apenas no desenrolar dos estágios, mas também em atividades e projetos complementares. Esses são recursos instrumentais que vão permitir a ação instrumentalizadora do/a futuro/a professor/a, concebendo seus primeiros documentos didáticos.

Aulas de Probabilidade e Estatística de Francisco

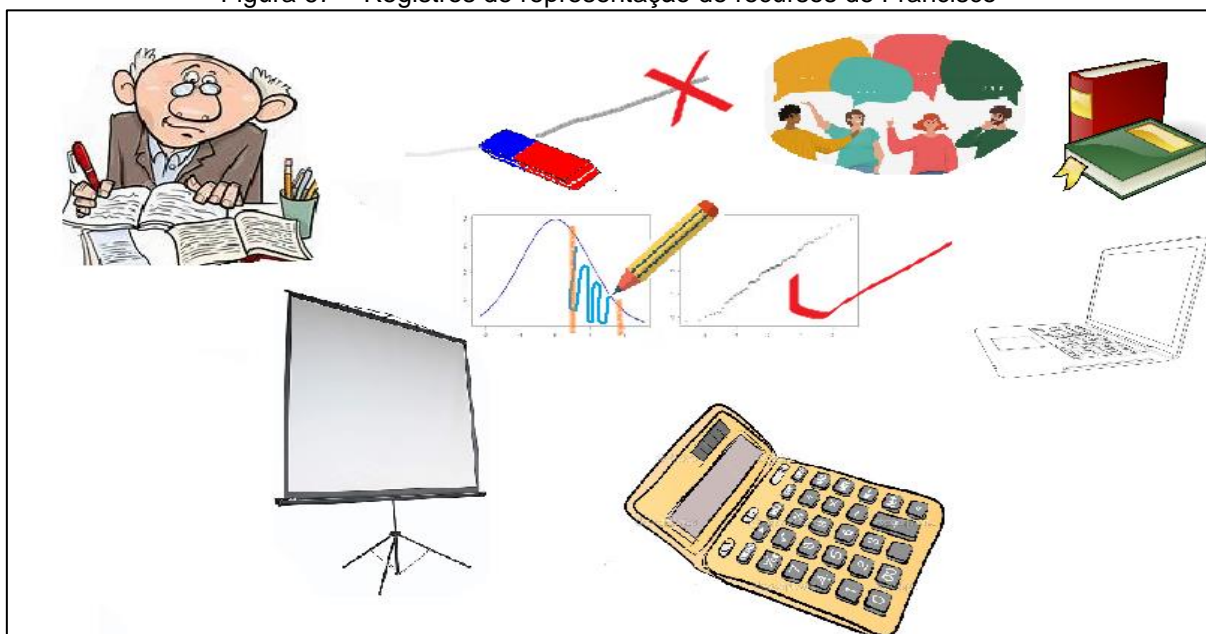
Sobre suas formas e recursos para aprender Estatística, o estudante primeiramente comenta como são suas aulas de componente curricular de Probabilidade e Estatística, como seu professor formador age e organiza a aula: “O professor passa fórmula, ele explica e tem esse tempo para resolver os exercícios com os exemplos” (Francisco, dados de pesquisa, 2024). Também cita que o tempo destinado, em aula, para resolução de exercícios com a presença do docente é fundamental, como também a troca de ideias com colegas. Salienta-se que as conversas com colegas também são consideradas recursos, na perspectiva da ADD.

Além disso, aulas de resolução de exercícios são muito utilizadas pelo professor formador participante.

Para eu tem feito bastante diferença, esse tempo em sala com o professor, porque abstrair sozinho é bem complicado. Tem que realmente tirar os conceitos ali do problema: ‘– ah não isso é isso, isso é aquilo, como que eu monto a fórmula –’. Com esse auxílio que eu estou patinando ali e o professor próximo ajuda muito. [...] Então, esse contato com o professor e esses colegas que já estão avançados, que entenderam, eu acho que isso fez a diferença. E é lista, resolver lista (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Quanto aos recursos que utiliza para estudar Estatística, citou as listas de exercícios, a calculadora, o material pesquisado na Web e livros, esses últimos com a finalidade de complementar as explicações do professor formador e ter contato com outra linguagem. Também costuma consultar o plano de ensino do professor para verificar os conteúdos e bibliografias, conforme representado na Figura 67.

Figura 67 – Registros de representação de recursos de Francisco



Fonte: acervo da autora (2024).

Na Figura 67, elaborada pelo Francisco, consta os registros dos recursos para estudar (Assis; Gitirana; Trouche, 2019) usados pelo licenciando no momento de apropriação do conhecimento estatístico em seu curso de Licenciatura em Matemática.

Experiência de ensino

Como já abordado, Francisco participa de um projeto de extensão que objetiva oportunizar chances de ingresso em universidades públicas a jovens e adultos, ou seja, se caracteriza como um curso pré-vestibular ou pré-Enem, no qual os estudantes de licenciatura atuam como professores: “*Não sei se é professor, mas age como professor*” (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Nesse projeto, o licenciando prepara suas aulas com base em conteúdos determinados pelos organizadores do projeto, executando aulas expositivas e aplicando atividades. Desse modo, Francisco teve contato com a dinâmica de sala de aula, a organização, o planejamento de aulas de Matemática e conhecimentos a respeito do modo como os/as alunos/as aprendem.

Foram cinco aulas de 1h40 min cada, nas quais Francisco procurou seguir a abordagem realizada pelo professor formador da disciplina de Probabilidade e Estatística, porém, em razão de observações quanto à aprendizagem dos/as estudantes, precisou adaptar atividades e conteúdos. A forma como organizou as aulas evidencia que suas experiências iniciais, e mesmo aulas particulares que ministra, são intervenientes à sua prática.

Organizei e separei os conteúdos de Estatística e de Probabilidade. Comecei com exemplos de aplicação, e depois as noções de índice e coeficiente das medidas do cotidiano. Falei sobre as medidas de tendência central. Em paralelo, uma aluna do particular me mostrou que estavam sendo cobrados os tipos de frequência na sua escola, por isso, passei esse conteúdo também (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Quanto aos exercícios para a aula de Estatística, Francisco organizou duas listas de atividades, uma com cinco, outra com oito questões que versavam sobre análise de gráficos e tabelas, média, moda, mediana, variância e desvio padrão. As atividades propostas foram adaptadas de vestibulares e do Enem. As temáticas e conteúdo de cada uma delas constam no Quadro 13.

Quadro 13 – Temáticas e conteúdos da lista de Francisco

(continua)

Lista	ID	Conteúdo da questão	Temática da questão
1	01	Média	Notas de alunos
	02	Média	Velocidade média
	03	Mediana	Esportes
	04	Média, mediana, análise gráfica	Taxa de nascimento conforme IBGE
	05	Mediana, análise de dados	Mundo do trabalho
	06	Mediana, média e variância	Pluviometria

Quadro 13 – Temáticas e conteúdos da lista de Francisco

(conclusão)			
Lista	ID	Conteúdo da questão	Temática da questão
2	07	Mediana, análise gráfica	Mundo do trabalho
	08	Porcentagem	Eleições
	01	Média, moda, análise gráfica	Notas de alunos
	02	Média, mediana, desvio padrão	Esporte
	03	Variância	Produção agrícola
	04	Máximo, mínimo, mediana, média	Notas em provas de concurso
	05	Combinatória. Média, Moda, Mediana	Números

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Como informa o Quadro 13, o estudante procura usar exemplos do cotidiano nas questões que seleciona e adapta. Na entrevista, ele mostrou valorizar essa prática inclusive para a própria aprendizagem, por acreditar que exemplos da realidade surtem efeitos positivos: *“Usar exemplos da realidade ou de empresa assim, mais de um exemplo, diversificar”* (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Em conversa posterior, registrada em e-mail, Francisco diz que se deteve por algumas aulas em Análise Combinatória, que buscou exemplos bem práticos, evitando usar fórmulas sem antes apresentar a utilidade delas. Pretendia uma aula interativa. O estudante também retratou sua experiência com o conteúdo de Probabilidade.

Para Probabilidade, levei muitos exemplos do dia a dia, desenhando e provando apostas simples, como probabilidade de ganhar no par ou ímpar, de escolher o bode atrás da porta (resultado gerou muito espanto e uma conversa acalorada), separar as amostras de um conjunto de dados. Utilizei muito o quadro para desenhar as situações (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

O uso do problema do bode – problema de *Monty Hall*⁴³, mostra que o estudante buscou subsídios nas próprias aulas para planejar as que ia ministrar, pois esse problema foi uma das motivações iniciais apresentadas pelo professor formador, em aula observada, no estudo da Probabilidade. A Figura 68 traz o *slide* elaborado e

⁴³ O problema do bode atrás da porta ficou conhecido como problema de Monty Hall, em lembrança ao apresentador de televisão de mesmo nome que, em seu programa, apresentava um jogo em que o participante poderia escolher dentre três portas. Atrás de uma delas havia um prêmio, as demais estavam vazias ou continham um bode. Quando o jogador optava, ele abria uma das portas sem prêmio e questionava se queria trocar de porta. A decisão intriga as pessoas, pois, pelo senso comum, a Probabilidade de escolha não é alterada, contudo, a Teoria das Probabilidades permite maximizar o sucesso da decisão. Antes de a porta ser aberta, tem-se 1/3 de chance de ganhar o prêmio, após aberta, a chance é aumentada para 2/3. Tal problema polêmico foi analisado pela primeira vez pela matemática Marilyn Vos Savant, na sua coluna “Ask Marilyn”, na revista Parade em 1990. Muitos matemáticos (incluindo os de renome) a ridicularizaram, porém, algum tempo depois, seu resultado foi provado (BBC News, 2023).

utilizado pelo professor formador para expor tal problema. Esse achado converge para os estudos de Assis, Gitirana e Trouche (2019), que também observaram a presença e a influência dos recursos utilizados e produzidos pelos/as professores/as dos cursos de formação nas atividades utilizados pelos/as futuros/as docentes.

Figura 68 – Problema de Monty Hall

O Problema de Monty Hall

Imagine que você está de frente para três portas numeradas, 1, 2 e 3, e o apresentador diz:

- Atrás de uma dessas portas tem um carro; mas atrás de cada uma das outras duas tem um bode. Escolha uma porta e leve para casa o que estiver atrás dela.*



O Problema de Monty Hall

Você vai lá e escolhe uma das três portas; mas antes que você possa abri-la, o apresentador (que sabe exatamente onde está o carro) pede para você esperar e ele abre uma das portas não escolhidas, mostrando um dos bodes. Nesse momento ele faz a seguinte pergunta a você:

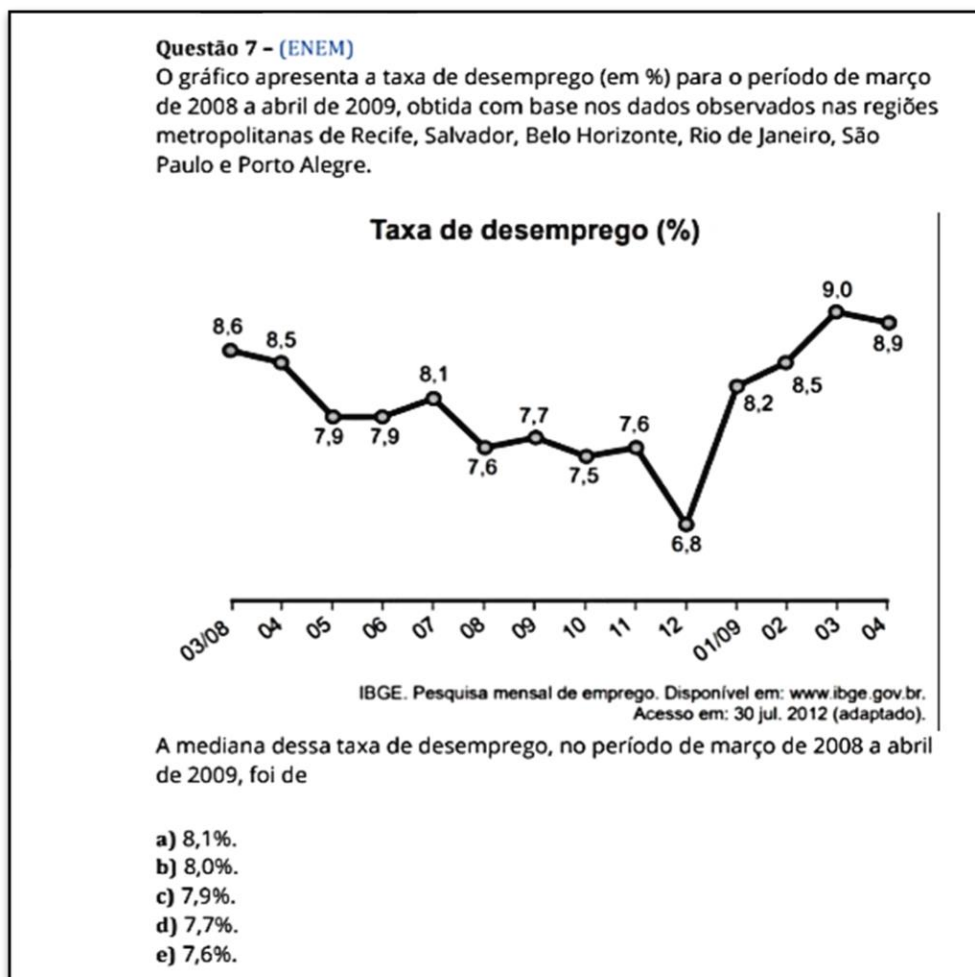
- Você quer ficar com a porta que você escolheu ou quer trocá-la pela outra porta fechada?*

Qual é a estratégia mais lógica? Ficar com a porta escolhida inicialmente ou mudar de porta?

Fonte: acervo da autora (2024).

Nesse sentido, outra observação que se faz é que o estudante utiliza questões que contenham imagens, como na questão da Figura 69, que trata do desemprego. Suas narrativas mostram que ele valoriza o uso da imagem nas explicações de conceitos e atividades: *“Tinha uma parte ali que ficava muito na fórmula e só depois [pausa] sabe, e foi difícil assim [pausa]. Só na hora do exemplo aquilo foi, e com uma imagem construindo cada uma parte dos exemplos”* (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Figura 69 – Exemplo de uma questão da lista de atividades de Francisco



Fonte: acervo da autora (2024).

Assim, os recursos visuais, que foram tratados na entrevista como potencializadores da própria aprendizagem, são utilizados nas questões que Francisco organiza enquanto atua no projeto de extensão.

Quando questionado, na entrevista, sobre os recursos com os quais teve contato na licenciatura e que utilizaria em uma futura aula, cita o *software* GeoGebra e jogos, os quais conheceu no curso de Licenciatura em Matemática. Contudo, observa que experiências em campo, como a construção de instrumentos de medida de trigonometria, das quais participou no Ensino Médio, são metodologias que, quando professor, poderá levar para a sala de aula, para seus alunos. Isso faz com que se questione se, no planejamento de uma aula, um professor considera apenas os recursos obtidos nas experiências a partir de sua formação inicial no curso de graduação ou também pode incluir experiências até mesmo da Educação Básica. Tardif (2020) analisa que o/a docente já chega na escola com pelo menos 16 anos de

experiência, considerando sua formação desde a entrada na escola. Contudo, é preciso refletir sobre a intencionalidade pedagógica com que organiza e planeja suas atividades, e isso só se pratica a partir da entrada em um curso de formação de professores/as.

Nesse mesmo contexto, Francisco avalia as qualidades de seus/suas professores/as para se inspirar para as futuras aulas, citando como exemplos o estar aberto ao diálogo com os alunos, o uso de metodologias diferentes do tradicional quadro e giz e explicações visuais com o uso de imagens. Um dos destaques é a valorização do conhecimento de conteúdo do professor: *“Assim, ele explica sem precisar ficar consultando o material. Tem professor que é muito dependente do material e ele domina o conteúdo. Esse domínio que ele tem também é invejável”* (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

O desempenho dos/as estudantes no projeto de extensão também representa aprendizagens para o futuro professor Francisco, que notou despreparo desses para lidar com o contexto dos exercícios propostos durante a aula.

Na resolução dos exercícios, notei um despreparo generalizado para as questões. Os alunos tinham dificuldade de assimilar e de extrair as informações relevantes de textos [...] reconheço que os alunos não estavam preparados para o que lhes era cobrado (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Francisco também observou que os estudantes tinham mais sucesso na aprendizagem por meio do diálogo com seus pares, histórias e exemplos do que com o conteúdo procedimental:

[...] chegavam às conclusões corretas usando mais das conversas e interpretação das histórias do que pegando os números e colocando nas fórmulas. Pelas fórmulas, ainda que, eventualmente, estava correto o resultado, não sabiam o seu significado (Francisco, dados de pesquisa, 2024).

Essas observações de Francisco vêm a ser compreendidas como conhecimentos sobre o aluno (Shulman, 1986) e englobam como ocorre a aprendizagem. Essas percepções possibilitam entender também alguns de seus teoremas em ação e invariantes operatórios, extraídos de suas falas e atividades e expostos no Quadro 14.

Quadro 14 – Análise da atividade de Francisco

Regras de ação	Teoremas em ação	Invariantes operatórios
Realizar uma aula sobre Estatística para estudantes do Ensino Médio.	Passar o conteúdo integralmente aos/às estudantes.	A sequência de conteúdos é a apresentada na disciplina de Probabilidade e Estatística. A abordagem para um curso pré-vestibular é o repasse integral do conteúdo.
	Propiciar problemas fundamentados em situações reais.	É preciso usar problemas reais, muitos exemplos do dia a dia para garantir a aprendizagem.
	Usar imagens.	Desenhar e usar o quadro ou o GeoGebra otimizam a visualização das situações e a contextualização.
	Adaptar as atividades propostas de acordo com o nível dos/as estudantes.	Os/a alunos/as podem não estar preparados/as para as situações propostas. Reduzir a dificuldade e observar o que funciona é importante no processo de ensino-aprendizagem.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

As narrativas de Francisco, bem como a análise de seus primeiros recursos, evidenciam que a construção dos saberes docentes se processa no diálogo com o professor formador e com os pares e incluem a observação e a reflexão sobre a forma como são apresentados/explicados os conteúdos e o nível de domínio desses pelo professor formador. Ressalta-se, ainda, que a maneira com que o licenciando aprende também traz sugestões de como adaptar, organizar e ofertar uma dada atividade, como a preferência por recursos visuais, no caso de Francisco. Na próxima seção, tem-se análise do contexto de formação de Aline.

7. 3. 2 O caso de Aline

O estudo de caso envolvendo a licencianda em matemática Aline considerou sua participação em aulas de Estatística do curso; a elaboração de aulas simuladas na disciplina de Laboratório de Ensino IV (LEM – IV); duas entrevistas com duração de 35 e 36 minutos cada uma, ocorrendo a primeira no início do semestre 2022/1 e a segunda ao final, além de conversas via aplicativo de mensagens instantâneas e registros de e-mail. Na análise foram consideradas as dimensões de formação; experiências externas ao curso; ensino remoto e aprendizagem estatística. Para a entrevista foi utilizada também a análise de similitude do Iramuteq.

Aline cursou a Educação Básica integralmente em escola pública. Sempre gostou de estudar e desde os primeiros anos desejava ser professora. Queria ser “pedagoga” e posteriormente “professora de Matemática”. Quando iniciou o curso,

afirma que teve muitas dificuldades por falta de conhecimento de alguns conteúdos e precisou “correr atrás”:

[...] Eu vejo assim e me lembro muito disso, pois nas primeiras aulas de eu ver símbolos no quadro que eu nem sabia o que era aquilo. Uma conta de, por exemplo, uma inequação, eu nem sabia que existia aquilo, que existia aquele tipo de conta (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Assim, a licencianda relata que precisou se dedicar muito para superar dificuldades nos conteúdos e conseguir acompanhar o curso. Segundo ela, a percepção de que precisava estudar chegou após uma prova, no segundo semestre, na qual seu desempenho deixou claro que precisava superar as lacunas oriundas da Educação Básica.

E assim, demorou [pausa]. É uma coisa óbvia, se você não sabe tu procura, mas demorou para virar essa chavinha minha assim. Foi no segundo semestre, eu sei quando aconteceu, foi em Geometria Analítica, que eu tirei uma nota muito baixa na primeira prova e daí que eu fui dar aquele estalo: ‘ - Cara, não vai funcionar, seu eu continuar só assistindo as aulas e fazendo a prova, não vai funcionar. Eu estou entendendo, mas eu preciso de base, eu preciso ir atrás e estudar’ (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Desse modo, avalia que aprendeu a procurar, a pesquisar e a estudar. Atualmente, já percebe que tem tido êxito em sua aprendizagem, sendo “*um sonho*” estar terminando o quinto período do curso, já fazendo planos de pós-graduação.

Uma das vivências que podem ser destacadas na formação de Aline é o estágio não-obrigatório em curso em uma escola que oferece treinamento individualizado para desenvolvimento de habilidades matemáticas. Com essa experiência, a licencianda tem contato com o ensino de conteúdos matemáticos, e precisa acompanhar o desenvolvimento de atividades por parte dos/as estudantes. Aline fala que o seu estágio não auxilia na construção de seus conhecimentos pedagógicos de conteúdo, mas, nele, está aprendendo a dialogar com os/as alunos/as e a lidar com os diversos momentos de aula.

[...] Eu imaginava que isso ia fazer eu saber explicar super bem todos os assuntos. E eu vi que não. [...]. Eu aprendi a ter relacionamento com os alunos, de identificar neles as suas qualidades e saber conversar com eles. Aprender a dividir esse momento, agora nós vamos estudar, agora nós vamos conversar, agora está mais tranquilo, agora a gente tem que correr um pouquinho mais atrás. Ter essa postura de professora mesmo. De identificar, você é aluno, eu sou professora, mas a gente se dá bem, mas ao mesmo tempo a gente está aqui por um objetivo: estudar, aprender Matemática (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Ressalta-se que esse contexto diversificado de saberes, a exemplo do conhecer o/a aluno/a e a gestão pedagógica de sala de aula, também faz parte do arcabouço de saberes docentes, conforme modelo proposto por Shulman (1986; 1987).

Uma das preocupações de Aline é o trabalho com alunos/as com deficiência. Ela afirma que não possui conhecimentos nessa área e que tem planos de estudar sobre o tema. Ela atende três alunos/as com deficiência no estágio e deixa claro que precisa se aprofundar nas temáticas, pois se considera “perdida” em suas atitudes.

Eu acho difícil, eu não sei como lidar, eu não sei se estou sendo rude ou boazinha demais, ou se eu estou tratando de forma diferente, ou de uma forma igual e isso é um problema, eu fico bem perdida. É uma vontade que eu tenho, mas mais para a frente, agora eu não consigo (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Aline também foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), no entanto, frustrou-se por não ter participado de projetos e da dinâmica das escolas, pois seu grupo dedicou-se mais a leituras e discussão de artigos, do que à presença na escola. Isso pode ser decorrente das medidas sanitárias necessárias à contenção da Covid-19 adotadas na mesma época em que Aline realizava o estágio.

Quanto à pandemia, que não deve deixar de ser uma variável considerada quando analisamos a formação de futuros/as professores/as que passaram por esse momento de crise sanitária, Aline afirma que, no início, teve problemas, como não possuir um computador pessoal ou local adequado ao estudo em sua casa. Posteriormente, não conseguia prestar atenção às aulas, muitas vezes tendo que reassisti-las, pois a quantidade de estímulos ao redor ou em decorrência da conexão a uma rede de Internet faziam com que perdesse o foco. Atualmente, afirma que está passando por um processo de reeducação nas aulas presenciais, em que inexistia a opção por “assistir novamente, pois não estão gravadas”.

O Grafo da Figura 70 ilustra as ideias que emergem da primeira entrevista concedida por Aline, na qual foram considerados apenas os verbos e substantivos, a fim de captar as ideias relacionadas às ações da licencianda no movimento de sua formação inicial. Assim, podem ser observados três centros: “saber”, “aula” e “professor”.

Dele ter essa coisa leve e saber conquistar a gente, conforme ele vai falando. A gente constrói, assim, uma relação na amizade. Não sei explicar, porque a gente não fica conversando com ele fora da aula ou de assuntos fora da aula. Mas ali dentro a gente se sente muito unido, muito aberto (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Na ramificação “saber” ainda se destacam as associações entre “conhecimento”, “forma” e “sentir”, que evocam a ideia de que os/as professores/as formadores/as inspiram Aline com seu conhecimento. *“É que ele me inspira de uma forma [pausa], como consegue saber tanto. [...] E ele tem tanto conhecimento, a gente pergunta uma coisa e ele sabe. Nos exercícios, ele sabe resolver tudo. Então, ele me inspira em conhecimento”* (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Outro contexto da ramificação de “saber” está no tratamento ao/à aluno/a em sala de aula com associações aos termos “tratar”, “aluno”, “conversar”, “assunto”, “explicar”, das quais emergem apreensões da licencianda sobre o contexto e a dinâmica de sala de aula, como ilustra o seguinte excerto da entrevista:

Mas eu tenho uma característica muito minha que eu não consigo fazer com que eles fiquem [pausa] eu não consigo brigar [pausa] não consigo pedir para parar de conversar que eu tenho que explicar. Então, até o que ia preferir é dividir em dupla, em grupinhos, fazer ilhas na sala. Eu acho que essa é a forma que eu organizaria a aula. Eu acho que eu seria um jeito mais de quadro e giz (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Em torno do centro “aula”, pode-se observar os vários sentidos e percepções que a licencianda atribuiu a esse momento, como “gosto” (expressando sua preferência por estilos de aula, no caso a tradicional); “ficar” (que confere ao estado dos/as estudantes na aula - distraído, disciplinado); “dar” (sempre ligado à ação de lecionar); “assistir” (participar do momento de aula) e “pensar” (o ato do planejamento de aula). Já o centro “professor” evoca duas concepções que marcam a transitoriedade pela qual Aline está passando como estudante, com suas preocupações com o “passar”, “matéria” e “estudo”. Também emerge a preparação da estudante para adentrar na profissão docente com “matemática” e “escola”.

É saliente na fala de Aline que o Curso de Licenciatura em Matemática operou modificações em seu modo de estudar e na sua perspectiva quanto ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades. Quando declarou que teve dificuldades e precisou buscar alternativas, evidenciou essa mudança. Quando relata que não sabia pesquisar, buscar em livros, e que, normalmente, optava pelo conhecimento obtido no quadro, também dá indícios de que fez parte de situações de

ensino na Educação Básica em grande medida tradicionais, que não permitiram o desenvolvimento de sua autonomia na busca por conhecimentos.

Quanto aos recursos que utiliza para estudar, Aline se reportou aos materiais do professor e listas de exercícios, sem a inclusão de novos materiais, mesmo os que fossem de sugestão do professor: *“Ele indicou um livro e eu cheguei a pegar na biblioteca, mas eu não usei. Nem cheguei a abrir ele e não ouvi nenhuma videoaula para apoiar, foi só no material do professor mesmo”* (Aline, dados de pesquisa, 2024). A Figura 71 traz o Registro de Representação de seus recursos para estudo feito pela licencianda.

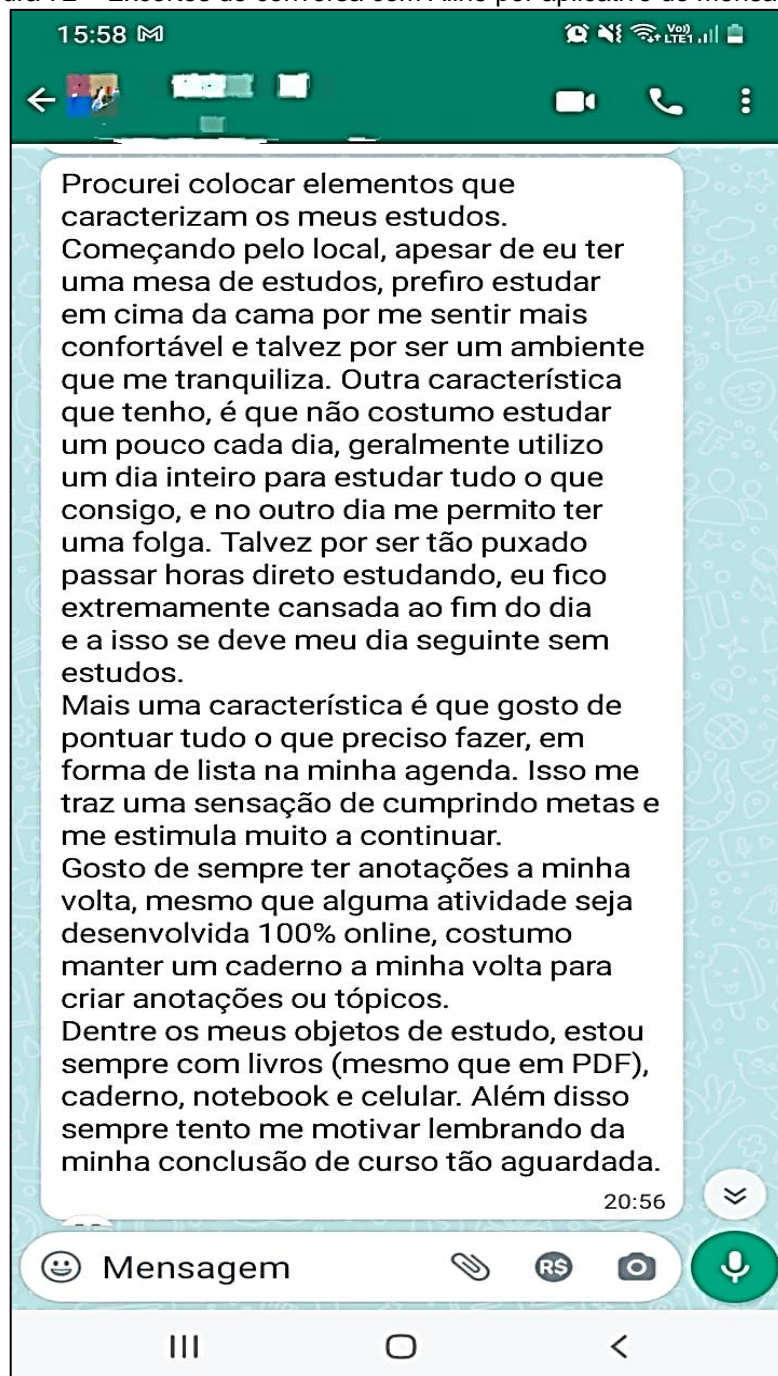
Figura 71 – Registro de Representação de Recursos



Fonte: acervo da autora (2024).

Aline também explicou os recursos que utiliza para estudar por meio de uma conversa por aplicativo de mensagens instantâneas (Figura 72). Dessa maneira, evidenciou os *slides* do professor, as listas de exercícios e suas anotações relativas às aulas, situações destacadas também na análise das entrevistas.

Figura 72 – Excertos de conversa com Aline por aplicativo de mensagens



Fonte: acervo da autora (2024).

A próxima seção traz a análise de uma atividade realizada na disciplina de Laboratórios de Ensino de Matemática IV, para a qual Aline elaborou uma aula simulada na forma tradicional e diferenciada.

Análise das atividades simuladas de Aline

A atividade simulada de Aline versou sobre Probabilidade. A proposta da disciplina de LEM – IV, em um primeiro momento, foi a de trabalhar o conteúdo em uma concepção tradicional e, posteriormente, usando uma metodologia diferenciada. Essas nomenclaturas são utilizadas pelo professor formador da disciplina, que explicou a utilização desses termos, constando no Plano de Ensino de Lem IV, no conteúdo programático: “Apresentação de exemplos de aulas de matemática tradicionais e diferenciadas” (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Assim, a fim de conceituar os termos de forma coerente ao que foi apresentado nas aulas, foi solicitado ao professor que lecionava a disciplina que explicitasse os conceitos, os quais foram elucidados a partir de reflexões na forma de um áudio de 14min40s, além de um texto, de planilhas com a tabulação de dados de pesquisa sobre o tema e de *slides*. O entendimento do professor esclarece que aula tradicional se contrapõe a uma diferenciada somente pela idealização do campo intelectual, uma vez que elas não são conjuntos disjuntos, porque têm características que se assemelham. Em uma aula diferenciada, o processo de aprendizagem está centrado no/a aluno/a, que é protagonista e vai aprender Matemática fazendo conjecturas e criando a partir de práticas investigativas. Nesse tipo de aula, o/a professor/a é orientador/a do processo. Já na tradicional, o/a aluno/a é um sujeito passivo em seu processo de aprendizagem, o qual é centrado no/a professor/a, com exposição de conteúdos e repetição dos exemplos em exercícios. Ele exemplifica as tipologias com aulas produzidas por seus/suas próprios/as alunos/as e adverte que são conceitos muito voláteis, uma vez que uma aula expositiva em que o/a aluno/a faça um exercício pode ser organizada na forma de uma prática investigativa.

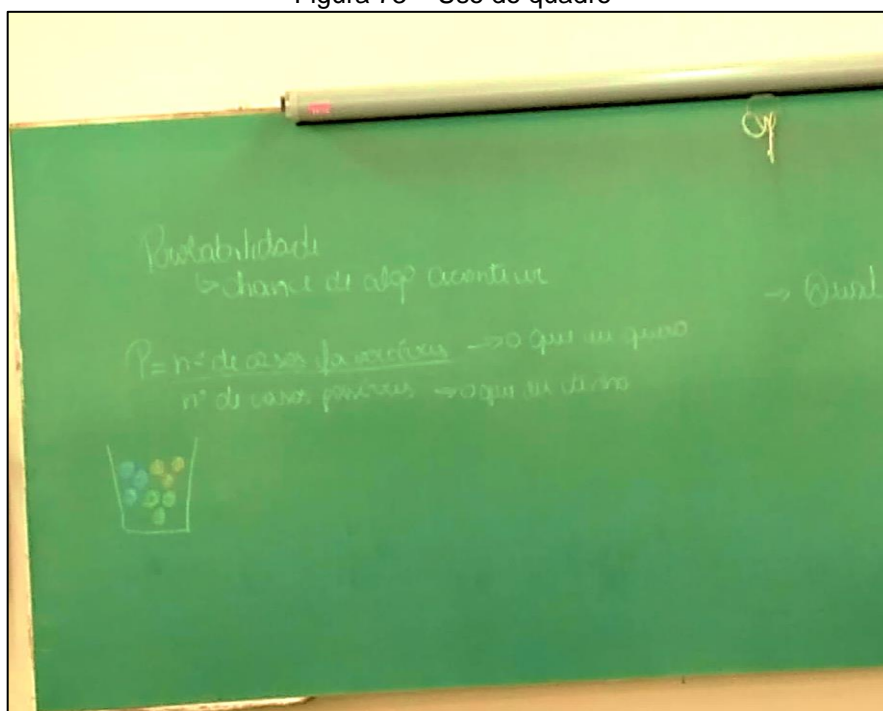
A aula simulada tradicional de Aline tinha expressos no plano de ensino os seguintes objetivos: compreender o conceito de Probabilidade; saber interpretar experimentos aleatórios utilizando de probabilidades para calcular chances de determinados eventos acontecerem; calcular a probabilidade de um evento aleatório e expressá-la na forma fracionária; conhecer as regras da Probabilidade e utilizar as ideias de conjuntos para facilitar o desenvolvimento dos cálculos. Nesse sentido, possui um escopo essencialmente conteudista, dando indícios da perspectiva de Aline sobre o planejamento de uma aula com essa característica.

A organização didática da aula foi baseada em problemas relacionados a moedas (cara e coroa) e sorteios com bolas coloridas para explicar a probabilidade como chance de um evento acontecer, direcionando ao uso da fórmula: $P = \frac{\text{Número de casos favoráveis}}{\text{Números de casos possíveis}}$. Esses exemplos foram explicados por meio de aula expositiva e do uso de desenhos no quadro, conforme expressa o plano de ensino.

Em seguida, irei desenhar no quadro uma caixa com oito bolas, sendo três brancas, três azuis e duas laranjas e colocarei a seguinte pergunta: Qual a probabilidade de eu tirar: Exemplo 1: Uma bola azul? Exemplo 2: Uma bola azul ou uma laranja? (Plano de ensino de Aline, dados de pesquisa, 2024).

A Figura 73 mostra um dos momentos no quadro utilizado por Aline com relação ao desenho proposto para a explicação.

Figura 73 – Uso do quadro



Fonte: acervo da autora (2024).

A partir dessas primeiras explicações, Aline entendeu ser necessário formalizar o conteúdo, introduzindo, na aula, os conceitos de evento e de espaço amostral a partir de exemplos relacionados a cartas de baralho e dados. Os exemplos utilizados na primeira abordagem conceitual e na formalização foram coletados em livro didático referenciado no plano de ensino – Matemática: contexto e aplicações (Dante, 2011).

Após a aula expositiva, Aline seguiu com listas de exercícios. Observou-se que o contexto dos exercícios é diferente dos exemplos, utilizando temáticas contextualizadas, conforme Figura 74.

Figura 74 – Exemplo de atividade utilizada na lista de exercícios

(ENCEJA-2017) Uma pessoa padecerá de uma alergia caso haja em seu organismo a presença de um gene dominante do tipo A. Não havendo a presença desse gene, ela estará imune à alergia. Um casal heterozigoto, ou seja, pai e mãe com genes Aa, deseja ter um único filho. O quadro apresenta as possibilidades para as combinações genéticas que o filho desse casal poderá apresentar, relativamente aos genes A (dominante) e a (recessivo).

		Mãe	
		A	a
P a i	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Qual é a probabilidade de o filho desse casal ser imune à alergia?

a) $\frac{1}{4}$
 b) $\frac{1}{3}$
 c) $\frac{2}{3}$
 d) $\frac{3}{4}$

Fonte: acervo da autora (2024).

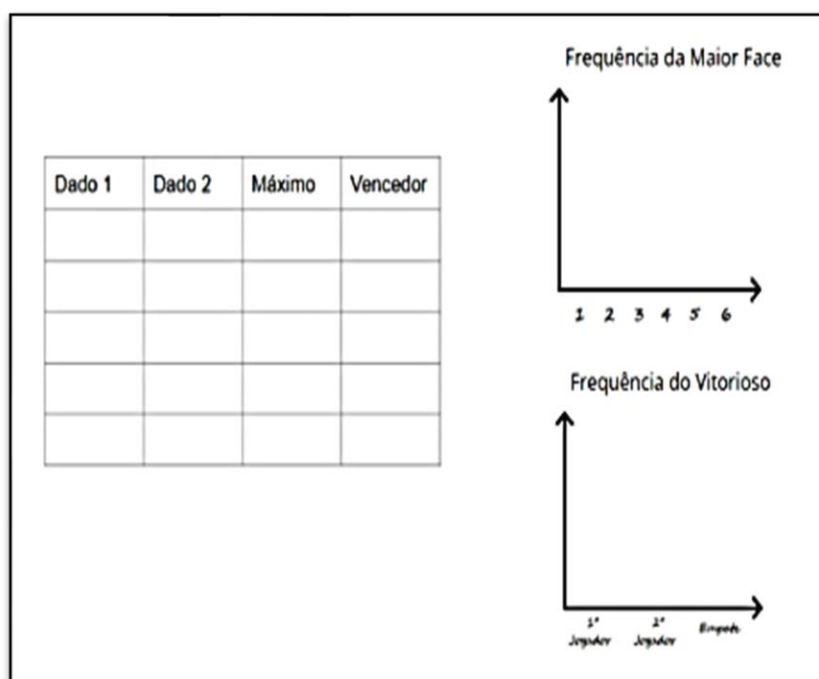
Com relação à atividade relacionada à aula diferenciada, Aline optou por uma proposta lúdica, utilizando o “Jogo do Máximo” em uma adaptação de Viana e Silva (2021), cujo artigo inspirou a atividade. O plano de ensino objetivava: “saber interpretar experimentos aleatórios utilizando da Probabilidade para calcular chances de determinados eventos acontecerem; calcular a probabilidade de um evento aleatório e expressá-la na forma fracionária; interpretar dados para chegar em conclusões” (Plano de ensino, dados de pesquisa, 2024). Destaca-se como primeira

diferenciação a presença do verbo “interpretar”, não utilizado por Aline na aula tradicional.

Para a aula, Aline propôs a divisão da turma em grupos de dois/duas ou três alunos/as para realização do jogo, o qual utiliza dois dados honestos. Após um sorteio inicial de quem inicia o jogo, cada aluno joga o seu dado. Se o valor máximo dos dados estiver entre 1 e 4, o/a primeiro/a jogador/a ganha, e se estiver entre 5 e 6, o/a segundo/a jogador/a é quem obtém êxito.

Os/As alunos/as também deveriam fazer registros em uma tabela e construir gráficos durante as jogadas. A importância dos registros em jogos é importante para o estudo de outros conteúdos em conjunto, para o entendimento dos raciocínios empregados pelos/as estudantes e até mesmo para avaliação, conforme já abordado em estudos de Rostirola (2018). A Figura 75 mostra esses materiais adicionais propostos por Aline.

Figura 75 – Tabela e gráficos utilizados



Fonte: acervo da autora (2024).

O plano de ensino ainda propunha que, enquanto os/as alunos/as estivessem jogando, Aline escreveria algumas questões (Figura 76) no quadro, as quais seriam discutidas e respondidas pelos/as estudantes em uma folha a ser entregue à

estagiária. “É importante que respondam essas questões em uma folha para ser entregue” (Plano de ensino – Aline, 2024).

Figura 76 – Questionamentos propostos por Aline

1- Quantas vezes o maior valor obtido nos dados foi o número 1?
2- Quantas vezes o maior valor obtido foi o número 2?
3- Quantas vezes o maior valor obtido foi o 3?
4- Quantas vezes o maior valor obtido foi o 4?
5- Quantas vezes o maior valor obtido foi o 5?
6- Quantas vezes o maior valor obtido foi o 6?
7- Quantos resultados são favoráveis ao primeiro jogador?
8- Quantos resultados são favoráveis ao segundo jogador?

