

Esquemas Utilizados Por Professores Na Construção De Gráficos Estatísticos

Schemes Used By Teachers In The Construction Of Statistical Graphs

Reilan Bomfim da Silva¹

Eurivalda Ribeiro dos Santos Santana²

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os esquemas de resolução, utilizados por professores, que atuavam no 8º ano do ensino fundamental, ao resolverem situações que se referiam à construção de gráficos estatísticos. Os sujeitos desta pesquisa foram cinco professores de quatro escolas públicas, participantes do Processo Formativo da Rede Educação Matemática Nordeste (REM-NE), com o curso Matemática #COMVIDA. Como suporte teórico, utilizou-se a Teoria dos Campos Conceituais. Emergiram dos dados três categorias: escolha do gráfico; elementos para a construção de gráficos; e calibração da escala. Os resultados evidenciaram dificuldades dos professores na utilização de esquemas de construção gráfica. Os esquemas não apresentaram, em sua totalidade, os recursos para a construção gráfica, como: título, fonte e calibração da escala. A partir disso, inferiu-se a necessidade de ampliação de processos formativos com professores em serviço e em formação inicial, que abordem os conhecimentos específicos da estatística e construção de gráficos.

PALAVRAS-CHAVE: Esquemas de Resolução. Ensino Fundamental. Conteúdos de Estatística. Construção de Gráficos Estatísticos. Processo Formativo.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the resolution of schemes used by teachers, who worked in the 8th year of elementary school, when solving situations that referred to the construction of statistical graphs. The subjects of this research were five teachers from four public schools participating in the Formative Process of Northeast Mathematics Education Network (REM-NE) with the course Mathematic #COMVIDA. As a theoretical support, the Theory of Conceptual Fields was used. Three categories

¹ Licenciando em Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Email: reilambomfim@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7370-1682>.

² Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Professora Plena do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Email: eurivalda@uesc.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6156-1205>.



emerged from the data: choice of graph; elements for graphics construction; and scale calibration. The results showed teachers' difficulties in using graphic construction schemes. The schemes did not fully present the resources for graphic construction, such as title, font and scale calibration. From this, it was inferred the need to expand formative processes with teachers in service and in initial training that address the specific knowledge of statistics and graph construction.

KEYWORDS: Resolution Schemes. Elementary School. Statistics Contents. Statistical Graph Constructions. Formative Process.

Introdução

O uso de gráficos estatísticos está difundido em diversas áreas do conhecimento, pois possibilita a “visualização imediata dos dados apresentados, além de englobar diversos conceitos matemáticos” (Castro, 2012, p. 20). Os gráficos têm importante função no processo de comunicação, sendo que é comum observar a abundante presença destes nas mídias digitais e impressas, em nosso cotidiano, expandindo as perspectivas cognitivas sobre o fenômeno que está sendo analisado. “Um fato surpreendente sobre a cognição humana é que gostamos de processar informações quantitativas em forma gráfica” (Pinker, 1990, p. 73, tradução nossa), por isso, é válido considerar os gráficos como um poderoso tipo de linguagem.

A importância ao ensino da construção gráfica no ensino fundamental anos finais é destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998. Os PCN incorporaram o bloco Tratamento da Informação para a abordagem de conceitos estatísticos. Dessa forma, os procedimentos indicados no documento eram: “organização de dados e construção de recursos visuais adequados, como gráficos [...] para apresentar globalmente os dados, destacar aspectos relevantes, sintetizar informações e permitir a elaboração de inferências” (Brasil, 1998). Essas e outras diretrizes orientam os professores sobre a importância de conhecer e desenvolver habilidades relacionadas à construção de gráficos em salas de aula.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2018, é ratificado o ensino de construções gráficas em objetos de conhecimento do 6º ao 8º ano do ensino fundamental.

Apesar dos documentos indicarem o trabalho com a construção gráfica, desde 1998, pesquisas indicam que professores da Educação Básica e futuros professores apresentam dificuldade com a temática (Martins; Carvalho, 2017; Silva et al., 2021). Nesse sentido, Santana, Alves e Nunes (2015) destacam a formação continuada como um processo de trabalho colaborativo, que estabelece “o diálogo entre a teoria, vista na academia, e a prática, posta na sala de aula” (p. 1168). Essa ação “é um

ponto de partida para se buscar caminhos em que a teoria possa auxiliar as práticas e os processos de ensino” (p. 1168).

Nesse ínterim, foram desenvolvidas pesquisas que tratam dos conhecimentos de professores sobre o processo de construção de gráficos estatísticos. Alacaci et al. (2011) realizaram uma pesquisa com 51 professores do ensino fundamental em formação inicial. O trabalho objetivava investigar o processo de escolha de gráficos apropriados para representar, adequadamente, três situações problemas contextualizadas. Foi verificado que os participantes apresentaram competência para identificar o uso do gráfico de barras e uma razoável habilidade em identificar a apropriação da utilização dos gráficos de linha e de setores.

Martins e Carvalho (2017) analisaram 25 representações gráficas elaboradas por professores dos anos iniciais do ensino fundamental. As autoras verificaram níveis baixos de complexidade em 11 dessas representações e ressaltaram que a construção de gráficos é uma tarefa complexa, mesmo para professores em atividade.

Silva et al. (2021) realizaram uma pesquisa com estudantes de graduação em licenciatura em Matemática e professores da Educação Básica do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental, que trabalham com Matemática e verificaram dificuldades desses na construção de gráficos. Em muitos esquemas analisados, não foi verificada a presença de elementos necessários para a representação gráfica. E sugerem uma reflexão sobre a necessidade de mais estudos sobre os conceitos estatísticos nos cursos de graduação e formação de professores.

Com outra perspectiva, Albuquerque (2010) realizou uma pesquisa com 152 alunos do ensino fundamental e da Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre a compreensão de escalas em gráficos de barras e de linhas. Como resultado, foi evidenciado que “a escala é um dos principais marcadores de dificuldade tanto para adultos como para as crianças” (p. 27).

É significativo o fato de que alunos do ensino fundamental, da EJA, professores em formação inicial e professores da Educação Básica apresentam dificuldades no processo de construção de gráficos estatísticos. Nesse bojo, serão utilizados elementos da Teoria dos Campos Conceituais, os quais proporcionem analisar e compreender as competências, habilidades e dificuldades dos professores, visando que estes possam contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Nessa linha de trabalho, é que pesquisadores da Rede Educação Matemática Nordeste (REM-NE) realizaram o “Processo Formativo da REM-NE, com o curso Matemática #COMVIDa”, processo este que pertence às fases da pesquisa intitulada

“Desenvolvimento Profissional de professores de Matemática e o ensino de estatística no ensino fundamental”.

Diante dessas observações iniciais, e com o aporte de dados coletados em protocolos preenchidos pelos professores participantes do processo formativo, este presente estudo objetivou analisar e identificar os esquemas de resolução, utilizados por professores, que declararam atuar no 8º ano do ensino fundamental, ao resolverem situações que se referem à construção de gráficos estatísticos.

Referencial Teórico

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), proveniente dos estudos do psicólogo francês Gérard Vergnaud, proporciona aprofundamento na compreensão de como o conhecimento é estruturado e desenvolvido, durante a resolução de situações problemas, possibilitando avanços e contribuições em pesquisas na área da educação. Nesse sentido, configura-se numa teoria cognitivista, que preza pelo estudo do desenvolvimento cognitivo do indivíduo e por sua aprendizagem (Vergnaud, 1990),

um campo conceitual é um conjunto de problemas e situações para o tratamento necessário de conceitos, procedimentos e representações de diferentes tipos, mas que tem uma interconexão muito próxima. [...]. É difícil, e algumas vezes absurdo, estudar a aquisição de conceitos separadamente (Vergnaud, 1983, p. 127, tradução nossa).

