

**TECNOLOGIA DIGITAL NO ENSINO DE ESTATÍSTICA:  
PERSPECTIVAS PARA UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA  
ABRANGENTE A PARTIR DA ICOTS**

**DIGITAL TECHNOLOGY IN STATISTICS EDUCATION: PERSPECTIVES FOR  
A COMPREHENSIVE PEDAGOGICAL APPROACH FROM ICOTS**

Bernardo Silva  
Universidade Federal do Rio Grande – FURG  
[bernardo.silva@furg.br](mailto:bernardo.silva@furg.br)

Suzi Samá  
Universidade Federal do Rio Grande – FURG  
[suzisama@furg.br](mailto:suzisama@furg.br)

### **Resumo**

A tecnologia digital pode contribuir no processo de aprender estatística e, portanto, os professores precisam refletir sobre o que, como e por que ensinar determinados conceitos. Neste contexto, no presente artigo tem-se por objetivo analisar as principais tendências e temas de pesquisa no uso da tecnologia digital no ensino de estatística. Para tal, apresenta-se um mapeamento sistemático com base em artigos publicados de 1998 a 2022 na International Conference on Teaching Statistics (ICOTS). Os resultados revelam foco na aprendizagem dos estudantes, com segmentação dos diferentes níveis de ensino, e predominância em aspectos tecnológicos das ferramentas utilizadas, mas com pouca ênfase no uso pedagógico dessas tecnologias. Conclui-se que uma abordagem pedagógica mais abrangente, permeada pela tecnologia digital, pode ser um caminho para a atualização dos métodos de ensinar estatística. Pontua-se também que a formação de professores, centrada em uma pedagogia que integre as tecnologias digitais no ensino, possibilita abordagens inovadoras alinhadas às demandas atuais, de forma a promover a aprendizagem dos conceitos estatísticos pelos estudantes.

**Palavras-chave:** Tecnologia Digital, Ensino de Estatística, *ICOTS*, Mapeamento Sistemático

### **Abstract**

Digital technology can contribute to the process of learning statistics and therefore, teachers need to reflect on what, how and why to teach certain concepts. In this context, this article aims to analyze the main trends and research themes in the use of digital technology in teaching statistics. To this end, it is presented a systematic mapping based on articles published from 1998 to 2022 in the International Conference on Teaching Statistics (ICOTS). The results reveal a focus on student

learning, with segmentation of different levels of education, and a predominance of technological aspects of the tools used, but with little emphasis on the pedagogical use of these technologies. It is concluded that a more comprehensive pedagogical approach, permeated by digital technology, can be a way to update methods of teaching statistics. It is also noted that teacher training centered on a pedagogy which integrates digital technologies in teaching enables innovative approaches aligned with current demands, in order to promote the learning of statistical concepts by students.

**Keywords:** Digital Technology, Statistics Education, ICOTS, Systematic Review

## INTRODUÇÃO

Na década de 1990, os estatísticos começaram a explorar o potencial da computação como uma ferramenta para aprimorar os processos de ensino e aprendizagem, bem como para aperfeiçoar a prática estatística. Desde então, o ritmo acelerado de desenvolvimento de *softwares* e os avanços na área da computação e ciência de dados têm transformado profundamente o cenário, exigindo uma necessidade contínua de reavaliação das ferramentas que utilizamos (McNamara, 2019).

Em um mundo que está constantemente gerando volumes cada vez maiores de dados, surge uma necessidade premente de fornecer e divulgar técnicas avançadas de organização, coleta, análise, interpretação e apresentação dessas informações. Embora essas técnicas e metodologias estatísticas não sejam recentes (Stigler, 2002), é essencial revisitar os conceitos estatísticos fundamentais e explorar o potencial da tecnologia digital para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem (Magalhães, 2014).

Tal mudança não é um processo novo. Nos anos 90, estudos apontavam para um processo de transformação no ensino de estatística (Biehler, 1990). Quando a tecnologia digital ainda não era tão difundida quanto é hoje, autores como Ainley (1995) e Pratt (1995) já investigavam o uso de atividades pedagógicas baseadas em computador. Batanero (2000) já destacava as dificuldades vivenciadas no campo da Educação Estatística, indicando que a Estatística, como ciência, estava se afastando cada vez mais da Matemática pura e se aproximando das tecnologias digitais, tornando-se uma “ciência de dados”. Essa mudança de ênfase implica que a coleta, a análise e a interpretação de dados se tornassem mais importantes do que a teoria matemática abstrata. Tal abordagem representa um desafio no ensino de Estatística, uma vez que requer dos professores a habilidade de ensinar técnicas avançadas de análise de dados, que estão em constante evolução.