Fonte: acervo da autora (2024).

Após o jogo, uma nova tabela foi apresentada aos estudantes com mais células para ampliar a atividade. Ao final, os/as estudantes seriam questionados/as quanto a quem ganhou o jogo e se o jogo é ou foi justo. Assim, Aline buscava estimular os/as alunos/as a perceberem que o jogo tende a uma vantagem para o/a jogador/a 2.

Na segunda etapa da aula, o jogo continuou com uma nova tabela, na qual os/as alunos/as precisariam preencher o maior número que surgisse na face superior dos dados na intersecção entre o/a jogador/a 1 e o 2. Por exemplo, se o primeiro dado desse 4 e o segundo 6, o número maior (6, no caso) deveria ser inserido na intersecção entre a linha 4 e a coluna 6, como ilustrado na Figura 77.

Figura 77 – Exemplo Jogo do Máximo na segunda etapa

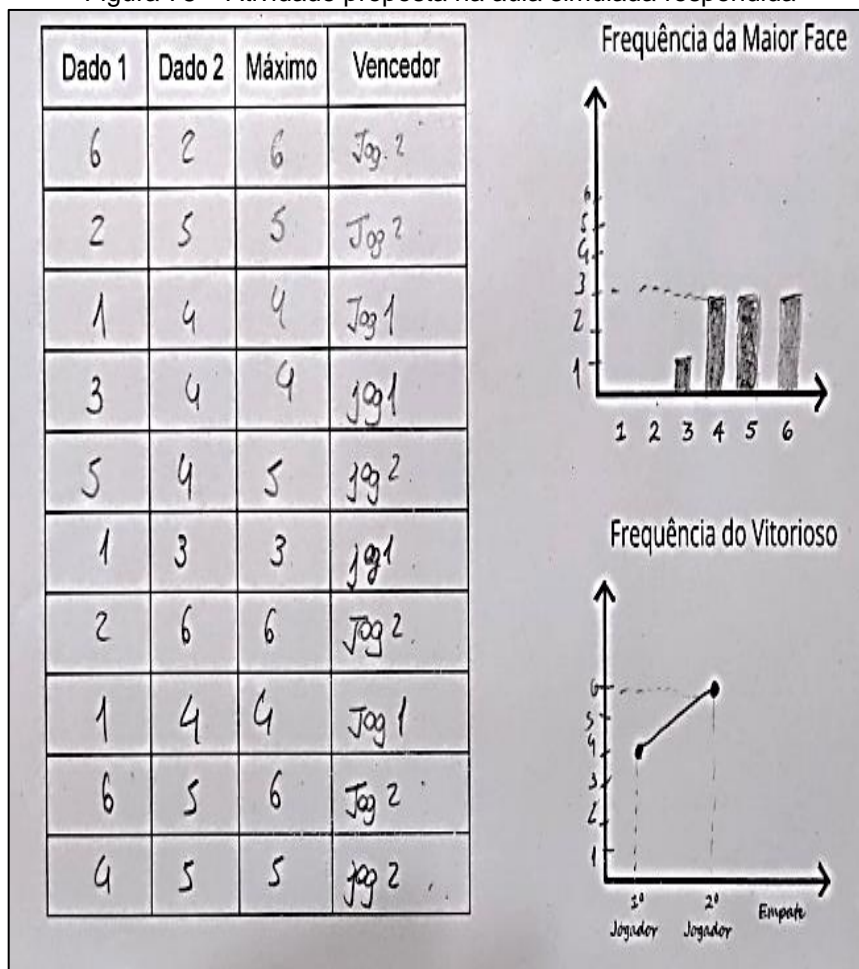
		2º Dado					
		1	2	3	4	5	6
1º Dado	1						
	2						
	3						
	4						6
	5						
	6						

Fonte: adaptado de Instituto de Matemática e Estatística – USP⁴⁴.

⁴⁴ Jogo disponível em: https://m3.ime.unicamp.br/arquivos/software/1237/atividade2_parte1.html

Como se tratava de uma aula simulada, colegas de Aline – professores/as de Matemática em formação –, responderam as folhas de atividades (Figura 78) e efetuaram o raciocínio do jogo de dados na tentativa de encontrar padrões. Nesse sentido, os/as licenciandos/as também analisaram em detalhes uma atividade pedagógica, que poderá se tornar um recurso em suas futuras vivências profissionais.

Figura 78 – Atividade proposta na aula simulada respondida



Fonte: acervo da autora (2024).

Após o jogo, foram propostos por Aline questionamentos para se obter a razão pela qual o/a jogador/a 2 tem vantagem no jogo – Qual a probabilidade do primeiro jogador vencer? Qual a probabilidade do segundo jogador vencer? – Como desafio, Aline propôs que fossem analisadas formas de tornar o jogo justo. Em termos de avaliação, a licencianda propôs a observação dos/as estudantes enquanto jogavam, além da correção da folha entregue por eles/as na primeira etapa da aula.

De acordo com Aline, durante a entrevista, ela tem preferência por atividades presentes em materiais físicos, destacando-se que essa atividade, adaptada do artigo

de Viana e Silva (2021), se caracteriza pela transformação de atividade digital em física.

[...] Então, com tecnologia, na verdade, eu sempre penso que eu precisava trazer mais para mim. Porque quando eu imagino uma aula minha no futuro, eu a imagino diferenciada, claro, mas não com tecnologia. [...] Eu teria que me inspirar numa aula, mas eu tentaria não seguir para a tecnologia, porque eu já não gosto muito (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Alguns meses após a primeira entrevista foi realizada uma fala complementar com a licencianda, com a finalidade de apresentar suas percepções das atividades tradicional e diferenciada e o processo de construção da aula no que tange aos recursos e suas inspirações. Assim, Aline disse que não tinha o costume de procurar por práticas em artigos científicos, tendo sido, aquela, a primeira vez, pois, antes, só tivera contato com esses recursos em situações que lhe exigiam a redação de um texto.

Foi algo que mudou, pois eu não tinha costume de procurar em artigo científico alguma inspiração para uma aula, assim procurava para textos que eu tinha que escrever. Nunca para procurar na prática alguma coisa (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Quanto à prática, a licencianda se mostrou preocupada com sua performance didática e em como os/as estudantes poderiam encarar sua aula. Assim, vê nos jogos uma possibilidade de leveza aos momentos de ensino-aprendizagem. Essa leveza, à qual Aline se refere, é tema que emergiu também na primeira entrevista e seu significado está centrado na percepção dos/as estudantes sobre a aula não ser entediante, maçante ou pouco atrativa.

Eu não quero entrar na sala e os alunos dizerem: – ‘Meu Deus, é aula com ela de novo’. ‘Matemática de novo’. – Eu acho que, principalmente a Matemática, que é a matéria mais julgada por todo mundo, precisa ser tratada com leveza, com tranquilidade, trazer não esse desespero, mas uma tranquilidade: – ‘Eu estou aprendendo um assunto, Matemática é legal. Tem o seu lado bom’. – E o jogo fez isso para mim. Traz uma leveza assim. Ele diz para mim que a Matemática pode ser divertida, a gente pode brincar, a gente pode ter uma atividade lúdica (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Algumas diferenças entre as aulas simuladas tradicionais e diferenciadas (na concepção de Aline) foram organizadas no Quadro 15. Embora ambas tenham sido planejadas como antagônicas, elas mantêm aspectos em comum em relação à proposta conteudista e ao estilo da avaliação.

Quadro 15 – Características da aula tradicional e diferenciada

Tradicional	Diferenciada
Aula expositiva para expor o conteúdo.	Aula expositiva dialogada com questionamentos, como forma de construir o raciocínio sobre um dado conceito/conteúdo.
Alunos/as organizados/as individualmente.	Alunos trabalhando em equipes.
Uso do quadro para passar o conteúdo e exercícios.	Manutenção do uso do quadro, mas para reforçar o raciocínio dos/as estudantes e para questionamentos.
Resolução de exercícios.	Proposta lúdica.
Avaliação pela participação.	Avaliação pela participação e escrita.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A partir do Quadro 15 e da leitura dos relatórios da atividade diferenciada entregue ao professor formador da disciplina de LEM-IV, além de falas da licencianda nas entrevistas, podem ser avaliados alguns teoremas-em-ação e invariantes operatórios que fundamentam momentaneamente as práticas de Aline (Quadro 16).

Quadro 16 – Análise das atividades da licencianda Aline

Regras de ação	Teoremas-em-ação	Invariantes operatórios
Realizar uma aula simulada do tipo tradicional sobre o conteúdo de Probabilidade.	Utilização do livro didático e videoaulas como referências em suas aulas.	O livro didático auxilia a definir a lista de conteúdos que devem ser propiciados a cada nível de ensino.
	Uso da aula expositiva e uso do quadro.	O/A professor/a, na aula tradicional, é aquele/a que expõe o conhecimento (conteúdo) para o/a aluno/a na forma oral e com registros escritos no quadro.
	Propiciar aos/as alunos/as listas de exercícios.	O uso de listas de exercícios reforça e sistematiza a memorização do conteúdo.
Realizar uma aula simulada do tipo diferenciada sobre o conteúdo de Probabilidade.	Possibilitar a interação com o conteúdo.	Alunos/as e professores/as devem interagir para chegar ao objetivo comum, que é a aprendizagem.
	Oportunizar a ludicidade - o jogo.	O jogo é um recurso para a aprendizagem matemática capaz de despertar, no/a aluno/a, o interesse pelo aprendizado e se desvincular do tradicionalismo.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

No que tange à aula tradicional, Aline expressa, em seu relatório, que, “[...] na criação dessa aula, pude me imaginar dentro de uma palestra, onde os alunos são espectadores e eu, a que transmite o conhecimento, sendo a chave principal do processo e restando aos alunos uma posição passiva” (Aline, Dados de pesquisa, 2024). A licencianda também lembra que esse tipo de aula pode ser complementado com outros métodos de ensino.

Já na aula diferenciada, a licencianda evoca a palavra “interação”, pensando no processo de aprendizagem como uma relação entre alunos/as e professor/a. Aline

também insere na aula diferenciada um contexto de “ludicidade”, em que o/a aluno/a pode brincar e aprender, considerando o jogo como um recurso didático que propicia momentos de descontração e tornam a aprendizagem de Matemática divertida: *“Ele diz para mim que a Matemática pode ser divertida, a gente pode brincar, a gente pode ter uma atividade lúdica”* (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Enquanto futura professora, a licencianda constrói uma ideia de uso de jogos no contexto de aprendizagem: *“Eu vejo como uma opção a mais, já vejo como uma opção para eu dar aquele conteúdo. Às vezes eu fico pensando sobre tal conteúdo: Como eu faria? Que jogo eu traria?”* (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Outros pontos do acompanhamento de Aline a serem destacados são os impactos das práticas dos/as professores/as formadores/as na construção dos saberes docentes da licencianda. Esses impactos podem ser sumarizados nos aspectos de linguagem, integração e de orientações propriamente ditas.

Em relação à linguagem, Aline fala que replica falas, exemplos e o contexto das aulas dos/as professores/as, e que isso ficou muito evidente nas suas aulas simuladas quanto ao professor formador de Probabilidade e Estatística, conforme pode ser extraído do excerto da segunda entrevista a seguir:

Eu acabei pegando algumas falas. [...] Eu lembro muito de ir falando da forma como ele ia explicando para a gente. [...] E na minha fala, eu percebia isso. Quando eu estava explicando alguma coisa: – ‘Ah, mas porque é assim? Porque acontece esse comportamento’. – Eu acabei roubando algumas ideias, alguns jeitos, não sei nem como é que eu explico (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Outro aspecto é a integração de atividades entre as disciplinas da licenciatura, que é fundamental para suprimir a dicotomia entre a teoria e a prática. Nessa esfera, Aline conta que adaptou um jogo elaborado, a princípio, para ser usado nas práticas da disciplina de Laboratório de Ensino III, para a disciplina de Práticas de Ensino de Matemática.

Ficou dessa forma, quando a gente pensou para Laboratório III. E quando a gente teve que criar uma atividade para PEM, eu já lembrei daquele jogo e falei: – ‘Vamos aplicar!’ – Então, a gente foi pesando as ideias e acabou mudando um pouquinho, fizemos um tabuleiro mesmo, não usamos os alunos como peões. Tinha as pecinhas para colocar e eles iam até o quadro para resolver. Isso foi tudo ideia que nós tivemos em outra matéria (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Aline lembra que, no momento da sua aula diferenciada, o professor formador (responsável pela disciplina de LEM-IV) a fez refletir sobre suas ações, o que estava

propiciando aos/às seus/suas colegas e como isso repercutiria se fosse uma turma real de Ensino Médio, conforme se pode ver no diálogo a seguir.

Teve um momento, na parte final, que eles tinham que completar aquela tabela. Aí eu novamente os deixei com os dados. [...] Enquanto isso, eu fui passar umas questões no quadro, aí o professor veio do meu lado e falou:
- Aline, eles precisam realmente ficar jogando os dados?
Porque tinha uma lógica para construir aquela tabela, tinha um padrão. Aí eu falei para ele:
- Eu quero que eles percebam que existe isso. Eu quero que eles tentem até perceberem,
Mas isso que ele falou para mim, ficou uma pulguinha atrás da minha orelha, aí eu parei para pensar que talvez eu tenha deixado muito, assim: – ‘Construam a tabela, preencham ela’. – E não dei muita atenção a isso. Então, quando eu fui até eles para perguntar:
- Gente, vocês não estão cansados de jogar os dados?
Eles responderam que sim, que estavam cansados. Aí eu pensei, se for aluno de Ensino Médio, eles vão se cansar muito antes de chegar ao final da atividade. Então ali teria que ser o momento que eu poderia falar: - ‘Então conversem com outras equipes, vejam o que vocês conseguem completar, tentem encontrar um padrão.’ (Aline, dados de pesquisa, 2024).

Assim, as atividades propostas pelos/as professores/as formadores podem ser encaradas como recursos pela futura professora Aline, que age sobre eles, os modifica por meio de seus esquemas próprios de utilização, interrelacionando diversos conhecimentos, integrando-os e gerando os próprios documentos didáticos, os quais, por meio de suas vivências profissionais, vão traduzir seus invariantes operatórios. O caso de Lívia, na próxima seção, vem revelar mais algumas modulações desse fenômeno.

7.3.3 O caso de Lívia

Lívia é estudante do curso de Licenciatura em Matemática. Ela relata que, ainda nos primeiros anos escolares, demonstrava um apreço pela docência, sobretudo pela Matemática. No Ensino Fundamental, auxiliava os/as colegas de classe e divertia-se com jogos matemáticos propostos pelo tio, que é professor de Matemática.

[...] desde que eu conheci os números, lá no jardim de infância, que eu comecei a falar: – ‘Oh que legal’. – Desde que eu iniciei, que eu estava no jardim de infância, eu sempre fui apaixonada, completamente apaixonada (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

O Ensino Médio, cursado por Lívia em uma escola da rede particular de ensino, lhe permitiu experiências de aprendizagem com três professores: um absolutamente

tradicional, que valorizava o tempo de estudo de cada conteúdo; uma professora que escrevia notas no quadro antes da explanação e um terceiro professor, mais dinâmico, com linguagem mais acessível e que estava aberto ao diálogo e adaptava seus métodos aos/às alunos/as com níveis de desenvolvimento cognitivo diferenciados. Cada um à sua maneira parece ter impactado na opção de Lívia pela docência.

No período de escolha da profissão, buscou um curso de Licenciatura em Matemática, incentivada por professores/as, amigos/as e família, e movida por seu apreço pelos números. Quando questionada sobre a opção por outras áreas das exatas, como a Engenharia, respondeu:

Porque um engenheiro não vai fazer diferença nenhuma na sociedade, na minha concepção. Ele pode construir um prédio, mas que diferença que ele vai fazer na família? Acho que Educação, ela chega bem mais longe (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Além de estar participando de um curso de Libras, Lívia participa de projetos da Universidade voltados à elaboração de material manipulativo em impressora 3D para alunos/as com deficiência. Ela também faz parte de algumas iniciativas, tais como campanhas contra assédio às mulheres em ônibus e mostra uma preocupação com as políticas estudantis, propondo melhorias para o curso de Matemática. Foi em uma situação dessas que a pesquisadora a encontrou pela primeira vez, conversando com as colegas sobre necessidades do curso perante uma certa verba que deveria ser gasta com os laboratórios da Licenciatura em Matemática. Essa preocupação com o meio social é observada nos trabalhos acadêmicos que realiza, conforme será mostrado.

Lívia também se preocupa com a formação proposta pelo curso, fazendo críticas à grade e observando suas fragilidades, como a falta de uma disciplina relativa à inclusão, que permita o conhecimento de metodologias de ensino apropriadas para o trabalho pedagógico com o/a estudante com deficiência. Também se preocupa com o fato de o curso ter carências de disciplinas educacionais, privilegiando as de matemática, pois, na sua visão:

A grade que a gente tem atualmente, e isso não sou eu que estou falando - são todos os professores, ela nos prepara para ser um baita pesquisador na área de matemática pura, mas é um curso de licenciatura. Se eu quero ser pesquisador, eu faço um bacharelado ou futuramente faço um mestrado em matemática pura, e aí esse curso está preparando a gente demais para não dar aula, o que não faz sentido (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

A estudante fala que se inspira em professores/as que, além de dominarem o conteúdo, entendem a face humana do ensino. Professores/as que ela sente que querem que os/as alunos/as aprendam, que motivam e se importam, que “*não são como robôs, dando conteúdo*” ou que “ *fingem que são professores*”. A estudante cita os/as docentes que conversam, dialogam, passam confiança aos/às estudantes, mas não deixam de valorizar a didática, os saberes e as práticas.

A textualização da entrevista de Livia foi organizada em um diagrama no Iramuteq, gerando o grafo da Figura 79, o qual mostra as temáticas que emergiram do contexto de suas falas. Nota-se a centralização nas palavras “professor”, “estar” e “gente”. O primeiro centro retrata suas ideias a respeito do próprio desenvolvimento enquanto futura docente evidenciado pelas palavras “conseguir”, “chegar”, “dar”, “aula”, “falar”, “saber” e “matemática”, ligadas por associações fortes. Destaca-se, nessa ramificação, o segmento textual que reflete sua opção pela Licenciatura em Matemática ainda no Ensino Fundamental, conforme expressou na entrevista.

E aí eu acabei não indo para o ensino médio que tinha técnico, entre outras coisas, porque eu falei – ‘Olha eu gosto de matemática e eu saí do ensino fundamental tendo a certeza que eu queria ser professora de matemática. (Livia, dados de pesquisa, 2024).

Observa-se, ainda, que a ramificação “perguntar” traz as inquietações de Livia sobre o desenvolvimento de conhecimentos docentes para o ensino de Matemática, como destacado pelos termos “ensinar” e “criança”, ilustrados no segmento de texto:

Eu sei ensinar matemática. Ou, se não sei, vou aprender. Estou aprendendo aos poucos a ensinar matemática. E elas sabem ensinar crianças, mas não obrigatoriamente elas sabem ensinar matemática para crianças. Então, se eu faço uma formação em Pedagogia, eu vou saber ensinar matemática e ensinar crianças. Então vai ser uma formação mais profunda para as crianças (Livia, dados de pesquisa, 2024).

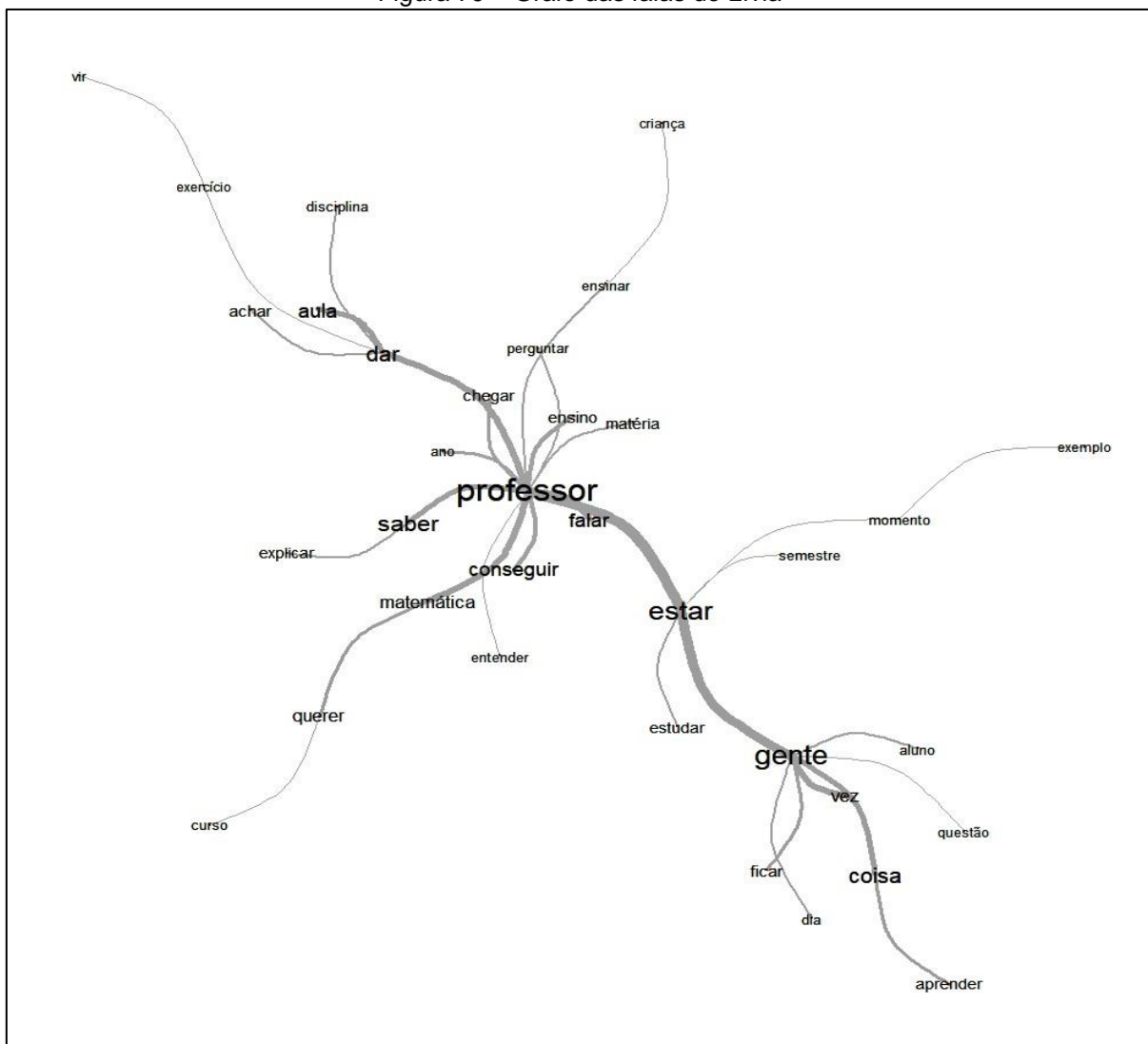
O centro “estar” pode ser explicado pela transitoriedade dos semestres marcados pelos estudos acadêmicos e por professores/as formadores/as que se tornaram exemplo na profissão.

Tem esse professor, tu conheces esse professor, da disciplina de LEM IV. Tu viste como ele é? Tu viste que ele discute com a gente, conversa? Nossa, a gente se sente valorizado, a gente sente que tem algum conhecimento, que a gente tem alguma qualidade, que a gente vai dar certo no futuro. Ele enche a gente de esperança e ensina demais! (Livia, Dados de pesquisa, 2024).

Para o centro “gente”, tem-se o destaque para “aluno”, “coisa” e “aprender”, que conduzem as ideias de Livia sobre questões sociais intrínsecas aos processos

educacionais: “Olha, se eu for professora de matemática, eu não vou ajudar um ou outro, eu vou ajudar muito mais gente, e essas pessoas vão aprender coisas que elas podem usar no dia a dia” (Lívia, dados de pesquisa, 2024). Essas questões estão evidentes quando são analisadas as atividades de prática docente organizadas pela futura docente (Figura 79).

Figura 79 – Grafo das falas de Lívia



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A estudante utiliza para a aprendizagem dos conteúdos do seu curso (aqui em evidência, os estatísticos) as listas de exercícios, as apresentações na forma de *slides* e conversas com o professor e colegas como os principais elementos. Caso seja necessário, ela busca livros referenciados no plano de ensino docente. A Figura 80, feita por Lívia por ocasião das entrevistas realizadas com ela, mostra os esquemas

de representação de seus recursos para estudar Estatística, conforme já abordado com Assis, Gitirana e Trouche (2019).

Figura 80 – Recursos de aprendizagem



Fonte: acervo da autora (2024).

As apresentações do professor (*slides*) são o primeiro contato que Lívia têm com os conteúdos ao assistir às aulas “[...] *após assistir as aulas, o professor disponibiliza os slides e disponibiliza a lista de exercícios. Logo em seguida, eu começo a fazer as listas, daí tem que usar calculadora, caderno e consulta aos slides do professor*” (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Observa-se que Lívia considera muito importante a resolução de listas de exercícios em sala de aula, situação em que pode perguntar e tirar dúvidas com o professor da disciplina. Quando resolve atividades em casa para se apropriar do conteúdo ou estudar para as provas, marca em um bloco de anotações suas dúvidas e comenta com o professor posteriormente.

A estudante dá uma importância relevante ao seu relacionamento com o docente formador na construção de seu aprendizado. Na Figura 80, ela insere a ideia do professor como um dos seus recursos de aprendizagem e fala que:

[...] também tem a parte de estudar e de fazer lista e daí quando finaliza o conteúdo e marca prova, eu refaço as listas e normalmente surgem dúvidas e eu vou novamente ao professor. [...] Eu consegui estabelecer um vínculo com o professor, a gente foi se aproximando e eu agora utilizo muito o instrumento: professor (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Em outras disciplinas também enaltece a didática dos/as professores/as formadores/as, seu comprometimento em ensinar e a valorização dos/as estudantes, considerando suas dificuldades e potenciais. Além disso, também observa a forma

como organizam a aula, como usam o quadro e como se reportam aos/às estudantes. Desse modo, Lívia tem, no exemplo dos/as docentes, recursos para a constituição de sua própria performance didática, ou seja, o desempenho alcançado por um/a docente considerando o cenário projetado em uma situação de ensino (Drijvers *et al.*, 2010).

A performance didática dos/as professores/as formadores/as é um ponto muito observado por Lívia, uma vez que, de forma constante, se refere ao modo como seus/suas professores/as agem em uma aula. Lucena (2021) defende que a formação de um/a professor/a exige a constituição de diversos tipos de conhecimento que permeiam elementos do conteúdo, da formação teórica e da prática, ou seja, a docência exige uma formação que articule teoria e prática. Assim, essa observação é uma constituinte da docência latente de Lívia.

Além do seu processo de estudar e aprender, foram observadas duas práticas. A primeira delas, que foi realizada na disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática IV, se refere a duas aulas simuladas: uma com conteúdo explorado na forma tradicional e outra com a utilização de metodologias ativas e tendências em Educação Matemática. A segunda foi realizada em Práticas de Ensino de Matemática (PEM) e envolvia a utilização de uma tendência em Educação Matemática. Em ambas as atividades a estudante apresentou conteúdos de Estatística, permitindo uma observação particular dos saberes assimilados por ela e que farão parte de seus recursos para ensinar.

Preparando uma aula tradicional

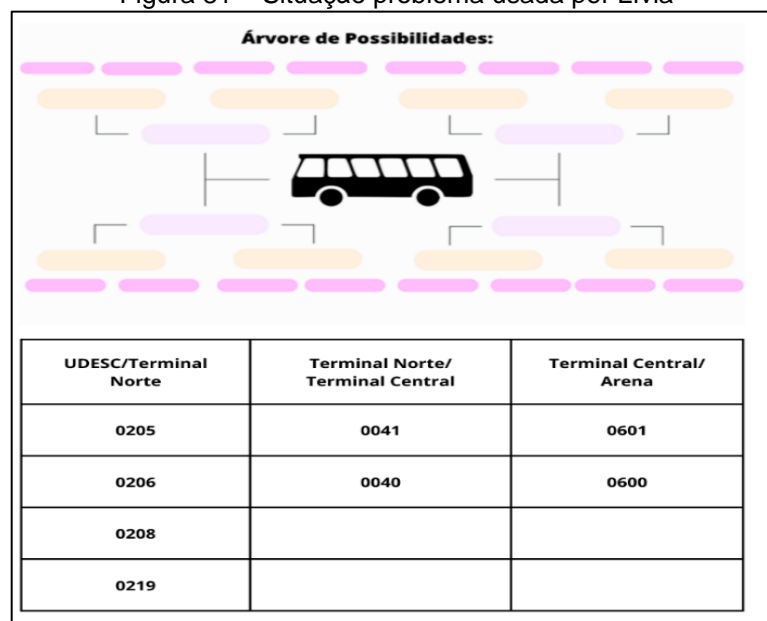
A aula tradicional organizada por Lívia foi realizada como critério avaliativo da disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática IV (LEM – IV). Os/As licenciandos/as precisavam planejar uma aula simulada para os/as colegas, escolher um conteúdo, formulando um plano de ensino e atividades correlatas. A licencianda escolheu como tema gerador a Análise Combinatória, conteúdo com o qual ela afirma ter certa dificuldade. Para estudo e delimitação de quais pontos a aula simulada abrangeiria, usou livros didáticos. Os mesmos que ela utilizava no Ensino Médio, pois, nas palavras dela, “[...] *a partir desses livros didáticos, acreditei que era uma opção melhor, visto que nas escolas eles trabalham com a sequência do livro*” (Lívia, dados de pesquisa, 2024). Assim, ela escolheu o princípio fundamental da contagem, pois já tinha visto na disciplina de Probabilidade e Estatística com o professor formador de

seu curso e havia trabalhado no Estágio I, realizando uma revisão com a turma cujas aulas estava observando.

Para a aula, a licencianda discutiu com o professor da disciplina algumas abordagens, optando por algo que tivesse um significado social, uma visão presente em diversos diálogos com a pesquisadora. Salienta-se que suas falas convergem para estudos realizados na disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática III, em que a professora formadora valorizou a Educação Matemática Crítica.

Com a ideia de trabalhar na perspectiva da Educação Matemática Crítica, a licencianda elaborou um plano de ensino cujo objetivo foi o de “perceber a conexão do conteúdo com a realidade”, iniciando com uma proposta com tema central relacionado aos diversos horários de ônibus e possibilidades de trajeto entre o campus e um estádio de futebol da cidade – Saindo da UDESC, de que maneira podemos ir até a Arena Joinville? (Figura 81).

Figura 81 – Situação problema usada por Livia

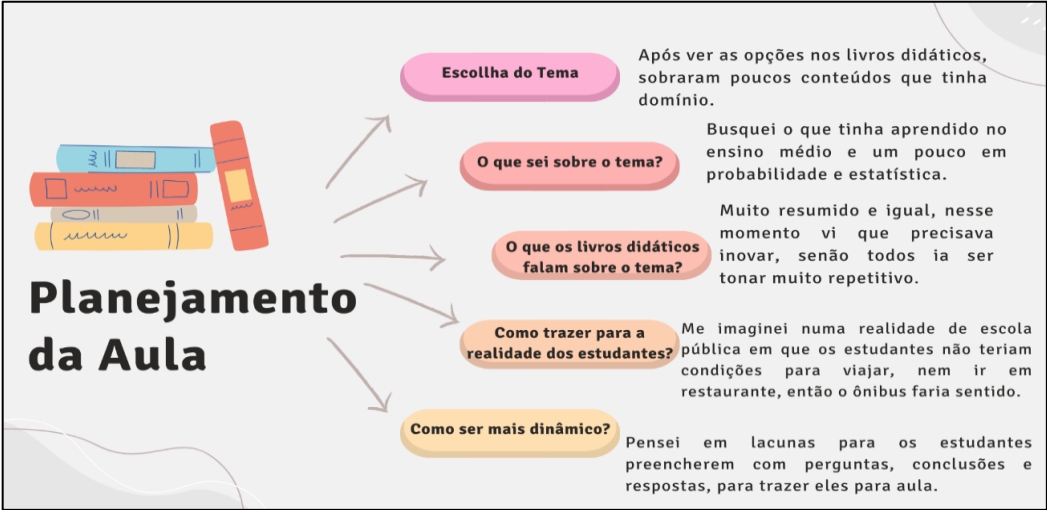


Fonte: acervo da autora (2024).

Com essa questão geradora, a licencianda explorou os conceitos relacionados ao princípio fundamental da contagem, explicando as possibilidades, organizando os dados em uma árvore de possibilidades e chegando ao produto cartesiano. Sua abordagem tem um contexto de aula tradicional, pois se trata de uma aula expositiva, com uso do quadro e acompanhada de lista de exercícios. No entanto, é contextualizada e dinâmica, uma vez que a temática geradora do problema

apresentado é a realidade do/a estudante usuário/a do transporte público. A Figura 82 foi feita por Lívia, após a aula simulada tradicional, que sumariza a escolha do tema, seu nível de conhecimento, a opção pelo conteúdo do livro didático e sua preocupação com o andamento da aula.

Figura 82 – Planejamento de Lívia



Fonte: acervo da autora (2024).

Assim, os recursos relacionados nessa aula simulada por Lívia contêm muitas características de sua formação no curso de Licenciatura, uma vez que discutiu a atividade com seus/suas professores/as, usou fundamentos da Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2015), além de se referir ao contexto de sua aprendizagem no Ensino Médio e na disciplina de Probabilidade e Estatística que estava cursando.

Lívia optou pelo uso de livros didáticos para o estudo do conteúdo e na execução da aula expositiva, com lista de exercícios ao final. A lista continha atividades de cunho procedimental adaptadas de livros didáticos, porém, Lívia acrescentou questões abertas, de acepção um pouco mais construtivistas, conforme mostra na íntegra o Quadro 17.

Quadro 17 – Lista de exercícios de Lívia

(continua)

Questões adaptadas	Questões formuladas
1. (Dante, 2013, p. 343) Num restaurante há 2 tipos de salada, 3 tipos de pratos quentes e 3 tipos de sobremesas. Quais e quantas possibilidades temos para fazer uma refeição com uma salada, um prato quente e uma sobremesa? Faça a árvore de possibilidades.	7. Na questão de uma prova, existem 2 maneiras de resolver o passo 1, 3 de resolver o passo 2 e 5 de resolver o passo 3. Sabendo que se deve resolver o Passo 1, 2 e 3 em sequência, qual é o número total de diferentes respostas certas?

Quadro 17 – Lista de exercícios de Livia

Questões adaptadas	Questões formuladas (conclusão)
<p>1. (Dante, 2013, p. 343) Num restaurante há 2 tipos de salada, 3 tipos de pratos quentes e 3 tipos de sobremesas. Quais e quantas possibilidades temos para fazer uma refeição com uma salada, um prato quente e uma sobremesa? Faça a árvore de possibilidades.</p> <p>2. (Dante, 2013, p. 3, 43) Quantos números de 3 algarismos podemos formar com os algarismos 1,2,3,4, 5 e 6? (obs.: <i>Não é necessário mostrar as combinações!</i>)</p> <p>3. (Dante, 2013, p. 344) Uma prova tem 7 questões do tipo “Verdadeiro ou Falso”, de quantas maneiras um aluno pode responder essa prova aleatoriamente, ou seja, “chutando” as respostas?</p> <p>4. (Malanga, 2015, p. 59 - Adaptada) Com os algarismos 1, 3, 5 e 7, quantos números de três algarismos podem ser formados?</p> <p>5. (Malanga, 2015, p. 60 - Adaptada) Com os algarismos de 0 a 6, quantos números de quatro algarismos pode-se formar, de modo que tenham final 5?</p> <p>6. (Malanga, 2015, p. 60 - Adaptada) Em um campeonato de box, há 12 inscritos. 7. Quantas lutas podem ser realizadas? Faça a árvore de possibilidades.</p>	<p>7. Na questão de uma prova, existem 2 maneiras de resolver o passo 1, 3 de resolver o passo 2 e 5 de resolver o passo 3. Sabendo que se deve resolver o Passo 1, 2 e 3 em sequência, qual é o número total de diferentes respostas certas?</p> <p>8. Uma moeda é lançada três vezes, qual é o número total de possibilidades diferentes de lançamento?</p> <p>9. Dois dados são lançados, qual é o número total de possibilidades distintas da soma desses dois valores?</p> <p>10. Crie uma questão relacionada a um problema cotidiano que possa ser resolvida pelo Princípio Fundamental da contagem e resolva-a com o uso da árvore de possibilidades.</p> <p>11. Resolva a questão acima utilizando a definição de Princípio Fundamental da Contagem.</p> <p>12. Descreva ao menos cinco aplicações cotidianas do Princípio Fundamental da contagem e como fazem parte de seu cotidiano.</p>

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Na atividade aula simulada tradicional identificam-se possíveis esquemas de utilização de recursos por Livia. Esses esquemas se caracterizam como a organização da atividade do professor para implementar uma situação de ensino apoiada por recursos. Trata-se, portanto, da ação docente que vai da seleção de conteúdos, sua adaptação, sua estruturação, sua implementação na sala de aula e sua revisão *a posteriori* (Bellemain; Trouche, 2019).

Esses esquemas podem ser interpretados no contexto das regras de ação, buscando nas ações da licencianda seus invariantes operatórios, firmemente marcados por sua formação inicial – como é esperado, e traduzidos pelos teoremas em ação, conforme Quadro 18, baseado nas ações e falas de Livia.

Quadro 18 – Análise da atividade 1 da licencianda Livia

Regras de ação	Teoremas em ação	Invariantes operatórios
Realizar uma aula simulada do tipo tradicional sobre o conteúdo de Análise Combinatória.	Pesquisar em livros didáticos de forma a organizar e estudar o conteúdo.	A escola tem seus percursos didáticos marcados pelo livro didático.
	Esforço para encontrar um problema que se conecte à realidade do aluno.	Não é possível apresentar uma questão sem saber resolvê-la.
	Explorar o quadro escrevendo e o organizando de forma didática.	Uma aula expositiva pode ter características de atividade significativa, com o uso da realidade social do Educando – Aplicação da Educação Matemática Crítica.
		O quadro e giz são marcas da aula expositiva.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Livia reflete em diálogos após a execução da aula que havia necessidade de simplificar o cálculo e reduzir a árvore de possibilidades. Ela percebeu que, em uma situação real de ensino, poderia haver estudantes com fragilidades de aprendizagem ou mesmo deficiências, portanto, teriam dificuldade em acompanhar o raciocínio. O tempo de escrita do problema no quadro também poderia dispersar os/as estudantes. Essas inferências de Livia condizem com suas próprias experiências como estudante no Ensino Médio, uma vez que percebia que, quando os/as professores/as escreviam demoradamente no quadro, criava-se um ambiente profícuo para a indisciplina. A próxima seção explora também uma aula simulada proposta por Livia, mas agora na perspectiva do uso de metodologias ativas.

Preparando uma aula diferenciada

A atividade denominada aula diferenciada foi solicitada pela disciplina de LEM IV como complementar à aula tradicional. O conteúdo abordado é ainda a Análise Combinatória, considerando conceitos de fatorial, princípio fundamental da contagem e permutação simples. No plano de ensino elaborado como parte do processo de planejamento da aula constam como objetivos a revisão de conteúdos e o incentivo ao trabalho em equipe.

A atividade simulada denominada pela licencianda de “Circuito Matemático”, que consistiu em um jogo sobre o conteúdo de Análise Combinatória, o qual compreendia cinco etapas, sendo que cada uma delas levava à solução da próxima. O jogo foi planejado como uma revisão de conteúdo para uma futura avaliação.

Assim, Livia preparou materiais que consistiam em uma caixa multiuso contendo objetos como calculadora, lápis, borracha, papel sulfite, fita adesiva, giz, tesoura e outros itens que serviriam para a solução das etapas. O ambiente organizado para a aplicação foi o ginásio de esportes da Universidade e os/as participantes do jogo eram colegas da licencianda. A Figura 83 ilustra a aplicação acompanhada pela pesquisadora.

Figura 83 – Aplicação da aula simulada de perspectiva diferenciada



Fonte: acervo da autora (2024).

Na primeira etapa, cada uma das três equipes dispunha de uma situação-problema, cuja solução deveria ser a construção de uma árvore de possibilidades com cartões ou com giz (desenhando no piso da quadra), conforme a Figura 84.

Figura 84 – Primeira etapa do jogo



Fonte: acervo da autora (2024)

A solução dos problemas tinha relação com um produto cartesiano – a resposta obtida pela aplicação do teorema fundamental da contagem levava à próxima etapa, a qual se constituía de um disco composto por círculos concêntricos (Figura 85), em que os algarismos obtidos no problema anterior deveriam ser inseridos de modo a obter anagramas.