Nessa teoria, os conceitos são fundamentais e não devem ser tratados de modo isolado. Para o tratamento de qualquer situação problema, há a necessidade de considerar a interdependência de diversos conceitos no processo de resolução. Vergnaud (1996, p. 168-169) explicita alguns exemplos de campos conceituais, como: o das estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das grandezas espaciais, entre outros. Neste trabalho, os esquemas a serem analisados e identificados abordam situações referentes aos gráficos estatísticos.

Ao tratar sobre os campos conceituais e a formação de conceitos por crianças e adolescentes, Vergnaud reconhece a dificuldade de dominá-los. Para ele, essa compreensão ocorre em “um longo período de tempo por meio da experiência, maturação e aprendizagem” (Vergnaud, 1982, p. 40, tradução nossa).

A experiência está relacionada às relações com as quais os professores e estudantes estão envolvidos, no cotidiano e no ambiente escolar. O termo maturação refere-se ao processo evolutivo do ser, como o desenvolvimento das estruturas cognitivas. E, a aprendizagem evidencia a importância do professor na condução do conhecimento ao aluno.

Até o presente momento, há o uso do termo campo conceitual, sem a discussão do processo de desenvolvimento e estudo isolado de cada conceito. Dessa forma, Vergnaud (1996) afirma que é preciso considerar a composição de um conceito a partir da terna (S, I, R), na qual

S é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito (a referência). I, o conjunto das invariantes nas quais se assenta a operacionalidade dos esquemas (significado). R, conjunto das formas pertencentes e não pertencentes à linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, as propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante) (Vergnaud, 1996, p. 166).

Nesse contexto, é importante apresentar ao sujeito uma série de situações, com diferentes significados e níveis de complexidade, pois, uma única situação não é suficiente para explorar todas as propriedades de um conceito, sendo este último formado a partir de várias situações. O termo situação utilizado por Vergnaud (1996) não tem “o sentido de situação didática, mas antes o sentido de tarefa” (p. 167). Essa percepção remete-se à necessidade de esquemas de resolução.

Para identificar essa terna (S, I, R), no ensino de construção de gráficos, é preciso ter situações que possibilitem relacioná-las na construção. Por exemplo, considere uma situação hipotética, em que foi realizada uma pesquisa em um país hipotético, Sirius, sobre o nível de instrução das pessoas com 25 anos ou mais, em três anos distintos e igualmente espaçados. Considere a Tabela 1, que apresenta os dados obtidos nesta pesquisa, para construir um gráfico que represente, adequadamente, esses dados.

Tabela 1 - Distribuição do percentual por nível de instrução da população de Sirius

Nível de Instrução	2010	2016	2022
Sem Instrução	13,1%	6,5%	4,1%
Ensino Fundamental Incompleto	32,6%	30,5%	24,7%
Ensino Fundamental Completo	8,6%	11,4%	10,1%
Ensino Médio Incompleto	3,5%	4,0%	6,2%
Ensino Médio Completo	25,8%	28,3%	30,4%
Ensino Superior Incompleto	6,5%	7,9%	9,8%
Ensino Superior Completo	9,9%	11,4%	14,7%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Em uma situação que envolve construções gráficas, é necessário o conhecimento teórico sobre gráficos. O primeiro passo é identificar a(s) variável(is) para relacionar os gráficos que podem representá-la(s). Essa noção é imprescindível para uma escolha adequada.

No caso da situação apresentada, tem-se duas variáveis, a saber: nível de instrução, variável qualitativa, e ano, variável quantitativa em função do tempo. De acordo com Cazorla, Utsumi e Monteiro (2020, p. 193), “se [...] a variável quantitativa [em função do tempo] estiver desdobrada por uma qualitativa estaremos diante de um gráfico de barras/colunas lado a lado, empilhadas ou linhas múltiplas”. Portanto, os tipos de gráficos adequados para representar esta situação apresentada são os de barras ou colunas lado a lado ou empilhados, ou linhas múltiplas.

O conhecimento teórico sobre o uso adequado do gráfico, de acordo com a variável, não é suficiente, pois, é preciso conhecer as especificidades que envolvem a representação gráfica. Desse modo, o conjunto dos invariantes operatórios é o responsável por assegurar a eficácia da representação de um conceito, tratando-se das propriedades do objeto matemático estudado. Para a representação gráfica, é necessário considerar alguns elementos “para a leitura e compreensão das informações estatísticas apresentadas nos gráficos, como título, rótulo, fonte e legenda” (Santana et al., 2021, p. 41). Além disso, é possível identificar que, “os gráficos possuem conceitos implícitos, como o conceito de proporcionalidade (eixos, escalas).” (Castro, 2012, p. 38).

A depender do tipo de gráfico a ser construído, há a necessidade do conhecimento sobre um conjunto de conceitos

como as frações ou a proporcionalidade, a propósito das frequências relativas; os números e o seu significado, quando se referem aos processos de contagem; a geometria, quando se recorre aos ângulos para construir os gráficos de setores; ou as medidas, quando se fala de escalas (Lopes, 2010, p. 57).

Formalmente, os gráficos de barras ou colunas (Figura 1), segundo Bussab e Morettin (2010),

consiste em construir retângulos ou barras, em que uma das dimensões é proporcional à magnitude a ser representada (ni ou fi) [frequência absoluta ou frequência relativa], sendo a outra arbitrária, porém igual para todas as barras. Essas barras são dispostas paralelamente umas às outras, horizontal ou verticalmente (p. 15).

As frequências absolutas ou relativas são responsáveis pela altura da barra ou coluna e as bases são determinadas, arbitrariamente, desde que apresentem a mesma dimensão a todas as categorias. Para tanto, há uma variação para este tipo

de gráfico, o de colunas lado a lado ou empilhados, que é utilizado para tratamento estatístico bivariado, ou seja, quando é analisada a associação entre duas variáveis, com vistas às comparações, como é o caso da situação apresentada anteriormente.

Sobre essas variações, “as barras devem estar unidas [...]. As barras entre as categorias devem estar separadas por um espaço em branco, de modo a se poder fazer a distinção entre elas” (Matos, 2019, p. 45).

Em relação à escala no gráfico de barras ou colunas, deve-se considerar que “um gráfico, construído para mostrar grandezas absolutas, deverá ter uma linha zero claramente definida e uma escala de quantidades ininterrupta, caso contrário a leitura e a interpretação do gráfico poderão ficar distorcidas” (Toledo; Ovalle, 1985, p. 79).

Outra possibilidade para representar a situação apresentada anteriormente é o gráfico de linhas, em que a construção deve basear-se no

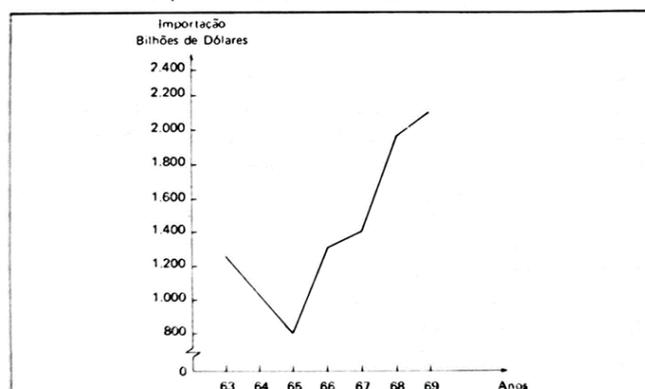
plano cartesiano, onde os dois eixos cumprem as propriedades dos eixos cartesianos. [...] marcamos os pontos no espaço cartesiano e depois unimos com segmentos de retas, que sugerem continuidade, a divisão efetuada nos eixos deve ser igualmente espaçada (Matos, 2019, p. 47).