O processo de transformação no ensino de estatística ficou evidente para a *International Association for Statistical Education (IASE)*, em 1996, quando realizaram a primeira mesa redonda, intitulada *Role of Technology*, para discutir o uso da tecnologia no ensino de estatística. Desde sua criação em 1993, a *IASE* tem trabalhado ativamente na promoção da Educação Estatística em todos os níveis, da escola primária à formação de profissionais. A associação desempenha um papel fundamental na organização de atividades de Educação Estatística associadas ao *Institute for Scientific Information (ISI)*, incluindo a *International Conference on Teaching Statistics (ICOTS)*.

Trabalhos recentes na área têm abordado diversas facetas do uso da tecnologia digital no ensino e na aprendizagem de estatística. Pratt *et al.* (2011) exploraram os recursos e dificuldades do uso de tecnologia nesse contexto. Lee e Hollebrands (2011) foram além, investigando os conhecimentos técnicos, pedagógicos e de conteúdo necessários para que os professores conseguissem envolver os alunos nos processos de aprendizagem.

Biehler *et al.* (2013) ofereceram uma visão geral das tecnologias digitais relevantes e seu potencial de apoio ao ensino de estatística. Burrill (2014) realizou uma retrospectiva sobre a evolução da tecnologia e examinou seu papel na promoção da compreensão das ideias fundamentais no ensino de estatística. Wassong e Biehler (2014) compartilharam experiências de cursos de formação de professores focados no uso da tecnologia como ferramenta para aprender e fazer estatística.

Gould *et al.* (2017) refletiram sobre desenvolvimentos recentes e futuros no currículo de estatística e nas formas de ensino, destacando a tecnologia digital como um elemento onipresente na conexão desses temas, e essencial para educar os estudantes como consumidores críticos de dados. Em uma pesquisa mais recente, Gould (2021) apontou que, embora não haja consenso sobre o termo “ciência de dados”, conceitos como pensamento estatístico, pensamento computacional e matemática são apontados como componentes fundamentais.

Diante da problematização e das reflexões mencionadas, no presente trabalho tem-se por objetivo analisar o papel da tecnologia digital no ensino de estatística, identificando as principais tendências, os desafios e as perspectivas para uma abordagem pedagógica abrangente. Por meio de um mapeamento sistemático, pretende-se oferecer uma visão

panorâmica do estado atual do uso da tecnologia digital no ensino de estatística, a fim de entender os rumos e as lacunas nas pesquisas. Começaremos com uma visão geral do estado atual da estatística, destacando sua relação com avanços digitais; em seguida, detalharemos o processo metodológico, incluindo a seleção da base de dados e os critérios de filtro; na sequência, analisaremos os dados coletados; e, por fim, apresentamos os principais *insights* deste estudo e discutiremos suas implicações no contexto da pesquisa atual.

## A ESTATÍSTICA MODERNA

A estatística moderna é uma área em constante evolução que se baseia em conceitos e técnicas estatísticas avançadas para analisar e interpretar dados (Wasserman, 2004). No contexto atual, em que grandes volumes de informações são gerados diariamente, a estatística moderna desempenha um papel fundamental na extração de conhecimento a partir desses dados, fornecendo percepções e embasamento para a tomada de decisões. Uma das principais características da estatística moderna é a sua estreita relação com o pensamento computacional (Ainley; Gould; Pratt, 2015; Biehler, 1990; Gould, 2021; Hastie; Friedman; Tibshirani, 2001).

Com a popularização da computação e o desenvolvimento de tecnologias digitais avançadas, novas perspectivas foram abertas para a análise estatística, possibilitando a utilização de métodos estatísticos mais sofisticados e a exploração de modelos estatísticos complexos, e tornando as ferramentas mais acessíveis a um público mais amplo. A estatística moderna vai além dos métodos tradicionais, ela incorpora abordagens mais avançadas, como modelos de regressão, análise multivariada, análise de séries temporais, técnicas de aprendizado de máquina e mineração de dados (Hastie; Friedman; Tibshirani, 2001).