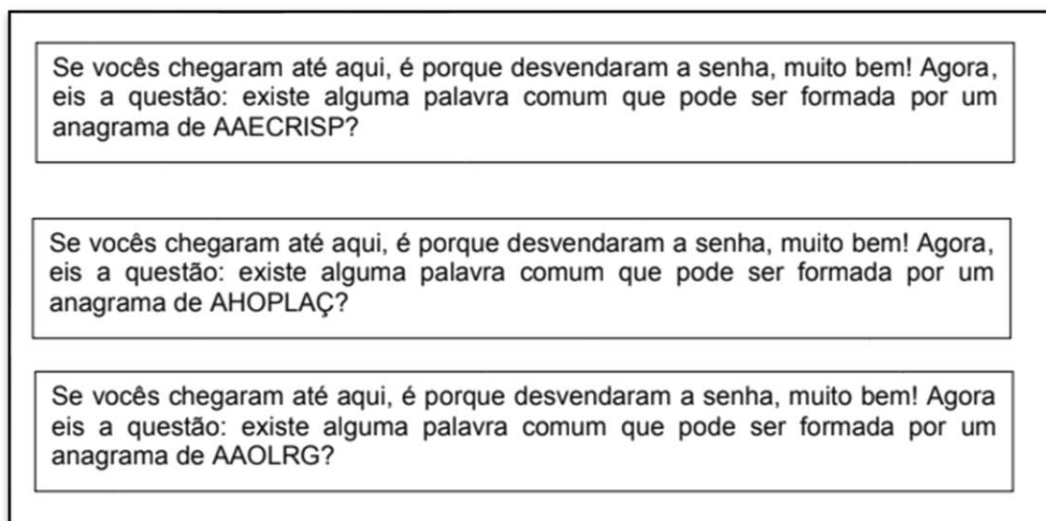
Figura 85 – Obtendo os anagramas



Fonte: acervo da autora (2024).

Cada equipe precisava desvendar a senha escondida por meio desse anagrama e descobrir a pista que levaria à terceira etapa. A Figura 86 se reporta à mensagem que cada equipe recebeu após decifrar a pista e que continha os anagramas.

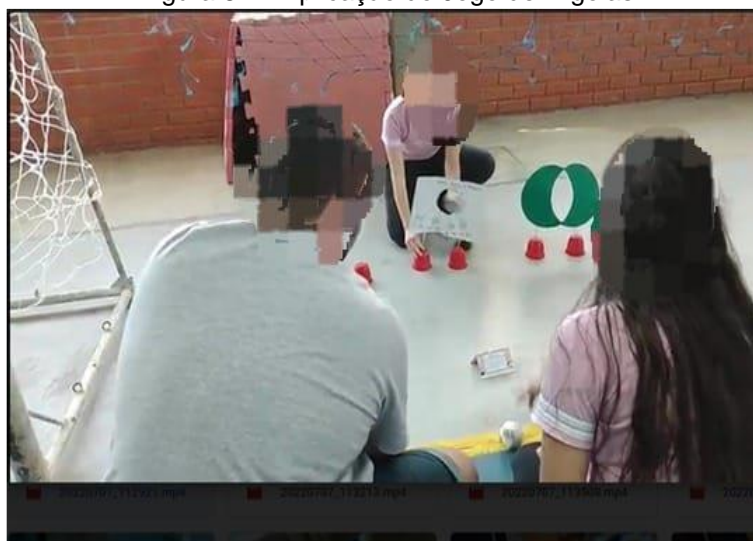
Figura 86 – Anagramas



Fonte: acervo da autora (2024).

A equipe que encontrou a palavra PESCARIA (AAECRISP) poderia iniciar a “pesca” da próxima pista. Quando encontrasse o peixe correto e desenrolasse a fita em torno da vara de pescar, obtinha um novo problema. Já a equipe que encontrou no anagrama a palavra PALHAÇO (AHOPLAÇ) se dirigiu ao jogo Boca de Palhaço, obtendo sua próxima pista dentro de uma bola de meias ao conseguir acertar a boca do palhaço. Quem encontrou a palavra ARGOLA (AAOLRG) buscou as pistas da próxima etapa no Jogo das Argolas, obtendo uma pista embaixo dos cilindros que compunham o jogo. A Figura 87 mostra a aplicação.

Figura 87 – Aplicação do Jogo de Argolas



Fonte: acervo da autora (2024).

As pistas eram questões adaptadas de um livro didático frequentemente utilizado por Livia⁴⁵ relativas à simplificação de expressões fatoriais e que resultavam em uma fração de denominador 2 ao 9, sendo que cada fração levava a um recipiente contendo um objeto: esquadro, compasso ou corretivo.

De posse do objeto, as equipes deveriam criar uma situação-problema relacionando o conteúdo matemático abordado na atividade ao objeto encontrado. A elaboração e a resolução de problemas são defendidas por Andreatta e Allevato (2020), pois se configura como recurso e oportunidade de aprendizagem matemática, uma vez que também impulsiona o trabalho com a resolução de problemas e pode ocorrer a qualquer momento do processo de sua resolução e exploração.

Findo o jogo, os/as vencedores/as receberam um bombom para cada membro da equipe. Considerando Orlick (1989), Unesco (2013), Rostirola (2018) e Rostirola e Siple (2020), o uso de alguma premiação perde o sentido de cooperação que pode ser desenvolvida durante uma situação lúdica didática. Nesse sentido, mesmo que Livia considere a Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2007) em suas práticas, ainda precisa refletir sobre a necessidade de competição durante atividades de aprendizagem.

A atividade diferenciada realizada por Livia foi pensada para trabalhar de forma significativa, incluindo a Resolução de Problemas em uma perspectiva lúdica para revisão de conteúdos de Análise Combinatória. O ambiente em que foi realizado denota uma ideia de ruptura com a aula tradicional, uma das preocupações da licencianda. A atividade foi relatada em um congresso⁴⁶ educacional com um texto em que foi possível analisar algumas ideias importantes de Livia sobre a ludicidade e sua interpretação das potencialidades dessa atividade.

Segundo o contexto apresentado no trabalho de Livia, a ludicidade na Matemática não pode ser concebida na intenção de tornar os conteúdos atrativos ao/à estudante, de modo a fazê-lo/a gostar de Matemática. O lúdico deve ter uma intencionalidade pedagógica e um significado, mas não deve ser considerado indispensável para se aprender Matemática (Livia, Anais do CMD, 2022).

Livia ainda relata, no contexto da apresentação desse texto científico, que não houve ruptura com a aula tradicional no que tange às questões apresentadas aos/às

⁴⁵ Dante, L. R. **Projeto Voaz Matemática**: parte 2. 4. ed. São Paulo: Ática Didáticos, 2013.

⁴⁶ Anais do Congresso Internacional Movimentos Docentes (CMD) e Colóquio FORPIBID RP– volume 1 (2022).

estudantes, pois estas possuíam uma única resposta. Todavia, destaca-se que, tal como na aula simulada tradicional, a futura docente acrescentou o contexto da elaboração de problemas pelos/as próprios/as estudantes – o que é uma característica que foge às aulas consideradas tradicionais.

As atividades da licencianda revelam particularidades de seus recursos, como o uso do livro didático, com a adaptação de questões e a abordagem de que é preciso considerar a realidade do/a estudante. Isso ficou evidente na primeira etapa, pela temática do problema gerador utilizado (as viagens de ônibus) e, no Circuito Matemático, por variações dos assuntos dos problemas iniciais que tratavam de opções de decoração, reformas e mesmo uma festa à fantasia, quebrando com os temas tradicionais, como roupas e comidas, os quais Lívia manifestou que considera banalizados e corriqueiros.

Na primeira atividade não estavam claros os pressupostos epistemológicos utilizados quanto à Educação Matemática Crítica, o que difere da segunda atividade, na qual a licencianda abordou conceitos de Skovsmose (2007). O Quadro 19 procura interpretar as regras de ação e invariantes operatórios presentes nesse documento didático da licencianda.

Quadro 19 – Análise da atividade 2 da licencianda Lívia

Regras de ação	Teoremas em ação	Invariantes operatórios
Realizar uma aula simulada do tipo diferenciada sobre o conteúdo de Análise Combinatória.	Pesquisa em livros didáticos de forma a organizar o conteúdo e adaptá-lo.	A escola tem seus percursos didáticos marcados pelo livro didático, mas os livros didáticos possuem questões com respostas únicas e sem possibilidade de construção criativa do conhecimento.
	É preciso formular uma atividade que rompa com as características da aula tradicional, a saber: ambiente de sala de aula, quadro e giz, exposição de conteúdo.	A aula lúdica não pode ser apenas atrativa, facilitando ao/à aluno/a gostar de Matemática, mas precisa ser significativa, culminando no desenvolvimento de habilidades matemáticas.
		A realidade do/a estudante é condição fundamental para desenvolver uma atividade.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Lívia, no decorrer da sua participação, evidenciou o desenvolvimento de seus invariantes operatórios e os traduziu em ações que deixam clara sua opção por atividades que valorizem o contexto da realidade do/a educando/a. Seus diálogos e ações também ilustram suas dificuldades para a ruptura com a aula tradicional,

mantendo o contexto do livro didático. A próxima seção complementa essa análise com a interpretação de uma atividade de contexto interdisciplinar.

Atividade de Prática Pedagógica

Para a disciplina de Prática de Ensino de Matemática (PEM), os/as licenciandos/as deveriam organizar e aplicar uma atividade pedagógica em uma escola. Essa seria realizada em grupos e precisava estar atrelada a uma tendência em Educação Matemática.

Assim, o grupo de Lívia realizou uma atividade de cunho interdisciplinar em uma das componentes curriculares conhecidas como Trilhas de Aprendizagem, que fazem parte dos itinerários formativos do Novo Ensino Médio e visam aprofundar os conceitos da área da Matemática articulados com o cotidiano e as demais áreas de conhecimento. Curricularmente, propõe-se que o/a estudante compreenda que a Matemática presente no cotidiano está articulada a outros saberes (Santa Catarina, 2020).

A trilha de aprendizagem com a qual as estudantes contribuíram na escola – “Saúde Traz Felicidade?” – propõe a “[...] reflexão e a problematização dos aspectos sociais nos seus locais de vivências, evidenciadas em ambiente escolar e na relação homem com o meio ambiente e a felicidade” (Santa Catarina, 2020, p. 365).

A escola em que a atividade pedagógica foi realizada – da esfera pública estadual – é a mesma em que Lívia realizava seu estágio curricular obrigatório. Para a execução, foram escolhidas três turmas do segundo ano do Ensino Médio, duas delas do turno matutino e uma do vespertino. O grupo de licenciandas atuou integralmente nas aulas da manhã, mas Lívia, por problemas de agenda das demais, atuou sozinha nas turmas da tarde.

O tema gerador da atividade foi definido pelo professor das turmas, o qual leciona História, e que observou a consonância com a organização e os objetivos da componente de Trilhas de Aprendizagem. Assim, as licenciandas organizaram uma atividade que procurava discutir aspectos histórico-sociais do sistema agrícola brasileiro, tendo como ferramenta a análise estatística, perfazendo quatro horas-aula.

Em um primeiro momento, foram realizadas reuniões com o professor das turmas para compreensão da proposta e, a partir das concepções apresentadas pelo docente, foram organizados textos que versavam sobre aspectos histórico-sociais

concernentes aos temas agronegócio, agricultura familiar, cooperativas, controladores agrícolas e *plantation*. Os textos continham, ainda, proporções, frequências e gráficos, de modo a permitir que o assunto fosse explorado também sob o ponto de vista estatístico.

Para a análise estatística, o grupo solicitou auxílio de uma bolsista de iniciação científica do Laboratório de Estatística e Simulação (LES) da Universidade à qual pertence o curso de Licenciatura em Matemática participante. Conforme Lívia:

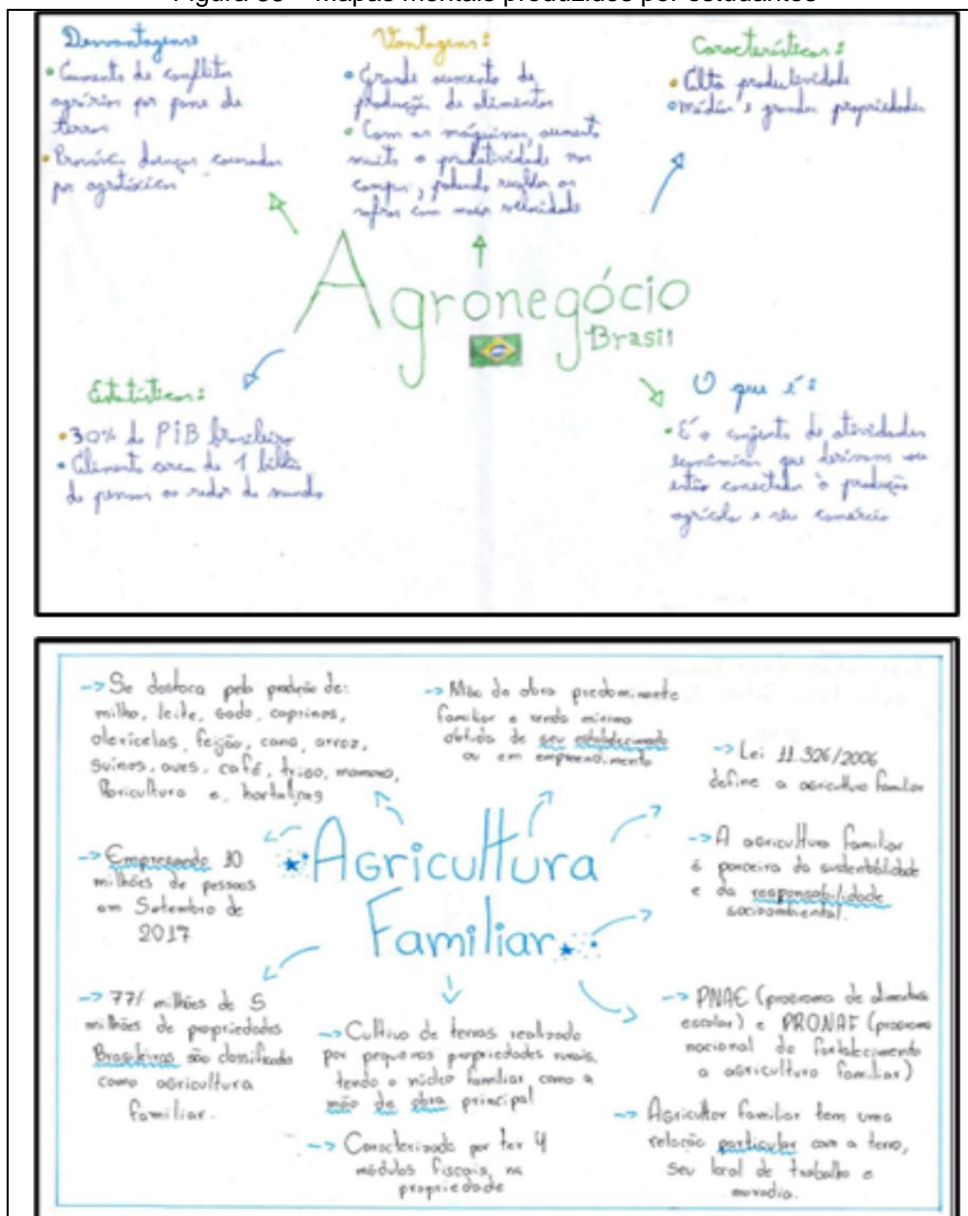
Eu posso dizer que ela me influenciou. Ela falou: – ‘Olha você pode analisar esses pontos com o Ensino Médio que vai ser interessante’. – Foi bem legal essa parte, essa contribuição de uma acadêmica igual eu, mas que estava estudando essa área (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Nesse ponto se destaca o auxílio entre os pares, valorizado por Lívia em outros contextos e na construção dessa atividade. Esse diálogo é um recurso para a futura docente discutir ideias, refletir sobre resultados e avaliar sua prática para suas vivências acadêmicas e profissionais. Também algumas das ideias vieram das aulas de Probabilidade e Estatística, conforme expõe Lívia:

O fato de já termos cursado a matéria de Estatística nos auxiliou muito na explicação de conceitos extremamente simples como amostra, influência da amostra, modalidade de pesquisa, seleção e organização de dados. Parece sutil a influência, afinal, já havíamos visto tudo isto no Ensino Médio, porém, explicar o que é a amostra com os exemplos práticos que o professor passou para nós é muito mais concreto, e faz muito mais sentido para os outros alunos e para nós também. Agora que já significamos o conceito, temos certeza e clareza ao explicar, confiança mesmo. [...] Em certos momentos da etapa final do trabalho, em que apresentamos os conceitos para os estudantes, era possível identificar recortes da nossa fala idêntica ao do professor, achei isso bem interessante (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

A execução da atividade ocorreu em dois momentos. No primeiro deles, foram sorteados textos entre grupos de alunos/as e realizada a explanação sobre a atividade. Posteriormente, ocorreu a discussão, com apresentações dos/as alunos/as e elaboração de mapas mentais, como exemplificado pela Figura 88.

Figura 88 – Mapas mentais produzidos por estudantes



Fonte: acervo da autora (2024).

No segundo momento, ocorreu a exposição do professor da componente curricular, o qual trabalhou essencialmente os aspectos históricos utilizando *slides*. Alguns dos temas explorados pelo docente e presentes nos textos provocaram discussões sobre situações que ocorrem na atualidade e são muito presentes nas mídias sociais, como migração de nordestinos para os estados industrializados do Sul e do Sudeste e aspectos críticos sobre o agronegócio, o que gerou a participação dos/as estudantes, incluindo falas político-ideológicas.

Em seguida foi realizada a atividade de análise estatística pelas licenciandas abordando interpretação de gráficos, modalidades de pesquisa, influência da amostra,

seleção e organização dos dados e exploração de dados estatísticos, o que se deu por meio de aula expositiva com o uso de *slides*.

Lívia, em sua apresentação na turma da tarde, organizou as discussões em torno da Educação Matemática Crítica, que parece estar sendo a visão epistemológica de ensino que vai assumir em suas futuras práticas: *“E eu tenho uma linha de trabalho, de concepção ideológica da Matemática Crítica. Não é nem ideológica a palavra certa. Mas a minha visão de docência. Matemática Crítica é o que faz pensar e que refletir”* (Lívia, dados de pesquisa, 2024). Para isso, optou pelo uso de exemplos direcionados à realidade. Seus recursos foram a aula expositiva e os *slides*, mas agregou aspectos dialógicos, questionando os/as estudantes. Também solicitou que avaliassem o trabalho, situação em que uma aluna expressou suas ponderações, afirmando que tinha sido muito boa a experiência, porque, muitas vezes, acreditava em argumentos de outras pessoas, a partir do que entendiam e lhe falavam. Assim, não conseguia saber se a ideia era verdadeira ou não, mas, a partir dos dados e dos textos apresentados, parou para ler e entender, construindo a própria visão sobre o tema.

Lívia fala que o objetivo do trabalho foi alcançado e que, como professores/as, precisam levar as ferramentas para que o/a aluno/a desenvolva criticidade e capacidade de análise:

[...] eu fiquei super feliz, porque o nosso objetivo do trabalho tinha sido alcançado. A gente tinha levado reflexão, os alunos tinham refletido, tinham argumentado, tinham apresentado sobre aquela ideia e tinham criado um arquivo de argumentos sobre aquilo e isso é fantástico! (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

O contexto de realização da atividade deu indícios de que os saberes das componentes curriculares exercem efeito nas demais atividades de formação e podem ser identificados nos recursos utilizados pelos/as licenciandos/as em suas atividades pedagógicas. O contexto social da Estatística muito presente e a Educação Matemática Crítica citada por Lívia nas entrevistas são fortemente alicerçados nos documentos didáticos produzidos pela licencianda nas aulas simuladas e na prática pedagógica. Esses materiais, segundo ela, serão guardados para utilização em suas futuras aulas.

[...] a minha forma de enxergar a docência e de pensar as atividades vai por esse caminho. Sempre que planejo as aulas, penso na participação ativa deles, seja descobrindo algum conceito de maneira autônoma, seja experimentando algum teorema, criando alguma obra de arte envolvendo os conteúdos matemáticos (esse estou desenvolvendo agora) (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Na prática pedagógica, em termos curriculares, Lívia sai do contexto do livro didático das primeiras atividades simuladas para a orientação curricular, citando as Trilhas de Aprendizagem que fazem parte dos itinerários formativos do Novo Ensino Médio e formalizam o que deve ser ensinado nessa etapa da escolaridade.

Outro ponto de destaque é o diálogo com seus pares e professores/as. Isso já pode ser visto como um anúncio de que a docência é uma atividade plural e dialógica para Lívia, o que fica demonstrado quando busca seus/suas professores/as e troca ideias com colegas. Conforme Trouche *et al.* (2020), o diálogo com os pares também é um recurso que faz parte do processo de instrumentação e instrumentalização docente.

Entendendo-se a importância da compreensão do desenvolvimento inicial, foi mantido contato com Lívia, sendo compartilhados livros e materiais de estudo, além de a pesquisadora ter ciência de novos trabalhos que a licencianda vem desenvolvendo no curso de Licenciatura em Matemática e, enquanto professora de uma classe no contraturno escolar, para crianças de 9 a 12 anos de idade.

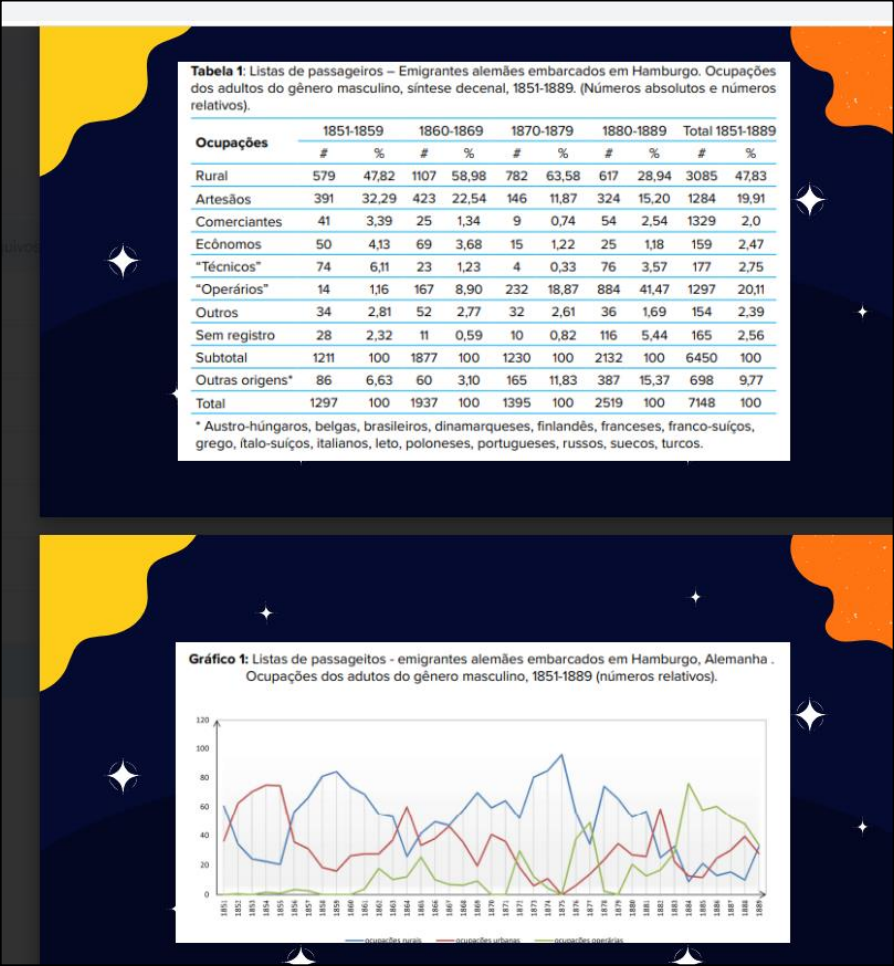
Os trabalhos acadêmicos foram *slides* sobre Etnomatemática, consumo consciente e um livro chamado “Minhas lentes”, composto por contos escritos pela estudante, com análises da realidade social e uma entrevista a uma professora. Esse pode ser considerado um instrumento que expõe as ideias de Lívia sobre conjuntura atual, cultura, cibercultura, educação e docência. Essas perspectivas têm relação com a Educação Matemática Crítica – que já vinha sendo valorizada por Lívia em diversas atividades produzidas. Na introdução do livro de contos, ela afirma que

O enredo foi inspirado nas ideias do estudioso Ubiratan D’ Ambrósio, um senhorzinho simpático e muito inteligente, já a dinâmica da história foi inspirada no Miniguia de Contação de histórias de Murilo Campigotto de Oliveira, um matemático contemporâneo para lá de gente boa (inclusive foi o primeiro a ler a história) e os personagens foram inspirados em uma pesquisa muito enriquecedora com pessoas de estados do Brasil inteiro (Lívia, dados de pesquisa, 2024).

Lívia também compartilhou uma de suas aulas, para a qual partiu de uma abordagem interdisciplinar entre Matemática e História sobre o aniversário do município. Assim, buscou dados estatísticos para trabalhar a diversidade na composição da população, incluindo, dessa forma, uma discussão sobre identidade cultural fundamentada em dados, como se pode observar na Figura 89. A atividade denominada “Será que somos todos germânicos?” mostra dados absolutos e relativos

apresentados em tabelas e gráficos, obtidos em listas de passageiros dos registros oficiais, complementados com discussões sobre as motivações das grandes ondas de imigrantes e porque nem todos fixaram residência, optando por outros lugares.

Figura 89 – Será que somos todos germânicos?



Fonte: acervo da autora (2024).

Além disso, a licencianda apresentou um trabalho em um Congresso Nacional de Educação sobre o estudo desenvolvido na disciplina de PEM, relacionando Estatística, Estatística Cívica (Engel; Ridgway; Weber, 2021; Tauber, 2021) e Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2015). A apresentação resultou na publicação de um artigo cuja abordagem foi a proposta de um projeto que contribui não apenas para o aprendizado matemático, mas também para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos/as estudantes. Desse modo, visa retratar a união do aspecto histórico-sociológico com o estatístico matemático que envolve os modelos de produção agrícola do Brasil. Dessa maneira, a interdisciplinaridade teve papel fundamental, visto que possibilitou que os limites disciplinares que envolviam o

conteúdo de modelos de produção agrícola fossem ultrapassados a partir da inserção de um conteúdo matemático que se relacionasse a ele (Lívia *et al.*, 2023). Nessa perspectiva, Lívia mostra um envolvimento íntimo com reflexões inerentes à EMC e faz, juntamente com seus/suas colegas, uma relação com a Estatística Cívica, o que corrobora para experiências transdisciplinares em sua formação.

Também se ressalta a construção de um entendimento dos/as licenciandos/as envolvidos/as no artigo apresentado da necessidade de sair da zona de conforto profissional para ampliar as lentes do ensino de Matemática. No texto, percebem-se ideias de romper com as bases conhecidas da Matemática para a área da História, e pesquisar, dialogar, aprender e ensinar, vendo e mostrando o mesmo tema sob diferentes lentes, matemáticas, históricas, sociais e geográficas, sendo possível desenvolver ferramentas de aprofundamento sobre os modelos de produções agrícolas, para ampliação dos conhecimentos prévios e a criação de novos.

Assim, as atividades observadas, associadas às falas da licencianda, conduzem à interpretação de que os recursos do/a futuro/a professor/a são alicerçados nos saberes compartilhados pelo professor formador e pelos artefatos e ideias construídos ao longo do curso nas diversas disciplinas. Esses recursos estão sujeitos a metamorfoses, uma vez que a prática em sala de aula, o diálogo com os pares e a formação continuada são fontes de instrumentalização, em uma espiral que conduz ao desenvolvimento profissional docente. A próxima seção traz uma análise das concepções apresentadas pelos/as estudantes participantes.

7.4 ANÁLISES DAS NARRATIVAS DO GRUPO DE LICENCIANDOS/AS QUANTO A ASPECTOS FORMATIVOS

As narrativas dos/as estudantes foram analisadas por meio do Método de Reinert no Iramuteq, buscando-se encontrar categorias que levem a discussões quanto à construção dos saberes docentes por parte dos/as licenciandos/as.

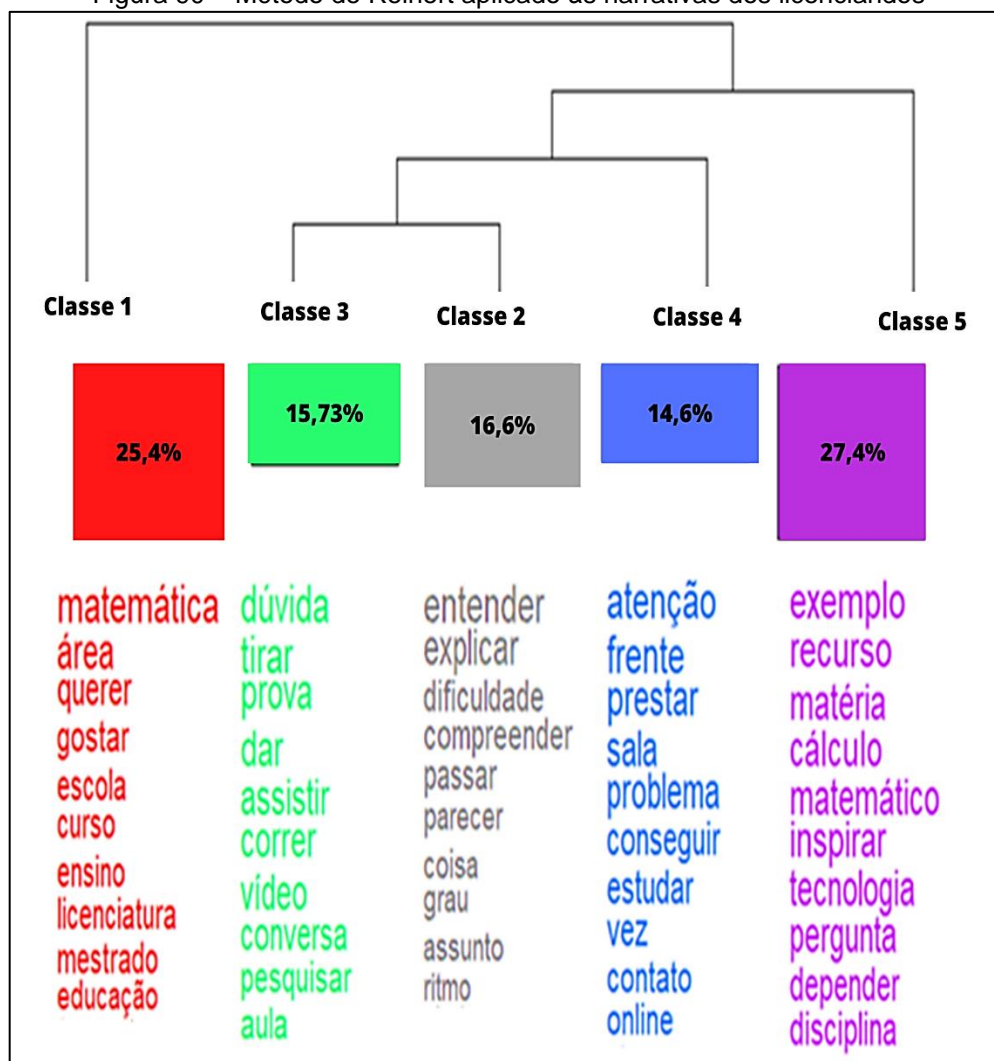
As categorias foram obtidas buscando-se associações entre palavras provenientes de um *corpus* textual relacionado às transcrições das cinco entrevistas, composto por 19.650 ocorrências (palavras) e 556 segmentos de texto (ST), sendo 80,04% destes aproveitados na categorização. A associação das palavras às classes se deu pelo Método de Reinert (Sousa, 2021), a partir da classificação simples dos

segmentos de texto, considerando a estatística qui-quadrado (χ^2), o que gerou cinco clusters (classes ou categorias).

São consideradas palavras associadas a uma dada classe aquelas que possuem valores $\chi^2 > 3,80$, p-valor $<0,05$, graus de liberdade igual a 1 e nível de confiança de 95%. Esses valores compõem o perfil lexical das palavras. Entretanto, para distinguir se uma palavra pertence a uma dada categoria, ainda é preciso analisar seu antiperfil – valores que são interpretados como associações opostas, ou formas que são significativamente ausentes em uma dada classe (Loubère; Ratinaud, 2013; Salviati, 2017). Desse modo, as classes são apresentadas no dendrograma da Figura 90 e detalhadas nas Figuras 91, 92, 93, 94 e 95. Quantitativamente, o perfil lexical é apresentado no quadrante em que a ordenada é positiva e o antiperfil na ordenada negativa⁴⁷.

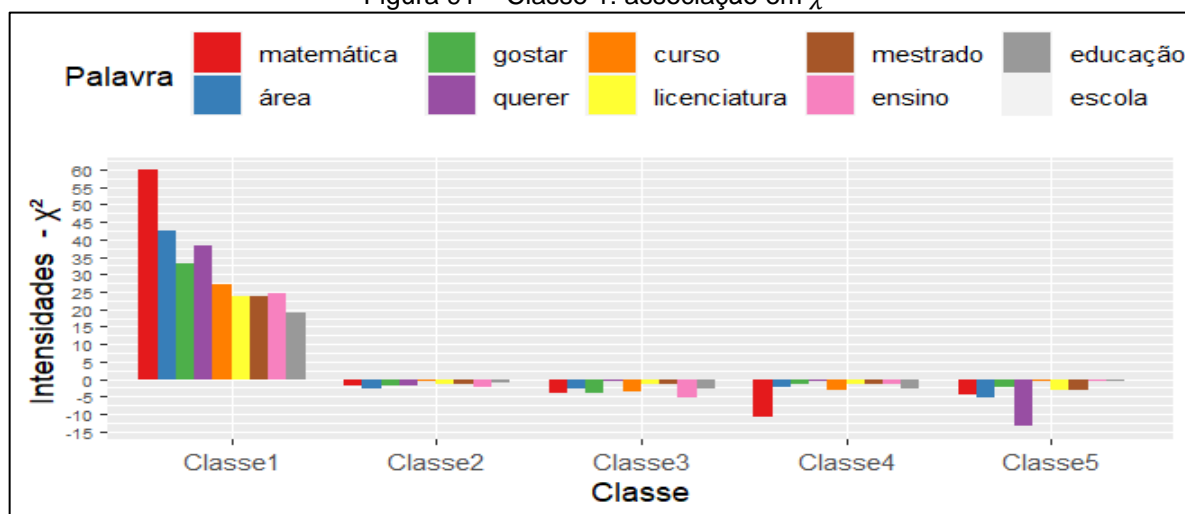
⁴⁷ Os valores estão no Apêndice D.

Figura 90 – Método de Reinert aplicado às narrativas dos licenciandos



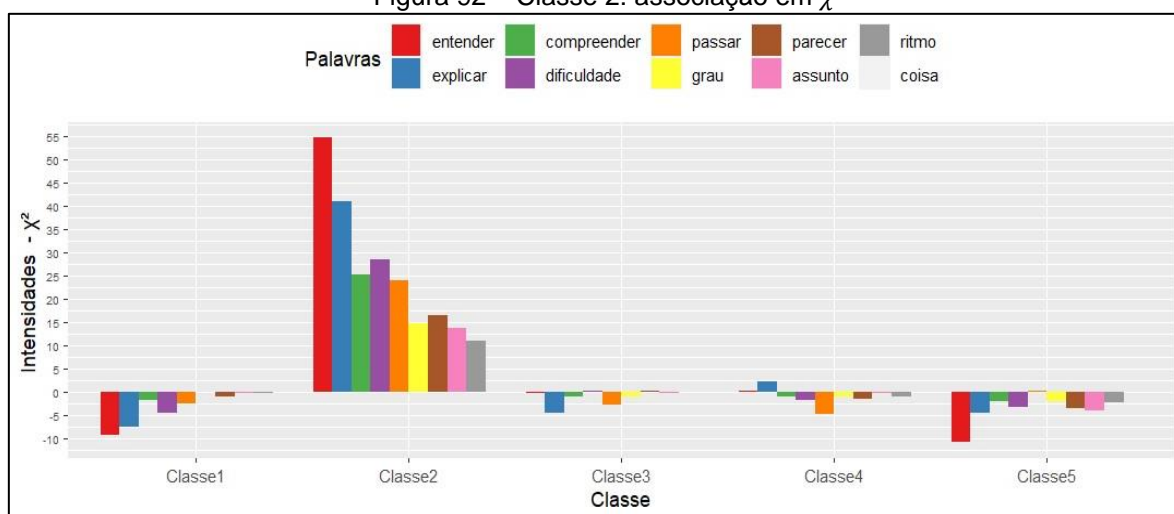
Fonte: elaborada pela autora (2024).

A classe 1, denominada “Matemática” (palavra com $\chi^2 = 59,82$, $gl = 1$ e $p - \text{valor} < 0,0001$) engloba 25,4% dos segmentos textuais (ST) e traz as ideias dos/as licenciandos/as relacionadas ao curso, suas opções pela área, formações a que têm interesse e projetos futuros. A Figura 91 mostra a associação em χ^2 das dez principais palavras da classe.

Figura 91 – Classe 1: associação em χ^2 

Fonte: elaborada pela autora (2024).

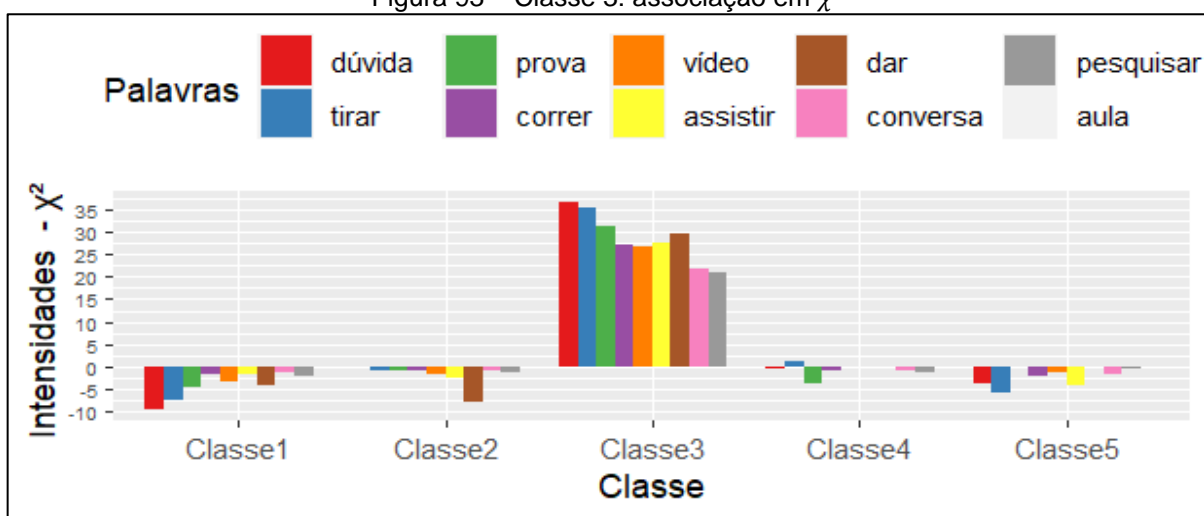
As classes 2 e 3 correspondem a 16,63% e 15,73% dos ST, respectivamente. Observa-se que as duas categorias retratam momentos de aprendizagem, mas com construções léxicas opostas entre si: “dúvida” e “entender”. A classe 2 – “entender” (palavra com $\chi^2 = 54,72$, gl = 1 e p – valor < 0,0001) – traz uma dinâmica de aprendizagem mais ampla, incluindo a compreensão dos assuntos em sala. Palavras como “explicar”, “ritmo” e “compreender” dão conta de explicitar um movimento que se centraliza na aprendizagem. A Figura 92 ilustra a aderência dessas palavras à classe 2, permitindo concluir que, nessa classificação, são retratadas narrativas que consideram atitudes relativas ao ensino-aprendizagem.

Figura 92 – Classe 2: associação em χ^2 

Fonte: elaborada pela autora (2024).

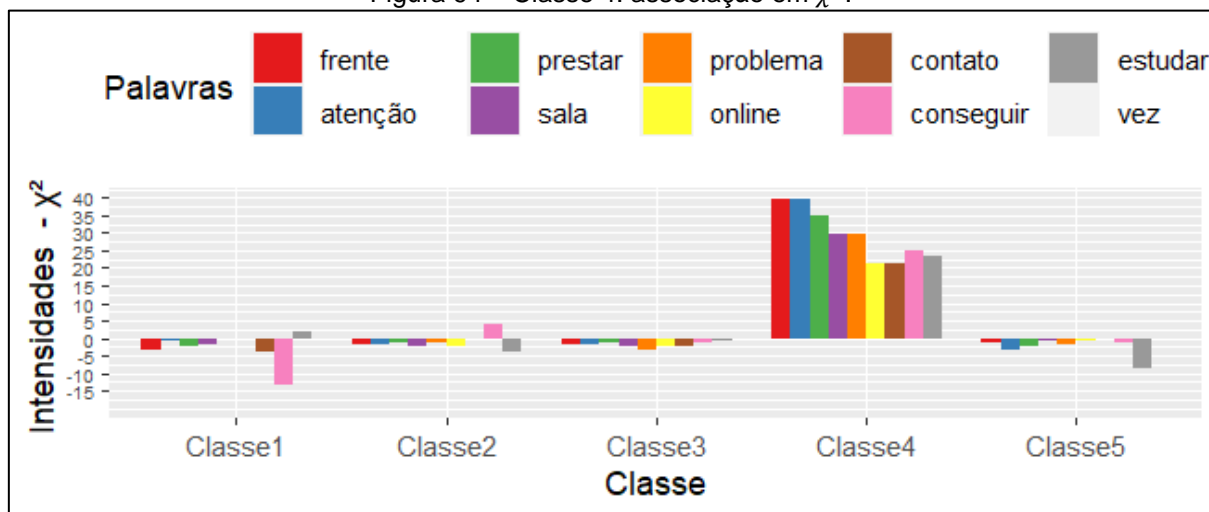
A classe 3 – denominada “dúvida” (palavra com $\chi^2 = 36,68$, gl = 1 e p – valor < 0,0001) – se relaciona com a realização de questões, a assimilação de conteúdos e a avaliação. Destaca-se as palavras “tirar” ($\chi^2 = 15,76$, gl = 1 e p – valor < 0,0001), com segmentos de texto que se referem à “nota e à “prova” ($\chi^2 = 30,96$, gl = 1 e p – valor < 0,0001) e retratam as preocupações estudiantis dos/as licenciandos/as com seu aproveitamento nas disciplinas (Figura 93).