Os gráficos de barras ou colunas e gráficos de linhas apresentam especificidades em relação à escala interrompida.

Frequentemente, em virtude da magnitude dos valores a serem representados, pode ocorrer um espaço inútil entre a linha do gráfico e um dos eixos. Sendo assim, costuma-se desenhar, junto à origem do eixo desejado, uma linha em ziguezague, ou simplesmente interromper a escala no início do mesmo (Toledo; Ovalle, 1985, p. 86).

A Figura 1 é um exemplo de gráfico de linha, em que foi utilizado o recurso do ziguezague, em um dos eixos para interromper a escala.

Figura 1 - Exemplo de gráfico com a escala interrompida
GRÁFICO 3.15 – COMÉRCIO EXTERIOR DO BRASIL
IMPORTAÇÃO – (C.I.F.) – 1963-1969



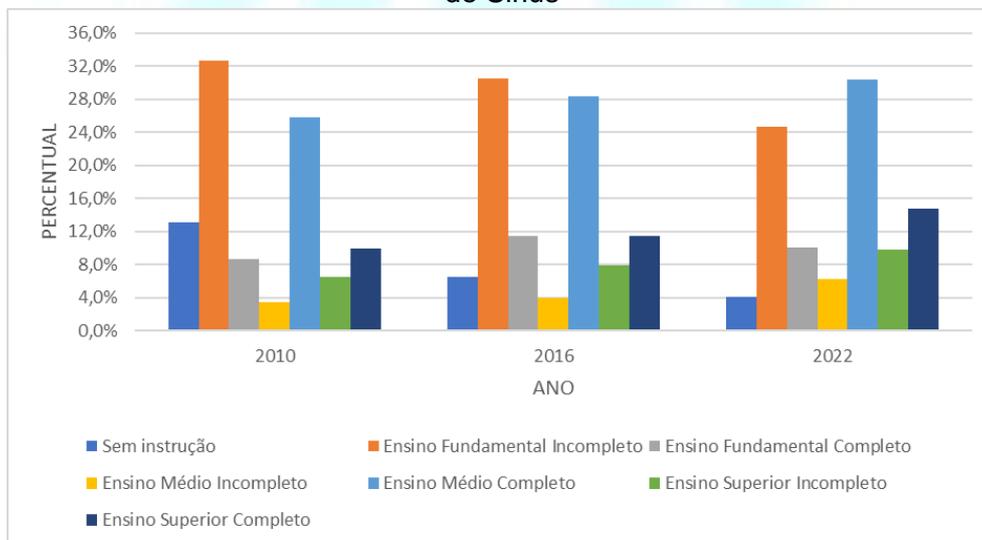
Fonte: C.I.E.F.

Fonte: Toledo, Ovalle (1985, p. 86).

Apesar da recomendação do uso da escala interrompida, esta deve ser aplicada com cautela por provocar distorção parcial no gráfico e influenciar na sua leitura.

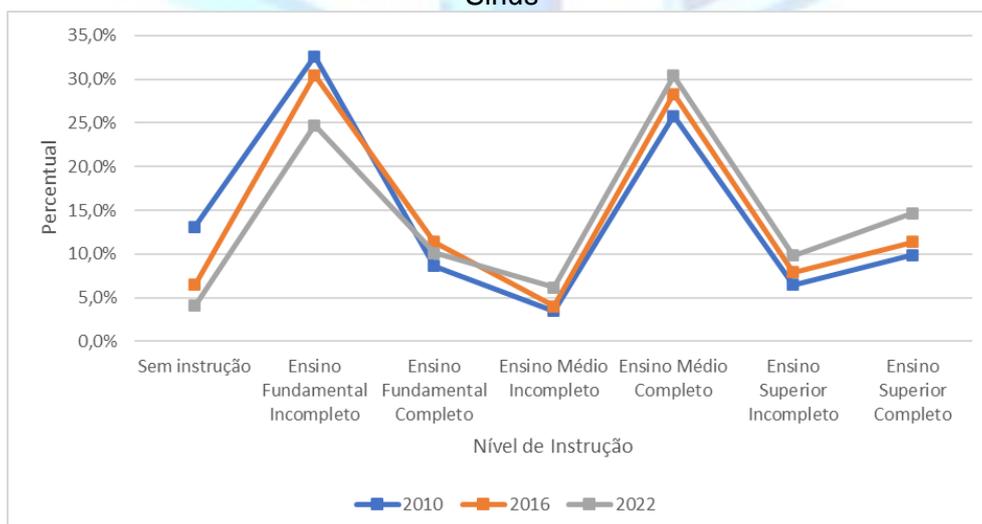
Munidos da compreensão da situação e das propriedades do objeto matemático, o conjunto das representações é destinado a explicitar os invariantes operatórios, refletir a realidade e propor operações de pensamento para um cálculo relacional. Retomando a situação apresentada anteriormente, há a possibilidade de distintas representações dos dados, atentando-se às especificidades de construção de cada tipo de gráfico. Na Figura 2, é apresentada a representação desta situação, utilizando o gráfico de colunas lado a lado e, na Figura 3, utilizando o gráfico de linhas múltiplas.

Figura 2 - Gráfico de colunas lado a lado, representando o nível de instrução da população de Sirius



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 3 - Gráfico de linhas múltiplas, representando o nível de instrução da população de Sirius



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Com a finalidade de “propiciar a compreensão do padrão dos dados” (Cazorla et al., 2017, p. 58), os gráficos estatísticos compõem um importantíssimo modelo de representação. Segundo Bussab e Morettin (2010), usar a representação gráfica para uma variável tem o privilégio de informar, de maneira rápida e concisa, sobre a sua variabilidade. Com isso, nota-se a importância do uso de gráficos estatísticos, portanto, é válido obter conhecimento sobre a sua construção. Além disso, é destacável, também, a importância da exploração das diferentes formas representacionais de um conceito, ampliando o conhecimento matemático e o conjunto de possíveis esquemas de resolução.

Essa consideração se justifica, pois os esquemas são os que proporcionam significados ao conceito, designando a forma como são estruturadas as ações na resolução de situações problemas. Segundo Vergnaud (1996, p. 157), esquemas referem-se “à organização invariante da conduta para uma dada classe de situações”. Esse aspecto invariante revela a existência de elementos imprescindíveis e que não variam na elaboração de esquemas, mesmo com a existência de diferentes formas de construções.

De forma geral, os esquemas são compostos tanto por conhecimentos implícitos quanto explícitos. Os primeiros estão relacionados às ações do sujeito, indicando os motivos que influenciaram na construção dos esquemas. Os últimos referem-se aos conhecimentos comunicados através de uma representação, que podem ser gráficos, tabelas, algoritmos etc.

Para este estudo, foram considerados os elementos de composição da terna do conceito (S, I, R) e os esquemas de resolução que foram utilizados pelos adultos (os professores participantes da pesquisa), na resolução das situações propostas em instrumentos de pesquisa.

Metodologia

O presente estudo fez uso da abordagem de pesquisa qualitativa, em que, segundo Bogdan e Biklen (1994), a compreensão do fenômeno é feita em seu ambiente natural, ou seja, onde ocorre e do qual pertence e o pesquisador está mais dedicado ao processo de obtenção das informações do que pelo produto.