Pesquisadores como Amelia McNamara (2018), Carmen Batanero (2000), Dani Ben-Zvi (2018) e Joan B. Garfield (2008) têm contribuído significativamente para a estatística moderna, enfatizando a integração de tecnologias digitais no ensino e abordagens inovadoras para os desafios contemporâneos. A estatística moderna se adapta às demandas atuais e desempenha um papel fundamental na obtenção de *insights* e apoio à tomada de decisões informadas em várias áreas.

## CAMINHO METODOLÓGICO

Seguindo os protocolos de Dermeval *et al.* (2020) e Tranfield (2003), o primeiro passo de um mapeamento sistemático é avaliar a necessidade de realização do mesmo, isto é, realizar um estudo preliminar que visa identificar as revisões ou mapeamentos já existentes para o mesmo tópico, de modo a justificar a motivação e relevância da criação de um novo estudo. Neste primeiro passo, realizamos uma busca por estudos anteriores no portal Scopus. O Scopus é um repositório de resumos e citações com revisão por pares, contendo mais de 65 milhões de registros de mais de 43 mil fontes de dados. Essa plataforma abrange diversas áreas de pesquisa, como ciência, tecnologia e humanidades, oferecendo uma visão abrangente da produção científica global (Elsevier, 2023).

A busca foi realizada em junho de 2023 e procurou por resultados que contivessem em seu título, no resumo ou nas palavras-chave os termos “*review*” e “*ICOTS*”. Tomando por base as discussões sobre idiomas de busca e critérios de inclusão/exclusão baseado em linguagem de Dermeval *et al.* (2020) e Kitchenham e Charters (2007), optou-se pela busca apenas fazendo uso da língua inglesa, seguindo as diretrizes dos autores. Uma vez que a busca não apresentou resultados, entendemos que esse trabalho se justifica por assumir uma abordagem ainda não explorada, que trará um mapeamento sistemático de literatura, exploratório descritivo e classificatório.

### **Escolha da base de dados e composição do *corpus* da pesquisa**

Para esse trabalho optou-se por utilizar como base de dados a seção Conference Proceedings disponível no site do IASE, por conter as publicações realizadas em todas as edições da ICOTS. Para a composição inicial do corpus assumiram-se todas as publicações realizadas na ICOTS em suas edições 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, iniciando no ano de 1998 até 2022, totalizando 2158 documentos. A ICOTS 5 foi definida como ponto de partida, por ser o primeiro evento posterior à mesa redonda Role of Technology, e elencada por Batanero (2019) como um dos pontos-chaves nos estudos sobre tecnologia na Educação Estatística.

A essa coleção inicial de documentos foram aplicados alguns critérios de exclusão, sendo o primeiro deles a remoção dos Contributed Papers, o que desconsiderou 555 artigos; também foram descartados os 203 pôsteres. Dos 1400 artigos restantes, foram

desconsiderados 11 por não disponibilizarem o arquivo e 9 por disponibilizarem arquivos corrompidos ou em branco. Após esse movimento inicial, os 1380 artigos resultantes tiveram seus títulos e resumos lidos, com o objetivo de selecionar apenas os que estavam correlatos a essa pesquisa, isso é, artigos que tratassem de ensino de estatística e tecnologia digital – nos casos em que os documentos não possuíam resumo ou a leitura deste se mostrasse inconclusiva, o artigo foi analisado na íntegra.

O processo de seleção baseado na leitura e identificação de temática não considerou, como discussões relacionadas à tecnologia digital no ensino de estatística, trabalhos que tinham como cerne de sua discussão plataformas de educação on-line, meios digitais para distribuição de conteúdos, ou que tratavam de tecnologias em uma visão não moderna. O que se buscou identificar foi a *práxis* do ensino de estatística conciliado com a tecnologia digital e não tecnologia como meio de educação.

Para explicar melhor tal critério de exclusão, podemos citar como trabalhos desconsiderados os de Watson (1998), que tinham como base de discussão a educação a distância viabilizada por meio de CD-ROM, ou ainda o trabalho de Lipson (1998), que utilizava calculadoras como artefatos tecnológicos. Também foram desconsiderados trabalhos como o de Puranen (1998), que tratavam de repositórios de conteúdo.

Após aplicação do critério descrito acima, o *corpus* de pesquisa foi montado com um total de 243 artigos, oriundos de 27 tópicos das 7 edições analisadas. Esta seleção pode ser vista na Tabela 1. Com o fim de consolidar os dados, pequenas adequações foram feitas na nomenclatura de alguns itens, tópicos nomeados com “*Statistical Education*” foram renomeados para “*Statistics Education*”, e pequenas variações gramaticais padronizadas.