Figura 93 – Classe 3: associação em χ^2



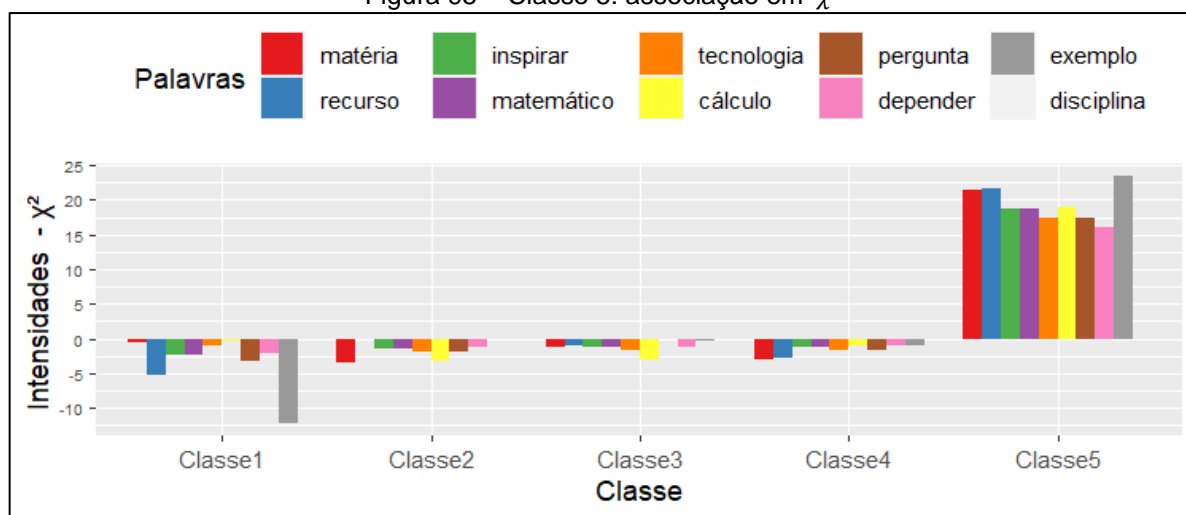
Fonte: elaborada pela autora (2024).

A classe 4 se refere a 14,6% dos segmentos textuais, os quais se reportam à categorização denominada “Atenção” (palavra com $\chi^2 = 39,88$, gl = 1 e p – valor < 0,0001) e retratam as dinâmicas de sala de aula dos/as licenciandos/as, lembrando falas que indicam a necessidade de prestar atenção, estudar e o contato com os pares e/ou professores/as (Figura 94).

Figura 94 – Classe 4: associação em χ^2 :

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A classe 5, denominada “Recurso” (palavra com $\chi^2 = 21,57$, gl = 1 e p – valor < 0,0001), concentra 27,4% dos segmentos textuais. As temáticas incluídas nessa categoria dizem respeito às atividades acadêmicas do curso, considerando materiais, conteúdos e ações. A Figura 95 representa a associação das 10 palavras da classe 5.

Figura 95 – Classe 5: associação em χ^2 

Fonte: elaborada pela autora (2024).

A categorização das falas dos/as licenciandos/as nas entrevistas destaca as percepções e atitudes perante a dinâmica com que ocorre a formação inicial. As classes 1 e 4 permitem verificar que o fenômeno da construção do conhecimento docente perpassa sua identificação com o ensino de matemática, considerando as

diferentes perspectivas e disposições em relação ao curso, à formação profissional e a projetos futuros.

Além disso, a classe 4 mostra alguns recursos com os quais os/as licenciandos/as mantêm contato, seja na aula propriamente dita ou em relação ao arcabouço experiencial que propicia a construção de saberes, ou seja, recursos e metarrecursos, que, como lecionam Bellemain e Trouche (2019), envolvem a gênese dos documentos didáticos desses/as futuros/as professores/as, tais como listas de exercícios, exemplos resolvidos de situações problema, notas de aulas (*slides* e material do professor), conversas com os pares e observação da didática dos/as professores/as formadores/as. As classes 2 e 3 tratam dos movimentos – das ações dos/as estudantes em relação à construção dos próprios conhecimentos pedagógicos e de conteúdo.

Quanto ao fenômeno da construção de saberes estatísticos, na entrevista, os/as estudantes foram solicitados/as a escrever cinco palavras que se destacam na sua formação em um formulário do Mentimeter⁴⁸. O resultado é a Figura 96.

Figura 96 – Palavras escritas no Mentimeter



Fonte: acervo da autora (2024).

Observa-se que foram lembrados conteúdos (*T-student*, gráfico, amostragem, variância, média), opiniões sobre o contexto das aulas (estimulante, inadequado,

⁴⁸ Plataforma online de criação e compartilhamento de questionários e apresentações que permite, também, a construção de nuvens de palavras. Pode ser acessada no link: <https://www.mentimeter.com>

interessante, dedicação) e recursos de aprendizagem (exemplos resolvidos, listas de exercícios, aula expositiva, auxílio do professor). Dessa forma, há indicativos que os recursos propostos pelo professor formador são as referências primárias para a construção de saberes dos/as futuros/as docentes. Esses serão analisados na próxima seção.

7.5 O PROFESSOR FORMADOR

O professor Carlos foi acompanhado durante 18 meses pela pesquisadora em um período compreendido entre o 2º semestre de 2021 até o 2º semestre de 2022. Os dados coletados se reportam a 24 aulas gravadas durante o período de ensino remoto emergencial, suas apresentações, listas de exercícios, trocas de e-mails, conversas na universidade, duas entrevistas e observação de oito aulas presenciais.

A linha diretriz do acompanhamento foi a compreensão dos documentos didáticos na disciplina de Estatística e Probabilidade ministrada por Carlos no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade participante. Além disso, avaliou-se o impacto desses documentos na formação de professores/as de Matemática. O primeiro ponto a ser discutido na próxima seção é a trajetória profissional de Carlos.

7.5.1 Carlos e sua trajetória

A história profissional do professor Carlos tem suas raízes na indústria. Sua primeira formação de nível médio inclui um curso Técnico em Mecânica, o qual abriu as portas do mundo do trabalho para ele, que começou a laborar com projetos de máquinas, com planos de seguir a carreira das engenharias. Contudo, iniciou o curso superior em Licenciatura em Matemática, uma vez que, como estudante trabalhador, não poderia seguir em cursos diurnos, como era o caso da Engenharia.

Assim, Carlos iniciou sua formação em Licenciatura em Matemática sem o objetivo de seguir a carreira docente, sempre com o olhar de uma pessoa que tinha facilidade nas áreas exatas e que, ao seu ver, usaria esses conhecimentos para um futuro curso de Engenharia. No entanto, recebia em seu trabalho muitos/as estudantes em estágio e passou a considerar que, na década de 1990, o mercado regional estava saturado de engenheiros. Dessa maneira, permaneceu por dez anos nessa indústria, saindo para abrir uma empresa na área da Programação.

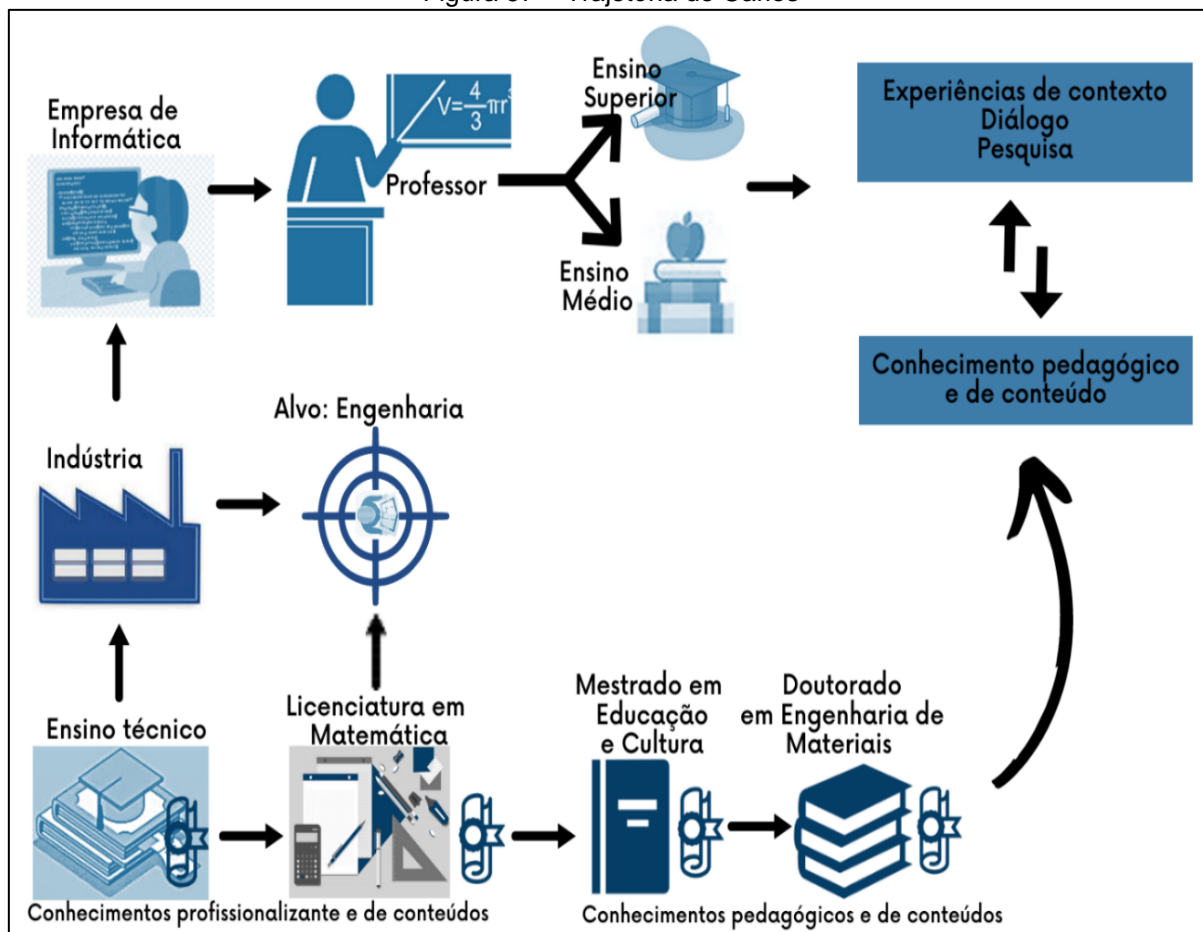
Percalços da política econômica nacional do Governo Collor⁴⁹ o fizeram retornar para a empresa anterior como funcionário, com um contrato de dois anos para realização de um projeto. Nesse período, foi convidado a dar aulas na sua antiga escola técnica e, desse modo, com um profundo conhecimento da indústria, com experiência em projetos e um diploma de licenciado em Matemática, Carlos iniciou na carreira docente.

Nessa escola técnica, que mais tarde se transformou em universidade, permaneceu por 18 anos, atuando, os quatro primeiros anos, na Educação Básica – Ensino Médio – e assumindo gradativamente cadeiras no Ensino Superior em cursos das Engenharias.

Foi nessa instituição que passou a maior parte de seus 25 anos de trajetória profissional docente. Nesse período, realizou cursos de pós-graduação *stricto sensu*, como o Mestrado em Educação e Cultura (Udesc, 2004), com a dissertação versando sobre o uso de tecnologia na aprendizagem de Matemática, e o Doutorado em Engenharia de Materiais (Udesc, 2019), defendendo tese sobre simulações relacionadas a modelos de condução de calor. A Figura 97 ilustra a trajetória de Carlos desde os anos do ensino técnico até a docência.

⁴⁹ Fernando Collor de Mello foi o primeiro presidente eleito diretamente pelo povo brasileiro após a ditadura militar. Seu governo (1990-1992), marcado por uma crise econômica, é destacado por medidas como o confisco de valores monetários da poupança e de contas correntes, congelamento de preços e aumento de impostos. Sofreu impeachment em 1992.

Figura 97 – Trajetória de Carlos



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A formação de Carlos se deu, em grande medida, para o mundo do trabalho e suas experiências são relativas à indústria. Suas primeiras vivências na docência como professor foram na área técnica e das engenharias. Carlos destaca, em diversas falas, que o mestrado o auxiliou a tornar-se professor, refletindo sobre aprendizagem, avaliação e metodologias de ensino. O mestrado o proveu dos saberes docentes que a licenciatura 3 + 1⁵⁰, como era chamada, não deu conta.

Eu tinha a parte técnica, mas o mestrado me ajudou naquela parte mais didática, de trabalhar com o aluno, de não ser tão conteudista, mas se preocupar muito, também, com a aprendizagem. O professor tem que saber se preocupar com a aprendizagem, se preocupar só com conteúdo não dá. Essa foi a evolução minha. Eu sempre pesquisei muito (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

⁵⁰ A Licenciatura 3 + 1 era um modelo de curso de formação inicial no qual o/a estudante cursava disciplinas típicas do bacharelado em Matemática nos três primeiros anos e, no quarto ano, cursava disciplinas educacionais.

O doutorado, em que defendeu uma tese a respeito de simulações matemáticas sobre condução de calor, possibilitou a ampliação de seus conhecimentos quanto aos conteúdos matemáticos. “[...] No doutorado, já tinha outro foco, mais afunilado, simulação. Daí esquece essa parte de didática” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Nessa pesquisa, o processo de desenvolvimento docente evidencia a chamada trajetória documental, descrita por Rocha (2021, p. 459), como a “[...] história dos professores com os recursos, evidenciando quando e quais recursos começaram a fazer parte da prática dos professores de Matemática”. Assim, as experiências profissionais e acadêmicas do professor Carlos são entendidas como fundamentos dos seus documentos didáticos.

Carlos não se imaginava um professor, mas, uma vez na docência, buscou conhecimentos, não somente de conteúdos, mas também novas formas de ensinar, de avaliar e de interagir com os/as estudantes, como se pode observar em suas falas na primeira entrevista.

7.5.2 A primeira entrevista

O primeiro diálogo se deu no primeiro semestre de 2022 e permitiu, à pesquisadora, desenhar a trajetória docente e questionar o professor sobre suas vivências profissionais. Os dados da entrevista geraram um *corpus* textual com 4.098 palavras, 114 segmentos de texto e permitiram avaliar suas principais ideias, as quais compõem a nuvem de palavras da Figura 98.

Figura 98 – Nuvem de palavras da entrevista 1



Fonte: elaborada pela autora (2024).

As palavras mais frequentes foram professor (40 ocorrências), aluno (28), aula (29), cálculo (19), gente (18), Matemática (13), engenharia (12) e Estatística (11). Palavras que foram destaques nas falas durante a primeira entrevista, que teve um caráter mais de conversa e de reflexão entre participante e pesquisadora.

Quando se fala em “professor”, Carlos conta de sua trajetória, já discutida na seção anterior, referindo-se a cursar licenciatura sem a intencionalidade de ser docente: *“Decidi fazer licenciatura, mas, para mim, professor eu nunca seria. Hoje eu estou há 25 anos dando aulas”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Na primeira parte da entrevista, quando cita a palavra professor, se coloca como um estudante e expressa suas percepções da docência: *“As disciplinas que eu tive na minha graduação eram muito mais pesadas. [...] tem muito professor que me deu aula na faculdade que eu não me espelho nele”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Essa fala repercute em afirmações de Carlos sobre a busca de conhecimentos que fundamentem a sua prática: *“A faculdade me tornou um bom ‘correr atrás das coisas’, um pesquisador”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Suas falas associadas à palavra “professor” auxiliam a formar um retrato de Carlos enquanto docente desde suas primeiras experiências, como no excerto: *“Mas muita coisa, eu como professor hoje, eu aprendi porque eu fui atrás para estudar, pensando no aluno. A primeira disciplina que eu dei lá no superior foi equações diferenciais, essa foi a primeira disciplina, me chamaram para dar um curso de verão*

para os alunos” (Carlos, dados de pesquisa, 2024), até as circunstâncias atuais: “A gente tem que ver o seguinte, o professor está em sala de aula não é só para passar conhecimento. É o principal, mas ele tem que cuidar das outras coisas, tem que criar uma pessoa para sociedade” (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Assim, essas primeiras falas mostram um professor que constrói seus documentos a partir da pesquisa e tem sua prática fundamentada na construção social do sujeito. Para Godóy (2011), a Matemática como um todo é uma construção social, uma vez que está atrelada à produção de conhecimentos sociais.

Nas observações das aulas de Carlos, percebeu-se que há uma valorização do diálogo com o/a estudante e uma busca para manter com este/a uma relação fundamentada na empatia. De sua entrevista emergem ideias que refletem sua preocupação com os processos avaliativos, a aprendizagem e até mesmo motivação dos/as alunos/as. Isso é representado na nuvem pelo destaque à palavra aluno.

[...] Eu converso muito com eles, explico para eles: ter dificuldade, não quer dizer abandonar o barco. Vamos lá, vamos correr atrás! Fez só a primeira prova, eu poderia dizer: é melhor tu abandonar, pois você não tem jeito. [...] Eu sempre digo assim: pode até acontecer de eu fazer uma prova para vocês e vocês acharem que está muito difícil, mas pode ser que eu tenha errado na hora de achar que vocês teriam condições, mas nunca eu vou fazer isso para sacanear vocês. Vocês podem ter certeza (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Os segmentos textuais correlatos à palavra “aula” se referem a um momento de trabalho e de interação e, ainda, a uma produção intelectualizada. É possível observar, em suas falas, um caráter identitário, evidenciando sua percepção de que uma aula se apresenta diferente conforme o sujeito que a planejou entende e interpreta esse momento, como quando se refere a ter assumido aulas na universidade durante a metade do semestre anterior: *“Agora eu peguei do meu jeito, agora são as minhas aulas” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).*

A palavra “cálculo” vem descrever sua principal disciplina no ensino superior: *“Cálculo I, Cálculo II, Cálculo Vetorial, Equações Diferenciais e tudo que tenha a ver com Cálculo” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).* A experiência profissional do professor é fortemente associada aos Cálculos, ministrando aulas principalmente nas engenharias.

Já a palavra “gente” traz a ideia do coletivo, principalmente quando se reporta a uma aprendizagem ou ação do grupo de educadores/as a que pertenceu em algum momento. Para a Abordagem Documental do Didático, essa ideia da interação e do

trabalho coletivo também traz impactos nas produções individuais, pois permitem reflexões sobre o fazer docente (Rocha, 2021).

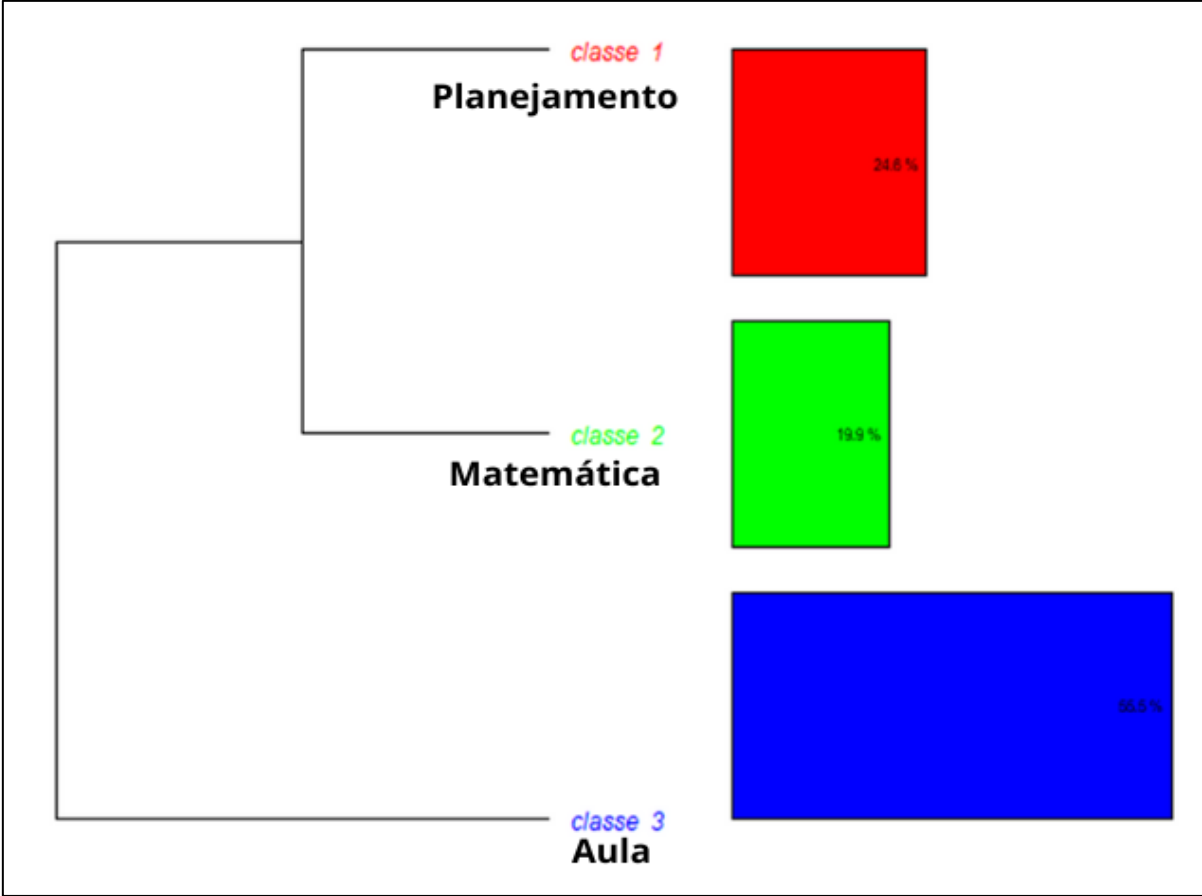
A “matemática” era a área com a qual ele possuía afinidade e foi vista, durante sua formação em licenciatura, como um curso auxiliar às suas pretensões à Engenharia: *“Eu fiz Matemática para depois fazer Engenharia. Essa era a ideia”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Atualmente, ele se entende como professor de Matemática, mas se vê como da área das engenharias: *“Eu sempre fui da área das engenharias. Eu me formei, eu estava trabalhando na área de projetos – projetos de máquinas”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Quanto à “Estatística”, Carlos informa que foi uma disciplina para a qual foi dada pouca atenção no seu curso de licenciatura, e sempre com conceitos expostos por livros texto, aulas expositivas e quadro e giz. No conjunto de disciplinas que já ministrou, as que se reportam à Estatística são as mais recentes, como se detalha na próxima seção.

7.5.3 SEGUNDA ENTREVISTA

A segunda entrevista gerou um *corpus* textual com 11.871 palavras e 335 segmentos de texto. A análise foi realizada por meio da categorização pelo método de Reinert, o qual englobou 83,88% dos segmentos textuais (281 ST), verificando-se a associação de verbos e substantivos pela distribuição em qui-quadrado ($\chi^2 > 3,80$; $p - \text{valor} < 0,005$ e $gl = 1$). O resultado indicou três categorias temáticas, conforme ilustra a Figura 99. Nessas categorias, foram destacados alguns termos que, em suas falas, exprimem o contexto de utilização de recursos pelo professor formador, seja nos aspectos de planejamento, seja do curso de Matemática e da dinâmica de uma aula.

Figura 99 – Categorias pelo método de Reinert



Fonte: elaborada pela autora (2024).

A primeira categoria, composta por 24,56% dos ST, foi denominada “planejamento”, pois retrata vivências profissionais do professor Carlos que auxiliam na compreensão de seus documentos didáticos. A Tabela 27 traz as palavras associadas a essa classe, sua frequência e força de associação com a discriminação do qui-quadrado e p-valor.

Tabela 27 – Categoria 1: “Planejamento”

(continua)

Palavra	Frequência	χ^2	p-valor (gl=1)
Semestre	18	42,25	< 0,0001
Experiência	10	31,86	< 0,0001
Disciplina	22	31,66	< 0,0001
Trabalhar	29	27,99	< 0,0001
Ano	10	23,38	< 0,0001
Começar	18	21,12	< 0,0001
Cálculo	10	17,47	< 0,0001
Sair	5	15,64	< 0,0001
Área	4	12,47	0,00041

Tabela 27 – Categoria 1: “Planejamento”

(conclusão)

Palavra	Frequência	χ^2	p-valor (gl=1)
Mestrado	4	12,47	0,00041
Instituto	4	12,47	0,00041
Ensino	10	11,47	0,00070
Entrar	5	11,43	0,00072
Ideia	5	11,43	0,00072
Visão	5	11,43	0,00072
Época	6	11,31	0,00077
Estatística	13	10,01	0,00155
Curso	7	9,44	0,00212
Instituição	3	9,32	0,00227
Dar	24	9,20	0,00242
Discutir	4	8,45	0,00365
Faculdade	9	7,87	0,00502
Fosse	6	7,03	0,00800
Professor	18	6,31	0,01202
Existir	4	5,87	0,01541
Mudança	3	5,57	0,01823
Engenharia	4	4,12	0,04250

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Alguns termos da Tabela 27 são destacados por estarem contidos em declarações do professor Carlos sobre seu planejamento e formas de trabalho, como: “semestre”; “experiência”, “cálculo”, “mestrado”, “estatística” e “mudança”. Desses emergem algumas experiências relacionadas a recursos e metarrecursos (Bellemain; Trouche, 2019).

A palavra “semestre” parece ser a medida de tempo dos acontecimentos e vivências. É na passagem dos semestres que ele consolida novas experiências de ensino, estabelece novos diálogos com seus pares e faz reflexões, como nos excertos a seguir:

Agora eu vou pegar Cálculo Vetorial, que é uma disciplina que eu não dei nenhum semestre até agora na universidade. Eu já trabalhei, fora, bastante isso. Então, o que fazer primeiro: mandei e-mail para o professor, que deu aula no semestre passado, para ver como é que ele trabalhou a disciplina. Eu tenho minha visão da disciplina de quando eu trabalhei com ela. [...] Mas eu conversei com o professor, como ele trabalhou, como foi o desenvolvimento da disciplina, como eram os alunos, porque é uma disciplina mais à frente já, no 6º semestre, se não me engano, não são alunos que estão começando (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

[...]

Vamos pegar assim: Pesquisa Operacional, que é uma disciplina que eu comecei, há três semestres, dar aula. É uma disciplina que eu gosto, pois quando eu comecei meu doutorado eu tive essa disciplina e eu achava muito interessante as aplicabilidades (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Já o termo “experiência” revela reflexões de Carlos sobre sua prática, o que pode ser compartilhado, adaptado e testado, conforme expressa em uma de suas falas:

Na realidade, às vezes tu vai fazer uma coisa, que lá no final vai dar errado, mas porque você não sabia que teve outros que fizeram e deram errado. Ou aquele: ‘Eu fiz assim e deu errado, mas eu modifiquei e melhorou’. A troca de experiência que é interessante (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

A palavra “cálculo” se refere à sua identidade profissional como professor das disciplinas algébricas relacionadas ao Cálculo Diferencial e Integral. Em suas falas é possível entender que percebe a importância do compartilhamento de seus documentos didáticos, os quais desenvolveu e utiliza, uma vez que possui uma experiência grande na área.

Como eu sou professor de cálculo, toda vez que tem uma disciplina que o professor vai dar a primeira vez e fala: - ‘Eu vou dar aula de álgebra, você tem alguma coisa de álgebra?’ - Eu pego a minha pasta de álgebra que eu dou aula, com todos os livros que eu baixei, com todas as aulas que eu baixei, com minhas aulas todas que eu fiz, com todas as minhas listas de exercícios e passo para ele, passo para o outro professor: - ‘Aqui é todo meu material. Então, melhora elas e manda para frente’ - eu disse. É isso que nós temos que fazer, não adianta ficar comigo aquilo ali (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

O “Mestrado” é entendido por Carlos como uma etapa de formação que lhe permitiu visualizar a educação como um todo, preenchendo algumas lacunas em suas experiências de cunho mais conteudista da graduação. Destaca-se que Carlos formou-se sob a égide da Licenciatura em Matemática 3 + 1, em que se privilegiava o conteudismo (Junqueira; Manrique, 2012).

Depois, quando fiz o Mestrado em Educação, aí já faz uma abertura muito maior, aí você conhece muito mais a parte didática, [...]. Quando eu fiz o mestrado, eu já era professor, aí ela já me deu uma visão do todo, dos conceitos, do que trabalhar em cima disso (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

O destaque dado à palavra “Estatística” é relevante na análise, porque Carlos a indica como uma das disciplinas que pressupõe um planejamento mais cuidadoso: “A Estatística é que eu mais me preparo para dar aula, eu sempre me preocupo e vou buscar alguma coisa, um outro exemplo” (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Essa preocupação denota trocas de experiências com colega de sala:

Na minha sala sou eu e a professora E. Ela conhece Estatística, então, às vezes eu troco umas ideias com ela: – ‘Vou trabalhar isso aqui e tenho uma dúvida de como vai ficar’. – Então ela diz: – ‘Não, isso aqui eu faço assim às vezes, outras faço assim’. – Então eu troco ideias com ela, mas é muito pouco (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Desse termo foi possível também conhecer os recursos que o professor Carlos utiliza na elaboração das aulas de Probabilidade e Estatística, baseadas em livros, na adaptação de outras aulas e com o objetivo de desenvolver seu próprio momento de ensino, considerando seus saberes e experiências.

Eu tenho vários livros de Estatística que eu utilizo e aulas de outros professores - isso eu sempre pego. Quando eu comecei a trabalhar com Estatística, tinha um professor que era formado em Matemática e que tinha dado aula de Estatística, que ele me passava e falava: – ‘Olha, isso aqui são as aulas que eu trabalhei com meus alunos. Ai tu vais modificando’. – Eu não consigo pegar uma coisa e usar aquela que está ali. Eu vou mexer, porque tem coisa que eu acho que não usaria, eu acho que tem coisa mais interessante (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Na elaboração de suas aulas de Estatística Carlos valoriza o “exemplo”, uma situação problema que, em um primeiro momento, a turma tenta resolver e, posteriormente, o professor resolve no coletivo. Também são frequentes as listas de exercícios em suas aulas para treinar as habilidades de interpretação e trabalhar os conteúdos.

Vou preparando as minhas aulas com bastante exemplos, muitas vezes até exemplos resolvidos que eu os deixo primeiro fazerem, para eles sentirem como é, e depois a gente resolve juntos, para ver como fica, entende? É lógico, sempre deixo uma lista, principalmente na Estatística, uma lista de exercícios para eles treinarem. Queira ou não, isso é treinar. Treinar habilidade deles de interpretação, eles precisam disso também. Em Estatística tem muito exercício interpretativo para você saber o que você tem que fazer, e logicamente para eles trabalharem com Estatística (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Sobre a utilização da tecnologia na disciplina de Estatística, Carlos utiliza o Excel, mas expressa uma valorização dos algoritmos nas primeiras abordagens com os/as alunos/as. Assim, eles/as, primeiro, têm contato com o cálculo com papel, lápis e calculadora e, posteriormente, podem utilizar as funções do Excel.

Uso às vezes o Excel, mostro via Excel, sempre mostro - ‘Ah vamos resolver primeiro na mão para vocês entenderem a lógica do que está acontecendo’, – até quando eu estava trabalhando desvio-padrão e variância, eles falavam que tinha duas formas diferentes, porque uma é dividido por n e a outra por $n-1$, uma está falando da população e a outra está falando da tua amostra, e se tu não fala (sic) para eles, eles vão lá e buscam no Excel, talvez aquela errada. Então, usar a ferramenta é importante, mas eles têm que saber primeiro o porquê (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

A palavra “mudança” também precisa ser destacada na categoria 1, pois auxilia no entendimento dos momentos de ensino planejados pelo professor Carlos, como na concepção de seus planos de ensino, em que considera que as competências e habilidades propostas para um determinado conteúdo definem alterações na forma de trabalhar.

Muitas vezes os planos de ensino são feitos Ctrl-C/Ctrl-V. E se tu olhares lá tem competência que o teu conteúdo dificilmente vai atingir. Para você fazer isso, vai ter que ter uma mudança de forma de trabalhar, mexer em alguma coisa, então eu tento verificar qual a competência que ele vai atingir, qual o conteúdo que eu vou trabalhar e logicamente preparar minhas aulas (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Nos domínios do termo “mudança”, pode-se verificar, ainda, que o professor Carlos valoriza suas experiências anteriores em sua prática, que sua aula não é rígida e está sujeita a adaptações à realidade de cada turma. Para ele, uma maior experiência em uma dada disciplina repercute em mais alternativas metodológicas para o ensino, permitindo-lhe mudar o contexto de uma situação de ensino conforme o andamento da disciplina e da turma.

As outras disciplinas que eu trabalho há mais de 20 anos são disciplinas que eu já fiz tanta coisa diferente, que tu faz (sic) uma coisa e não dá certo, na hora mesmo tu já muda para outra. Tu consegues fazer essa mudança durante mesmo tua explicação, teu planejamento, porque você já tem a experiência que essa funciona, porque pode dar problema, e Estatística já não. Estatística não é tanto tempo e isso que é o grande problema (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

A palavra “mudança” também é relacionada ao planejamento do professor Carlos, e este explica que parte do macro, considerando o semestre como um todo, em direção a cada aula, sempre pensando que se trata de uma ação que pode ser alterada de acordo com as situações apresentadas na realidade de cada turma.

Quando eu faço planejamento, sempre faço o planejamento do semestre todo. [...]. Faço um planejamento em cima dos conteúdos e vejo o que eu vou trabalhar em cada semana com eles. Isso é um planejamento mais amplo e que, logicamente, é uma coisa que muitas vezes é mutável, ou seja, eu tenho que alterar em função de uma série de situações (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Diante dos aspectos abordados na categoria Planejamento, é possível discriminar alguns recursos do professor Carlos, tais como o uso de livros e a adaptação de materiais propostos por seus pares. Também se nota que o docente aprecia a troca de ideias e as discussões relativas a práticas de ensino. Além disso,

suas falas refletem sua flexibilidade no ajuste de seus documentos didáticos ao contexto das situações de ensino.

Na categoria 2, denominada “Matemática”, que contém 19,93% dos segmentos textuais, avaliam-se aspectos relativos às diversas realidades encontradas no curso de Matemática enquanto professor formador expressos pelo professor Carlos na entrevista. Na Tabela 28 encontram-se os termos associados a essa classe, com sua respectiva frequência e valor de qui-quadrado e significância.

Tabela 28 – Categoria 2: “Matemática”

Palavra	Frequência	χ^2	p-valor (gl=1)
Matemática	14	28,57	< 0,0001
Dia	8	23,45	< 0,0001
Procurar	6	19,47	< 0,0001
Plano	4	16,30	< 0,0001
Conteúdo	7	13,71	0,00021
Conversar	6	12,73	0,00036
Forma	11	12,22	0,00047
Dinâmica	3	12,18	0,00048
Livro	3	12,18	0,00048
Resultado	3	12,18	0,00048
Lembrar	3	12,18	0,00048
Atingir	5	11,93	0,00055
Vir	4	8,39	0,00376
Horário	4	8,39	0,00376
Aluno	15	7,71	0,00548
História	3	7,71	0,00548
Turma	10	6,93	0,00848
Disciplina	12	5,16	0,2361
Competência	3	5,12	0,2361
Preparar	2	4,15	0,0416
Estudar	2	4,15	0,0416
Dever	2	4,15	0,0416
Reclamar	2	4,15	0,0416
Ajudar	2	4,15	0,0416

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Nessa categoria, o termo “matemática” é encontrado invariavelmente se referindo ao curso de formação em Licenciatura em Matemática. Dessa forma, é possível analisar algumas das formas metodológicas adotadas pelo professor Carlos em sua prática enquanto formador, nas diversas disciplinas em que atua. Os termos destacados na tabela auxiliam a entender a prática pedagógica de Carlos.

Então no meu caso, eu não posso ficar só focado na disciplina. Estatística é uma forma de trabalhar. Eu como sou professor das outras disciplinas que são as de cálculos, eu vejo que eu também tenho que trabalhar diferente. Tanto a Estatística de uma forma, como os cálculos de outra. Eu dou aula de história da matemática e tem que ser uma forma totalmente diferente (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Os termos “conteúdo” e “competência” se referem ao currículo dos cursos propriamente ditos – o que precisa ser ensinado. A partir do planejamento do professor, ele elenca uma série de habilidades/competências que serão potencializadas por meio do ensino de um determinado conteúdo. Conforme expressou, Carlos busca as competências mais amplas da disciplina, dando ênfase aos conteúdos que têm essa relevância.

O que o aluno vai aprender, o que a gente chama de habilidades, competências. Habilidade é competência, vamos chamar. Então esse conteúdo vai atingir essa habilidade e essa competência. Então esse conteúdo vai atingir uma habilidade simples, então essa eu não vou dar tanta ênfase, não que não seja necessário, mas procuro aquelas que vão dar as competências mais amplas da disciplina (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Os termos “aluno” e “conversar” expressam a visão dialógica de aula do professor em constante diálogo com os/as estudantes e observando suas reações aos conteúdos com a finalidade de verificar se estão entendendo ou não.

Essa facilidade que a gente tem em sala de aula de conversar com os alunos, tirar dúvidas, sentir as dúvidas, esse sentir é muito importante, de você olhar, eu olho assim: – ‘Tu tá com cara de que não entendeu –; – ‘Eu fiquei com dúvida naquele sisteminha ali’ –; ‘então vamos lá’...’; ah tá, agora eu entendi’ (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Essa necessidade de dialogar e centrar seus métodos nas reações dos/as alunos/as ficou prejudicada durante o ensino remoto emergencial, situação em que poucos/as estudantes abriam a câmera e Carlos não conseguia ter uma visão quanto a dúvidas individuais ou se os objetivos da aula haviam sido alcançados.

Em sala de aula, eu consigo ver os alunos, então, isso para mim é muito importante, eu estar explicando, até para você saber, isso não deu certo, vocês não entenderam, vamos fazer de novo, eles não perguntaram nada, mas tu olha (sic) para eles e você sabe que não entendeu, então tu vai lá e pega mais um exemplo. – ‘Isso aqui é um outro exemplo, assim, assim e assim’. – E tu está fazendo com eles e perguntando para eles. [...] No online você não sabia se o aluno estava te ouvindo, olhando ou não. Não tinha como saber. Aí tu já fica (sic) preocupado com isso. Não é como sala de aula que tu fala e olha (sic)... e – ‘Entendeu, alguma dúvida?’ –. Ali tu fala (sic) – ‘Pessoal, entenderam? Alguém tem alguma dúvida?’ –. E ninguém responde nada. Estão prestando atenção ou não (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

A palavra “preparar” indica a preparação de atividades que, em certa medida, promovem a dinâmica da aula, tais como as apresentações em *slides*, que se tornaram comuns nas aulas do professor Carlos a partir da pandemia, mas que, hoje, sua compreensão é de que agilizam as aulas. A organização dos slides contempla

exemplos não resolvidos, os quais o professor explica durante a aula expositiva, fazendo com que o/a aluno/a escreva e acompanhe os raciocínios.

Outra forma de preparação das aulas de Carlos é a sala de aula invertida, metodologia em que o conteúdo e as instruções são estudados antes de o/a aluno/a frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas, como resolução de problemas e discussões (Valente, 2014).

Eu fiz uma sala invertida, ou seja, eles leram tal assunto, eu começo a explicar e faço perguntas, foi diferente, não foi simplesmente eu explicar. São formas, são didáticas ou tecnologias que você vai utilizar para tua aula (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Contudo, percebe-se nas falas de Carlos que ele acredita na eficiência dos métodos baseados em aula expositiva: *“Não faz os exemplos, não passa já resolvido para eles, dá o exemplo. Resolve com eles no quadro. Sempre cobrando a participação”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Além disso, na sua visão, a ideia do copiar do quadro tem relevância à aprendizagem dos/as estudantes, como mostra o seguinte excerto:

Eu gosto de dar o geral e agora vamos trabalhar com o detalhado aqui no quadro, para os alunos participarem, para eles copiarem. Até interessante isso, porque ontem eu estava dando aula, aula de Cálculo I, fazendo uma revisão lá de ensino médio, para eles. Todo o semestre eu tenho material pronto que eu dou para eles, mas dessa vez eu vou fazer diferente, vou passar no quadro e eles vão copiar (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Esse aspecto revela invariantes operatórios do professor – o/a aluno/a aprende mais copiando. Esse procedimento associado à aula expositiva é sustentado pela forma com que Carlos costuma estudar, com base em aulas da disciplina em outras universidades.

Eu assisto muitas aulas, principalmente da USP, da UNICAMP. Tu entras lá e você consegue assistir as aulas e tu vê como é interessante. Até de fora do Brasil eu assisto de algumas universidades, dos Estados Unidos e da Inglaterra e continuam sendo no quadro escrito, no quadro e giz. O professor falando e passando..., lógico que foi uma aula mais dinâmica, o professor falando, botando no quadro, mas escrevendo, continuando a fazer daquela mesma forma nossa antiga lá, que era quadro e giz (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

A categoria 2 mostrou o entendimento do professor sobre aspectos de conteúdos, competências e habilidades para o curso de Matemática. Também auxiliou na interpretação de alguns de seus invariantes operatórios que se manifestam na

preparação de suas aulas, como seu apreço pela dialogicidade e por aulas com registros no quadro. Essas perspectivas são particularizadas quando analisamos as atividades propostas nas aulas.

Na categoria 3, denominada Aula, que contém 55,52% dos segmentos textuais, avaliam-se aspectos relativos à dinâmica de uma aula, expressos pelo professor Carlos na entrevista. Na Tabela 29 encontram-se os termos associados a essa classe, com sua respectiva frequência e valor de qui-quadrado e significância.