Os dados utilizados para análise, neste estudo, foram oriundos do projeto intitulado “Desenvolvimento Profissional de professores de Matemática e o ensino de estatística no ensino fundamental”, desenvolvido pela Rede Educação Matemática Nordeste (REM-NE). Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, na Universidade Estadual de Santa Cruz, e registrado na Plataforma Brasil sob o Parecer

de número 3.813.638 e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 26229119.1.1001.5526.

Como parte das ações de pesquisa, a Rede desenvolveu uma formação intitulada “Processo Formativo da REM-NE com o curso Matemática #COMVIDA” nos anos de 2020 e 2021. O processo formativo, em 2020, iniciou no dia 08 de setembro e finalizou no dia 15 de dezembro. Foi composto por estudos sobre variáveis e construção de tabelas e gráficos estatísticos. Em 2021, ocorreu, entre 18 de maio e 14 de dezembro, com professores que haviam participado em 2020 e foi marcado por momentos de trabalhos colaborativos para a elaboração e o desenvolvimento de sequências de ensino para o trabalho com os estudantes, baseadas nos conteúdos do processo formativo do ano anterior.

Nesse sentido, o presente estudo representou um recorte da pesquisa e dispõe de cinco professores participantes dos dois processos formativos mencionados, que declararam atuar no 8º ano do ensino fundamental anos finais. É válido ressaltar que os cursistas preencheram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), que foi disponibilizado a eles no primeiro dia de atividades do processo formativo. Para preservar as questões éticas, os professores foram identificados com nomes fictícios.

Para análise deste estudo, foram utilizados como banco de dados dois dos treze protocolos, intitulados “Diagnóstico do conhecimento estatístico dos professores” e “Conhecimento estatístico final”. Sendo que, o primeiro continha cinco questões e deveria ser respondido no início do processo formativo, dia 08 de setembro de 2020, com prazo de trinta minutos. Já o segundo continha cinco questões e deveria ser respondido em até dois dias após o encontro do processo formativo do dia 30 de novembro de 2021. Em ambos os protocolos, os professores responderam, individualmente, e os formadores disponibilizaram os dados brutos para que os professores utilizassem na construção gráfica.

Os critérios de escolha das questões foram: i) questões inerentes aos instrumentos: “Diagnóstico do conhecimento estatístico dos professores” e “Conhecimento estatístico final”; ii) questões referentes à construção de gráfico estatístico. A seguir, são apresentadas as descrições das questões selecionadas, nos dois protocolos.

Estrutura Do Protocolo Preenchido Pelos Professores

O principal objetivo dos instrumentos de identificação do conhecimento estatístico foi: compreender o conhecimento dos professores a respeito de elementos de conceitos estatísticos.

Para a análise, foi selecionada uma questão presente no instrumento inicial, que aborda construções de gráficos estatísticos, a saber:

Figura 4 - Questão selecionada do instrumento inicial

Q1 - Construa o gráfico que você considera mais adequado para representar os dados dessa tabela.

Tabela 1: Distribuição percentual por gênero dos estudantes da Escola Jorge Amado

Ano	Homens	Mulheres
2015	50%	50%
2017	48%	52%
2019	46%	54%

Fonte: Dados da [REM-NE](#), 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Foi selecionada uma questão do instrumento de diagnóstico final que apresenta a mesma abordagem, a saber:

Figura 5 - Questão selecionada do instrumento final

Q2 - Os k-dramas são histórias sul-coreanas que vem caindo no gosto do público brasileiro há algum tempo. As histórias possuem roteiros bem fechados que em geral não tem continuação (exceto “Love Alarm”, da Netflix). Alguns dos mais vistos são: Mr. Sunshine (2018), Pousando no Amor (2019), Love Alarm (2019), Tudo bem não ser normal (2020), O Rei Eterno (2020) e Vincenzo (2021). A Tabela 1 apresenta um levantamento realizado por uma provedora de streaming para conhecer mais sobre o público dessas histórias.

Tabela 1: Distribuição percentual por gênero dos apreciadores dos k-dramas da Provedora X

Ano	Homens	Mulheres
2019	50%	50%
2020	48%	52%
2021	46%	54%

Fonte: Dados da [REM-NE](#), 2021.

Construa o gráfico que você considera mais adequado para representar os dados dessa tabela.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A análise dos esquemas de resolução, apresentados pelos professores às questões selecionadas, foi feita em três etapas, a saber: a) escolha do gráfico - foram analisadas as resoluções, observando se o gráfico escolhido pelos professores era apropriado para a variável apresentada nas situações; b) elementos para a construção

gráfica - investigou-se a presença dos elementos necessários para a construção de gráficos, como: título, fonte, rótulo, legenda, identificação dos eixos, além das exigências específicas, a depender do tipo de gráfico escolhido; e, c) calibração da escala - foram observadas a regularização dos espaçamentos intervalares, a linha zero definida em um dos eixos e a adequação do uso da escala interrompida.

Análise Dos Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados, conforme as etapas estabelecidas, metodologicamente. Na seção seguinte, é contemplada a discussão desses resultados.

1) Escolha do gráfico

Para a resolução das questões Q1 do formulário de 2020, e Q2 de 2021, era esperado que os professores identificassem a natureza qualitativa da variável gênero e a natureza quantitativa da variável ano. Munidos dessa informação, construiriam o gráfico mais adequado para essa situação de análise bivariada. Portanto, era aguardado que os professores construíssem o gráfico de barras/colunas lado a lado, empilhadas ou de linhas múltiplas.

Nos esquemas elaborados na Q1, a maioria dos professores utilizaram gráficos apropriados. Na Q2, todos os cinco professores empregaram gráficos adequados. Como pode-se observar no Quadro 1.

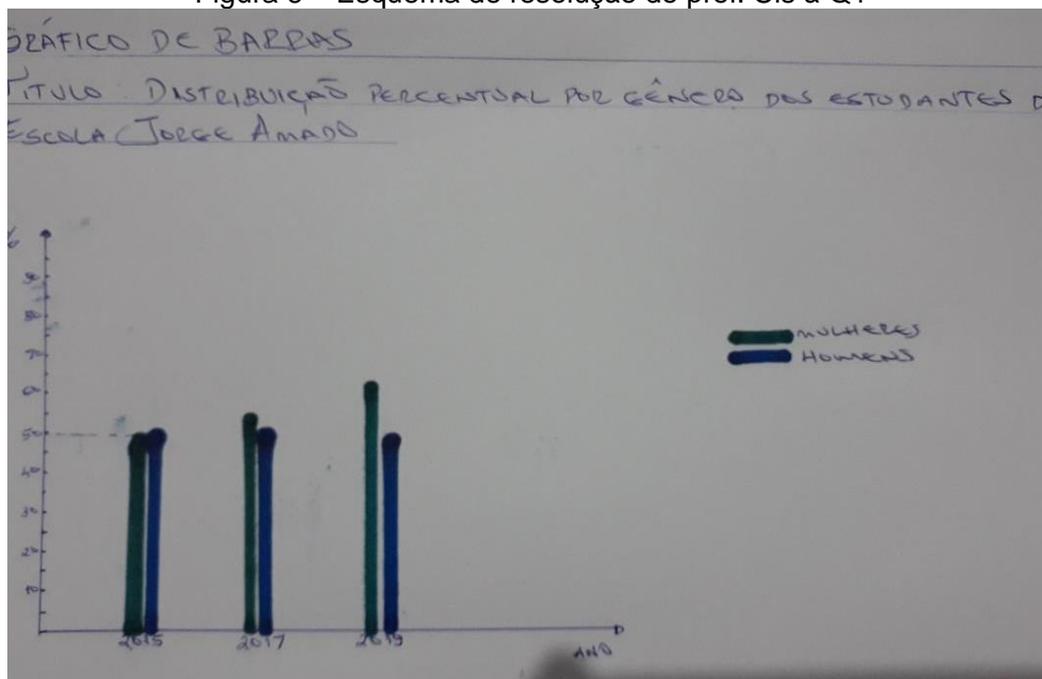
Quadro 1 – Gráficos escolhidos pelos professores