A partir deste ponto no artigo, quando mencionarmos a palavra “tecnologia”, estaremos nos referindo a tecnologias digitais. Essa escolha se baseia na observação de que, nas publicações internacionais da área, é prática comum referir-se às tecnologias digitais simplesmente como “tecnologia”, assim optamos por manter a terminologia coerente com o padrão estabelecido.

**Tabela 1:** Artigos que compõem o *corpus* distribuídos por tópico

Tópicos	Edições							Total
	1998	2002	2006	2010	2014	2018	2022	
<i>Technology in Statistics Education</i>	-	14	15	11	12	-	-	52
<i>Statistics Education with Technology and Multimedia Resources</i>	-	-	-	-	-	18	15	33
<i>Statistics Education at the post-secondary level</i>	4	6	4	8	1	5	4	32
<i>The role of technology in teaching statistics</i>	24	-	-	-	-	-	-	24
<i>Statistics Education at the school level</i>	2	2	4	4	3	6	3	24
<i>Research in Statistics Education</i>	-	5	2	7	5	-	-	19
<i>Learning to teach statistics</i>	-	-	-	5	-	-	-	5
<i>Statistical Literacy in the wider Society</i>	-	-	-	-	1	3	1	5
<i>Aligning Statistics Education with Today's Social Challenges</i>	-	-	-	-	-	-	5	5
<i>Statistics Education, training and the workplace</i>	-	1	2	1	-	-	-	4
<i>Capacity Building in Statistics Education</i>	-	-	-	-	-	-	4	4
<i>Teaching Statistics Online</i>	-	-	-	-	-	-	4	4
<i>An international perspective on Statistics Education</i>	1	0	1	1	-	-	-	3
<i>Statistics Education in the workplace, government and across disciplines</i>	-	-	-	-	-	3	-	3
<i>Statistics Education: looking back, looking forward</i>	-	-	-	-	-	3	-	3
<i>Overcoming challenges of teaching probability and risk in statistics education</i>	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Other determinants and developments in Statistics Education</i>	2	0	0	-	-	-	-	2
<i>Statistics Education and the wider Society</i>	0	2	0	0	-	-	-	2
<i>Education and development of staff who teach statistics</i>	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Innovation and reform in teaching probability within statistics</i>	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Statistics Education in the disciplines and the workplace</i>	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Innovations in teaching probability</i>	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>New approaches to research in Statistics Education</i>	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Advances in statistics education research</i>	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Statistics education in the workplace, government and across disciplines</i>	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Sustaining strengths and building capacity in Statistics Education</i>	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Organizations and collaboration in Statistics Education</i>	-	-	-	-	-	1	-	1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>243</b>

Fonte: Elaborada pelos autores

Após a construção do *corpus* de pesquisa, deu-se início ao processo de extração dos dados dos artigos selecionados. Para cada artigo, foram coletados seu identificador, sua edição, o título e a instituição. Além dessas informações, foram identificadas outras quatro variáveis categóricas não excludentes: o nível de ensino (básico, superior, ambos, não aplicável ou não descrito), o foco da pesquisa (discentes, docentes, profissionais ou população em geral), a temática abordada (currículo, pedagogia, tecnologia ou conteúdo) e a aplicação da tecnologia (se o artigo analisa a tecnologia apenas como ferramenta ou se a tecnologia é o conteúdo principal). Também foram identificados os *softwares* ou tecnologias estudadas. A base de dados pode ser acessada em <https://doi.org/10.5281/zenodo.10044605>.