Tabela 29 – Categoria 3: “Aula”

Palavra	Frequência nos segmentos de texto	χ^2	p-valor (gl=1)
Resolver	22	19,13	< 0,0001
Entender	13	10,92	0,00095
Mostrar	13	8,32	0,00392
Sala	22	8,15	0,00429
Falar	27	7,57	0,00592
Pergunta	9	7,45	0,00634
Exercício	11	6,63	0,01
Deixar	11	6,63	0,01
Conseguir	15	6,03	0,01409
Avaliação	10	5,81	0,01596
Quadro	9	4,99	0,02545
Prova	6	4,91	0,02666
Explicar	11	4,67	0,03062
Dizer	24	4,49	0,03419
Aprender	8	4,19	0,04058
Internet	8	4,19	0,04058
Questão	5	4,08	0,043341
Excel	5	4,08	0,043341
Tirar	5	4,08	0,043341
Pedir	5	4,08	0,043341
Levar	5	4,08	0,043341

Fonte: dados de pesquisa (2024).

Os termos que qualitativamente representam a dinâmica da aula, nessa categoria, são: “resolver”, “entender”, “sala”, “explicar” e “exercício”. Esses termos exprimem quais são as ações do professor para ensino dos conteúdos curriculares e com objetivos formativos do/a futuro/a professor/a de Matemática.

Assim, o termo “resolver” está associado à prática do professor Carlos, de resolver exemplos no quadro, também destacada na categoria 2: “[...] *eu gosto de resolver os exemplos no quadro. Não gosto de dar ele resolvido para o aluno*” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

O termo “entender” se relaciona à perspectiva questionadora do professor, pois ele percebe que a forma como uma resposta do/a aluno/a é recebida pelo professor reflete em uma situação de aprendizagem ou até em uma possibilidade de bloqueio

às futuras participações desse/a estudante. Carlos exemplifica a situação por meio de um diálogo em aula relativo à interpretação do coeficiente a , da equação de segundo grau:

O a é positivo. O que isso significa? – ‘Ah professor, ela é crescente’ –. Aí fiz o desenho da parábola e disse: – ‘Ela é crescente aqui?’ –. – ‘Não’. – E aqui? – Sim. Então o que o a define? – ‘O a só define se ela é para cima ou para baixo. – Ah, exatamente! (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Carlos fala que o objetivo desses questionamentos é que o/a aluno/a entenda que não falou algo totalmente errado, mas que precisa refinar suas conclusões, revendo seus conceitos sobre um dado assunto. Isso, conforme reflexões do professor, repercute em “aprender.”

O termo “explicar” indica outro aspecto da aula do professor Carlos que é a aplicabilidade dos conteúdos. Sua experiência técnica na área industrial possibilita mostrar muitos exemplos práticos em relação a conteúdos e onde serão aplicados: *“Eu busco mais a aplicabilidade daquilo que está explicando para eles”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Com relação ao uso do termo “sala”, além de indicar uma expressão que define um grupo de alunos/as pelo professor, relaciona-se, também, à explanação do professor formador quanto a artifícios e metodologias que podem ser utilizados nas futuras aulas dos/as estudantes, como pode ser observado no trecho a seguir.

Mas eu explicava para eles que isso é importante para quando forem para sala de aula e explicarem, usar este artifício aqui ou essa metodologia. Isso são recursos que na hora você tem que saber utilizar, para quando vocês vão para sala de aula. Tudo o que a gente está vendo aqui, é para quando vocês tiverem em sala de aula. Para vocês pegarem o que vocês acham que é interessante, usarem e tem coisas que eu vou falar aqui, que vocês vão achar que não é interessante (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Outra situação refletida em suas falas é o uso da problematização, entendida pelo professor Carlos como um exercício inicial que permite a contextualização do conteúdo: *“O objetivo é esse, você dar um problema inicial, um exercício problema, que chame atenção deles – ‘Como vou resolver isso?’ – Tu vai (sic) ver lá na frente, eu vou mostrar para vocês”* (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Assim, o entendimento de uma aula para o professor Carlos perpassa uma aula expositiva, incluindo o questionamento e a problematização como métodos de ensino. Além disso, o professor formador, mesmo em disciplinas cujo conteúdo não seja do contexto pedagógico, busca também informar sua aplicabilidade, além de artifícios e

metodologias que podem ser utilizadas em sala de aula pelos/as futuros/as professores/as. As atividades que compõem a aula do professor Carlos são analisadas na próxima sessão.

7.5.4 As aulas observadas

Durante a investigação foram observadas aulas da componente curricular de Probabilidade e Estatística, ministradas pelo Professor Carlos, referentes a três semestres letivos em um curso de Licenciatura em Matemática. O acompanhamento se deu no segundo semestre de 2021 (ensino remoto emergencial – 24 aulas); no primeiro semestre de 2022 (ensino presencial – 14 aulas de 50 min cada) e no segundo semestre de 2022 (Ensino presencial - 2 aulas de 50 min cada). Ressalta-se que os recursos utilizados pelo professor para ensino, os quais se baseiam principalmente na forma de *slides* e listas de exercícios, também foram considerados na análise, além de conversas na Universidade e mensagens eletrônicas.

As aulas do primeiro semestre foram realizadas na Plataforma Moodle de forma síncrona. Os *slides* utilizados, bem como atividades, eram disponibilizados após as aulas para realização de atividades e exercícios de modo assíncrono. O professor manteve uma dinâmica que considerava o primeiro momento da aula para tirar dúvidas, tecer comentários extras à aula anterior e realizar informativos sobre o andamento das aulas, como datas de avaliações e similares.

O professor usava os próprios *slides* como quadro para a resolução dos exercícios, demonstrações e exemplos do conteúdo. Os estudantes interagiam pouco durante essas aulas. Não costumavam abrir câmeras, uma vez que prejudicava a conexão e algumas vezes escreviam suas dúvidas no *chat* ou usavam o microfone. A Figura 100 mostra uma dessas aulas.

Figura 100 – Aula 02 do período de ensino remoto emergencial

Fonte: acervo da autora (2024).

A organização do Moodle foi similar nos três semestres acompanhados, com a inserção de atividades e *slides*. O primeiro semestre diferiu pela presença também das aulas gravadas e disponibilizadas. Os alunos eram autorizados durante o período remoto a acompanhar a disciplina de forma assíncrona, não havendo a obrigatoriedade de assistir às aulas em tempo real, prejudicando a interação. Sobre isso, Carlos comenta:

Eu acho que o principal foi essa interação que não houve, a interação quase nula. [...]. Eu acho que tinha três, quatro alunos que perguntavam bastante durante as aulas, mas de uma turma de 40, 50 alunos, que tinha... porque no remoto era assim, tinha um monte de aluno, pois todos queriam fazer. Porque como não tinha falta, eles poderiam estar em várias disciplinas no mesmo horário, que não ia fazer diferença para ele, porque ele não ia ter faltas em nenhuma delas e depois assistia as aulas gravadas, que era esse o objetivo (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Na pesquisa de Feitosa *et al.* (2020), a interação é compreendida como a principal dificuldade nas relações de ensino-aprendizagem durante o período remoto. Os autores mostram em depoimentos de estudantes que muitos/as deles/as sentiam-se inibidos/as a participar e tirar dúvidas, além da concentração, que também foi afetada.

Porfírio *et al.* (2018) acreditam que o problema da falta de interação poderia ser amenizado se os/as professores/as utilizassem recursos digitais variados que incentivassem, nos/as alunos/as, um sentimento de acolhimento e de proximidade entre todos. Nesse estudo de caso, Lívia cita, na entrevista, que alguns/mas

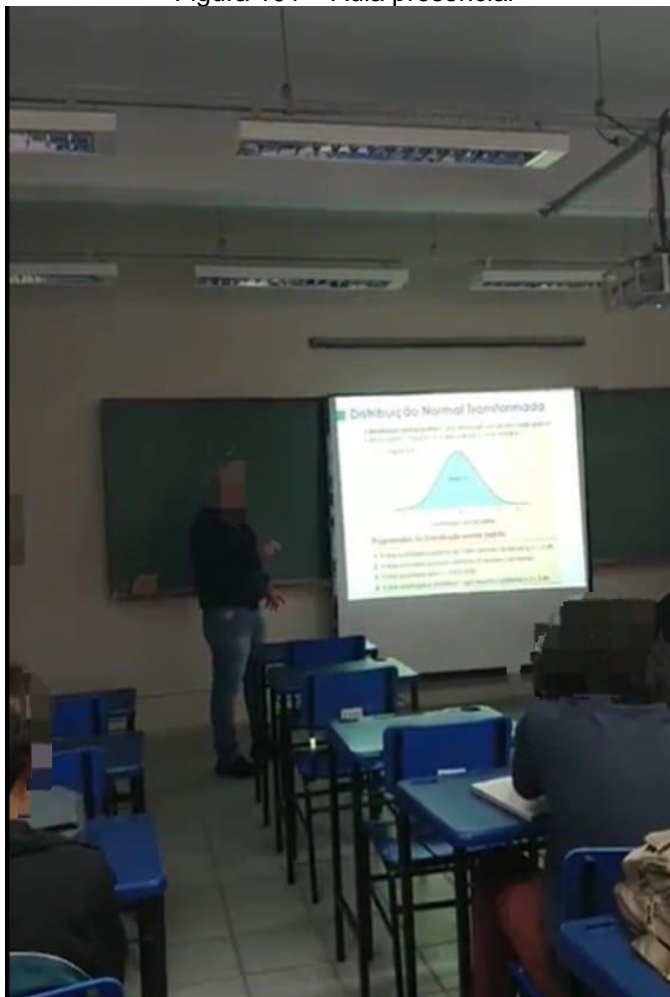
professores/as do curso criaram salas virtuais nas plataformas que a Universidade utilizava apenas para conversar, sem fins de conteúdo. Isso era utilizado por alunos/as entre si e por professores/as.

No retorno à presencialidade, o professor usou a plataforma Moodle como um repositório de materiais para os/as estudantes, como também de entrega de alguns trabalhos. Os *slides* que continham exemplos eram disponibilizados sempre após a aula, pois, naquele momento, o professor os resolvia e discutia os resultados com a turma.

Sempre que eu posto no Moodle para eles, está toda aula com os exemplos resolvidos. Mas eu resolvo com eles em sala. Então eu aproveitei de lá para cá também, daí tu faz algumas modificações, que tu consegues fazer em sala de aula um pouco diferente também. Na época que era online, você tinha que estar ali falando e apresentando para eles. Enquanto em sala de aula você consegue pegar um outro exemplo, o que você não conseguia fazer online (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Foi possível observar que o professor Carlos apresenta diferenciais em sua maneira de lecionar em relação às aulas remotas e às presenciais. Tais diferenciais são a empatia e o diálogo. Na aula remota, ele não conseguia estabelecer uma relação amistosa e aberta ao questionamento da mesma forma que realiza na presencialidade, na qual suas falas e interações com a turma são muito diversas e incluem a utilização de exemplos do cotidiano, da indústria, de fenômenos físico-químicos ou mesmo de filmes e jogos, sendo muito diferentes das apresentações neutras e padronizadas que realizou no período remoto. É possível inferir que essa relação dialógica com a turma também é um recurso de ensino, uma vez que os/as estudantes, das turmas participantes da pesquisa, citam essa relação que ele estabelece como um dos fatores que melhoram sua aula. A Figura 101 ilustra uma aula típica presencial do professor Carlos, com a utilização dos slides e do quadro para complementar as explicações.

Figura 101 – Aula presencial



Fonte: acervo da autora (2024).

A reação dos/as alunos/as do remoto para o presencial também mostra que essa diferença na relação professor-aluno/a é uma marca importante na didática de Carlos. A participante Aline observa que ele a inspira pela forma como explica e como mostra novos conhecimentos. Já Francisco fala da importância “[...] dessa abertura com os alunos e não ficar engessado lá no quadro. Eu acho que essa postura de ter esse contato com o aluno, isso inspira, de fato inspira como professor” (Francisco, dados de Pesquisa, 2024).

Brait *et al.* (2010) defendem que as relações humanas são complexas, mas são elementos fundamentais na realização comportamental e profissional de um indivíduo. Enfatizam que a relação professor/a-aluno/a tem potencialidades no desenvolvimento do comportamento, uma vez que a educação é um elemento de agregação social. Isso posto, considera-se que as atitudes dialógicas do professor Carlos permitem aos/às alunos/as desenvolverem confiança para questionar e refletir sobre as

problematizações propostas por ele. Além disso, tratando-se de um curso de formação de professores/as possibilita aos/às estudantes entenderem o valor do diálogo e da afetividade para a aprendizagem.

Durante o acompanhamento, o professor informou 10 palavras que mais representavam para ele o ensino remoto emergencial por meio de um *link* do *Mentimeter*. As palavras, indicadas no diagrama da Figura 102, revelam reflexões sobre os processos de ensino-aprendizagem naquele período.

Figura 102 – Diagrama sobre o ensino remoto



Fonte: acervo da autora (2024).

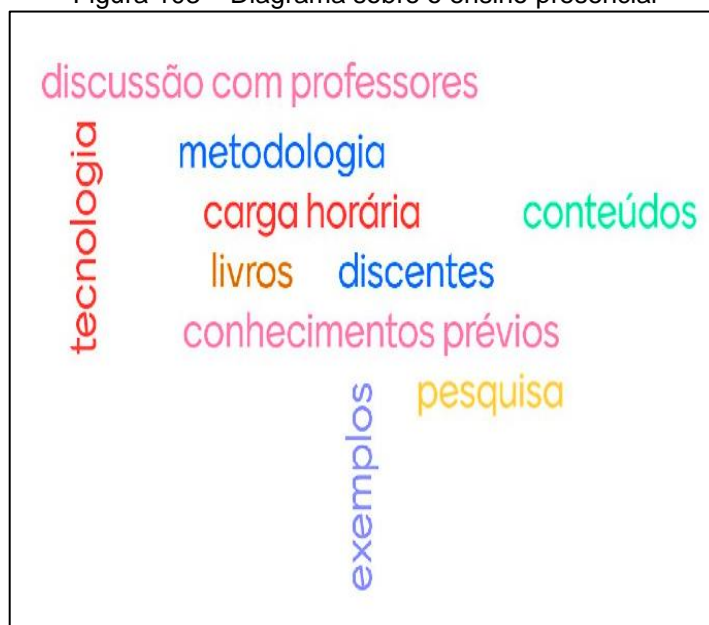
Na Figura 102, observa-se uma sequência de termos que representam problemáticas enfrentadas durante o ensino remoto emergencial, tais como, “falta de concentração”, “conflitos”, “aprendizagem deficiente” e “isolamento”. Outras representam modificações citadas pelo professor em seu sistema de recursos, como “avaliação” e “planejamento”. Em termos de estrutura, o professor lembrou de “tecnologia”, “espaço físico” e “internet”. Mas, acima de tudo, podemos observar a palavra “esperança”, uma necessidade premente no período pandêmico, já lembrada por Freire (1992, p. 110-111):

É preciso ter esperança, mas ter esperança do verbo esperar; porque tem gente que tem esperança do verbo esperar. E esperança do verbo esperar não é esperança, é espera. Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir.

O mesmo processo foi repetido para suas concepções sobre o ensino presencial, ou seja, a inserção de 10 palavras no *link* do *Mentimeter*. Mesmo com o

professor mantendo os recursos de apresentação e listas de exercícios muito próximos ao ensino remoto, há diferenças quanto às interações, como em “discussão com professores” e “discentes”. Além disso, termos como “conhecimentos prévios” e “exemplos” revelam a possibilidade de melhor conhecer o/a estudante e suas necessidades, quando o professor percebe que precisa explicar de outro modo ou usar mais exemplos (isso foi discutido nas conversas durante o acompanhamento). Os demais temas refletem melhora nas condições do curso, como “carga horária”, “conteúdos”, “tecnologia”, “livros” e “pesquisa” (Figura 103).

Figura 103 – Diagrama sobre o ensino presencial



Fonte: acervo da autora (2024).

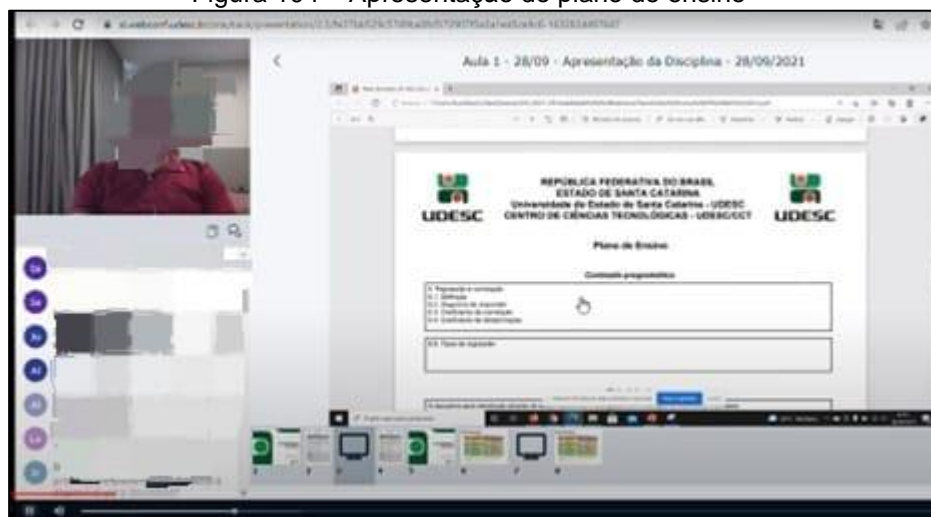
Na próxima seção, os documentos didáticos do professor Carlos, bem como suas regras de ação e invariantes operatórios, são discutidos. Nessa discussão, são interrelacionados as observações, os arquivos das aulas coletados, as entrevistas e demais momentos de investigação.

7.5.5 RECURSOS DIDÁTICOS

A análise dos recursos didáticos do professor Carlos partiu dos planos de ensino da disciplina de Probabilidade e Estatística para os três semestres observados. Na primeira aula, o professor, invariavelmente, apresentou o plano de ensino utilizando *slides*. A Figura 104 mostra a aula inicial do semestre 2021-1, que foi

realizado na forma *online*, tendo em vista a ocorrência do ensino remoto emergencial. A figura em questão mostra o momento em que o professor explicava como ocorreriam as aulas, quais conteúdos seriam explanados e, com mais detalhes, como seria a avaliação.

Figura 104 – Apresentação do plano de ensino



Fonte: acervo da autora (2024).

Nessa mesma aula, o professor abordou o entendimento que possui da disciplina no contexto da Licenciatura em Matemática: “[...] *a disciplina auxiliará no entendimento de algumas outras disciplinas e no trabalho de conclusão de curso*” (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Ele também abordou que o contexto dos conteúdos é muito similar a outras licenciatura e cursos de graduação em geral. Dessa forma, ele não se refere à importância da disciplina para a formação do/a educador/a matemático/a. Para a análise do plano de ensino foram considerados os objetivos de ensino, conteúdos, metodologia, avaliação e referenciais bibliográficos sugeridos.

No contexto dos três semestres não há diferenças entre os objetivos gerais e específicos entre os três planos de ensino, percebendo-se uma busca por tornar a disciplina mais genérica. Esse padrão vem de uma tendência histórica de considerar a Estatística como uma disciplina “de serviço”, que possibilita a ocorrência de processos científicos em outras áreas (Bayer *et al.*, 2009) e na própria gestão curricular pela universidade, uma vez que uma mesma disciplina pode servir para mais cursos (Figura 105).

Figura 105 – Objetivos do plano de ensino

Objetivo geral
Capacitar o aluno para a compreensão e uso de métodos estatísticos na sua respectiva área.
Objetivo específico
<p>O aluno deverá ao final do semestre letivo ser capaz de utilizar os conceitos:</p> <p>a) para a avaliação descritiva de dados;</p> <p>b) para caracterizar o nível de confiança de parâmetros por meio de estimativas;</p> <p>c) validar hipóteses estatísticas de conjunto de dados;</p> <p>d) reconhecer o nível de associação entre variáveis e realizar projeções de cenários com base em metodologias de regressão.</p>

Fonte: acervo da autora (2024).

Nessa mesma linha da não diferenciação entre os semestres, tem-se os conteúdos e os referenciais bibliográficos (Figura 106). Quanto aos conteúdos, o professor, na prática, deu mais ênfase a alguns com mais aplicabilidade no segundo e terceiro semestres, não os relatando, porém, em seu plano de ensino. Quanto aos referenciais, podem estar ligados ao PPC do curso, portanto não devem ser alterados, apenas complementados.

Figura 106 – Referenciais bibliográficos contidos no Plano de Ensino

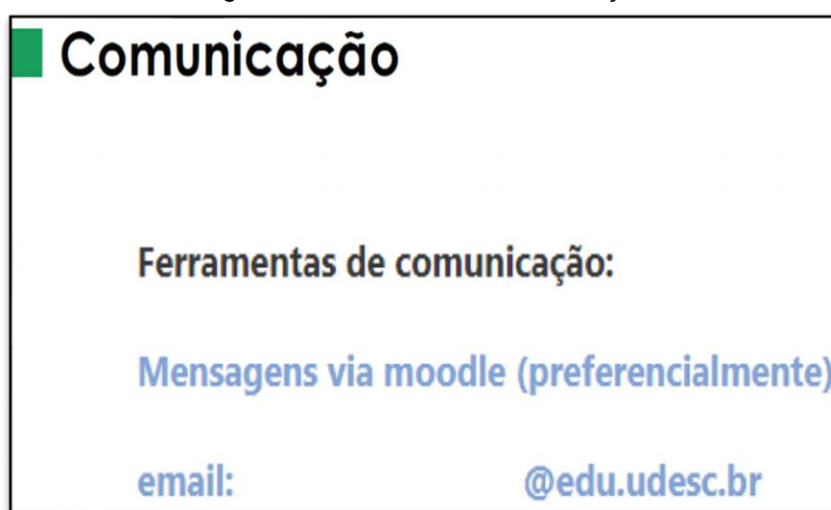
Bibliografia básica
<p>1. BARBETTA, REIS E BORNIA. Probabilidade e Estatística para Cursos de Engenharia e Informática. Editora Átlas, 2004.</p> <p>2. DOWNING, D.; CLARK, J. Estatística Aplicada. 3a Edição. Editora Saraiva, 2011.</p> <p>3. BUSSAB, W. O., MORETTIN, P. A. Estatística Básica. 5a Edição. São Paulo. Ed. Saraiva, 2002.</p>
Bibliografia complementar
<p>1. TRIOLLA, MARIO. Introdução à Estatística. 9a edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005</p> <p>2. LAPPONI, J. C., Estatística usando Excel. São Paulo: Lapponi, 2000.</p> <p>3. SPIEGEL, M. R., SHILLER, J. e SRINIVASAN R. A. Probabilidade e Estatística. 2a Edição. São Paulo: BOOKMAN Companhia Editora, 2004.</p> <p>4. MONTGOMERY, D. C. e RUNGER, G.C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros, 5a Edição. LTC, 2012.</p>

Fonte: acervo da autora (2024).

A avaliação difere no sentido de que as disciplinas do primeiro semestre analisado foram realizadas de forma síncrona, mas não presenciais. Além disso, no segundo e terceiro semestres, o professor diversificou sua forma de avaliar, incluindo apresentações de seminários e produção de vídeos.

Quanto à metodologia, no primeiro semestre, o professor Carlos deu ênfase ao fato de estarem no formato remoto, explicando como seriam as aulas com a utilização do Moodle, especificando como forma de comunicação as mensagens no Moodle e o e-mail institucional. No que tange aos dois outros semestres, ele explicava o cronograma de aulas e como elas ocorreriam, ou seja, em momentos de exposição de conteúdo e de resolução de exercícios. As formas de comunicação continuaram as mesmas, conforme mostra a Figura 107.

Figura 107 – Formas de comunicação



Fonte: acervo da autora (2024).

O professor Carlos utiliza livros e aulas de outros/as professores/as, obtidos na Web ou compartilhadas por seus pares, como recursos para produção de seus materiais. Ele também assiste aulas em universidades como a USP, a UNICAMP e até mesmo estrangeiras, observando as falas e as ações dos/as professores/as.

Quando inicia um novo conteúdo, busca, primeiro, estabelecer conceitos partindo de uma situação problema que passa a ser motivadora para o ensino de um conteúdo, conforme se observa na sua fala exemplificando o conteúdo de Estatística.

Na realidade, o objetivo sempre é começar os conceitos de algum assunto que, lá no final, tu quer (sic) fazer alguma coisa em cima daquilo ali. Por exemplo, vamos pegar a própria Estatística, então: O que é a Estatística? Eu tento trabalhar com eles o conceito do que é cada uma das situações, o que é Estatística, o que é Estatística descritiva, o que é uma pesquisa, para mostrar para eles as etapas todas dessa, para eles entenderem que para fazer uma pesquisa eu preciso saber selecionar minha amostra. Lá, a gente vai ver depois como se seleciona a amostra. E às vezes, antes de começar tudo isso, eu pego um exemplo (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

O professor Carlos tem experiências profissionais com o uso tecnologias diversas, uma vez que trabalhou com projetos de máquinas na indústria, em empresas de tecnologia e, em sua abordagem com os cursos de Engenharia, sempre suscitou exemplos utilitários.

Ele utiliza técnicas envolvendo o Matlab⁵¹, principalmente quando leciona a disciplina de Cálculo Numérico, e teve um ligeiro contato com o Software R. Para Estatística, no entanto, utiliza e procura incentivar os alunos a também usarem o Excel.

Quanto às tecnologias mais frequentes em sua aula, podem ser citadas as apresentações em *Power Point* e a plataforma Moodle. Essa última, como sala de aula, com o uso do BBB⁵², no ensino remoto emergencial, e a primeira como parte integrante de suas aulas, em que exhibe os *slides* para orientar suas aulas expositivas, complementando-os com notas e cálculos no quadro. A Tabela 30 informa quanto ao número de apresentações em cada semestre observado e as temáticas abordadas.

Tabela 30 – Apresentações em *Power Point*

Semestre	Número de apresentações	Temáticas das apresentações
1º semestre 2021-2	11	Probabilidade e Estatística – conceitos; Estatística descritiva; Estatística descritiva; Probabilidade; Probabilidade condicional; Variável aleatória; Distribuição de probabilidades; Distribuição amostral e intervalo de confiança; Testes de hipótese; Análise de variância (ANOVA); Correlação e regressão.
2º semestre 2022-1	10	Apresentação da disciplina; Estatística descritiva; Estatística descritiva; Probabilidade; Variável aleatória; Distribuição Normal; Distribuição Amostral e Intervalo de Confiança; Testes de hipóteses; Análise de variância – ANOVA; Correlação e regressão.
3º semestre 2022-2	10	Apresentação da disciplina; Estatística descritiva; Estatística descritiva; Probabilidade; Variável aleatória; Distribuição Normal; Distribuição Amostral e Intervalo de Confiança; Testes de hipóteses; Análise de variância – ANOVA; Correlação e regressão.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

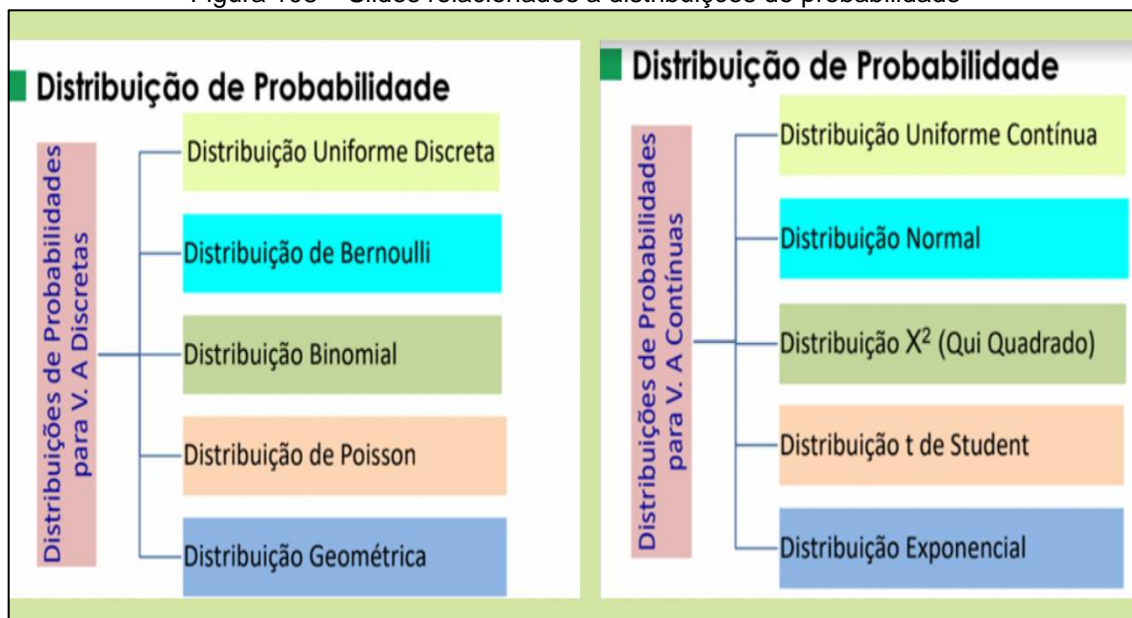
Uma diferença fundamental nas apresentações do professor Carlos está localizada na esfera da Probabilidade. No primeiro semestre observado, o professor fez uma divisão distinta dos conteúdos da disciplina, optando por um maior detalhamento das distribuições de probabilidade, como mostram os *slides* utilizados

⁵¹ Software interativo para cálculo numérico.

⁵² O Big Blue Button – BBB – é uma sala virtual para conferências que possui código livre e permite compartilhamento de áudio, vídeo, apresentações diversas, quadro-branco e chat.

em aula (Figura 108). Isso se evidencia também nas listas de exercícios que serão analisadas à frente.

Figura 108 – Slides relacionados a distribuições de probabilidade



Fonte: acervo da autora (2024).

Como parte do processo de investigação, questionou-se o docente via e-mail sobre sua mudança em termos de conteúdo e listagens de exercícios. Ele informou que refletiu sobre a forma como trabalhou esse conteúdo e que achou necessário valorizar a distribuição normal em detrimento das demais. No entanto, os/as alunos/as, durante o semestre, realizaram um trabalho em vídeo, apresentando, cada grupo, uma das distribuições e compartilhando-a com a turma.

Quando comecei na Udesc, em 2021/2, o processo de ensino ainda estava no remoto. Como eu estava iniciando, achei melhor explicar cada uma das distribuições, tanto as discretas como as contínuas. A partir de 2022/1, as aulas voltaram a ser presenciais e fazendo uma reflexão do semestre anterior, resolvi que, para o assunto de distribuição de probabilidades, os alunos deveriam desenvolver um trabalho onde eles iriam gravar uma aula apresentando as distribuições que foram sorteadas para cada aluno. Já o assunto de distribuição normal, como seria importante para os conteúdos que viriam na sequência, achei melhor eu mesmo explicar (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Outra mudança na perspectiva do conteúdo é que, no ano de 2022, o professor adotou um trabalho final (Figura 109), no qual os/as estudantes aplicavam os conhecimentos estatísticos obtidos na disciplina. Essa foi uma atividade que propiciou

um vislumbre de desenvolvimento do pensamento estatístico por parte dos/as estudantes.

Figura 109 – Trabalho de Estatística Aplicada

1) A tabela a seguir mostra os pesos (em kg) e as respectivas alturas (em cm) de uma mostra de 25 alunos do curso de Licenciatura em Matemática da UDESC. Pedem-se:

(a) Determine a média, a variância e o desvio padrão para as variáveis estudadas.

(b) Escolha um conjunto de dados e crie um diagrama de ramos-e-folhas.

(c) Para esse mesmo conjunto de dados (item b), determine a mediana, quartis e extremos.

(d) Reúna as informações obtidas no item (c) em diagrama BoxPlot.

(e) Determine o coeficiente de correlação linear entre as variáveis.

(f) Encontre a equação de regressão linear.

(g) Calcule o coeficiente de determinação.

(h) Faça um diagrama de dispersão contendo a equação de regressão linear encontrada no item (f).

x: Peso (em kg)	y: Altura (em cm)
65	175
72	168
55	163
90	181
56	163
78	178
62	173
91	168
72	175
62	178
85	172
52	153
53	155
74	175
67	177
62	172
52	167
81	173
95	185
86	179
57	163
88	176
72	168
59	190
61	161

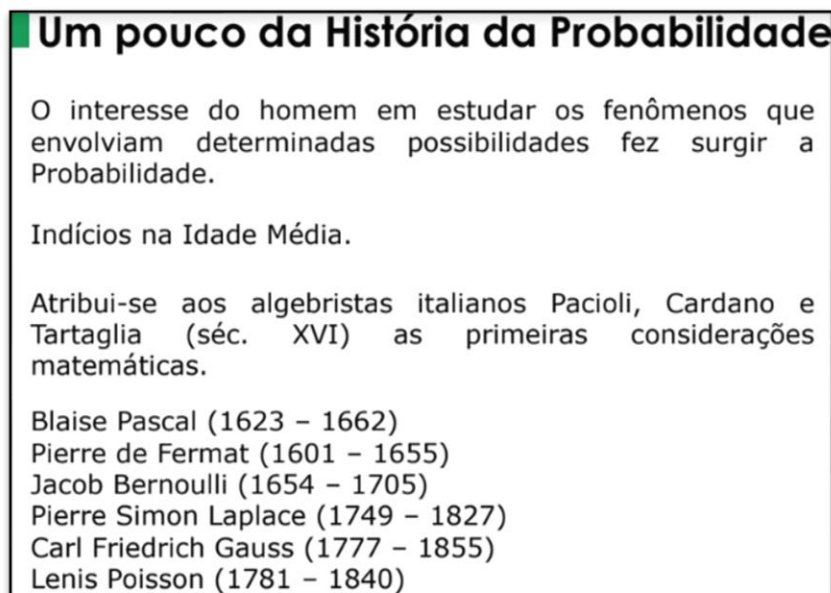
Fonte: acervo da autora (2024).

Faz-se necessário observar que a rotina do professor é apresentar exercícios não solucionados e problemas durante a aula expositiva, resolvendo-os com a turma, e, apenas posteriormente à aula, disponibilizando os *slides* com as resoluções no Moodle. Essas aulas eram organizadas no quadro, mas foram migradas para o *Power Point* por necessidade, durante o ensino remoto emergencial. “*Eu tive que migrar as minhas aulas todas que eu tinha, passar tudo para uma apresentação, aí logicamente como eu gosto de resolver os exemplos no quadro. Não gosto de dar ele resolvido para o aluno*” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Além da diferença quanto ao trabalho com o conteúdo de distribuição de probabilidade, substituído por conteúdos relacionados à distribuição normal, o professor modificou suas problematizações iniciais quando iniciou o ensino de Probabilidade, optando por falar sobre uma aplicabilidade, como o “Problema do

Bode”, que foi utilizado pelo aluno Francisco (seção 7.3.1). Também adicionou conteúdos de História da Matemática (História da Probabilidade e Estatística), como na Figura 110.

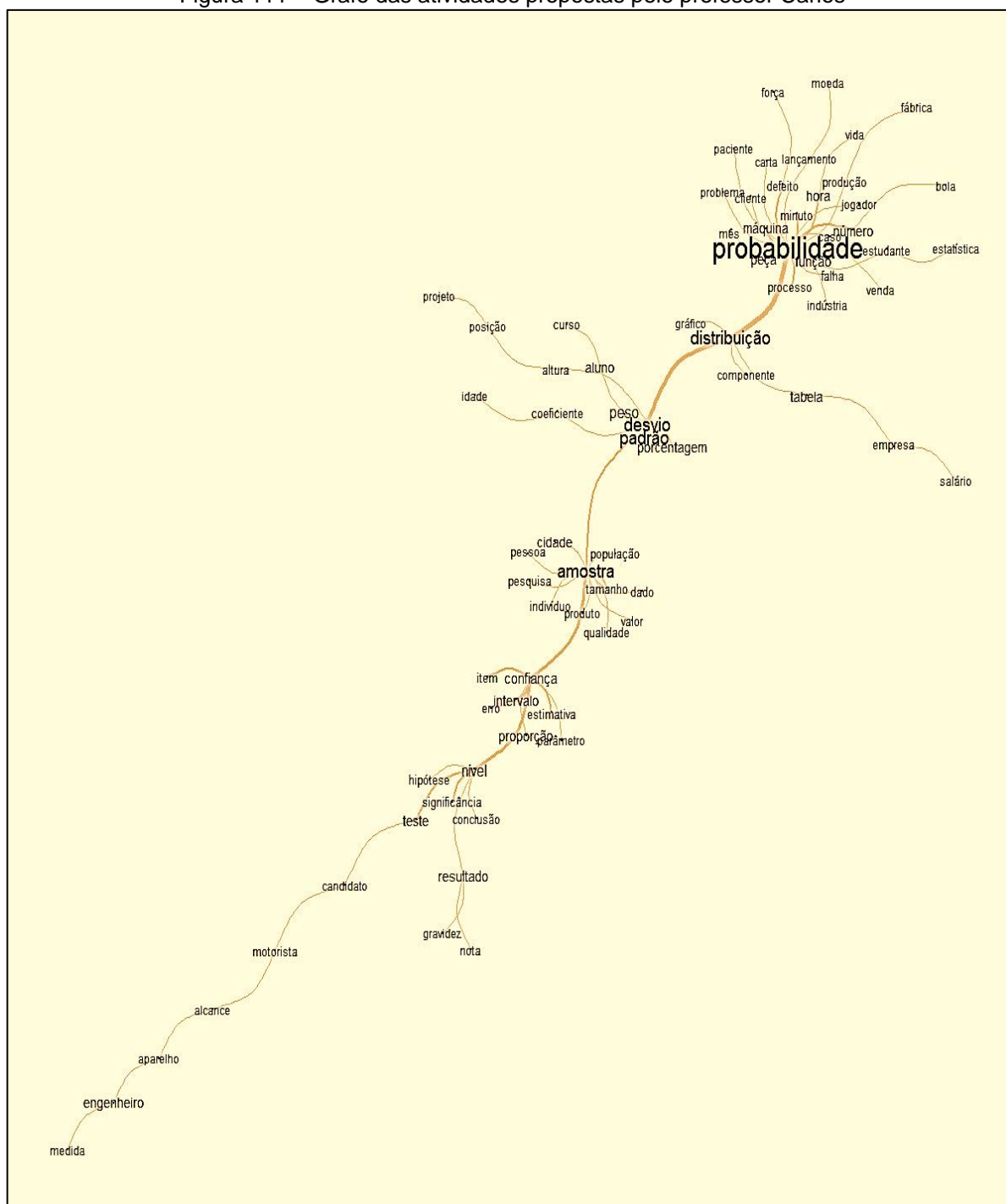
Figura 110 – Slide sobre história da Probabilidade



Fonte: acervo da autora (2024).

As listas de exercícios refletiram essas alterações, sendo ampliados exercícios sobre distribuição normal, além de ser dada maior atenção aos conteúdos de estatística descritiva. Para observação das temáticas empregadas, além dos conteúdos, cada uma das 196 atividades distintas foi incorporada em um *corpus* textual, sendo analisadas via Iramuteq, pela ferramenta análise de similitude, gerando o grafo da Figura 111.

Figura 111 – Grafo das atividades propostas pelo professor Carlos



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Na Figura 111 podem ser observados quatro centros que representam os conteúdos mais frequentes nas listas de exercícios: “probabilidade”, “distribuição”, “desvio padrão” e “amostra”. No centro “probabilidade”, encontramos palavras que remetem a ideias de jogos, como “carta”, “lançamento”, “moeda”, “jogador” e “bola”, referindo-se a uma abordagem clássica no ensino de Probabilidade, que é alusão a

Figura 114 – Exemplo de atividades relacionadas à temática “desvio padrão”

7) Abaixo temos uma tabela de distribuição amostral com as idades de 50 funcionários de uma empresa. Determinar o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Idades	fi	PMi	(PMi - xi)	(PMi - x) ²	Fi.(PMi - x) ²
18 - 25	6				
25 - 32	10				
32 - 39	13				
39 - 46	8				
46 - 53	6				
53 - 60	5				
60 - 67	2				

Fonte: acervo da autora (2024).

Essas temáticas estão associadas, ainda, ao centro “amostra”, que engloba três subconjuntos. No primeiro deles, encontram-se conceitos iniciais de Estatística descritiva, como “população”, “tamanho”, “pesquisa”, e consideram exercícios com temáticas relacionadas às palavras “cidade”, “pessoa”, “indivíduo”, “qualidade” e “produto” (Figura 115)

Figura 115 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 1

1) A tabela abaixo apresenta a quantidade de empregados classificados quanto ao gênero (masculino/feminino) referente a pesquisa realizada em cinco empresas de Joinville. Elabore uma amostra proporcional estratificada com 15% dos funcionários de cada empresa.

Empresas	Número de Empregados	
	Masculino	Feminino
1	750	261
2	49	185
3	1052	212
4	245	932
5	143	362
Total		

Fonte: ACIJ - 2019

Fonte: acervo da autora (2024).

O segundo subconjunto trata de “intervalos de confiança”, trazendo conceitos de “parâmetro”, “proporção”, “estimativa” e “erro”. A situação problema da Figura 116 mostra essa perspectiva.

Figura 116 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 2

- 10.** Com o objetivo de avaliar a aceitação de um novo produto no mercado, planeja-se fazer um levantamento amostral para estimar a proporção de futuros consumidores deste produto.
- a) Qual deve ser o tamanho de uma amostra aleatória simples, que garanta uma estimativa com erro máximo de 5%, ao nível de confiança de 99%?
- b) Efetuou-se a amostragem, conforme o tamanho calculado no item (a), e verificou-se que nesta amostra 200 pessoas passariam a usar regularmente o produto. Construa um intervalo 99% de confiança para o parâmetro de interesse. Interprete o intervalo de confiança.