Professores	Q1	Q2
Cis	Hastes	Barras lado a lado
Joe	Hastes	Barras lado a lado
Ila	Barras lado a lado	Barras lado a lado
Nio	Barras lado a lado	Barras lado a lado
Ana	Barras empilhadas	Linhas múltiplas

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Em seis esquemas, o tipo de gráfico representado foi o de barras lado a lado. E em dois dos esquemas, a profa. Ana utilizou modelos distintos, o de barras empilhadas e linhas múltiplas. As escolhas inapropriadas foram realizadas pelo prof. Cis e pela profa. Joe, na Q1. O esquema do prof. Cis na Q1 é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Esquema de resolução do prof. Cis à Q1



Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Nota-se, na Figura 6 que, apesar do prof. Cis explicitar a intenção em empregar o gráfico de barras, ele utiliza o gráfico em hastes na representação. Portanto, é necessário atenção e cuidado com a forma de exibição, pois é possível proporcionar diferentes interpretações. O gráfico em hastes ou bastão é apropriado para análises univariadas, de variáveis discretas, que tomam poucos valores (Cazorla; Utsumi; Monteiro, 2020, p. 192), o que não ocorre na Q1.

2) Elementos para a construção de gráficos

Nos esquemas apresentados pelos professores, foi observada não só a presença de elementos necessários para a construção de qualquer gráfico, mas também a ausência desses, o que pode ser observado no Quadro 2. As células marcadas com “X” representam a presença do elemento no esquema do professor.

Quadro 2 – Elementos para a construção de gráficos na Q1 e Q2

Professores	Questão	Título	Fonte	Rótulo	Legenda	Identificação dos Eixos
Cis	Q1	X		X	X	X
	Q2	X		X	X	X
Joe	Q1			X	X	
	Q2			X	X	
Ila	Q1			X	X	X
	Q2			X		X
Nio	Q1	X	X	X	X	
	Q2			X	X	
Ana	Q1	X	X	X	X	X

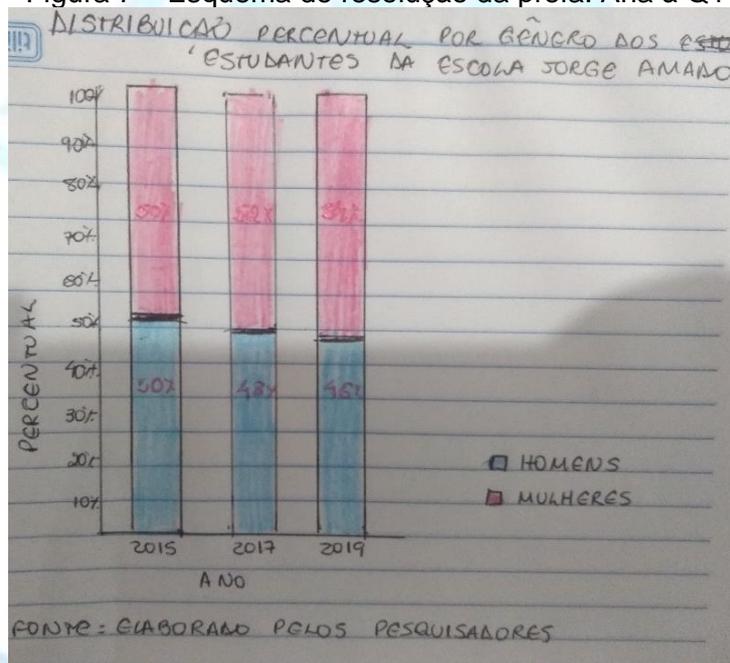
	Q2	X	X	X	X	X
--	----	---	---	---	---	---

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

A fonte foi o elemento que apareceu com menor frequência em ambas as questões. Nos esquemas da Q1, foram observadas as presenças de rótulos e legendas em todas as respostas. A profa. Ana apresentou os cinco elementos em sua representação gráfica (ver Figura 7). O prof. Nio usou uma fonte que não foi informada na situação, e utilizou planilhas eletrônicas para a construção do gráfico.

Nos esquemas da Q2, os rótulos foram observados em todas as respostas. A legenda não foi representada pela profa. Ila, cujo esquema é apresentado na Figura 8. A profa. Ana, novamente, apresentou todos os elementos no esquema.

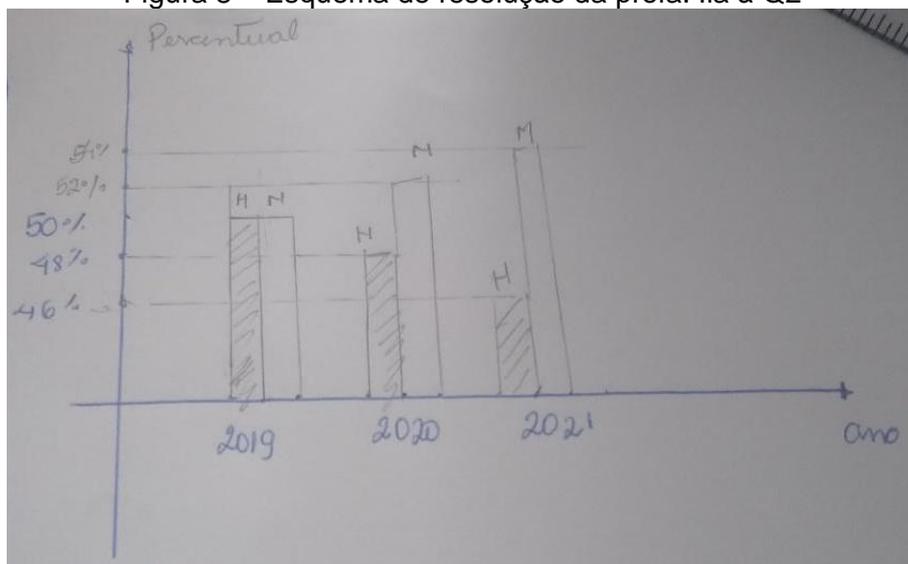
Figura 7 – Esquema de resolução da profa. Ana à Q1



Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na Figura 7, pode-se notar que, nos registros dos esquemas de resolução da profa. Ana, tem título “Distribuição percentual por gênero dos estudantes da Escola Jorge Amado”, fonte “Elaborado pelos pesquisadores”, os rótulos identificando as categorias, a legenda indicando os “homens” e as “mulheres” e a identificação dos eixos “Percentual” e “Ano”. A Figura 8 apresenta a resolução da profa. Ila para a Q2.

Figura 8 – Esquema de resolução da profa. Ila à Q2



Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na Figura 8, observa-se, na resolução da profa. Ila, a ausência do título, da fonte e da legenda, o que demonstra a não especificação dos elementos título e fonte, após o processo formativo, além de deixar de especificar a legenda que havia feito em Q1 (antes do processo formativo). Todavia, há a presença dos rótulos, identificando as categorias e os eixos “Percentual” e “Ano” também são localizados.

O Quadro 3 permite visualizar o uso dos elementos específicos de cada tipo de gráfico utilizado pelos professores. As células marcadas com “X” representam a presença do elemento no esquema do professor. Já as sinalizadas com “N/A” indicam os casos em que não se aplicam os elementos.

Quadro 3 – Elementos específicos para a construção de gráficos na Q1 e Q2

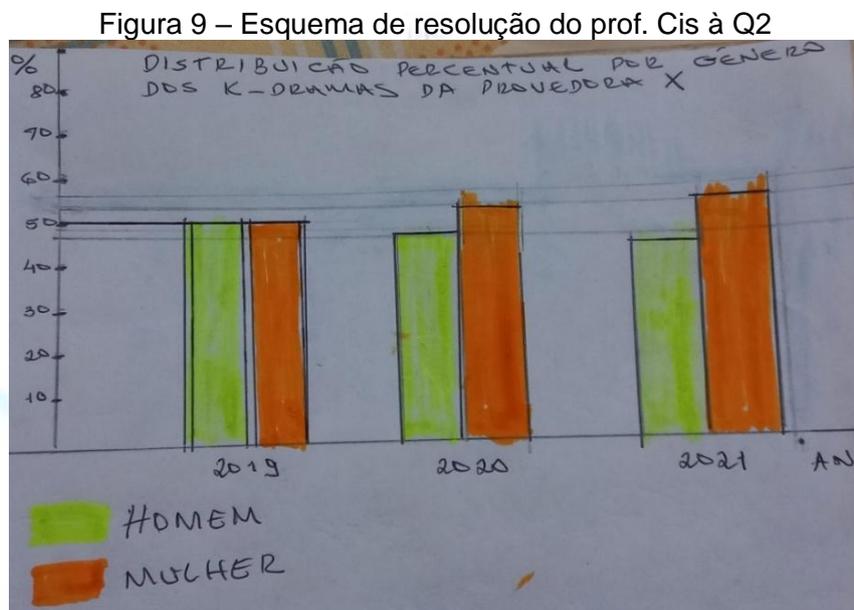
Professores	Questão	União das barras	Mesma largura	Espaço entre as categorias	Altura da barra corresponde às frequências	Pontos coordenados ligados por segmentos de reta
Cis	Q1	N/A	N/A	X	N/A	N/A
	Q2			X		N/A
Joe	Q1	N/A	N/A	X	N/A	N/A
	Q2	X	X	X		N/A
Ila	Q1	X	X	X		N/A
	Q2	X	X	X	X	N/A
Nio	Q1	X	X	X	X	N/A
	Q2	X	X	X	X	N/A
Ana	Q1	X	X	X	X	N/A
	Q2	N/A	N/A	X	N/A	X

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

No Quadro 3, é possível observar que a altura da barra não correspondeu às frequências em três resoluções. Na Q1 e Q2, prof. Nio e profa. Ana utilizaram todos os elementos específicos nos esquemas. Além disso, verifica-se, na Figura 7, o uso

desses elementos pela profa. Ana, na Q1. Vale ressaltar que todos os professores obedeceram aos espaços entre as categorias.

Na Q2, profa. Ila utilizou todos os elementos específicos nos esquemas. Na Figura 8, que ilustra o esquema da profa. Ila, pode-se observar o uso desses elementos. Em contra partida, o prof. Cis foi o que apresentou menos elementos na representação, como pode-se observar na Figura 9.



Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na resolução do prof. Cis (Figura 9) existe ausência da união das barras no ano de 2019, sendo que essas não apresentam a mesma largura. Verificou-se, também, que as representações das alturas das barras não correspondem às frequências de 2020 e 2021, estabelecidas na tabela da Q2. Contudo, foi considerado o espaçamento entre as categorias.

3) Calibração da escala

Um professor utilizou todos os elementos considerados para a calibração da escala em ambas as questões. Contudo, observa-se ausência de algum desses elementos nos esquemas de quatro professores, o que está especificado no Quadro 4.

As células marcadas com “X” representam a presença do elemento no esquema do professor. E as sinalizadas com “N/A”, presentes na “escala interrompida adequadamente”, indicam os casos em que não se aplicam os elementos, pois os esquemas não apresentavam esse recurso.

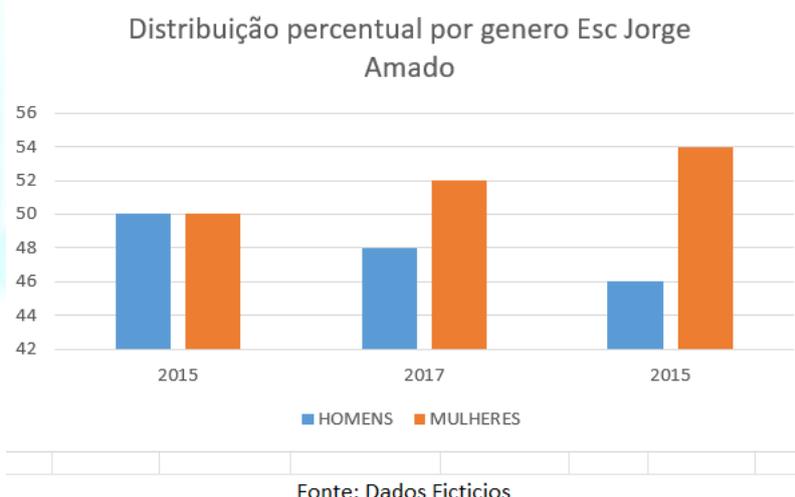
Quadro 4 – Calibração da escala na Q1 e Q2

Professores	Questão	Espaçamento	Linha zero	Escala interrompida adequadamente
Cis	Q1	X		N/A
	Q2	X		N/A
Joe	Q1			
	Q2			
Ila	Q1		X	
	Q2			
Nio	Q1	X	X	X
	Q2	X	X	X
Ana	Q1	X		N/A
	Q2			

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Nos esquemas da Q1 e Q2, o elemento que apresentou com maior frequência foi a regularidade no espaçamento. O prof. Nio, que demonstrou todos os recursos em sua representação (ver Figura 10), utilizou-se de planilhas eletrônicas. É importante destacar que, embora seja uma tarefa árdua, um gráfico elaborado manualmente “precisa de planejamento, sobre risco de se obter um gráfico desproporcional. [...] aprender a calibrar escalas é uma tarefa essencial para reconhecer os gráficos e para interpretá-los.” (Matos, 2019, p. 51).

Figura 10 – Esquema de resolução do prof. Nio à Q1

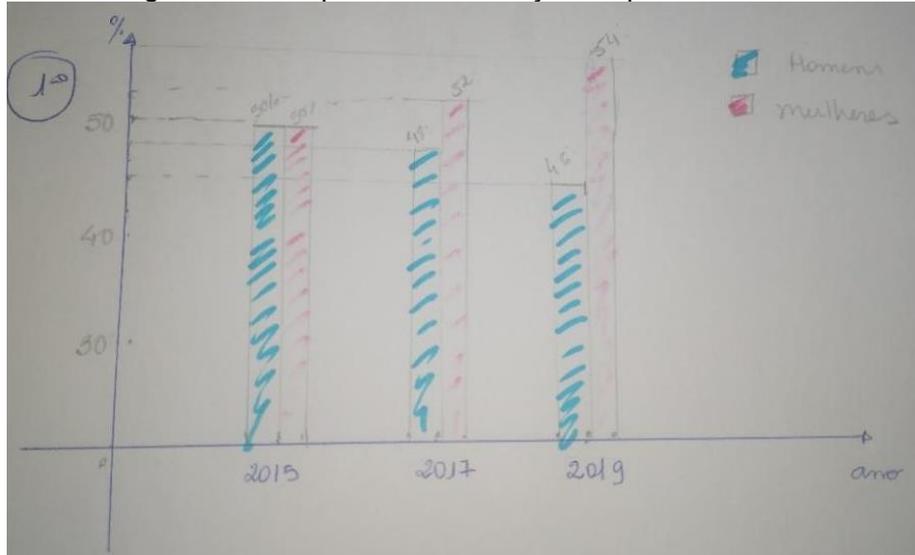


Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na Figura 10, observa-se, na resolução apresentada pelo prof. Nio, a regularidade no espaçamento da escala, a linha zero definida pelo valor “42” e a adequação da escala interrompida, pois essa é cessada no início do eixo desejado.