Fonte: acervo da autora (2024).

O terceiro subconjunto se refere a “testes de hipóteses”, destacando termos relativos a “nível”, “significância”, “resultado” e “medida”, com listas de exercícios associadas a temas do cotidiano, como, “candidato”, “gravidez”, “motorista” e “engenheiro” (Figura 117).

Figura 117 – Atividade relacionada à temática “amostra” / subconjunto 3

- 6.** O tempo de permanência de engenheiros recém-formados no primeiro emprego, em anos, foi estudado considerando um modelo Normal com média e variância desconhecidas. Por analogia com outras categorias profissionais, deseja-se testar se a média é 2 anos contra a alternativa de ser 3 anos. Para uma amostra de 15 engenheiros, a média obtida foi de 2,7 anos e o desvio padrão amostral 1,4 anos. Ao nível de 1%, qual a conclusão do teste?

Fonte: acervo da autora (2024).

A grafo da Figura 111 informa que o conteúdo mais presente nas listas são aqueles ligados à “Probabilidade”, que é o termo mais citado nas listas de exercícios, com uma frequência igual a 143. Os termos seguintes são “média” (83 ocorrências), “amostra” (58 ocorrências) e “distribuição” (50 ocorrências). Assim, pode-se concluir que o professor Carlos, em sua prática de ensino, enfatiza esse conteúdo.

Esse dado revela convergência com aspectos apresentados no Enade, que, nas edições de 2017 e 2021, deu ênfase ao conteúdo de Probabilidade, como foi tratado no capítulo 6. Entretanto, a prevalência de um conteúdo pode tornar o ensino empobrecido em relação à estrutura curricular da Educação Básica, de acordo com a

BNCC (Brasil, 2018 a), como análise de dados, gráficos e tabelas. Nesse sentido, aparentemente, o currículo do curso, e até mesmo o que se exige no Enade, está em dissonância com os saberes estatísticos necessários para as futuras práticas profissionais desses/as docentes. Desse modo, uma revisão da ementa que considere aspectos da Educação Estatística pode superar essa fragilidade.

A própria formação do professor Carlos ilustra essa dissonância, quando este expressou que, em sua licenciatura, não estudou conceitos estatísticos com profundidade e de forma significativa. Quando perguntado sobre como foram suas disciplinas de Estatística, revelou: “[...] a disciplina de Estatística que eu tive, eu não lembro de nada do que eu vi. [...] Eu lembro que [pausa], minha Estatística foi quadro. Eu vi pela primeira vez um software estatístico com a professora daqui”⁵³ (Carlos, dados de pesquisa, 2024). Em sua experiência profissional, não foi oportuno que buscasse esse tema, uma vez que lecionou em grande parte de sua carreira disciplinas de Álgebra e Cálculo, como menciona: “Estatística eu comecei aqui, aqui e no XXX.” (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

Das 196 atividades analisadas, 54 são relacionadas à produção, empresas, máquinas, ao mundo do trabalho e a aspectos da Engenharia. Esse achado pode ser explicado pelas vivências profissionais do professor Carlos, com forte orientação na área técnica (especificamente industrial), atuando em cursos superiores desse ramo e em escolas com esse escopo. Desse modo, há evidências que os recursos de ensino do professor são influenciados por suas vivências profissionais – sendo seus saberes constituídos no chão de fábrica, é natural que essa perspectiva esteja arraigada nas temáticas dos exemplos e em suas listas de exercícios de forma visceral.

Suas inclinações para a Matemática se destacam nos momentos de aula, quando utiliza técnicas, bem como uma linguagem muito cuidadosa e coerente. Também se percebe que é muito confortável para ele o uso de conceitos do cálculo diferencial e integral, haja vista sua larga experiência com essa disciplina. Ele mostra aos/às alunos/as técnicas de Cálculo até mesmo quando leciona História da Matemática.

Como também dou aula de Cálculo II, eu perguntei: – Pessoal, o professor mostrou esse desenho aqui para vocês, assim desta forma? – Não, ele não

⁵³ Ele fala da Udesc.

mostrou. — Então, deixa eu mostrar, olhem, é uma outra maneira de ver esse desenho assim, assim, ponto de máximo, de mínimo [pausa] — Ah, fica muito mais fácil de ver (Carlos, Dados de pesquisa, 2024).

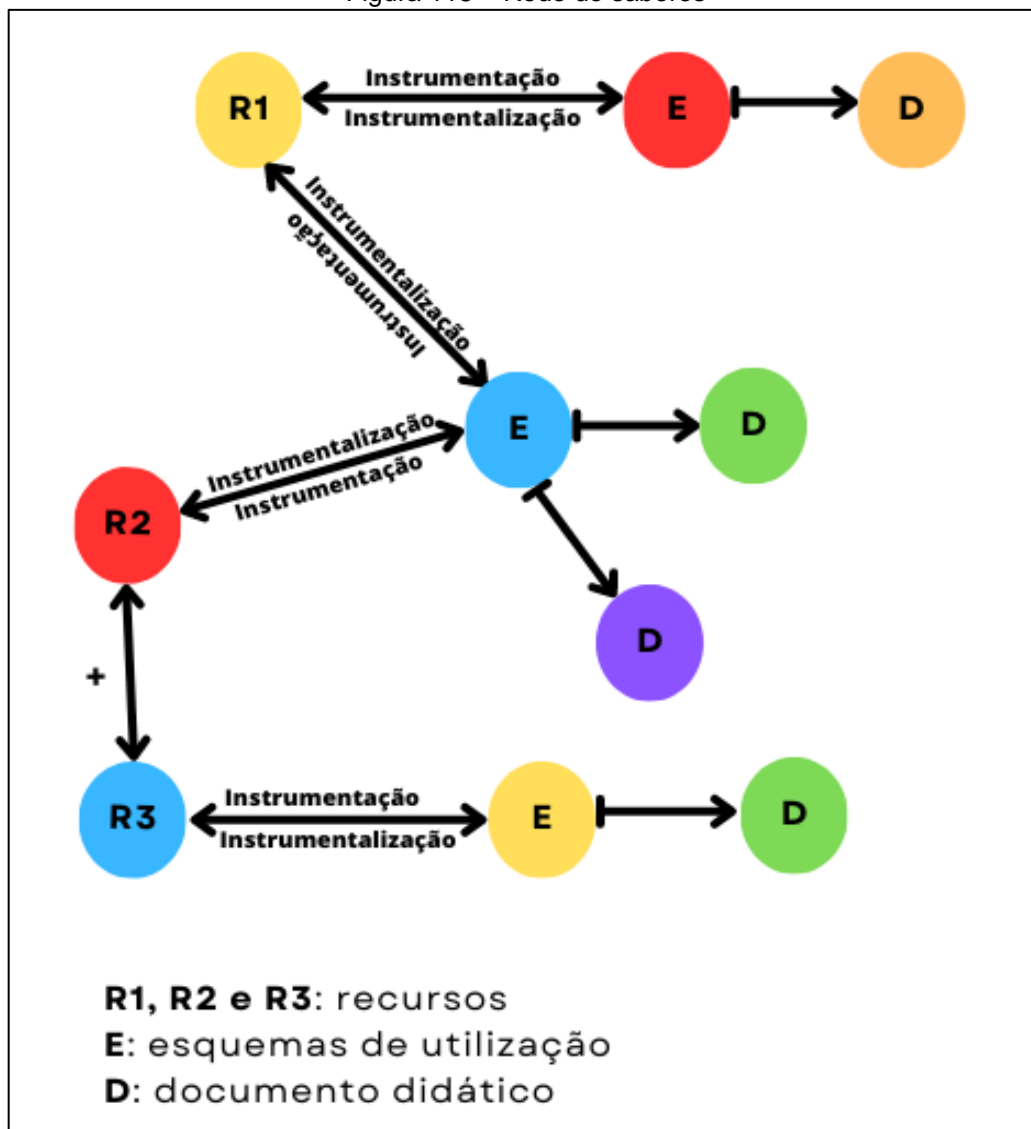
Sua licenciatura no modelo 3 + 1 ofereceu poucas oportunidades de aprendizagem de didática, metodologias de ensino ou áreas de aprendizagem, as quais, como ele mesmo se refere, “*pareciam perfumaria*” para o curso.

Assim, o nome era licenciatura, só que era como se fosse um bacharelado, porque na realidade não havia muito a parte de didática, a parte de psicologia, porque querendo ou não, é importante você conhecer um pouquinho a forma de você atingir um aluno e conhecer vários processos e dizer assim, esse serve, esse não serve (Carlos, dados de pesquisa, 2024).

O seu curso de Mestrado em Educação e Cultura, e o diálogo constante com seus pares, auxiliaram a preencher a lacuna pedagógica, tornando o professor Carlos muito preocupado com sua performance didática. Sua dissertação voltada para a aprendizagem com o uso de tecnologia pode ser considerada uma inovação, uma vez que foi defendida em 2004, quando essa temática não era tão difundida como é na atualidade. No entanto, nas práticas observadas no Curso de Licenciatura em Matemática, na disciplina de Estatística e Probabilidade, não é tão visível esse contexto.

Nesse sentido, quando se considera a gênese dos documentos didáticos do professor Carlos, fica evidente que os fundamentou nas experiências profissionais que teve em sua longa carreira, tanto na indústria, como atuando como professor em cursos de Engenharia. Esse fenômeno da concepção dos recursos é explicado na Figura 118, a qual ilustra a gênese de um documento didático, conforme as abordagens apresentadas na pesquisa e o referencial teórico adotado (Trouche *et al.*, 2020). Assim, um recurso mãe é proposto ao/a professor/a/futuro/a professor/a pela instrumentação, que, por sua vez, modifica o recurso pela instrumentalização, que considera seus esquemas de utilização e que inclui seus invariantes operatórios. O resultado disso é o documento do professor.

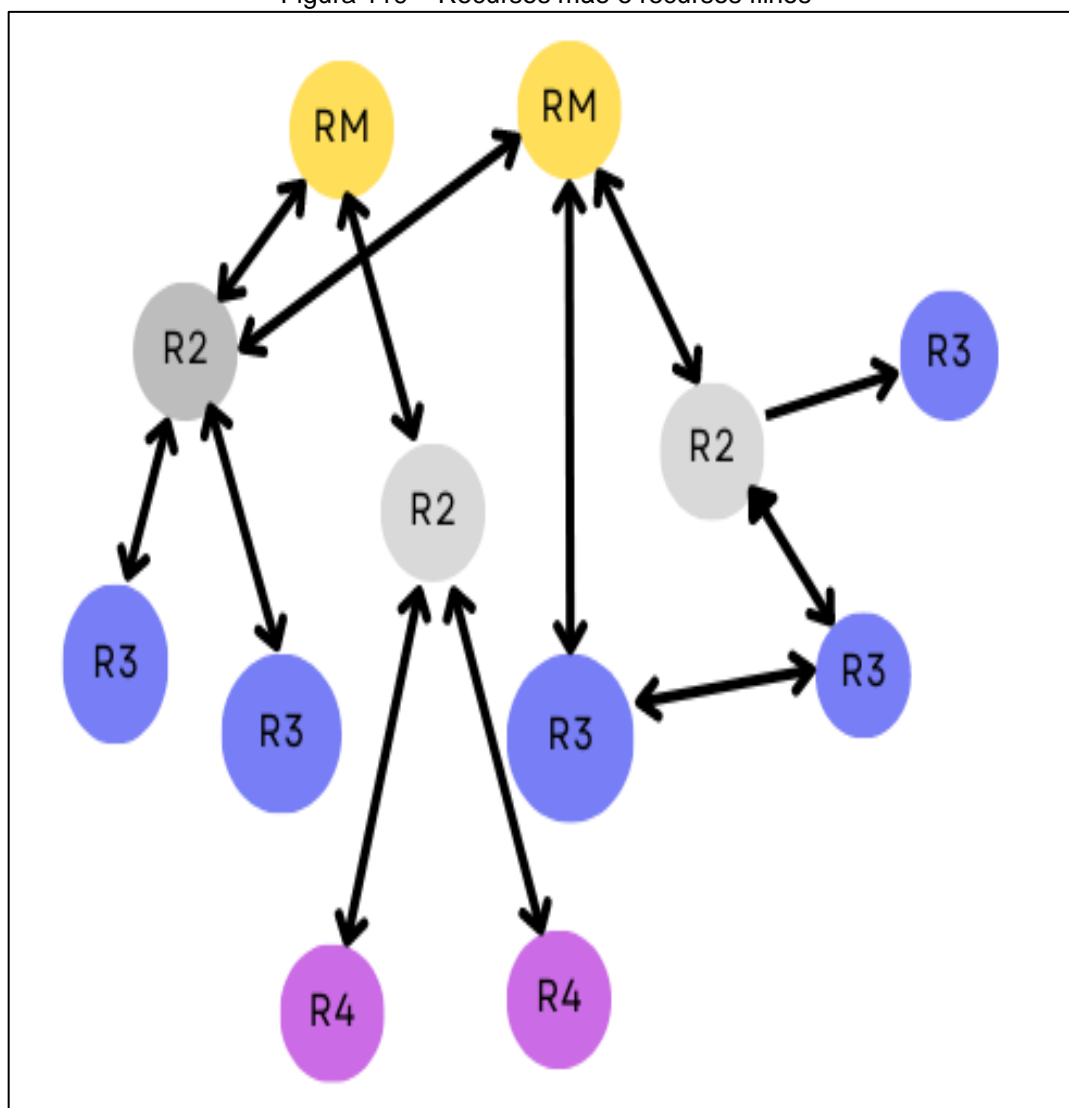
Figura 118 – Rede de saberes



Fonte: elaborada pela autora (2024).

Esse entendimento da gênese documental se dá em rede, em que recursos mãe concebem recursos filhos, e esses, por sua vez, outros recursos filhos, em uma relação dialética de desenvolvimento profissional, conforme mostra a Figura 119.

Figura 119 – Recursos mãe e recursos filhos



Fonte: elaborada pela autora (2024).

As reflexões realizadas com e pelo professor Carlos, e a análise de seus documentos didáticos, dialogicamente construídos ao longo de sua docência, permitem distinguir, em suas ações, saberes e crenças que revelam seus invariantes operatórios, relacionados intimamente aos seus Teoremas em ação, gerando o Quadro 20.

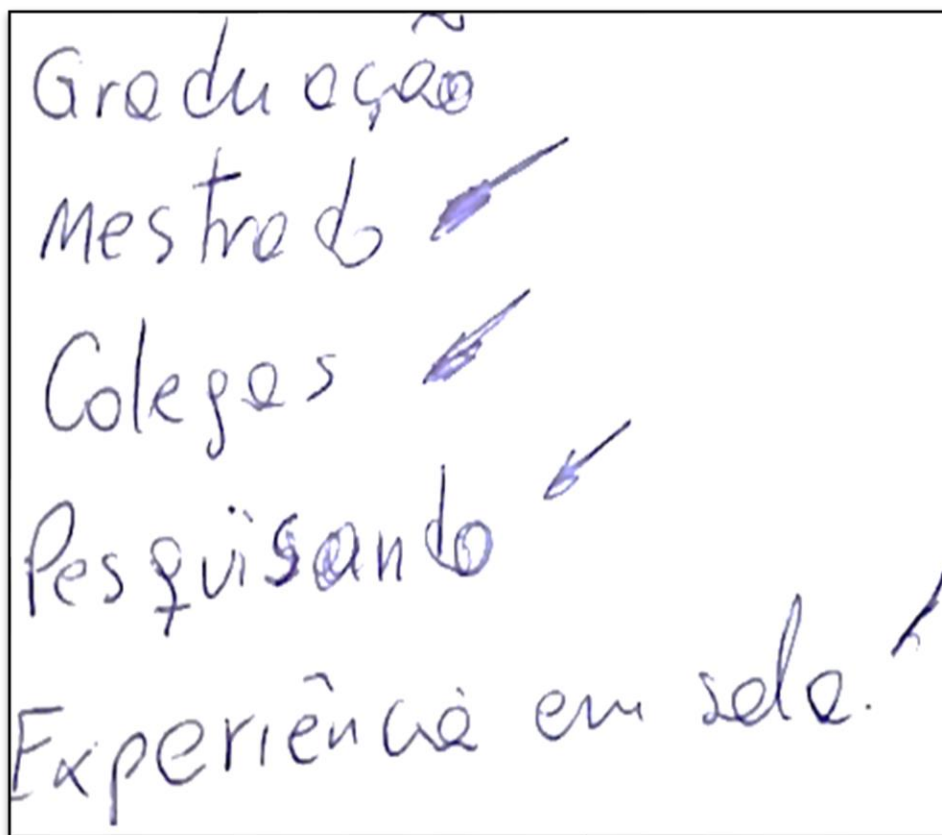
Quadro 20 – Análise dos recursos do professor Carlos

Regras de ação	Teoremas em ação	Invariantes operatórios
As regras de ação do professor formador são determinadas pela ementa e por seu arcabouço experiencial.	Resolução de exemplos com os alunos, usando o quadro.	O aluno precisa acompanhar o desenvolvimento da questão durante a aula.
	Deixar o exemplo em branco nos slides.	O aluno precisa escrever para aprender.
	Realização de 5 a 6 avaliações no semestre.	Não existe receita para avaliar, porém avaliações mais frequentes permitem verificar a aprendizagem em diversos pontos.
	Observação criteriosa à ementa e às regras da universidade.	O tempo pedagógico fica determinado pelo tempo administrativo.
	Diálogo com a turma.	É preciso dialogar com a turma para entender o processo de aprendizagem e agir sobre ele.
	Observação da reação dos alunos.	O olhar dos estudantes e suas reações fornecem informações sobre a aprendizagem.
	Incentivo à participação.	O aluno precisa ter confiança para questionar.
		O aluno falar em aula permite desenvolver segurança no raciocínio.
	Reflexão sobre o método utilizado.	Nem todos os métodos servem para todas as disciplinas ou conteúdo.
	Apresentar o raciocínio e as demonstrações dos algoritmos.	O aluno precisa entender o raciocínio antes de utilizar uma tecnologia.
	Observação de aulas de outros professores na web para construção das próprias aulas.	Cada professor entende uma aula de forma diferente.
	Planejamento de aulas para realização de exercícios e saneamento de dúvidas com o professor e colegas.	É preciso tornar a aula dinâmica com aulas expositivas, atividades e exercícios sendo realizados de forma equilibrada.

Fonte: dados de pesquisa (2024).

A partir das experiências relatadas, o professor indicou que seus sistemas de recursos são baseados na sua formação, na conversa e na reflexão com seus pares e nas próprias experiências em sala de aula, conforme expôs na Figura 120.

Figura 120 – Meios de instrumentalização do professor Carlos



Fonte: acervo da autora (2024).

Seus principais instrumentos de formulação dos recursos são livros e aulas obtidas na web ou com seus pares, conforme ele relata em seu registro e nas entrevistas realizadas. A tipologia difere de acordo com a disciplina que está conduzindo. Ainda, considera as experiências que já teve em sala de aula para adaptações e elaboração de novos documentos. Sua aula pode ser considerada um laboratório em que práticas são adotadas e avaliadas com parâmetro na aprendizagem de seus/suas estudantes. A próxima seção traz algumas reflexões sobre o exposto no estudo de caso.

7.6 REFLEXÃO ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DOS SABERES DOCENTES

Neste estudo, a prática docente é interpretada como a trajetória documental do professor, a qual destaca as experiências do sujeito e questiona dois aspectos: do que ela é feita? – isto é, quais são os eventos vividos pelo sujeito, quais os recursos a que ele teve acesso, as pessoas que conheceu, entre outros; e quem constrói essa experiência? – que reflete como os eventos são vividos. (Rocha, 2021). Isso pode ser

percebido quando se retrata os diversos cenários produzidos pela investigação reflexiva, seja com relação ao professor formador ou quando se avalia os/as licenciandos/as e suas experiências desde a Educação Básica, nos projetos dos quais fizeram parte e nas disciplinas que cursaram.

A investigação realizada favoreceu a ideia de que os saberes docentes (especificamente os de Estatística) provêm de naturezas diversas, que podem ser sociais, históricas, de formação profissional, de livros e de recursos didáticos e das próprias vivências profissionais. Contudo, sobressai o entendimento de que a formação inicial – ou seja, os cursos de licenciatura – deve oportunizar, ao/à futuro/a docente, a instrumentação necessária para suas primeiras vivências profissionais. Nesse sentido, os recursos apresentados aos/às licenciandos/as se transformam em documentos didáticos (Trouche *et al.*, 2020), de forma a consolidar saberes profissionais docentes – especialmente o conhecimento do Conteúdo Específico, Conhecimento Pedagógico e Conhecimento Curricular (Shulman, 1986). Segundo Messaqui (2019), a tipologia que propõe Shulman ajuda a compreender que tipos de conhecimento são mobilizados em situações de interação com recursos.

Na perspectiva da ADD, os recursos do professor se caracterizam por uma dialética pedagógica em espiral (Trouche *et al.* 2020), constituída por saberes que vão se modificando e que marcam o desenvolvimento profissional docente. Quando o professor Carlos diz que nem todos os métodos são úteis a todas as situações, está implícito que as metodologias que conheceu em sua formação, em seus estudos e no diálogo com seus pares, precisam ser coerentes com a realidade educacional. Significa dizer que os esquemas de utilização são paralelos à intencionalidade pedagógica docente.

No curso de licenciatura, esses esquemas foram semeados e podem ou não serem aceitos pelos/as futuros/as docentes. Como foi exposto, nas primeiras atividades, o/a licenciando/a leva em consideração o exemplo do professor formador, utilizando suas falas, suas maneiras e replicando seus recursos, como quando Lívia ancora seus recursos na Educação Matemática Crítica ou quando Francisco usa os exemplos do professor formador. Em concordância com Trouche *et al.*, (2020) e Trouche, Gueudet e Pepin, (2020), entende-se que esse contexto se modificará em maior ou menor grau, de acordo com os recursos com os quais terão contato no decorrer de sua prática profissional.

Além disso, há evidências, na pesquisa, indicativas de que a forma como o/a próprio/a licenciando/a aprende matemática pode interferir nas suas opções. Se o/a estudante valoriza recursos de imagem, buscará utilizá-los em sua prática, como vemos com Antônio e Francisco. Caso ele/a sinta-se seguro/a, quando o conteúdo é apresentado em detalhes, esmiuçado, na forma passo a passo, poderá organizar seus recursos desse modo, como se observa no caso de Aline.

O estudo de caso mostrou também que, quanto ao conhecimento curricular, os/as licenciandos/as procuram se basear em livros didáticos, pois, como referiu Livia, é o material que é utilizado na escola. Desse modo, a licenciatura, de maneira geral, precisa apresentar as diretrizes curriculares aos seus e às suas estudantes, porque mesmo que esses livros passem por processos rigorosos de análise, possuem o viés da preferência de outrem, uma vez que, na escola pública, são definidos pela escolha da maioria. Na perspectiva do professor formador, ele se baseia na ementa do curso, contida no PPC, buscando livros técnicos da área, aulas de outras universidades e compartilhando ideias com colegas.

Na esfera da formação estatística do/a futuro/a educador/a, a ADD trouxe subsídios para explicar que o/a professor/a formador/a impacta nos esquemas de utilização dos recursos dos/as licenciandos/as, em menor medida na concepção curricular, pois, como foi analisado, os cursos possuem dissonâncias entre o que é apresentado na Educação Básica e o que se apresenta na licenciatura, e, em grande medida, nas crenças didático-pedagógicas difundidas, como no uso de certos métodos, materiais e exemplos. Contudo, há a expectativa de que, com o decorrer do tempo, com as experiências em sala de aula e com a formação continuada os/as educadores/as olhem com outra perspectiva para os documentos didáticos já assimilados, modificando-os e ressignificando sua prática, conforme sua intencionalidade pedagógica. No próximo capítulo retomam-se as ideias fundamentais deste estudo, à guisa de conclusões e considerações finais.

8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do pressuposto de que o conhecimento estatístico é condição sem a qual, atualmente, não se vivencia a cidadania, e que a sociedade responsabiliza a escola e seus/suas professores/as pela formação estatística dos indivíduos, é preciso entender a realidade da concepção dos saberes estatísticos docentes. Nesse sentido, este estudo objetivou investigar o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos, entendendo suas perspectivas e suas fragilidades. A hipótese era a de que as experiências cognitivas proporcionadas pelos/as formadores/as de professores/as, no contexto de um curso de Licenciatura em Matemática, oportunizavam a mobilização de saberes e aprendizagens estatísticas essenciais aos/às futuros/as professores/as de Matemática.

Não obstante, o fenômeno da formação docente é complexo e determinado por uma diversidade de constituintes. Algumas delas foram escolhidas para buscar se aproximar do contexto de concepção dos saberes estatísticos na formação inicial. Diante disso, foi necessário dividir o estudo em duas partes. A primeira, baseada em evidência documentais, bibliográficas e estatísticas, e a segunda que considerou as narrativas dos protagonistas da formação inicial: o professor formador e seus licenciandos. Essas duas partes transitaram entre as abordagens qualitativa e quantitativa, defendendo-se que um fenômeno em estudo possui múltiplas faces e, assim, precisa de múltiplos olhares.

Desse modo, foi realizado um mapeamento de pesquisas que mostraram as tendências do campo acadêmico na intersecção Licenciatura em Matemática e Educação Estatística, apresentando considerações sobre a valorização de metodologias ativas no desenvolvimento do pensamento estatístico e, agora, no letramento em dados, além de mostrar que muitos/as pesquisadores/as querem ouvir os/as educadores/as, haja vista a quantidade de *surveys* detectada.

Também foi preciso se debruçar sobre os documentos institucionais que organizam a materialidade dos cursos de licenciatura – os PPCs, observando-se o currículo, a organização das disciplinas e os recursos que permitem (ou não) o fomento da Educação Estatística na formação inicial do/a educador/a. Na maioria das vezes, as ementas das disciplinas estatísticas apresentaram-se generalistas, apenas

cumprindo a legislação e as diretrizes curriculares universitárias vigentes. Nesse âmbito, evidenciou-se que os saberes estatísticos são definidos no âmbito da Educação Básica, mas não o são nas diretrizes curriculares a que estão sujeitos os cursos de licenciatura. Isso resulta uma diversidade de estruturas curriculares, com o padrão de inserir uma única disciplina técnica nas grades curriculares, sendo um acontecimento mais raro a inclusão de práticas de ensino e os fazeres da Educação Estatística. Esse é um ponto ao qual o campo de pesquisa da Educação Matemática, especificamente os/as pesquisadores/as em Educação Estatística, devem lançar-se.

Além disso, foi analisado em detalhes o Enade, por conta do impacto do currículo implícito que possuem as avaliações em larga escala, extraindo as concepções de formação geral e as que abordam formação estatística. Foi possível elaborar um perfil do/a professor/a por meio de indícios quantitativos e qualitativos. Também se elencou os saberes estatísticos que integram o Exame, mesmo com um número de itens reduzido. Muitas dessas questões possuem um contexto sócio-crítico muito importante nas vivências profissionais do/a futuro/a professor/a.

Assim, se houvesse que se elaborar um rol de conhecimentos estatísticos para a formação do/a futuro/a professor/a de Matemática, que irá utilizar as estatísticas em suas vivências profissionais, pode-se dizer que não há muitas informações a esse respeito nas diretrizes curriculares ou nos documentos de organização dos cursos. Apenas é possível encontrar alguma indicação no currículo da Educação Básica, nas pesquisas do campo acadêmico e nas avaliações em larga escala.

Além disso, há indícios nos PPCs de que os recursos que envolvem concepções de aprendizagem ativa, como tecnologias, resolução de problemas, uso de dados reais e práticas investigativas, são pouco utilizados. Esses recursos poderiam potencialmente criar condições para o/a futuro/a educador/a incorporar em suas práticas situações relevantes para a aprendizagem, permitindo que o/a aluno/a seja protagonista em sua formação. Raras são as observações de cursos com disciplinas, como laboratórios de práticas, que incluam o conhecimento de situações didáticas de ensino de Estatística em suas ementas. Na maioria dos casos, o/a futuro/a professor/a terá o primeiro contato com as peculiaridades do ensino de Estatística apenas em sua prática profissional, portanto, já em sala de aula, exercendo a função docente.

O cenário que se apresentou na primeira parte do estudo revela um contexto em que o currículo da Licenciatura em Matemática é praticamente desligado dos aspectos formativos da Educação Estatística em sua estrutura curricular. Há uma abordagem nítida de cumprimento das legislações, ficando o campo da Estatística encarregado apenas dos fazeres técnicos da disciplina, fornecendo uma frágil abordagem que instrumentalize o/a licenciando/a em Matemática para suas futuras práticas profissionais.

As três constituintes da teia complexa que é formação docente auxiliaram a explorar a Educação Estatística na formação inicial do/a professor/a de Matemática de uma forma mais generalista, desconsiderando o cotidiano da prática pedagógica, a qual é fundamental para entender o contexto da construção de saberes estatísticos pelos licenciandos e comprovar o impacto que exerce o/a professor/a formador/a – provando ou refutando a hipótese de pesquisa.

Diante disso, foi necessário um estudo de caso para particularizar o contexto da formação inicial, concentrando-se nos dois protagonistas e em suas vivências ao ensinar e aprender Estatística – o professor formador e o/a licenciando/a. Essas vivências profissionais e acadêmicas, discutidas sob a ótica da Abordagem Documental do Didático, permitiram o entendimento de que os saberes docentes passam por mudanças e rupturas ao longo do tempo, determinando a dimensão temporal do desenvolvimento profissional docente.

A outra dimensão profissional é a social, que se refere aos relacionamentos dos/as docentes (ou futuros/as docentes) com seus pares e com a comunidade. Essa se concatena ao processo de compartilhamento de ideias, de avaliação de práticas e de reflexões. Essas duas dimensões se integram, determinando uma trajetória que vem a se constituir como a identidade profissional docente.

Retornando à pergunta de pesquisa – qual é o contexto da formação inicial do/a professor/a de Matemática para o desenvolvimento de saberes estatísticos? – os dados analisados apontam que a formação inicial traz significados e permite a fundamentação de uma base experiencial que norteia a criação dos primeiros recursos para o ensino – considerados ainda *protorrecurso*s, que vão gerar *protodocumentos*, expressões cunhadas neste estudo e que significam que os recursos e documentos do/a licenciando/a estão em processo de instabilidade. Nesse

contexto, há indicativos que os recursos propostos pelo professor formador são as referências primárias para esse processo.

Assim, o/a futuro/a educador/a está em um estágio de desenvolvimento de saberes, no qual é fundamental fornecer as experiências necessárias para que se faça transição para o *status* de docente, permitindo a consolidação dos sistemas de recursos.

Diante desses aspectos, e na perspectiva dos processos formativos explicados pela ADD, concebe-se que a formação docente é ancorada no desenvolvimento de recursos didáticos que auxiliam o/a docente em sua prática. Essa ancoragem inicia na graduação e é aprimorada com o tempo de docência (prática profissional), na busca por novos conhecimentos e no compartilhamento de ideias com seus pares.

Desse modo, a hipótese de que as experiências cognitivas proporcionadas pelos/as formadores/as de professores/as, no contexto de um curso de Licenciatura em Matemática, oportunizam a mobilização de saberes e aprendizagens estatísticas essenciais aos/às futuros/as professores/as de Matemática é válida e verificável – o desenvolvimento profissional docente nasce da intencionalidade pedagógica dos/as seus/suas professores/as formadores/as e depois caminha por estradas próprias, delineadas pelas dimensões temporais e sociais do saber docente. As evidências disso são os documentos didáticos dos/as licenciandos/as, permeados pela linguagem, situações-problema e exemplos, e até mesmo pelos invariantes operatórios do professor formador, os quais vão determinar as regras de ação do/a futuro/a professor/a em sala de aula. Esse contexto permanece em transição, conforme ocorre o desenvolvimento profissional docente.

Conforme as abordagens, é notório que o currículo e a organização didática dos cursos de licenciatura definem os objetos do conhecimento que farão parte da formação do/a futuro/a profissional, fundamentados em diretrizes legais. Ao/À professor/a formadora, cabe materializar essa proposta. Assim, a promoção da formação estatística do/a educador/a matemático/a deve partir de modificações nas diretrizes curriculares, mudanças essas que repercutirão na estrutura dos cursos e chegarão ao universo de formação docente por meio da intencionalidade pedagógica do/a professor/a formador/a.

Isso posto, observa-se que uma única disciplina de 60 horas, que é o cenário encontrado na maioria dos cursos pesquisados, não causa, necessariamente, um

impacto relevante na construção dos primeiros documentos docentes. No entanto, a integração de diversas disciplinas no curso pode fundamentar a construção dos primeiros recursos de ensino para a Educação Estatística, que serão transformados, adaptados e até mesmo refutados durante o desenvolvimento das experiências profissionais desses/as futuros/as docentes.

O confronto dos dados da primeira etapa com as observações do estudo de caso expõe que os/as licenciandos/as encontram dificuldades em saber o que devem ensinar na Educação Básica, optando em seguir o livro didático. Nesse âmbito, reforça-se a necessidade de mudanças curriculares nos cursos de formação inicial, com a inserção de disciplinas que tratem de temáticas curriculares. Além disso, é preciso propor disciplinas que permitam o desenvolvimento da compreensão da Educação Estatística, a qual define entre um ou outro tópico relacionado ao ensino.

Destaca-se que a pesquisa propõe uma abordagem inovadora ao utilizar o Modelo de Resposta Nominal da Teoria da Resposta ao Item para analisar o Exame Enade, uma área que carece de discussão na literatura acadêmica. Além disso, na primeira parte, são aplicadas técnicas estatísticas para investigar os saberes estatísticos presentes nas especificidades das avaliações em larga escala, sendo executado um estudo quantitativo das diferenças do Enade, por meio de testes não-paramétricos, utilizando-se esses dados, posteriormente, como fundamentos às análises qualitativas. A segunda parte da pesquisa introduz uma inovação ao realizar uma análise léxica do conteúdo das entrevistas, validando a categorização por associações em qui-quadrado que definiram os perfis e antiperfis das categorias elencadas. Essa abordagem proporciona uma compreensão mais profunda e estruturada do discurso dos/as participantes.

Além disso, como inovação ao processo de doutoramento acadêmico, o estudo proporcionou o desenvolvimento de dois produtos educacionais: um livro relacionado ao funcionamento da TRI para educadores/as intitulado “Uma introdução à teoria da resposta ao item” (<http://rpubs.com/SROSTIROLA/1190408>) e um “Glossário sobre a abordagem documental do didático” (<http://rpubs.com/SROSTIROLA/1190411>). Ambos possuem o escopo de melhor explicar métodos, técnicas e termos empregados na pesquisa e difundir conhecimentos científicos entre educadores/as, potenciais leitores/as deste estudo. A respeito de difusão, ainda há que se referir aos artigos com resultados parciais da tese publicados e citados no decorrer do texto.

O estudo possui limitações de natureza particular a cada seção, uma vez que o emprego de métodos mistos descortinou questionamentos sobre as diversas nuances do fenômeno da formação inicial docente na esfera da Estatística. Entretanto, esses limitadores oportunizam estudos futuros, mais detalhados e com diferentes abrangências e escopos, para discutir a concepção da Educação Estatística na docência, em um movimento a partir da formação inicial em direção à formação continuada.

Nesse sentido, cada uma das seções evidenciou um campo de pesquisa muito amplo propício a novos questionamentos, nascidos de reflexões sobre os resultados obtidos. Assim, o mapeamento sistemático oportuniza uma abordagem que particularize a formação na Licenciatura em Matemática no Brasil. O trabalho com os PPCs expõe que será profícuo compreender os dados obtidos em conjunto aos planos de ensino e às práticas pedagógicas da licenciatura. A análise ao Enade encerra a necessidade de criar instrumentos, na forma de questionários, que viabilizem a avaliação da formação do/a educador/a quanto à Educação Estatística e que possam mensurar habilidades e percepções docentes que permitam o entendimento do contexto de suas vivências em sala de aula e das necessidades de recursos que contribuam para a construção e reconstrução do conhecimento estatístico. Sobretudo, o estudo de caso produzirá outros e fecundos resultados com a continuidade do acompanhamento dos/as estudantes, agora em sala de aula, como professores/as.

Em face do exposto, não se esgotam as discussões sobre a formação estatística do/a educador/a matemático/a com este estudo. De fato, ele representa um esforço de entender as diferentes variáveis que pertencem à esfera da construção do saber estatístico – que se revelou de natureza social, heterogêneo e transitório. As evidências obtidas permitem desenhar um esboço dos caminhos trilhados na formação do/a educador/a, em um cenário em que a conjuntura social requer o desenvolvimento de saberes estatísticos, porque a vivência da cidadania é marcada pela necessidade de tomar decisões fundamentadas, e isso requer o desenvolvimento do pensamento crítico, ético, democrático e pautado no conhecimento científico, o qual inicia na sala de aula nas suas relações dialógicas.

Acrescentando algumas palavras a mais sobre o processo de pesquisa, pode-se refletir que o/a pesquisador/a é um/a caminhante que segue por uma estrada. Ele/a encontra pedras, folhas esvoaçantes e outros/as caminhantes, e continuamente se

refaz e aprende. Aprendendo, ele/a olha as novas cores que surgem no horizonte. Essas cores retocam suas aspirações e o/a motivam a continuar sua jornada. Assim, caro/a leitor/a, espera-se que você também trilhe essa e outras estradas, se sensibilize e se transforme, em uma metamorfose em que os saberes iluminem com os matizes mais airosos o seu horizonte.

REFERÊNCIAS

- ABAR, C. P. Articulações teóricas sobre a abordagem documental do didático. Theoretical articulations on the documentary approach of didactics. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.l.], v. 21, n. 5, 2019. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2019v21i5p217-229>
- ALIAGA, M. *et al.* **Gaise college report**. College report. Alexandria/VA/USA: American Statistical Association, 2005. Disponível em: https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/2005GaiseCollege_Full.pdf. Acesso em 20 maio 2024.
- ALLEVATO, N. S. G. Resolução de problemas, software gráfico e detecção de lacunas no conhecimento da linguagem algébrica. *In*: VIII ENEM - **Encontro nacional de Educação Matemática**, 8., Recife, 2004. Anais do VIII ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife, 2004, p. 1-20. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/viii/pdf/06/CC47973757953.pdf>. Acesso em: 07 out. 2023.
- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. **Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 2000. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~aanjos/CE095/LivroTRI_DALTON.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.
- ANDRÉ, M. E. D. A.; ALMEIDA, P. A.; AMBROSETTI, N. B.; PASSOS, L. F.; CRUZ, G. B. da; HOBOLD, M. O papel do professor formador e das práticas de licenciatura sob o olhar avaliativo dos futuros professores. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, [S.l.], n. 12, p. 101-123, 1 jun. 2012. <https://doi.org/10.34632/investigacaoeducacional.2012.3377>
- ANDREATTA, C.; ALLEVATO, N. S. G. Aprendizagem matemática através da elaboração de problemas em uma escola comunitária rural. **Educação Matemática Debate**, [S.l.], v. 4, p. 1-23, 2020. <https://doi.org/10.24116/emd.e202013>
- ARAÚJO, N. V. C. G.; SANTOS JR, H. F.; FRANÇA P. M. F.; OLIVEIRA, M. A. G. O crescimento da formação docente no Brasil via educação a distância (EaD). *In*: 9ª Conferência Forges, 9., 2019. O ensino superior e a promoção do desenvolvimento humano: contextos e experiências nos países e regiões de língua portuguesa **Anais [...]**. Brasília, DF: UnB, 2019. 783 p. p. 36-45. Disponível em: https://publicacoes.riqual.org/wp-content/uploads/2021/06/Forges_19_36_45-1.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.
- ARCAVI, A.; SCHOENFELD, A. Usando o não familiar para problematizar o familiar. *In*: BORBA, M. C. **Tendências internacionais em formação de professores de matemática**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2010, p. 87-111.
- ARIA, M. Bibliometrix: **Data Importing and Converting**. 2018. Disponível em: <https://www.bibliometrix.org/vignettes/Data-Importing-and-Converting.html>. Acesso em: 17 maio 2024.

ARIA, M; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

ARIA, M; CUCCURULLO, C. **Knowledge Synthesis: 3 Structure**. 2024. Disponível em: <https://bibliometrix.org/biblioshiny/biblioshiny3.html>. Acesso em: 20 maio 2024.

ARTIGUE, M. Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. International. **Journal of Computers for Mathematical Learning**, London, v. 7, n. 3, p. 245-274, 2002. <https://doi.org/10.1023/A:1022103903080>

ASSIS, C. C.; GITIRANA, V.; TROUCHE, L. A metamorfose do sistema de recursos de licenciandos em matemática na formação inicial. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, Fortaleza-CE, v. 6, n. 16, p. 33-47, 2019. <https://doi.org/10.30938/bocehm.v6i16.908>

ASSIS, C. F. C.; TROUCHE, L. Unindo as peças de um quebra-cabeça: perspectivas dialéticas e a gênese documental na formação inicial de professores de matemática. Educação Matemática Pesquisa: **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo-SP, v. 23, n. 3, p. 399-427, 2021.

AYDIN, S. Using excel in teacher education for sustainability. **Journal of Teacher Education for Sustainability**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 89, 2016. DOI: 10.1515/jtes-2016-0017

BAKER, F. B. The basics of item response theory Washington. 2. ed. Washington-DC: Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation. 2001. Disponível em: https://www.ime.unicamp.br/~cnaber/Baker_Book.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.

BAKER, F.; KIM, S. H. **The Basics of Item Response Theory Using R**. Madison/ Wisconsin: Springer, 2017.

BAKKER, A.; SMIT, J.; WEGERIF, R. Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: Introduction and review. **ZDM**, [S.l.], v. 47, n. 7, p. 1047-1065, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0738-8>

BALL, D.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: what makes it special? **Journal of Teacher Education**, [S.l.], v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>

BATANERO, C. Training Teachers to Teach Probability: a promising research area. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Educational**, v. 22, p. 729-734, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42330-022-00234-1>

BATANERO, C.; GEA, M. M.; ARTEAGA, P. Análisis de la idoneidad didáctica de proyectos estadísticos como recurso formativo de futuros profesores. In: CAMPOS, C.R.; PERIN, A. P. (orgs). **Investigações Hispano-brasileiras em Educação Estatística**. Taubaté-SP: Akademy, 2020, p.132-138.

BATANERO, C.; GODINO, J. D.; ROA, R. Training teachers to teach probability. **Journal of statistics Education**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2004. DOI: 10.1080/10691898.2004.11910715

BATANERO, C; DIAZ, C. Training school teachers to teach probability: reflections and challenges. **Chilean Journal of Statistics**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 3-14, 2012. Disponível em: [https://chjs.mat.utfsm.cl/volumes/03/01/Batanero_Diaz\(2012\).pdf](https://chjs.mat.utfsm.cl/volumes/03/01/Batanero_Diaz(2012).pdf). Acesso em: 17 maio 2024.

BAYER, A.; BITTENCOURT H.; ROCHA, J.; ECHEVESTE, S. **A Estatística e sua história**. 2009. Disponível em: <https://notasdeaula.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/08/estatistica-e-sua-historia.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

BAYER, A.; BITTENCOURT, H. R.; ROCHA, J.; ECHEVESTE, S. Formandos em Matemática x Estatística na escola: estamos preparados? *In*: XII Simpósio Sul brasileiro de Ensino de Ciências, 2004, Canoas. **Anais do XII Simpósio Sul brasileiro de Ensino de Ciências**, 2004. v. 1. p. 1-12.

BBC NEWS. **A polêmica solução de enigma matemático por Marilyn vos Savant, mulher com QI mais alto do mundo**. BBC News Brazil, 07 maio 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cy90p2y5v1xo>. Acesso em: 20 out. 2023.

BEATON, A. E.; ALLEN, N. L. Interpreting scales through scale anchoring. **Journal of Educational Statistics**, Washington, v. 17, n. 2, p. 191-204, jun. 1992. <https://doi.org/10.2307/1165169>

BELLEMAIN, F.; TROUCHE, L. Compreender o trabalho do professor com os recursos de seu ensino, um questionamento didático e informático. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/300/204. Acesso em: 20 maio 2024.

BELTRÃO, K. I.; MANDARINO, M. C. F. Análise dos itens de múltipla escolha das provas do Enade 2016. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 34, p. e07951, 2023. DOI: 10.18222/eae.v34.7951.

BEZERRA, L.; GITIRANA, V. Formação estatística dos licenciandos em matemática no Brasil. Probabilidad Condicionada: **Revista de didáctica de la Estadística**, Granada, n. 1, p. 335-342, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5487230>. Acesso em: 20 maio 2024.

BIEHLER, R.; BEN-ZVI, D.; BAKKER, A.; MAKAR, K. Technology for enhancing statistical reasoning at the school level. *In*: **Third international handbook of mathematics education**. Springer, New York, NY, 2012. p. 643-689. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21

BLONDEL, V. D.; GUILLAUME, J.-L.; LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, [S. l.], n. 10, p. 10008, 2008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>

BOCK, R. Estimating item parameters and latent ability when responses are scored in two or more nominal categories. **Psychometrika**, Heidelberg, v. 37, n. 1, p. 29-51, 1972. Disponível em: <https://link-springer-com.ez74.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF02291411>. Acesso em: 07 out. 2023.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto-PT: Porto Editora, 1994.

BORBA J., E.; GASPARINI, I. O Uso da Trajetória de Aprendizagem do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, 2015. DOI: 10.22456/1679-1916.57664. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/57664>. Acesso em: 16 maio 2024.

BRAIT, L. F. R.; MACEDO, K. M. F. de; SILVA, F. B. da; SILVA, M. R.; REZENDE DE SOUZA, A. L. A relação professor/aluno no processo de ensino e aprendizagem. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 6, n. 1, 2010. <https://doi.org/10.5216/rir.v6i1.40868>

BRASIL. **Decreto 19.852 de 11 de abril de 1931**. Dispõe sobre a organização da Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: Governo Federal, 11 de abril de 1931. Disponível em: CODIGO-UNIPER_m0432p01 Decreto 19852 1931.PDF (Inep.gov.br). Acesso em 06 fev. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em 24 maio 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Parecer nº 1.302 de 06 novembro de 2001**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2001. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_PAR_CNECESN1_22001.pdf?query=LICENCIATURA. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004**. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm. Acesso em 24 de maio de 2024.

BRASIL. **Portaria Inep nº 261, de 02 de junho de 2014**. Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. 2014. Disponível em: https://www.pucrs.br/enade-prov/wp-content/uploads/sites/203/2018/06/enade-legislacao-2014-portaria_no_261-2_de_junho.pdf. Acesso em: 24 mai. 2024.

BRASIL. **Parecer CNE/CP nº 02 de 09 de junho de 2015**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2015a. Disponível em: http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/parecer_cne_cp_2_2015_aprovado_9_junho_2015.pdf. Acesso em 06 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2015b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em 06 fev. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa e Estudos Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Relatório Síntese de área: Matemática** (Bacharelado/Licenciatura). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2016. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2014/2014_rel_matematica.pdf. Acesso em: 20 maio 2024

BRASIL. **Portaria Inep nº 508 de 6 de junho de 2017**. Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. 2017a. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/legislacao/2017/matematica_licenciatura_-_portaria_n_508_de_6_de_junho_de_2017.pdf. Acesso em 24 mai. 2024.

BRASIL, **Lei 13.415/17 de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. 2017b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em 20 out. 2023

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** - Educação é a Base: Ensino Médio. Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em 23 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa e Estudos Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Relatório Síntese de área: Matemática** (Bacharelado/Licenciatura). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018b. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2017/Matematica.pdf. Acesso em 17 jul. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 02 de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019a.

Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Republicada-Resolucao-cne-cp-002-2019-12-20.pdf>. Acesso em 20 out. 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa e Estudos Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Resumo técnico do censo da educação superior 2019**. Brasília: Ministério da Educação, 2019b. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2019.pdf. Acesso: 24 maio 2024.

BRASIL. Temas contemporâneos transversais na BNCC: **Contexto Histórico e Pressupostos Pedagógicos**. Ministério da Educação: Distrito Federal, 2019c. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em 02 jul. 2023.

BRASIL. **Portaria nº 377, de 23 de agosto de 2021**. Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. 2021. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-377-de-23-de-agosto-de-2021-340132621>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa e Estudos Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Relatório Síntese de área: Matemática (Licenciatura)**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022a. Disponível em: <https://portalpadrao.ufma.br/pi/enade-ufma/relatorios-de-area/2021/MatematicaLicenciatura.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa e Estudos Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **Matemática (Licenciatura)**: Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina/Joinville – 113295. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022 b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Inep divulga indicadores que avaliam cursos e instituições**. 2022c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/32911>. Acesso em 01 abr. 2022.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 30 de agosto de 2022** - Altera o Art. 27 da Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Ministério da Educação: Distrito Federal, 2022d. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=240741-rcp002-22&category_slug=agosto-2022-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia**. 4. ed. Brasília, DF, 2022e. Disponível em: <https://www.ifpb.edu.br/pre/educacao-superior/legislacao-e-normas/Arquivos/catalogo-nacional-dos-cursos-de-tecnologia-2022.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. **Portaria nº 610, de 27 de junho de 2024**. Institui o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes para os cursos de licenciatura - Enade das Licenciaturas, altera a Portaria Normativa nº 840, de 24 de agosto de 2018, que dispõe sobre os procedimentos de competência do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep referentes à avaliação de Instituições de Educação Superior, de cursos de graduação e de desempenho acadêmico de estudantes, e institui o novo ciclo avaliativo do Enade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-610-de-27-de-junho-de-2024-569033072>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BURGESS, T. Investigating the “data sense” of preservice teachers. *In: ICOTS - International Conference on Teaching Statistics*, 6, 2002, Cape Town, South Africa. **Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics**, Auckland: IASE - International Association for Statistics Education, 2002, p.1-6. Disponível em: https://iase-web.org/documents/papers/icots6/6e4_burg.pdf?1402524962. Acesso em 24 maio 2024.

BURGESS, T. A framework for examining teacher knowledge as used in action while teaching statistics. *In: ICOTS - International Conference on Teaching Statistics*, 7., 2006, Salvador, Brazil. **Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics**. Auckland: IASE - International Association for Statistics Education, 2006, p. 1-6. Disponível em: https://iase-web.org/documents/papers/icots7/6F4_BURG.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

BURGESS, T. Teacher knowledge and statistics: what types of knowledge are used in the primary classroom? Missoula, Montana, EUA: **The Mathematics Enthusiast**, v.6, n.1, p. 3-24, 2009. Disponível em: <https://scholarworks.umt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1130&context=tme>. Acesso em: 24 maio 2024.

BURGESS T. A. Teacher knowledge of and for statistical investigations. *In: Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education*. Springer, Dordrecht, p. 259-270, 2011. Disponível em: <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/33856/1/420.Carmen%20Batanero.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

BURRILL, G.; BIEHLER, R. Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. *In: Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education*. Springer, Dordrecht, p. 57-69, 2011. DOI: 10.1007/978-94-007-1131-0_10

CAMPOS, C. R.; WODEWOTSKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. **Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2018.

CÂNDIDO, R. B.; GARCIA, F. G.; CAMPOS, A. L. S.; TAMBOSI FILHO, E. Lei de Lotka: um olhar sobre a produtividade dos autores na literatura brasileira de finanças. **Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, [S. l.], v. 23, n. 53, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2018v23n53p1>

CAREY, M.; GRAINGER, P.; CHRISTIE, M. Preparing preservice teachers to be data literate: A Queensland case study. **Asia-Pacific Journal of Teacher Education**, [S. l.] v. 46, n. 3, p. 267-278, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/1359866X.2017.1402860>

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. O saber e o saber fazer do professor. *In*: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. de (Orgs.). **Ensinar a ensinar**: didática para a Escola Fundamental e Média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 107-124.

CASSETTARI, R. R. B.; PINTO, A. L.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS, L. S. dos. Comparação da Lei de Zipf em conteúdos textuais e discursos orais. **El profesional de la información**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 157-167, 2015. Disponível em: https://www.scipedia.com/wd/images/4/4d/Draft_Content_993122762-34736-8151-document.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

CAZORLA, I. M. **A relação entre a habilidade viso-pictórica e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Campinas. Campinas-SP, 2002. Disponível em: https://www.psiem.fe.unicamp.br/pf-psiem/cazorla_irenemauricio_d.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

CAZORLA, I. M. A. **O ensino de Estatística no Brasil**. Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2006. Disponível em: http://www.sbem.com.br/gt_12/arquivos/cazorla.htm. Acesso em 19 out. 2022.

CERVANTES, V. Interpretaciones del coeficiente alpha de Cronbach. **Avances en medición**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 9-28, 2005. Disponível em: https://www.academia.edu/download/53296247/Interpretaciones_del_coeficiente_alpha_d20170527-3217-17c4uoh.pdf. Acesso em: 26 nov. 2021.

CHALMERS, R. P. Generating Adaptive and Non-Adaptive Test Interfaces for Multidimensional Item Response Theory Applications. **Journal of Statistical Software**, [S. l.], v. 71, n. 5, p. 1-38, 2016. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v071i05>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. **Journal of Informetrics**, v.5, n.1, p. 146-166, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>

COSTA JÚNIOR, J. R.; MONTEIRO, C. E. F. A comunicação no processo de letramento estatístico na formação inicial de professores de matemática. *In*: MONTEIRO, C. E. F.; CARVALHO, L. M. T. L. (orgs.). **Temas emergentes em Letramento Estatístico**., Recife, PE: UFPE, 2021, p. 339-361.

COSTA, A. **A Educação Estatística na formação do professor de matemática**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

COSTA, A; NACARATO, A. A Estocástica na formação do professor de Matemática: percepções de professores e de formadores. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 24, n. 39, p. 367-386, 2011. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5092/401>
1. Acesso em: 24 maio 2024.

COSTA, W. N. G; PAMPLONA, A. S. Entrecruzando Fronteiras: a Educação Estatística na formação de Professores de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 24, n. 40, p. 897-911, dez. 2011. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5299>. Acesso em: 24 maio 2024.

COWIE, B.; COOPER, B. Exploring the challenge of developing student teacher data literacy. **Assessment in Education: Principles, Policy & Practice**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 147-163, 2016. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2016.1225668>

CRESWELL, J. **Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches**. 3.th. Washington DC/EUA: Sage, 2013.

CRESWELL, J.; CLARCK, V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2013.

CURY, H. N. **Análise de erros**: o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

CURY, H. N.; CASSOL, M. Análise de erros em Cálculo: uma pesquisa para embasar mudanças. Acta Scientiae. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 27-36, 2004. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/128/116>. Acesso em: 07 out. 2023.

DAMIN, W.; SANTOS JR, G. S.; PEREIRA R.S.G. Educação Estatística e os currículos das licenciaturas em matemática. **Vivências**, Erechim, RS, v. 12, n.22, p. 263-273, maio 2016. Disponível em: http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_022/artigos/pdf/Artigo_23.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

DANTE, L. R. **Matemática**: contexto e aplicações. v. 2. 5. ed. São Paulo: Ática, 2011.

DANTE, L. R. R. **Projeto Voaz Matemática**: parte 2. 4. ed. São Paulo: Ática Didáticos, 2013.

DEPAEPE, F.; VERSCHAFFEL, L.; KELCHTERMANS, G. Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. **Teaching and teacher education**, [S. l.], v. 34, p. 12-25, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>

DIAMOND, A. H.; STYLIANIDES, A. Personal epistemologies of statisticians in academia: An exploratory study. **Statistics Education Research Journal**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 335-361, 2017. Disponível em: [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16\(2\)_Diamond.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16(2)_Diamond.pdf). Acesso em: 24 maio 2024.

DOMINGUES, R. S.; GOULART, A. Reflexões sobre a Educação Estatística na Licenciatura em Matemática: análise dos Projetos Pedagógicos de Curso do IFSP. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, SC, v. 15, n. 2, p. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e74640>

DRIJVERS, P.; DOORMAN, M.; BOON, P.; REED, H.; GRAVMEIJER, K. The Teacher and the Tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*. **Springer**, [S. l.], v. 75, n. 2, p. 213-234, Netherlands, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>

EBEL, R. L. Procedures for the Analysis of Classroom Tests. **Educational and Psychological Measurement**, [S. l.], n. 14, p. 352-364, 1954. Doi: <https://doi.org/10.1177/0013164454014002>

EMMIOĞLU, E. S. M. A.; CAPA-AYDIN, YESIM. Attitudes and achievement in statistics: A meta-analysis study. **Statistics Education Research Journal**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 95-102, 2012. DOI: <https://doi.org/10.52041/serj.v11i2.332>

ENGEL, J.; RIDGWAY, J.; WEBER, F. Educación estadística, democracia y empoderamiento de los ciudadanos. **Revista Paradigma**, [S. l.], v. 42, n. Extra 1, p. 1-31, 2021. Doi: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p01-31.id1016

ERTHAL, T. C. **Manual de psicometria**. 8. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

FEITOSA, M. C.; MOURA, P. de S.; RAMOS, M. do S. F.; LAVOR, O. P. Ensino Remoto: o que pensam os alunos e professores? *In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)*, 5., 2020, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 60-68. DOI: <https://doi.org/10.5753/ctrl.e.2020.11383>

FIEDLER, D.; SBEGLIA, G. C.; ROSS, H.; NEHM, D. H. How strongly does statistical reasoning influence knowledge and acceptance of evolution? **Journal of Research in Science Teaching**, [S. l.], v. 56, n. 9, p. 1183-1206, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21547>

FIGUEIREDO, A. C.; COUTINHO, C. Q. S; BERTAZINI, E. Conhecimentos prévios de tabela de dupla entrada por estudantes de uma licenciatura em matemática. *In: CAMPOS, C. R.; PERIN, A. P. (orgs.). Investigações Hispano-brasileiras em Educação Estatística*. Taubaté, SP: Akademy, 2020, p.119-125.

FRANCO, J. C.; ALSINA, A. El conocimiento del profesorado de Educación Primaria para enseñar estadística y probabilidad: una revisión sistemática. **Aula abierta**, 2022. Disponível em: <https://reunido.uniovi.es/index.php/AA/article/view/16618>

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 40. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FREITAS, L. C. A Avaliação e as reformas dos anos 90: novas formas de exclusão, velhas formas de subordinação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 86, p. 3-6, abr. 2004. DOI: 10.1590/S0101-73302004000100008.

GAISE. College Report ASA Revision Committee. **Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report**, 2016. Disponível em: https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf. Acesso em: jan. 2022.

GAL, I. Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International statistical review*, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

GAL, I.; NICHOLSON, J.; RIDGWAY, J.; ENGEL, J. Implementing Civic Statistics – An Agenda for Action. In: RIDGWAY, J. **Statistics for empowerment and social engagement – teaching Civic Statistics to develop informed citizens**. New York, NY: Springer, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8_4

GARAVIT, J. **A mediação de novas tecnologias de informação no treinamento colaborativo**. OSF Preprints, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31219/osf.io/b8eu5>

GARII, B.; APPOVA, A. Crossing the great divide: Teacher candidates, mathematics, and social justice. **Teaching and teacher education**, [S. l.], v. 34, p. 198-213, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.07.004>

GARZÓN-GUERRERO, J. A. Capacidad de lectura e interpretación de gráficos estadísticos en diarios y revistas: una aproximación en futuros docentes portugueses e italianos. In: CAMPOS, C.R.; PERIN, A. P. (orgs). **Investigações Hispano-brasileiras em Educação Estatística**. Taubaté, SP: Akademy, 2020, p.139-146.

GASPAR, J. S.; REIS, Z. S. N.; OLIVEIRA, I. J. R.; SILVA, A. P. C.; DIAS, C. S. Introdução à análise de dados em saúde com Python. In: GASPAR, J. de S.; REIS, Z. S. N.; OLIVEIRA, I. J. R. de; SILVA, A. P. C. da; DIAS, C. dos S. **Introdução à análise de dados em saúde com Python**. Belo Horizonte: UFMG, 2023. p. 130-130. Disponível em: <https://www.bu.ufmg.br/imagem/00002c/00002cd9.pdf>. Acesso em: 16 maio 2024.

GATTUSO, L.; OTTAVIANI, M. G. Complementing mathematical thinking and statistical thinking in school mathematics. In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (eds.). **Statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 121-132.

GIORDANO, I. V. O. **Panorama da competência Estatística no ensino médio brasileiro**: das ideias e práticas dos professores ao desempenho dos alunos no ENEM. 2017. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto de Física "Gleb Wataghin" - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2017.

GIORDANO, C. C. Formação de professores que ensinam Probabilidade & Estatística na Educação Básica e os desafios da BNCC. *In*: GASPAR, J. C. G.; COSTA, C. B. J.; SILVA, A. L. S.; BASTOS, M. S.; ROSA, H. A. D. (orgs). **Formação de Professores de Matemática e Contemporaneidade**. Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. p. 61-77.

GIOVANI JUNIOR, J. R. **A conquista da matemática**: 9º ano: ensino fundamental: anos finais. 4. ed. São Paulo: FTD, 2018.

GODINO, J. D. Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. **UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, [S. l.], n. 20, p. 13-31, 2009.

GODÓY, E. **Currículo, cultura e educação matemática: uma aproximação possível?** 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GOMES, M. L. M. **História do ensino da matemática**: uma introdução. Belo Horizonte, MG: CAED/UFGM, 2013.

GOULD, R. Toward data-scientific thinking. **Teaching Statistics**, [S. l.], v. 43, p. S11-S22, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/test.12267>

GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information & libraries journal**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

GROTH, R. E. Using work samples from the National Assessment of Educational Progress (NAEP) to design tasks that assess statistical knowledge for teaching. **Journal of Statistics Education**, [S. l.], v. 22, n. 3, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/10691898.2014.11889712>

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Do trabalho documental dos professores: gêneses, coletivos, comunidades: o caso da matemática. **EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, PE, v. 6, n. 3, 2016.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Towards new documentation systems for mathematics teachers? **Educational Studies in Mathematics**, [S. l.], v. 71, n. 3, p. 199-218, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9159-8>

GUIN, D.; RUTHVEN, K.; TROUCHE, L. (eds.). **The didactical challenge of symbolic calculators**: turning a computational device into a mathematical instrument. New York: Springer, 2005.

HAIR, J. F. Jr.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre, RS: Grupo A, 2009.

HANNIGAN, A.; GILL, O.; LEAVY, A. M. An investigation of prospective secondary mathematics teachers' conceptual knowledge of and attitudes towards statistics. **Journal of Mathematics Teacher Education**, [S. l.], v. 16, n. 6, p. 427-449, 2013. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1038182>. Acesso em: 24 maio 2024.

HERZOG, R. C. B. **A percepção de licenciandos em matemática sobre a aleatoriedade**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências E Matemática) -Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, 2019.

HOFFMANN, C.; ZANINI, R. R.; CORRÊA, Â. C.; SILUK, J. C. M.; SCHUCH JR., V. F.; ÁVILA, L. V. O desempenho das universidades brasileiras na perspectiva do Índice Geral de Cursos (IGC). **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 651-665, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1517-97022014041491>

HOOD, M.; CREED, P. A.; NEUMANN, D. L. Using the expectancy value model of motivation to understand the relationship between student attitudes and achievement in statistics. **Statistics Education Research Journal**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 72-85, 2012. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.52041/serj.v11i2.330>

HOIRIGAN, M.; LEAVY, A. M. Pre-service teachers' understanding of probabilistic fairness: Analysis of decisions around task design. **International journal of mathematical education in science and technology**, [S. l.], v. 51, n. 7, p. 997-1019, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9641588.v1>

HOWITT, C. Pre-service elementary teachers' perceptions of factors in an holistic methods course influencing their confidence in teaching science. **Research in Science Education**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 41-58, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9015-8>

JAAFAR, Z.; KHENG, F. K.; MALEK, H. A.; ALI, R. Cognitive factors influencing statistical performance of diploma science students: A structural equation model approach. In: 2012 International Conference On Statistics In Science, Business And Engineering (ICSSBE). **Proceedings...** Langkawi - Malaysia. IEEE, Langkawi, Malaysia: ICSSBE, 2012. p. 1-5. DOI: 10.1109/ICSSBE.2012.6396628

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 2001.

JUNQUEIRA, S. M. S.; MANRIQUE, A. L. Licenciatura em Matemática no Brasil: aspectos históricos de sua constituição. **REIEC**, São Paulo, SP, v. 8, n.1, p.42-51. 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273327598004.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

KASSAMBARA, A. **Comparing groups**: Numerical variables. Datanovia, 2019. Disponível em: https://www.datanovia.com/en/wp-content/uploads/dn-tutorials/book-preview/r-statistics-for-comparing-means_preview.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

KHAN, K.; MASON, J. The M in STEM and Issues of Data Literacy. *In*: 29th International Conference on Computers In Education. **Proceedings...** Taoyuan - Taiwan: Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE), 2021. p. 632-637. Disponível em: <https://icce2021.apsce.net/wp-content/uploads/2021/12/ICCE2021-Vol.I-PP.-632-637.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

KOEHLER, M. J; MISHRA, P. **Introducing Technological Pedagogical Knowledge**. *In*: AACTE (Eds.), The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators. (pp. 3-30). New York, NY: MacMillan. 2008.

LOPES, C. E. Educação Estatística no curso de Licenciatura em Matemática. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 27, n. 47, p. 901-915, dez. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-636X2013000400010>

LOUBÈRE, L; RATINAUD, P. **Documentation IRaMuTeQ 0.6 alpha 3 version 0.1**. Disponível em: http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/documentation_19_02_2014.pdf. Acesso em: 11 out. 2023.

LUCENA, R. Orquestrações instrumentais como pivot da formação docente vivência e reflexão teórico-prática na metaorquestração instrumental. *In*: IGLIORI, S. B. C. (org.). **Compreender o trabalho dos professores brasileiros do ensino básico**: uma abordagem pelos recursos. São Paulo: Blucher Open Access, 2021.

MACHADO, K.; ROSA, M. C.; NASCIMENTO, D. A formação inicial de professores de matemática como um espaço de mobilização e construção dos saberes docentes. **REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática**, Florianópolis, v. 16, p. 1-19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2021.e78683>

MAKAR, K.; BAKKER, A.; BEN-ZVI, D. The reasoning behind informal statistical inference. **Mathematical Thinking and Learning**, [S. l.], v. 13, n. 1-2, p. 152-173, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538301>

MARTINS JUNIOR, J. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso**: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

MENEGÃO, R. C. S. G. Os impactos da avaliação em larga escala nos currículos escolares. **Práxis Educativa**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 641-656, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.11i3.0007>

MESSAQUI, A. **Développement de l'expertise documentaire des professeurs dans des situations de mutation de leur enseignement: le cas de professeurs de mathématiques et d'anglais**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Université de Lyon, Lyon, 2019. Disponível em: <https://theses.hal.science/tel-02448482/>. NNT: 2019LYSEN052. Acesso em: 19 maio 2024.

MOLINA PORTILLO, E.; CONTRERAS GARCÍA, J. M.; DÍAZ GODINO, J.; RUZ, F. Statistical literacy in the information society. **Boletín de Estadística e Investigación Operativa**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 148-169, 2019. Disponível em: <https://www.seio.es/beio/BEIOVol35Num2.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

NASSER, F. M. Structural model of the effects of cognitive and affective factors on the achievement of Arabic-speaking pre-service teachers in introductory statistics. **Journal of Statistics Education**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2004.11910717>

NOJOSA, R. T. **Modelos multidimensionais para a teoria de resposta ao item**. 2001. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pernambuco: UFPE, 2001.

NOLAN, M. M.; BERAN, T.; HECKER, K. G. Surveys assessing students' attitudes toward statistics: a systematic review of validity and reliability. **Statistics Education Research Journal**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 103-123, 2012. Disponível em: [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ11\(2\)_Nolan.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ11(2)_Nolan.pdf). Acesso em: 24 maio 2024.

OLIVE, J.; MAKAR, K.; HOYOS, V.; KOR, L. K.; KOSHELEVA, O.; STRÄSSER, R. Mathematical knowledge and practices resulting from access to digital technologies. In: Mathematics education and technology-rethinking the terrain. Boston, MA: Springer, 2009. p. 133-177. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_8

ORLICK, T. **Vencendo a competição**. São Paulo: Círculo do livro, 1989.

ORTIZ-ROJO, R. A.; LACRUZ, A. J. Empreendedorismo Internacional: Mapeamento Temático e Proposta de Agenda de Pesquisa. **Organizações & Sociedade**, [S. l.], v. 30, p. 301-328, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-92302023v30n0010PT>

PASQUALI, L. **Teoria da Resposta ao Item**: teoria, procedimentos e aplicações. Apris: Curitiba, PR, 2018.

PEREIRA, A.; OLIVEIRA, I.; TINOCA, L. A cultura de avaliação: que dimensões. In: TICeduca. **Actas do I Encontro Internacional TIC e Educação**. p. 350-357, 2010.

PEREIRA, C. S.; DIAS, C. F. B.; SANTOS JUNIOR, G. Materiais Didáticos para o Ensino de Estatística: uma análise a partir de Relatos de Experiência do XII ENEM. **Revista Thema**, Pelotas, RS, v. 15, n. 3, 1007-1018, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.1007-1018.958>

PINHEIRO, L. V. R. Lei de Bradford: uma reformulação conceitual. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-80, jul./dez. 1983. Disponível em: <https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/15/1/1498-4664-1-PB.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

PONTE, J. P. Estudando o conhecimento e o desenvolvimento profissional do professor de matemática. In: PLANAS, N. (ed.). **Teoria, crítica y práctica de la educación matemática**. Barcelona: Grao, p. 83-98, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/29194>. Acesso em: 24 maio 2024.

PONTE, J. P. Preparing teachers to meet the challenges of statistics education. *In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; LENDO, C. (orgs.). Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education*. Dordrecht: Springer, 2011. p. 299-309. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_29

PONTES, J.; NÚÑEZ, I. Questões de Estatística e Probabilidade nas provas do ENEM: uma aproximação a erros e dificuldades de aprendizagem. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 3, n. 7, p. 87–110, 2019. DOI: 10.24116/emd.v3n7a05.

PORFÍRIO, C. T.; SOBREIRA, J., O. V.; PANTOJA, L. D. M.; PAIXÃO, G. C. Atividades assíncronas em um curso de graduação a distância: aceitação, participação e desempenho dos discentes, *In: Anais do III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2018)*, Fortaleza, 2018. Disponível em: https://ceur-ws.org/Vol-2185/CtrlE_2018_paper_39.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies**: Approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin, 1995.

RABELO, M. **Avaliação Educacional**: fundamentos, metodologia e aplicações no contexto brasileiro. Rio de Janeiro, RJ: SBEM, 2013.

RAMIREZ, C.; SCHAU, C.; EMMIOĞLU, E. S. M. A. The importance of attitudes in statistics education. **Statistics education research journal**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 57-71, 2012. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.52041/serj.v11i2.329>

REHDER, J. G. **O ensino noturno como palco para a formação de licenciatura em matemática**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 2006.

REVELLE, W. **Psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research**. Northwestern University, Evanston, Illinois. R package version 2.1.9. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=psych>, 2021.

ROCHA, K. O uso do conceito de trajetória documental para analisar as relações entre recursos e desenvolvimento profissional do professor de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 23, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i3p455-481>

RODRIGUES, B.; PONTE, J. P. A literacia estatística de licenciados em matemática. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, [S. l.], p. 1-24, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2022.e80744>

RODRIGUES, M. U.; SILVA, L. D. Disciplina de Estatística na matriz curricular dos cursos de licenciatura em matemática no Brasil. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Campinas, SP, v. 14, p. 1-21, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2019.e62829>

ROSTIROLA, S. C. M. **Jogos cooperativos como instrumento de ensino-aprendizagem-avaliação de Análise Combinatória no ciclo de alfabetização**. 2018. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, SC, 2018.

ROSTIROLA, S. C. M.; HENNING, E.; SIPLE, I. Z. Análise de distratores: uma interpretação pelo modelo de resposta nominal dos itens do Enade 2017 aplicado à Licenciatura em Matemática. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, SP, v. 28, p. e023026, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772023000100042>

ROSTIROLA, S. C. M.; SIPLE, I. Z. Materiais lúdicos como instrumentos de ensino-aprendizagem-avaliação de Análise Combinatória no Ciclo de Alfabetização. **Revista de Educação Matemática**, [S. l.], n. 17, p. 18, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37001/remat25269062v17id258>

ROSTIROLA, S. C. M.; HENNING, E.; SIPLE, I. Z. Statistical competencies in the training of mathematics teachers in 2017 Enade: an irt application. *In*: PETERS S. A.; ZAPATA-CARDONA L.; BONAFINI, F.; FAN A. (eds.), Bridging the Gap: Empowering & Educating Today's Learners in Statistics. 11. 2022 (**Proceedings of the 11th International Conference on Teaching Statistics - ICOTS11 2022**, Rosario, Argentina, 2022. Disponível em: https://iase-web.org/icots/11/proceedings/pdfs/ICOTS11_407_CRISTINAMA.pdf?1669865562. Acesso em: 20 out. 2023.

RUZ, F.; CHANCE B.; MEDINA E.; CONTRERAS J.M. Content knowledge and attitudes towards stochastics and its teaching in pre-service chilean mathematics teachers. **Statistics Education Research Journal**, Auckland, v. 20, n. 1, p. 1-30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52041/serj.v20i1.100>

SALVIATI, M. E. **Manual do aplicativo Iramuteq (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2. 3)**. Planaltina, GO: 2017. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati/view>. Acesso em: 21 abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.52041/serj.v20i1.100>

SAMÁ, S.; AMORIM, M.E. Implementação de projetos na formação inicial de professores para o ensino de Estatística na Educação Básica no Brasil. *In*: CAMPOS, C. R.; PERIN, A. P. (orgs.). **Investigações Hispano-brasileiras em Educação Estatística**. Taubaté-SP: Akademy, 2020, p.113-118.

SANCHEZ, E. A. S.; GOMEZ-BLANCARTE, A. L. Negotiation of meaning as a learning process: the case of a professional development program in statistics teaching. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 387-420, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12802/reime.13.1834>

SANTA CATARINA. **Currículo Base do Ensino Médio do Território Catarinense Caderno 3 – Portfólio de Trilhas de Aprofundamento**. Comissão Executiva de Mobilização para Implementação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC/SC. Secretaria de Estado da Educação. 2020. Disponível em: <https://www.cee.sc.gov.br/index.php/downloads/documentos-diversos/curriculo-base-do-territorio-catarinense/2067-curriculo-base-do-territorio-catarinense-do-ensino-medio-caderno-3/file>. Acesso em: 24 maio 2024.

SCHREIBER, K. P.; PORCIÚNCULA, M. Mapeamento de pesquisas sobre Educação Estatística na biblioteca digital brasileira de teses e dissertações: um olhar para a formação de professores de matemática. **Revista eletrônica de Educação Matemática**, [S. l.], v. 14, p. 1-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2019.e62799>

SHARMA, S. Bridging Language Barriers in Statistics for Year-12 Pasifika Students: A Collaborative Study. **Waikato Journal of Education**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 107-120, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15663/wje.v23i1.646>

SHREINER, T. L.; DYKES, B. M. Visualizing the teaching of data visualizations in social studies: A study of teachers' data literacy practices, beliefs, and knowledge. **Theory & Research in Social Education**, [S. l.], v. 49, n. 2, p. 262-306, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/00933104.2020.1850382>

SHULMAN, L. Those who undersand. knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986. Disponível em: <https://www.wcu.edu/webfiles/pdfs/shulman.pdf>. Acesso em 24 maio 2024.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard educational review**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987. Disponível em: <https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

SIAKE, G. N. **Intégration des ressources documentaires numériques dans la planification de l'enseignement de la statistique par des futurs enseignants au secondaire**. 2020. Tese (Doutorado em Didática) - Université Laval, Quebec, Canadá, 2020. Disponível em: <https://corpus.ulaval.ca/server/api/core/bitstreams/727bdbe1-dc3e-42d7-9233-11126e29fa11/content>. Acesso em: 24 maio 2024.

SILVA, C. L. da; SGARBOSSA, M.; GRZYBOVSKI, D.; MOZZATO, R. A. **Manual prático para estudos bibliométricos com o uso do Biblioshiny**. Passo Fundo: EDIUPF, 2022.

SILVA, L. B. **A Estatística e a Probabilidade nos currículos dos cursos de licenciatura em matemática no Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à educação matemática crítica**. Campinas, SP: Papirus, 2015.

SOUSA, Y. S. O. O uso do software IRAMUTEQ: fundamentos de lexicometria para pesquisas qualitativas. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 1541-1560, 2021. DOI: <https://doi.org/10.12957/epp.2021.64034>.

SOUZA, F. S; SILVA, J. Panorama de pesquisas sobre Educação Estatística na formação inicial e continuada de professores de matemática. **Cenas Educacionais**, [S. l.], v. 6, p. e17263-e17263, 2023. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/cenaseducacionais/article/view/17263/12702>. Acesso em: 24 maio 2024.

SOUZA, L. O desenvolvimento profissional de professores para o ensino de Probabilidade em tarefas de investigação estatística. *In*: LOPES, C.E. **Os movimentos da Educação Estatística na escola básica e ensino superior**. Campinas, SP: Mercado da Letras, 2014.

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**, [S. l.], v. 80, p. 217-222. 2003.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2020.

TAUBER, L. M. Facetas de la Estadística Cívica Implícitas en una Experiencia de Enseñanza centrada en el Estudio de Indicadores Sociales. **Paradigma**, [S. l.], v. 41, n. e1, p. 89-117, 2021. DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p89-117.id1019.

TEIXEIRA, L. H. O. A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno. **Revista Educação em Foco**, [S. l.], v. 10, p. 93-103, 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/08/009_A_ABORDAGEM_TRADICIONAL_DE_ENSINO_E_SUAS_REPERCUSS%C3%95ES.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

THISSEN, D.; STEINBERG, L.; FITZPATRICK, A. R. Multiple-choice models: The distractors are also part of the item. **Journal of Educational Measurement**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 161-176, 1989.

THOMAZ, P. G.; ASSAD, R. S.; MOREIRA, L. F. P. Uso do Fator de impacto e do índice H para avaliar pesquisadores e publicações. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 2, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011000200001>

TROUCHE, L. **Questions**. Mensagem recebida por <ivazuchi@gmail.com> em 02 jul. 2021.

TROUCHE, L.; ASSIS, C. **Ciclo de seminários em torno da abordagem documental do didático PUC-SP**. 19 abr. 2021, vídeo (1h 14min 40s). Publicado pelo canal dtiao vivo2 PUCSP. Disponível em: <https://youtu.be/h0nCU1OEC98>. Acesso em: 31 mar. 2022.

TROUCHE, L.; GUEUDET, G.; PEPIN, B.; ROCHA, K.; ASSIS, C.; IGLIORI, S. A abordagem documental do didático. **DAD-Multilingual**, [S. l.], p.1-14, 2020. Disponível em: hal-02664943v2. Acesso em: 24 maio 2024.

TROUCHE, L; GUEUDET, G.; PEPIN, B. The documentary approach to didactics. **ArXiv**: Cornell University, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.01392>
UNESCO. **Pedagogia da Cooperação**. (Cadernos de referência de esporte; 12). Brasília: Fundação Vale, 2013. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002250/225005POR.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2018.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, Edição Especial n. 4, p. 79-97, 2014. DOI: 10.1590/0104-4060.38645

VALENTE, W. R. Quem somos nós, professores de matemática? **Cadernos CEDES**, Campinas, SP, v. 28, n. 74, p. 11-23, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/3PnDyZfGYnvPtWVMwRgNJMx/?format=pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

VIALI, L.; CURY, H. N. Análise de erros em Probabilidade: uma pesquisa com professores em formação continuada. **Educação, Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 373-391, 2009. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/24348/1/Viali2009An%C3%A1lise.pdf>. Acesso em: 07 out. 2023.

VIANA, E.; SILVA, J. O ensino de Probabilidade via atividades com o “Jogo do máximo”. **Revista Eletrônica de Matemática - Revemat**, v. 16, p. 1-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2021.e79665>

VILARINHO, A. P. L. **Uma proposta de análise de desempenho dos estudantes e de valorização da primeira fase da OBMEP**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/19335>. Acesso em: 01 dez. 2021.

WENGER, E. **Communities of Practice**: Learning, Meaning and Identity. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932>

WILD, C. J.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. **International Statistical Review**, [S. l.], v. 67, n. 3, p. 223-265, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

WILKERSON, M. H.; LANOUE, K.; SHAREFF, R. L. Exploring variability during data preparation: a way to connect data, chance, and context when working with complex public datasets. **Mathematical Thinking and Learning**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 1-19, 2021. Doi: 10.1080/10986065.2021.1922838

XAVIER NETO, A. L.; DA SILVA, M. J. F.; TROUCHE, L. A construção de atividades para o ensino de sequências numéricas: Uma análise pela lente da Abordagem Documental do Didático. **Educação, Matemática, Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, SP, v. 21, n. 5, p. 300-314. 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/11983-3156.2019v21i5p300-314>

ZIPF, G.K. **Human behavior and the principle of least effort**. Addison-Wesley: Cambridge Mass, 1949. Disponível em: https://www.iqla.org/includes/basic_references/Zipf_1949_Human_Behavior_and_the_Principle_of_Least_Effort.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A – REFERÊNCIAS PARA A ENTREVISTA – ABORDAGEM COM O LICENCIANDO EM MATEMÁTICA

Dimensão 1: Concepção de formação

1. Como foi sua formação em nível de ensino médio?
2. Você possui alguma outra formação em nível superior?
3. Por que escolheu o curso de Licenciatura em Matemática?
4. Você pretende realizar outros cursos após a formação em Licenciatura em Matemática? Quais?
5. Você realiza cursos paralelos ao curso de Licenciatura em Matemática? Quais?
6. Você pretende exercer a docência?
7. Quais as dificuldades que encontrou na Licenciatura em Matemática?
8. Você teve alguma dificuldade para acompanhar as aulas no Ensino Remoto Emergencial? Quais?

Dimensão 2: Aprendizagem de Estatística

9. Como você se organiza para estudar Estatística? Que instrumentos ou meios utiliza?
10. Você costuma solicitar explicações extraclasse aos seus professores?
11. Quais recursos/metodologias que seus professores utilizam para o ensino dos conteúdos de Estatística nas aulas que costumam surtir efeito positivo em sua aprendizagem?
12. Você costuma consultar/conversar com colegas para melhorar seu entendimento dos conteúdos?
13. Você participa de grupos de estudo ou similares?
14. Você pesquisa outras fontes, excetuando-se as sugeridas pelo professor, para obter informações e explicações para entender assuntos de Estatística?
15. Você consulta o plano de ensino de seu professor? Que informações busca nesse documento?
16. Você costuma consultar documentos como o PPC do curso ou outra diretriz curricular para o curso de Licenciatura em Matemática? Por quê?
17. Que recursos didáticos conheceu no curso de Licenciatura em Matemática e que gostaria de utilizar nas aulas de Estatística que ministrará em suas futuras vivências profissionais?
18. Você considera que tem facilidade para ministrar uma aula sobre Estatística para a Educação Básica considerando os conhecimentos obtidos no curso de Licenciatura em Matemática?
19. Você poderia elaborar uma ilustração que demonstre como ocorre o seu momento de estudo de Estatística? O esquema deve conter o que utiliza para estudar sejam materiais, livros, artigos, tecnologias ou quaisquer coisas que façam parte do momento de estudo.
20. No link a seguir poderia escrever (<https://www.mentimeter.com/pt-BR>) as dez primeiras palavras que representam seus estudos e aprendizagem em Estatística

APÊNDICE B – REFERÊNCIAS PARA A ENTREVISTA – ABORDAGEM COM ABORDAGEM COM O DOCENTE FORMADOR

Dimensão 1 - Formação inicial e continuada

1. Como foi sua trajetória de formação acadêmica inicial?
2. O que motivou a escolher essa área de formação?
3. Se não tivesse escolhido essa área de formação, qual seria sua outra opção?
4. Você participa de cursos de formação continuada? Com que frequência?
5. Se você participa, quais as motivações que o levam a realizar cursos de formação continuada?
6. A instituição com que trabalha promove ou disponibiliza, cursos de formação continuada?
7. Como se caracteriza a formação continuada em sua instituição? Essas dinâmicas auxiliam de alguma forma em sua prática profissional?