Em ambas as questões, o elemento observado com menor frequência na calibração foi a interrupção adequada da escala. Nesse sentido, o esquema da profa. Ila exemplifica essa recorrência (Figura 11).

Figura 11 – Esquema de resolução da profa. Ila à Q1

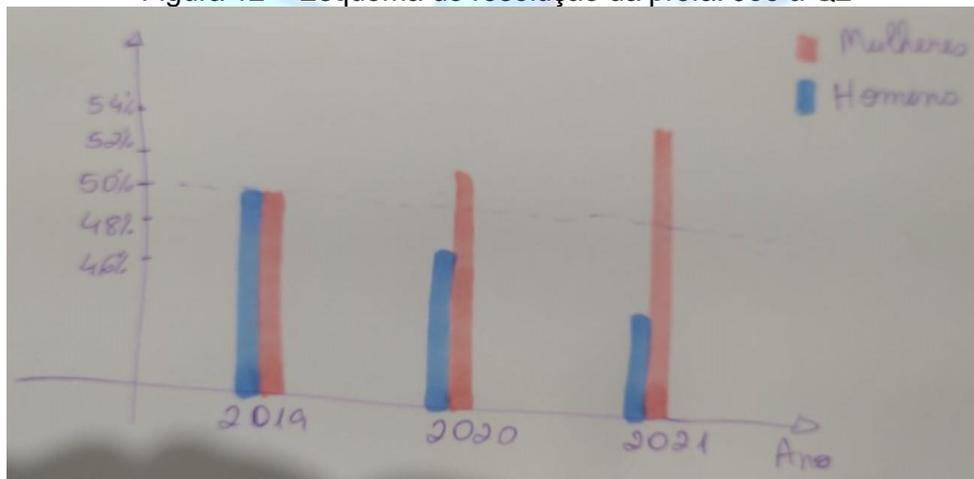


Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na Figura 11, na resolução da profa. Ila, nota-se a falta de regularidade no espaçamento, pois o espaço entre a origem e o valor de “30%” é, visualmente, equivalente ao espaço entre o “30%” e o “40%”. A linha zero é representada pelo valor “0”. Quanto à interrupção da escala, a escolha da profa. Ila foi inadequada, pois ela nem desenha uma linha em ziguezague, nem interrompe a escala no eixo desejado. Dessa forma, é necessário representar a linha zero pelo valor “20” ou utilizar o recurso do ziguezague.

Em relação à Q2, a linha zero e a escala interrompida, adequadamente, são os recursos menos presentes, pois estão empatados em frequência absoluta, uma aparição para cada. Considerando a frequência relativa, a linha zero se sobressai como o elemento menos presente. Na Figura 12, observa-se o esquema apresentado pela profa. Joe a essa questão.

Figura 12 – Esquema de resolução da profa. Joe à Q2



Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Na Figura 12, nota-se a ausência de todos os elementos. Nesse sentido, a regularidade do espaçamento na escala não é utilizada, não há presença da linha zero e a escala foi interrompida, inadequadamente, uma vez que não utilizou do recurso do zig-zague, nem foi cessada no início do eixo.

Os resultados oriundos da análise realizada demonstram fragilidades e ausências de conceitos específicos de cada etapa das construções gráficas.

Discussão Dos Resultados

A análise dos esquemas de resolução dos professores permitiu observar os conhecimentos explícitos, por meio das representações do gráfico escolhido, dos elementos para a construção dos gráficos e das calibrações das escalas. No que se refere às escolhas feitas por cada professor, esse é um esquema implícito, que não pode ser analisado com os protocolos utilizados e os dados levantados, tornando-se uma limitação desta pesquisa.

A Tabela 2 apresenta a frequência relativa da adequação ou não do tipo de gráfico escolhido para os esquemas em relação à questão.

Tabela 2 – Adequabilidade percentual dos tipos de gráficos escolhidos

Escolha	Q1	Q2
Adequada	60%	100%
Inadequada	40%	0%

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

A Tabela 2 expõe que os professores apresentaram melhor desempenho na Q2 (final do processo formativo). E, de forma geral, com adequabilidade nas escolhas do tipo de gráfico, sendo esse um ponto relevante pois, “[...] as relações entre os tipos de gráficos estatísticos e suas escolhas a partir da natureza da variável e do objetivo de sua construção, constituem-se em aspectos importantes para o ensino de Estatística” (Cazorla; Utsumi; Monteiro, 2020, p. 193). Fato que pode contribuir para as ações do professor em sala de aula.

O êxito nas escolhas dos gráficos de barras, linhas e setores para representar situações também foi verificado por Alacaci (2011), em um estudo com 51 professores em processo de formação inicial.

No entanto, essa adequabilidade não é observada na utilização dos elementos para a construção gráfica, nem na calibração da escala, como pode ser observado

nas Tabelas 3 e 4. Para o cálculo da frequência relativa, foram consideradas as situações em que a presença dos elementos era pertinente.

Tabela 3 – Presença percentual de elementos gerais e específicos para a construção dos gráficos

Elemento	Q1	Q2
Título	60%	40%
Fonte	40%	20%
Rótulo	100%	100%
Legenda	100%	80%
Identificação dos Eixos	60%	60%
União das barras	100%	75%
Mesma Largura	100%	75%
Espaço entre as categorias	100%	100%
Altura da barra correspondente às frequências	66,7%	50%
Pontos coordenados ligados por segmentos de reta	N/A	100%

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Nota-se, na Tabela 3, que os elementos “título”, “fonte”, “legenda”, “união das barras”, “mesma largura” e “altura da barra corresponde às frequências” apresentaram maior frequência relativa no protocolo de 2020. Para os elementos “rótulo”, “identificação dos eixos” e “espaço entre as categorias” houve manutenção da frequência nas duas questões. Todavia, nenhum elemento apresentou aumento de frequência relativa no protocolo de 2021, em relação ao ano de 2020. O recurso dos “pontos coordenados ligados por segmento de reta” não foi aplicável na Q1, pois nenhum professor utilizou o gráfico de linhas na representação gráfica.

Observa-se que nove dos dez elementos ou diminuíram ou mantiveram a frequência relativa de presença no protocolo de 2021, em relação ao de 2020. Tal dado corrobora com a pesquisa de Silva (2021), que destaca uma observação a qual também foi notada neste trabalho, “a maioria dos cursistas [professores e futuros professores] deixou de colocar o título e fonte dos dados” (p. 22).

Tabela 4 – Presença percentual de elementos para a calibração das escalas

Elementos	Q1	Q2
------------------	-----------	-----------

Espaçamento	60%	40%
Linha zero	40%	20%
Escala interrompida adequadamente	33,3%	25%

Fonte: Dados da REM-NE, 2020-2021.