Dimensão 2 – Aspectos profissionais

8. Em que níveis de ensino já atuou e que disciplinas já lecionou em sua trajetória enquanto docente?
9. Quanto tempo leciona Estatística?
10. Se fosse estabelecer um nível de experiência para a disciplina de Estatística enquanto docente você escolheria: muito experiente, experiência mediana ou pouco experiente?
11. Quais as dificuldades atuais da profissão docente no ensino superior

Dimensão 3 - Planejamento docente

12. Aspectos da sua formação inicial impactam na forma como planeja suas aulas?
13. Como você inicia o planejamento de suas aulas? Que tipo de recurso utiliza? Que fontes bibliográficas você utiliza?
14. Como você inicia um novo conteúdo?
15. Se tivesse que lecionar uma disciplina pela primeira vez, esse semestre, como agiria? Que recursos utilizaria? Que fontes consultaria?
16. Você costuma planejar suas aulas sozinho ou com colegas de área?
17. Você acha importante compartilhar ideias e experiências com os colegas?
18. Você costuma utilizar experiências coletivas ou de outros colegas em suas aulas? Se sim, como? Poderia citar exemplos?
19. Você já trabalhou em conjunto com algum professor em uma mesma disciplina? Se sim, como foi a experiência?
20. Se por alguma necessidade eu me tornasse sua substituta em uma aula amanhã, o que me recomendaria? quais as ações que ia me pedir? Que tipo de recursos didáticos me aconselharia a usar?
21. Como professor formador, você acredita que os recursos didáticos utilizados nas disciplinas da Licenciatura em Matemática podem colaborar para o aprimoramento estatístico do licenciando?
22. Você poderia elaborar uma ilustração que demonstre como ocorre o planejamento de suas aulas e dos materiais didáticos? O esquema deve conter o que utiliza para planejar suas aulas, sejam materiais, livros, artigos, tecnologias ou quaisquer coisas que façam parte do momento de planejamento.
23. No link a seguir poderia escrever (<https://www.mentimeter.com/pt-BR>) as dez primeiras palavras que representam e fazem parte do planejamento de suas aulas?

Dimensão 4 – Planejamento no ensino remoto

- 24.** Após a adesão ao ensino remoto pela sua instituição, como planejou suas aulas de Estatística?
- 25.** Você modificou em que aspectos o seu planejamento em relação a aula presencial?
- 26.** Na sua opinião, qual(is) a(s) potencialidade(s) do ensino remoto na preparação de suas aulas?
- 27.** Qual(is) foram a(s) principal(is) dificuldade(s) na preparação de aulas no ensino remoto?
- 28.** Houve rupturas com as ideias intrínsecas ao seu planejamento presencial? Quais?
- 29.** O que não deu certo em termos de recursos didáticos para o período remoto?
- 30.** Alguns recursos didáticos, usados no ensino remoto, serão mantidos também no retorno à presencialidade? Quais?
- 31.** Você poderia elaborar uma ilustração que demonstre como ocorreu o planejamento de suas aulas e dos materiais didáticos durante o período de ensino remoto presencial? – O esquema deve conter o que utilizou para planejar suas aulas no ensino remoto.
- 32.** No link a seguir poderia escrever (<https://www.mentimeter.com/pt-BR>) as dez primeiras palavras que representam e fazem parte do planejamento de suas aulas no período remoto?

APÊNDICE C – ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS POR TESTE QUI-QUADRADO

Tabela 31 – Associação entre as palavras e classes

(continua)

Classe	Palavras	$\chi^2(g(l) = 1)$	p-valor
Classe 1 - Conteúdo	Análise	59,9	<0,0001
	Probabilidade	40,91	<0,0001
	Básico	35,09	<0,0001
	Conceito	34,58	<0,0001
	Regressão	34,07	<0,0001
	Combinatória	32,07	<0,0001
	Correlação	29,16	<0,0001
	Discreto	27,28	<0,0001
	Contínuo	25,89	<0,0001
	Dado	24,98	<0,0001
	Descritivo	20,17	<0,0001
	Amostragem	19,75	<0,0001
	Médio	19,75	<0,0001
	Linear	18,08	<0,0001
	Assimetria	15,65	<0,0001
	Estatístico	15,65	<0,0001
	Série	14,85	0,00011
	Estimação	14,07	0,00017
	Teorema	13,68	0,00021
	Introdução	13,29	0,00026
	Revelar	191,87	<0,0001
	Profundidade	191,87	<0,0001
	Fim	191,87	<0,0001
	Entender	191,87	<0,0001
	Concernir	191,87	<0,0001
	Ajuda	191,87	<0,0001
Classe 2 - Recursos	Como	184,14	<0,0001
	Excel	181,99	<0,0001
	Ordem	181,99	<0,0001
	Acerca	181,99	<0,0001
	Conhecer	172,93	<0,0001
	Calculadora	164,59	<0,0001
	Compreender	164,59	<0,0001
	Bem	164,59	<0,0001
	Importância	156,91	<0,0001
	Eletrônico	156,91	<0,0001
Classe 3 - Pedagógico	Planilha	143,18	<0,0001
	Interdisciplinar	398,47	<0,0001
	Prático	346,45	<0,0001
	Vivenciar	189,04	<0,0001
	Termo	189,04	<0,0001
	Tender	189,04	<0,0001
	Socialização	189,04	<0,0001
	Sistematização	189,04	<0,0001
	Referência	189,04	<0,0001
	Paper	189,04	<0,0001
	Módulo	189,04	<0,0001
	Longo	189,04	<0,0001
	Formato	189,04	<0,0001
	Cursar	189,04	<0,0001

Tabela 31 – Associação entre as palavras e classes

(conclusão)			
Classe	Palavras	$\chi^2(g(l) = 1)$	p-valor
	Contextualização	189,04	<0,0001
	Ação	189,04	<0,0001
	Artigo	189,04	<0,0001
	Ligado	180,71	<0,0001
	Base	172,95	<0,0001
	Pedagógico	165,71	<0,0001

Fonte: dados de pesquisa (2024)

APÊNDICE D – PERFIS E ANTIPERFIS

Tabela 32 – Perfis e antiperfis obtidos pelo Método de Reinert

Cluster 1	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4	classe 5
matemática	59,824	-2,028	-3,887	-10,879	-4,499
querer	38,082	-1,935	-0,683	-0,429	-13,422
ensino	24,72	-2,114	-5,167	-1,444	-0,681
curso	27,172	-0,412	-3,502	-3,267	-2,506
escola	27,371	-2,438	-0,77	-0,026	-8,742
gostar	32,961	-2,043	-3,909	-1,602	-3,192
área	42,469	-2,883	-2,698	-2,517	-5,46
educação	18,831	-1,111	-2,898	-2,703	-0,429
mestrado	23,935	-1,625	-1,521	-1,419	-3,077
licenciatura	23,935	-1,625	-1,521	-1,419	-3,077
Cluster 2	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4	classe 5
entender	-9,267	54,716	-0,217	0,344	-10,831
explicar	-7,397	40,913	-4,542	2,205	-4,531
dificuldade	-4,597	28,413	0,288	-1,602	-3,192
compreender	-1,721	25,352	-0,944	-0,881	-1,91
passar	-2,508	23,903	-2,75	-4,613	0,28
parecer	-0,989	16,589	0,292	-1,6	-3,47
coisa	-6,832	15,078	-0,106	-3,007	0,915
grau	-0,078	14,648	-0,944	-0,881	-1,91
assunto	-0,157	13,88	-0,253	-0,189	-3,864
ritmo	-0,244	10,984	0,004	-1,059	-2,297
Cluster 3	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4	classe 5
dúvida	-9,399	0,135	36,679	-0,237	-3,498
tirar	-7,502	-0,803	35,449	1,406	-5,684
prova	-4,597	-0,664	30,96	-3,647	-0,061
dar	-4,025	-7,924	29,671	-0,059	0,003
assistir	-1,582	-2,25	27,641	0,1	-4,26
correr	-1,721	-1,009	27,09	-0,881	-1,91
vídeo	-3,126	-1,832	26,678	-0,101	-1,227
conversa	-1,374	-0,805	21,623	-0,703	-1,525
pesquisar	-2,07	-1,213	20,969	-1,059	-0,353
aula	-6,669	-9,268	18,354	0,635	0,864
Cluster 4	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4	classe 5
atenção	-0,989	-1,832	-1,715	39,883	-3,47
frente	-3,126	-1,832	-1,715	39,883	-1,227
prestar	-2,07	-1,213	-1,135	34,925	-2,297
sala	-1,582	-2,25	-2,105	29,929	-0,483
problema	-0,387	-1,29	-3,098	29,855	-1,856
conseguir	-13,201	3,894	-1,269	24,992	-1,359
estudar	1,68	-3,675	-0,567	23,616	-8,537
vez	-19,566	0,017	10,985	22,603	-5,222
contato	-3,839	-0,462	-2,105	21,268	0
online	-0,31	-2,25	-2,105	21,268	-0,483
Cluster 5	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4	classe 5
exemplo	-12,132	-0,056	-0,35	-0,93	23,499
recurso	-5,284	-0,122	-0,962	-2,703	21,57
matéria	-0,56	-3,526	-1,293	-3,078	21,374
cálculo	-0,387	-3,31	-3,098	-0,968	18,885
matemático	-2,421	-1,419	-1,328	-1,238	18,829
inspirar	-2,421	-1,419	-1,328	-1,238	18,829
tecnologia	-0,989	-1,832	-1,715	-1,6	17,444
pergunta	-3,126	-1,832	-0,148	-1,6	17,444
depende	-2,07	-1,213	-1,135	-1,059	16,102
disciplina	-3,897	-1,659	0,596	-3,267	14,523

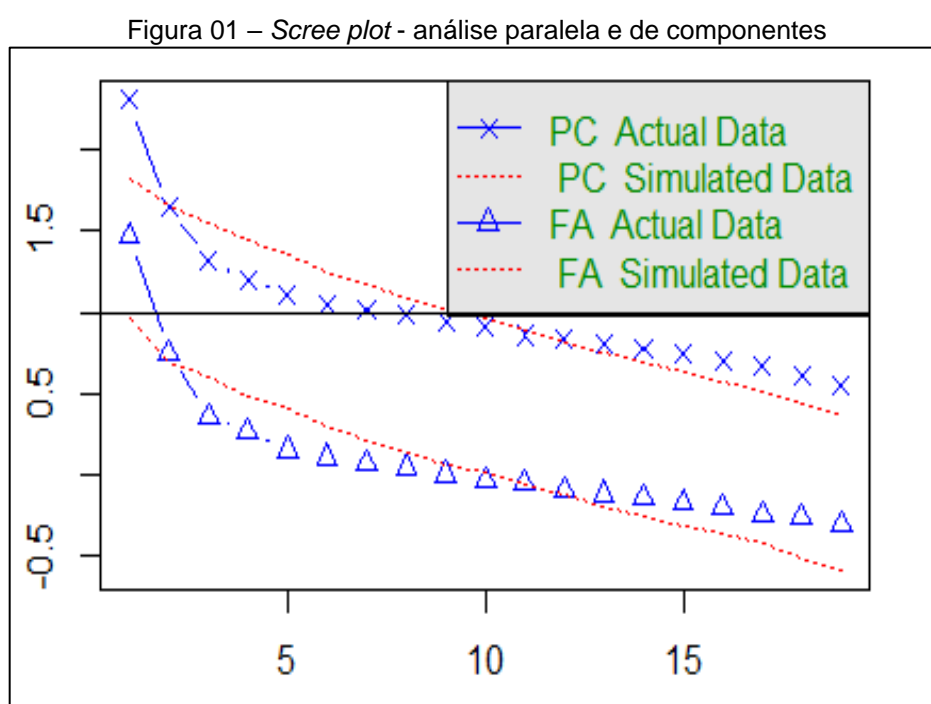
Fonte: dados de pesquisa (2024)

APÊNDICE E – ENSAIO DIMENSIONALIDADE DOS ENADES 2014, 2017 E 2021

O traço latente conhecimentos para ensinar matemática pode ser interpretado unidimensionalmente. Entretanto, é preciso verificar se os itens dos Enades 2014, 2017 e 2021 representam adequadamente o que se pretendia medir e como os itens se comportam em um modelo multidimensional.

Enade 2014

A Figura 01, é um *scree plot* relacionado ao Enade 2014, o qual sugere um número de fatores e de componentes igual a 1. O primeiro fator é preponderante e explica 31,58% da variância. Se o primeiro fator responder por mais de 20% da variância total podemos considerar o constructo unidimensional. (Reckase, 1979).



Fonte: elaborada pela autora (2024)

Entretanto, também podem ser observados na Figura 01, que existem dois pontos acima da primeira linha pontilhada vermelha, relacionada aos componentes principais (PC), fornecendo indícios que um modelo bidimensional pode ser adequado aos padrões apresentados pelo Enade 2014.

Desse modo, foi realizada a análise fatorial para o modelo unidimensional os 19 itens apresentaram carga fatorial média de 0,44 com desvio-padrão de 0,34. A comunalidade, que é entendida como a proporção de variabilidade que é explicada pelos fatores com o valor mínimo de 0,50 (Hongyu, 2018), resultou em uma média de 0,32 com desvio-padrão 0,29. Na Tabela 01 são destacadas as cargas fatoriais F1, F2, bem como a comunalidade (h2) dos itens, sendo que deles 12 apresentam comunalidade abaixo do valor 0,5.

Tabela 01 – Cargas fatoriais dos 19 itens considerados no Enade 2014⁵⁴

Item	F1	F2	h2	Item	F1	F2	h2
I9	0,29	0,23	0,10	I23	0,27	0,20	0,15
I10	0,29	0,17	0,14	I24	0,23	0,05	0,06
I11	0,10	0,73	0,59	I25	0,12	0,08	0,01
I12	0,27	0,07	0,06	I26	0,38	0,11	0,13
I13	0,12	0,01	0,01	I30	0,34	0,05	0,11
I14	0,05	0,18	0,03	I31	0,71	0,02	0,50
I15	0,31	0,04	0,10	I32	0,79	0,03	0,65
I17	0,31	0,78	0,55	I34	0,81	0,05	0,68
I18	0,40	0,74	0,89	I35	0,91	0,01	0,82
I19	0,07	0,02	0,00	-	-	-	-

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Quanto maior a carga fatorial, maior a relação do item com o correspondente fator (Barbetta *et al.* 2014). Dessa forma, pode-se interpretar um fator (ou traço latente) considerando o conjunto de itens com alta carga sobre ele. Assim, os itens I9, I10, I12, I13, I15, I19, I23, I24, I25, I26, I30, I31, I32, I34, I35 possuem cargas fatoriais maiores no primeiro fator (F1) enquanto os itens I11, I14, I17, I18 possuem cargas fatoriais em F2. Podem ser observados itens com baixa carga fatorial nos dois fatores.

Além da verificação de fatores foi averiguado o ajuste dos dados ao modelo bidimensional pelos critérios de informação Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) que são frequentemente utilizados para selecionar modelos em diversas áreas. Segundo esses critérios o melhor modelo será o que apresentar menor valor de AIC ou BIC. (Emiliano, 2009). A Tabela 02, mostra que há uma melhor adaptação do modelo bidimensional para o unidimensional, pois ocorreu uma redução de valores em AIC e BIC.

⁵⁴ Em negrito os valores de carga fatorial maior que 0,5.

Tabela 02 – Critérios AIC e BIC

	AIC	BIC
Modelo Unidimensional	280.004,3	280.435
Modelo Bidimensional	279.445,4	280.012,2

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Associada a essa interpretação também podemos utilizar coeficientes de qualidade do modelo, considerando as medidas estatísticas RMSEA; o CFI e o TLI. Segundo Brown (2015) são aceitáveis valores para o RMSEA $< 0,05$ com TLI e CFI $> 0,90$. Conforme Tabela 03, o RMSEA manteve-se inalterado do uni para o bidimensional (contudo valores $< 0,05$) e o TLI e CFI aumentaram, com valores mais próximos do aceitável.

Tabela 03 – Critérios segundo Brown

	Modelo Unidimensional	Modelo bidimensional
RMSEA	0,02	0,02
TLI	0,79	0,84
CFI	0,84	0,89

Fonte: dados de pesquisa (2024)

As estatísticas apresentadas não são conclusivas da bidimensionalidade do Enade 2014, uma vez que não apresentam variação para RMSEA e as demais não atingem o valor de 0,90. Contudo, se forem associadas à observação empírica dos constituintes do Enade 2014 para a Licenciatura em Matemática, trazem a possibilidade de medição de um traço latente bi e até mesmo tridimensional, uma vez que os itens exibem conteúdos pedagógicos e de matemática

A partir desse raciocínio, foi realizada uma nova estimação agora, pensando num modelo tridimensional, sendo primeiramente avaliadas as cargas fatoriais, cujos valores (considerados em módulo) podem ser observado na Tabela 04.

Tabela 04 – Cargas fatoriais para um modelo tridimensional

Item	F1	F2	F3	h2	Item	F1	F2	F3	h2
I9	0,33	-0,82	0,25	0,87	I23	0,35	0,15	0,04	0,14
I10	0,33	0,17	-0,05	0,12	I24	0,28	0,20	-0,24	0,13
I11	0,36	0,54	0,18	0,48	I25	-0,15	-0,04	0,22	0,05
I12	0,29	0,07	-0,29	0,13	I26	0,34	-0,10	-0,09	0,13
I13	0,11	-0,03	0,03	0,02	I30	-0,26	0,12	-0,02	0,09
I14	0,06	0,10	-0,95	0,88	I31	-0,68	0,25	-0,13	0,59
I15	0,33	0,05	-0,08	0,10	I32	-0,71	0,26	-0,09	0,61
I17	-0,06	0,54	0,55	0,64	I34	-0,86	-0,02	0,09	0,71
I18	0,69	0,55	0,25	0,91	I35	-0,93	0,08	0,13	0,84
I19	0,03	-0,26	0,31	0,15	-	-	-	-	-

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Percebe-se, na Tabela 04, que itens que não possuíam carga fatorial acima de 0,3 em um modelo bidimensional, mostraram carregamento quando opta-se por um constructo de perspectiva tridimensional. Pelo critério Akaike, há uma redução de valores em AIC e BIC sugerindo melhor adaptação do modelo unidimensional para tridimensional, conforme Tabela 05.

Tabela 05 – Critérios AIC e BIC

	AIC	BIC
Modelo Unidimensional	280.004,3	280.435
Modelo Bidimensional	279.445,4	280.012,2
Modelo Tridimensional	279.168.5	279.862,05

Fonte: dados de pesquisa (2024)

A Tabela 06 mostra que o RMSEA foi reduzido e valores para TLI e CFI maiores que 0,90 no modelo tridimensional. Isso permite analisar a possibilidade de que o constructo relativo ao Enade 2014, seja mais bem entendido na perspectiva tridimensional.

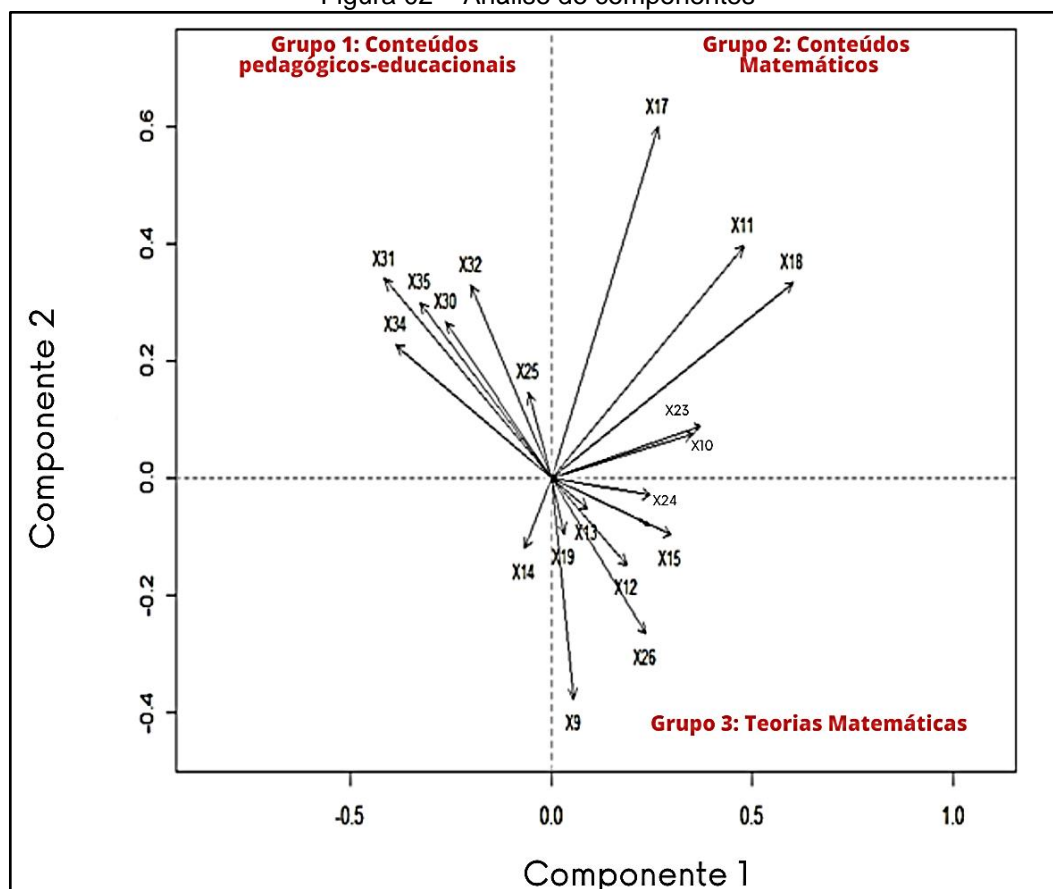
Tabela 06 – Estatísticas de qualidade de ajuste para um modelo tridimensional

	Modelo Unidimensional	Modelo Bidimensional	Modelo Tridimensional
RMSEA	0,02	0,02	0,01
TLI	0,79	0,84	0,90
CFI	0,84	0,89	0,94

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Considerando esses pressupostos a Figura 02, gerada pela análise de componentes principais, ilustra a presença de mais de um componente no constructo, sendo possível inferir que há indícios que a prova Enade 2014 poderia ter sua escala de habilidades organizada em função de pelo menos três dimensões. Considerando que ele possui itens relativos a conhecimentos pedagógicos de conteúdo (Grupo 1: I25; I30; I31; I32, I34; I35); conteúdos matemáticos (Grupo 2: I10; I11; I17; I18; I23) e conteúdos que envolvem estruturas teóricas da matemática (Grupo 3: I9; I12; I13; I14; I15; I19; I24; I26).

Figura 02 – Análise de componentes



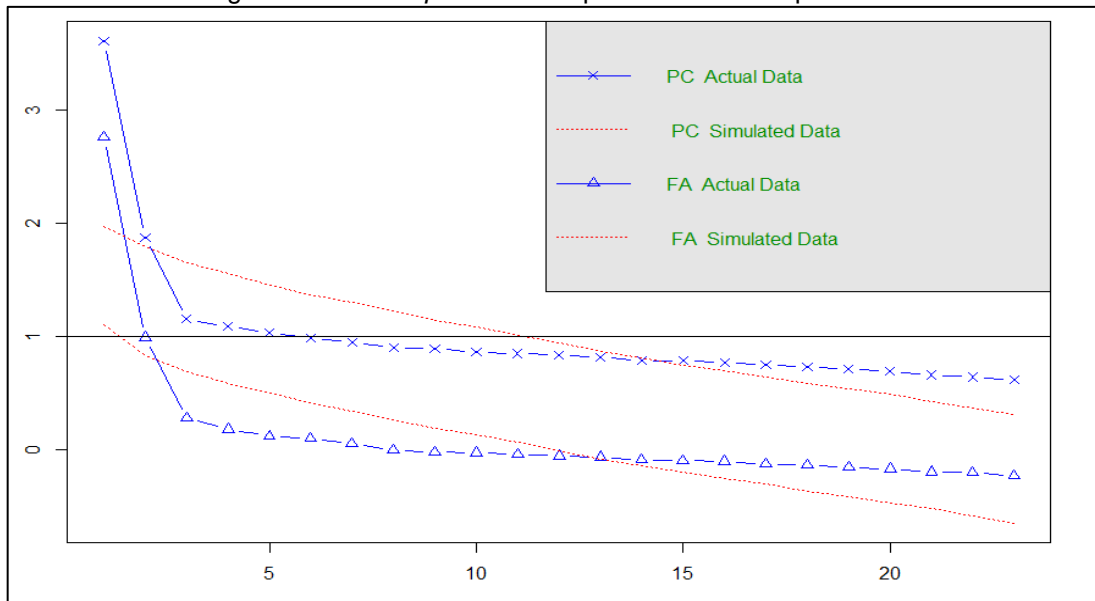
Fonte: elaborada pela autora (2024)

Desse modo, interpreta-se que há um melhor ajuste do teste para um constructo tridimensional o que pode explicar os resultados qualitativos frágeis apontados quando observamos o Enade 2014 sob a ótica da TRI unidimensional.

Enade 2017

Para verificar se os itens representam adequadamente o que se pretendia medir e como eles se comportariam em um modelo multidimensional foi inicialmente realizada a análise paralela e de componentes principais obtendo-se o *scree plot* (Figura 03), o qual mostra um primeiro fator preponderante explicando 44,9% da variância fornecendo indícios de unidimensionalidade. (Reckase, 1979)

Figura 03 – Scree plot - análise paralela e de componentes



Fonte: elaborada pela autora (2024)

Contudo, podem ser observadas na Figura 03, que existem mais pontos acima da linha pontilhada vermelha, relacionada aos componentes principais (PC), mostrando que um modelo bidimensional possa ser adequado aos padrões apresentados pelo Enade 2017.

Na análise fatorial para o modelo unidimensional os 23 itens apresentaram carga fatorial média de 0,63 com desvio-padrão de 0,23. A comunalidade resultou em uma média de 0,45 com desvio-padrão 0,29. Destaca-se que 12 itens apresentam comunalidade abaixo de 0,4. Assumindo como baixa a comunalidade apresentada, foi realizada a análise fatorial para modelos multidimensionais, que pode ser observada na Tabela 07.

Tabela 07 – Cargas fatoriais dos 23 itens considerados na prova

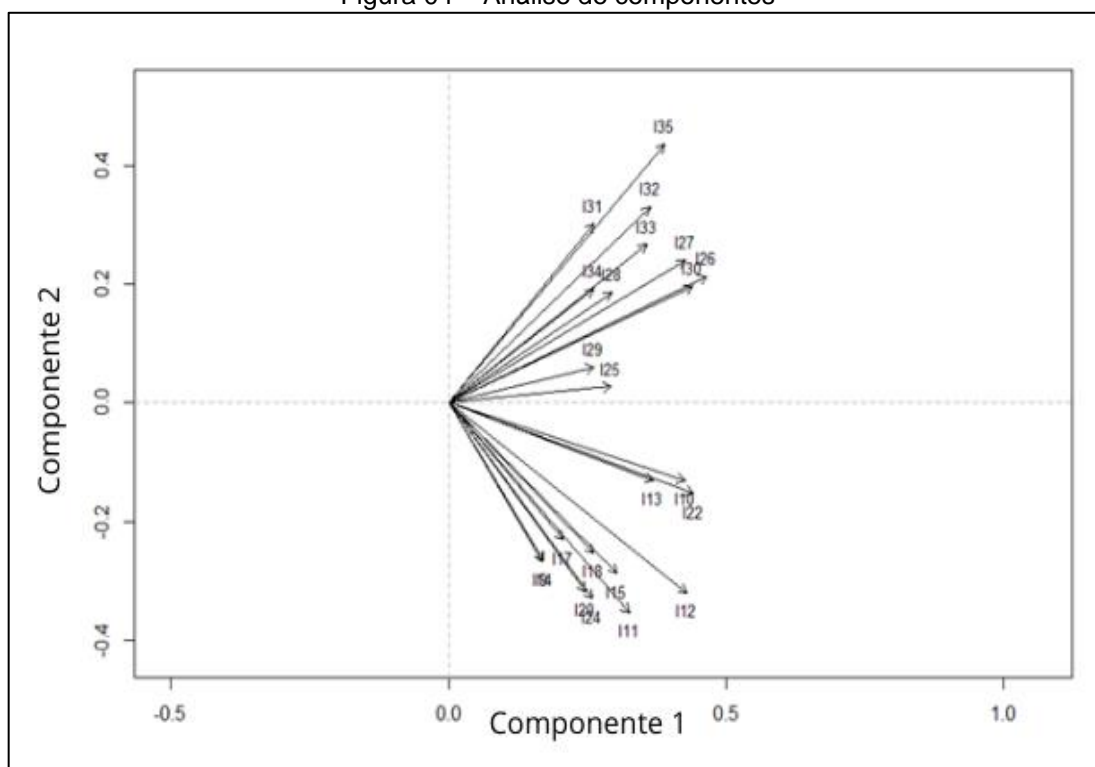
Item	F1	F2	Item	F1	F2
I9	0,00	-0,88	I25	-0,24	-0,28
I10	-0,03	-0,55	I26	-0,43	-0,22
I11	0,09	-0,84	I27	-0,39	-0,13
I12	0,01	-0,74	I28	-0,38	-0,05
I13	-0,05	-0,39	I29	-0,37	-0,20
I14	-0,03	-0,82	I30	-0,59	-0,16
I15	0,00	-0,67	I31	-0,37	0,06
I17	0,05	-0,54	I32	-0,48	0,02
I18	-0,01	-0,80	I33	-0,44	0,00
I20	-0,03	-0,86	I34	-0,31	-0,02
I22	-0,21	-0,65	I35	-0,67	0,15
I24	0,03	-0,90			

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Considerando o conjunto de itens com alta carga sobre um determinado fator, os itens I26 ao I35 possuem cargas fatoriais maiores no primeiro fator (F1) enquanto os itens I9, I10, I11, I12, I13, I14, I15, I18, I20, I22, I24 e I25 possuem cargas fatoriais em F2. Analisando o conteúdo das questões da prova, a carga fatorial F1 inclui itens relacionados as habilidades pedagógicas enquanto F2 mede habilidades matemáticas. O item I26 embora trate de conteúdos matemáticos, tem carga em F1, circunstância explicada pela estrutura das questões, dependente mais de análises do que de cálculos.

A Figura 04 ilustra a presença de dois componentes no constructo, sendo possível inferir que há indícios que a prova Enade 2017 poderia ter sua escala de habilidades organizada em função de duas dimensões. Observa-se que I25 se comporta de maneira diferente. Em um primeiro momento, faz parte da prova de habilidades matemática, no entanto, está inserido no componente pedagógico da prova. Esse achado também corresponde ao item I26 e é convergente aos estudos de Barbeta *et al.*, (2014) que em uma prova específica de vestibular encontraram itens de Geografia que assumiam características de raciocínio lógico.

Figura 04 – Análise de componentes



Fonte: elaborada pela autora (2024)

O ajuste analisado pelos critérios de informação AIC e BIC mostra uma redução de valores da primeira para a segunda linha da Tabela 08, sugerindo que o constructo se ajusta melhor ao modelo bidimensional.

Tabela 08 – Critérios AIC e BIC

	AIC	BIC
Modelo Unidimensional	300522,7	301026,0
Modelo Bidimensional	299570,4	300234,1

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Associada a essa interpretação também podemos considerar as medidas estatísticas RMSEA, o CFI e o TLI. A primeira estatística mantém-se dentro do esperado ($<0,05$) e as duas outras tiveram um aumento. Considerando Brown (2015), há um melhor ajuste do uni para o bidimensional, conforme Tabela 09.

Tabela 09 – Critérios segundo Brown

	Modelo Unidimensional	Modelo bidimensional
RMSEA	0,01	0,01
TLI	0,96	0,97
CFI	0,97	0,98

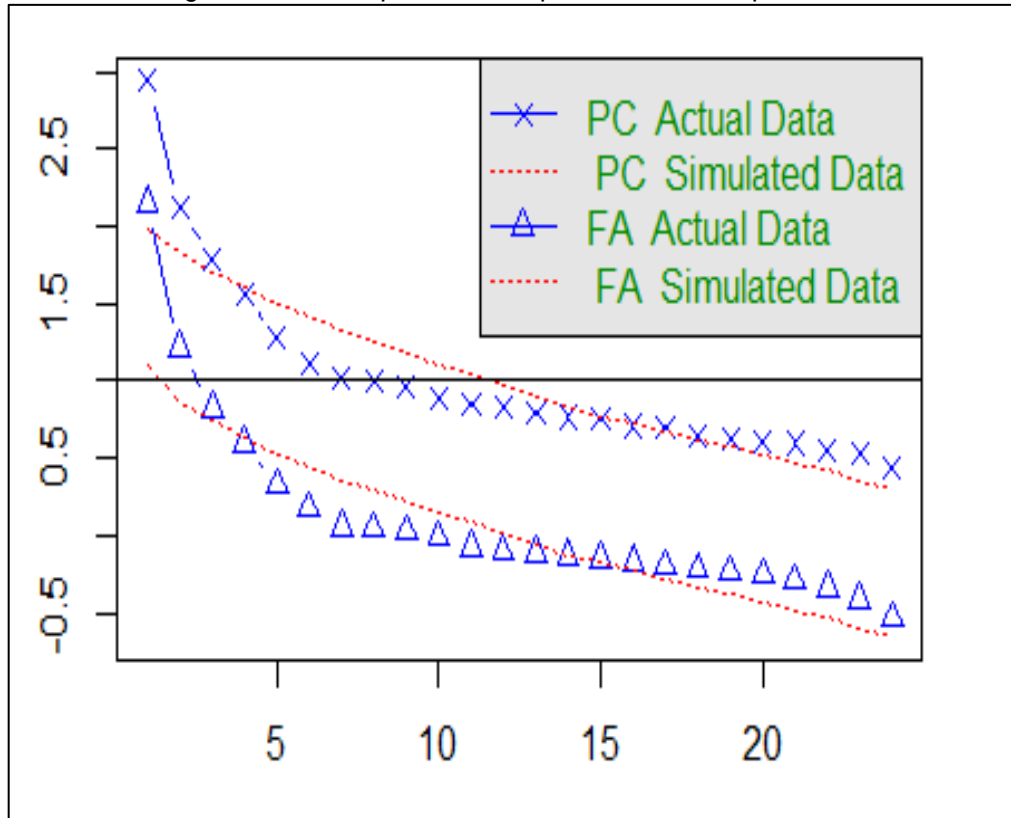
Fonte: dados de pesquisa (2024)

A observação empírica dos constituintes da prova Enade 2017 para a Licenciatura em Matemática exibe um traço latente relacionado a conteúdos pedagógicos e outro que traz o conteúdo de matemática. Assim, considerando os 23 itens que compuseram a avaliação podemos distinguir a possibilidade de medição de um traço latente bidimensional. A próxima seção traz a análise dos itens do Enade 2021.

Enade 2021

O *scree plot* (Figura 05) mostra um primeiro fator preponderante explicando 51,5% da variância, o que é indício de unidimensionalidade, pois o primeiro fator deve responder por mais de 20% da variância total. (Reckase, 1979). Entretanto, existem mais pontos acima da primeira linha pontilhada vermelha, relacionada aos componentes principais (PC), fornecendo indícios que um modelo multidimensional possa ser adequado aos padrões apresentados pelo teste Enade 2021. Nesse sentido, foi realizada análise fatorial para modelos uni e bidimensional além da avaliação dos ajustes pelo critério Akaike e pelas estatísticas RMSEA, CFI e TLI

Figura 05 – Scree plot - análise paralela e de componentes



Fonte: elaborada pela autora (2024)

Na análise fatorial para o modelo unidimensional os 24 itens apresentaram carga fatorial média (considerando os itens em módulo) de 0,65 com desvio-padrão de 0,31. A comunalidade resultou em uma média de 0,52 com desvio-padrão 0,36. Destaca-se que 12 itens apresentam comunalidade abaixo de 0,5 (I15, I16, I20, I24, I27, I28, I29, I31, I32, I33, I34, I35). (Tabela 10).

Tabela 10 – Cargas fatoriais dos 24 itens considerados na prova

Itens	F1	F2	h2	Itens	F1	F2	h2
I10	0,80	-0,25	0,70	I23	-0,13	-0,22	0,06
I11	-0,01	-0,82	0,67	I24	-0,27	-0,17	0,10
I12	0,14	-0,07	0,02	I25	0,79	0,14	0,65
I14	-0,08	-0,12	0,02	I26	0,88	0,16	0,80
I15	0,56	0,46	0,52	I27	-0,02	-0,95	0,91
I16	0,19	0,03	0,04	I28	-0,13	-0,16	0,04
I17	0,58	0,11	0,35	I29	-0,05	-0,10	0,01
I18	0,28	0,27	0,15	I31	0,72	-0,46	0,72
I19	0,06	-0,20	0,04	I32	0,48	-0,37	0,37
I20	0,74	0,42	0,72	I33	0,57	-0,14	0,34
I21	0,63	0,30	0,49	I34	0,66	-0,40	0,60
I22	0,13	0,04	0,02	I35	0,60	-0,31	0,45

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Os itens I10, I12, I15, I16, I17, I18, I20, I21, I22, I24, I25, I26, I31, I32, I33, I34, I35 possuem carga fatorial em F1, enquanto os itens I11, I14, I19, I23, I27, I28 possuem cargas fatoriais em F2, sugerindo um traço latente bidimensional.

Alguns indícios, como os pontos acima da linha vermelha no *Scree Plot* da Figura 05 e a comunalidade abaixo de 0,5 de alguns itens da Tabela 10, sugerem uma análise do comportamento dos itens em um modelo tridimensional. Assim, foi avaliado o ajuste pelos critérios AIC e BIC percebendo-se uma redução de valores da linha 1 para a 3, na Tabela 11. Essa redução é indício de ajuste otimizado para o modelo tridimensional.

Tabela 11 – Critérios AIC e BIC

	Modelo Unidimensional	Modelo bidimensional
Modelo Unidimensional	306.146,8	306.678,2
Modelo Bidimensional	304.598,7	305.299,9
Modelo Tridimensional	303.034,1	303.897,7

Fonte: dados de pesquisa (2024)

Associada a essa interpretação também podemos considerar as medidas estatísticas RMSEA, o CFI e o TLI apresentadas na Tabela 12. O RMSEA deve ser menor que 0,05 e o TLI e CFI maiores que 0,9. Assim, quando se acrescenta dimensões ao modelo, as estatísticas se reduzem para RMSEA e aumentam para as duas outras, indicando melhor ajuste ao modelo tridimensional.

Tabela 12 – Critérios segundo Brown

	Modelo Unidimensional	Modelo Bidimensional	Modelo Tridimensional
RMSEA	0,04	0,03	0,02
TLI	0,55	0,74	0,87
CFI	0,63	0,81	0,91

Fonte: dados de pesquisa (2024)

As estatísticas apresentadas permitem distinguir a possibilidade de medição de um traço latente tridimensional que é ilustrado pelo modelo da Figura 06, considerando três competências passíveis de serem medidos.⁵⁵

⁵⁵ Itens iniciados com P - pedagógicos; M - matemáticos e E - ligados ao ensino de matemática.

Traço latente 3 – Conhecimentos pedagógicos: os itens I31, I32, I33, I34 e I35 buscam medir o conhecimento próprio das disciplinas pedagógicas e educacionais. O item I10, está nesse agrupamento não tratando diretamente de questões educacionais, mas de dados universitários.

Diante dos aspectos apresentados concebe-se o Enade 2021 como um teste de alta discriminação e dificuldade elevada, permitindo uma medição adequada de traços latentes maiores que a média. Quanto a sua dimensionalidade, há indícios de que uma medição de um traço latente tridimensional seria eficaz, considerando a construção técnica de cada item e observações empíricas.

Referências do ensaio:

BARBETTA, P. A.; TREVISAN, L. M. V.; TAVARES, H. R.; AZEVEDO, T. C. A. M. Aplicação da teoria da resposta ao item uni e multidimensional na análise da prova de conhecimentos gerais do vestibular da Unesp. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 25, n. 57, p. 280-302, jan./abr. 2014.

BROWN, A. T. Confirmatory factor analysis for applied research. 2. ed. New York: **The Guilford Press**, 2015.

EMILIANO, P. C. **Fundamentos e aplicações dos critérios de informação: Akaike e Bayesiano**. (Dissertação) Lavras UFLA, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3636>. Acesso em 11 jun. 2022.

HONGYU, K. Análise Fatorial Exploratória: resumo teórico, aplicação e interpretação. **ES - Engineering and Science**, v. 7, n. 4, p. 88-103, 2018. Doi: <https://doi.org/10.18607/ES201877599>

RECKASE, M. D. Unifactor latent trait models applied to multifactor tests: Results and implications. **Journal of educational statistics**, v. 4, n. 3, p. 207-230, 1979. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1164671> Acesso em: 24 nov. 2021.