Nota-se, na Tabela 4, que todos os elementos referentes à calibração da escala, “espaçamento”, “linha zero” e “escala interrompida adequadamente” apresentaram redução na frequência relativa no protocolo de 2021, em relação ao de 2020. Com essas evidências, levanta-se a inferência de que o uso inapropriado da escala, apresentado pelos professores nos esquemas, pode ter estreita relação com a dificuldade de compreensão da escala por estudantes, conforme Albuquerque (2010) apresentou.

[...] a maioria dos alunos investigados não apresentou um bom desempenho [na compreensão da escala representada em gráficos], fato esse que pode ser decorrente da falta de conhecimento a respeito desse eixo matemático por parte dos educadores e da sociedade em geral (p. 109-110).

Dessa forma, aqui foi identificada uma estreita relação dos resultados deste estudo com os estudos de Albuquerque (2010).

Torna-se pertinente ressaltar, ainda, que existem, nos esquemas, os conhecimentos implícitos mobilizados nos processos de escolha, que não são possíveis de identificar nos instrumentos usados na pesquisa, e os conhecimentos explícitos apresentados nos registros de representações feitos nas resoluções (Vergnaud, 1996). Sendo “o esquema, totalidade dinâmica organizadora da ação do sujeito para uma classe de situações especificada[...]” (Vergnaud, 1996, p. 162), é possível observar que os professores, em sua totalidade, não mudam seus esquemas durante o processo formativo, o que permite inferir que o tempo ou as ações do processo formativo não foram suficientes para que ocorressem as mudanças. O que reflete na necessidade de dispor de mais tempo para o desenvolvimento das ações do processo formativo.

Considerações

Ao final do processo de análise, os resultados evidenciaram que os professores apresentaram maior adequabilidade na escolha do tipo de gráfico, no instrumento respondido pós processo formativo. Quanto à presença dos elementos gráficos, foi constatado desempenho semelhante nos dois instrumentos, com pouca variação no quantitativo de professores que utilizaram ou não algum elemento. Em relação à

calibração da escala, notou-se redução na frequência relativa dos elementos pertinentes no instrumento final em relação ao inicial.

Os resultados corroboram com as reflexões de Martins e Carvalho (2017), quando verificaram dificuldades de professores do ensino fundamental anos iniciais em construções gráficas. Segundo as autoras, “esses achados contribuem para a noção de que a atividade de construção de gráficos é uma tarefa complexa mesmo para professores em serviço” (p. 9). Na verdade, as dificuldades também são apresentadas por estudantes e professores em formação inicial, conforme resultados de pesquisas, como as de Albuquerque (2010), Alacaci et al. (2011) e Silva et al. (2021).

É válido destacar a limitação apresentada, nesta pesquisa. Assim, os resultados são englobados por um contexto de cinco professores de quatro escolas públicas, o que impõe a relevância de ampliação destes modelos de estudo, pois “a comunidade de educadores estatísticos precisaria tornar acessível aos professores os resultados das pesquisas nessa área, bem como continuar a investigar as possibilidades pedagógicas para o ensino de novos gráficos [...]” (Cazorla; Utsumi; Monteiro, 2020, p. 193-194).

Dessa forma, faz-se necessário um trabalho articulado sobre o processo de ensino e aprendizagem de modo a contribuir para o sucesso pedagógico. Nessa perspectiva, a Teoria dos Campos Conceituais é aliada a esse objetivo, quando analisa os fatores que influenciam a resolução de situações. A ampliação de processos formativos, tanto com professores em serviço, quanto com professores em formação inicial, que abordem conteúdos da estatística e da construção de gráficos, é uma possibilidade de intervenção para esta problemática apresentada.

Referências

ALACACI, Cengiz; LEWIS, Scott; O'BRIEN, George E.; JIANG, Zhonghong. Pre-service elementary teachers' understandings of graphs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, p. 3-14, 2011.

ALBUQUERQUE, Milka Rossana Guerra Cavalcanti de. Como adultos e crianças compreendem a escala representada em gráficos. *Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica)* – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 122, 2010.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Características da investigação qualitativa. In: *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Porto Editora, 1994.

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

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília, DF: Ministério da Educação e do Desporto, 1998.

BUSSAB, Wilton de Oliveira; MORETTIN, Pedro Alberto de. **Estatística Básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

CASTRO, Juscileide Braga de. A utilização de objetos de aprendizagem para a compreensão e construção de gráficos estatísticos. **Dissertação (Mestrado em Educação)** - Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 217, 2012.

CAZORLA, Irene Mauricio; MAGINA, Sandra; GITIRANA, Verônica; GUIMARÃES, Gilda. Estatística para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Sociedade Brasileira de Educação Matemática, **Biblioteca do Educador – Coleção SBEM**; 9, Brasília: 2017.

CAZORLA, Irene Mauricio; UTSUMI, Miriam Cardoso; MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira. Reflexões sobre as variáveis estatísticas e suas representações em gráficos. **Investigações Hispano-Brasileiras em Educação Estatística**, p. 189-195, 2020.

LOPES, Celi Espasandin. Os desafios para a Educação Estatística no Currículo de Matemática. In: LOPES, Celi Espasandin, COUTINHO; Cileda de Queiroz e Silva; ALMOULOU, Saddo Ag (Orgs.). **Estudos e reflexões em educação estatística**. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

MARTINS, Maria Niedja; CARVALHO, Carolina Fernandes de. Gráficos estatísticos e complexidade semiótica: um estudo com professores do ensino fundamental. In: CONTRERAS, J. M.; ARTEAGA, P.; CAÑADAS, G. R.; GEA, M. M.; GIACOMONE, B.; LÓPEZ-MARTÍN, M. M. (Eds.) **Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos**, 2, 2017, Granada. Anais... Granada: Universidad de Granada, 2017, p. 1-10.

MATOS, Lânia Gleide Portela Ramos Matos. Leitura e construção de gráficos estatísticos por estudantes do ensino fundamental. **(Dissertação de Mestrado em Educação Matemática)**, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

PINKER, Steven. A theory of graph comprehension. In: FREEDLE, Roy. (Ed.) **Artificial intelligence and the future testing**, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1990, p. 73-126.

SANTANA, Eurivalda; ALVES, Alex Andrade; NUNES, Célia Barros. A teoria dos campos conceituais num processo de formação continuada de professores. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 53, p. 1162 – 1180, 2015.

SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos; COUTO, Maria Elizabete Souza; CORREIA, Diná da Silva; PAULA, Marlúbia Corrêa de (Org.). **Matemática #COMVIDA**. Ibicaraí: Via Litterarum, 2021.

SILVA, Adriana Costa Santos; COUTO, Maria Elizabete Souza; SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos; CORREIA, Diná Silva. Estudo dos conceitos

estatísticos na formação de professores em um contexto de pandemia da Covid-19. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, 2021.

TOLEDO, Geraldo Luciano; OVALLE, Ivo Izidoro. **Estatística Básica**. São Paulo: Atlas, 1985.

VERGNAUD, Gérard. A Classification of Cognitive Tasks and Operations of Thought Involved in Addition and Subtraction Problems. In: CARPENTER, T. P.; MOSER, J. M.; ROMBERG, T. A. **Addition and Subtraction: a cognitive Perspective**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982. p. 39-59.

VERGNAUD, Gérard. Multiplicative structures. In: LESH, R.; LAUDAU, M. (Eds.) **Acquisition of Mathematics Concepts and Processes**. New York: Academic Press Inc, p. 127-174, 1983.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, Gérard. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. (Ed.) **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

Submetido em março de 2023

Aceito em dezembro de 2023