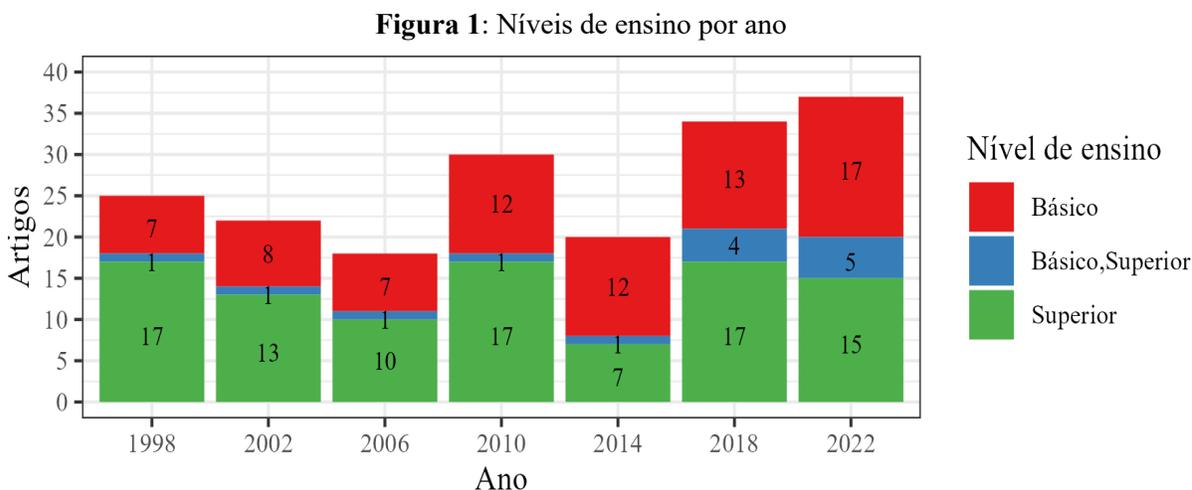
## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Após concluir a extração de dados, iniciou-se o processo de análise. Com o intuito de alinhar as diferenças estruturais de ensino entre os países, utilizou-se a Classificação Internacional Normalizada da Educação (*CITE*) da UNESCO (2011). Essa classificação consiste em uma codificação que divide os níveis de ensino em 10 categorias numeradas de 0 a 9. Neste estudo, adotou-se a premissa de que os níveis de 0 a 4 correspondem à educação básica, enquanto os níveis de 5 a 8 representam a educação superior.

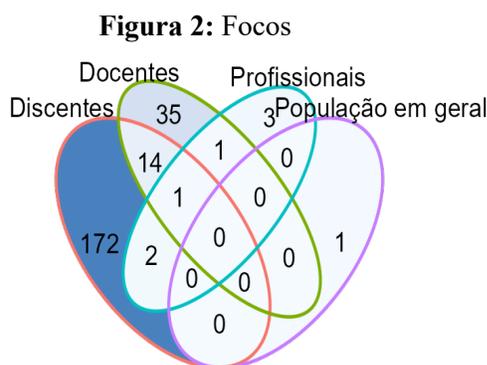
Ao realizar a análise da variável nível de ensino, evidenciamos que 96 artigos (39,5%) tinham sua discussão focada no nível superior, 76 (31,3%) no nível básico, 33 (13,6%) não informaram o nível de ensino, 24 (9,9%) a classificação de nível de ensino não se aplicava, e em 14 artigos (5,8%) a discussão se dava juntamente nos níveis básicos e superior. Com base nesses dados identificamos a existência de uma predominância de artigos que estudam o cenário do nível superior, e constatamos que poucos são os textos que discutem tecnologia em mais de um nível.

Ao examinar especificamente os níveis de ensino básico, superior e sua combinação, observa-se uma tendência global consistente na maioria das edições. No entanto, cabe destacar as edições de 2014 e 2022, nas quais os artigos que abordam o uso de tecnologia no ensino básico superaram em número os artigos relacionados ao ensino superior. Nota-se também um acréscimo nas duas últimas edições em artigos que abordam ambos os níveis de ensino.

A Figura 1 ilustra os quantitativos das publicações relacionadas a cada nível de ensino ao longo das edições da *ICOTS*.



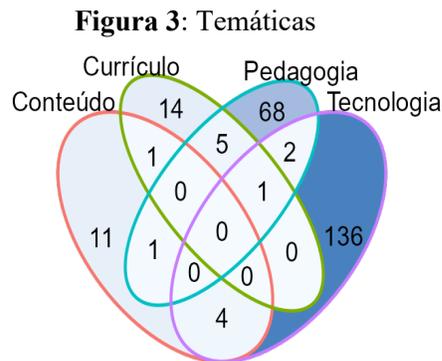
Ao analisar o público-alvo dos documentos, foi identificado que 172 artigos (70,8%) tinham como foco exclusivamente os discentes, enquanto 35 (14,4%) se concentravam apenas nos docentes. Além disso, 14 (5,8%) abordavam tanto os discentes quanto os docentes conjuntamente. Houve também 14 artigos (5,8%) em que o foco não se aplicava. As demais possibilidades e combinações de público-alvo não apresentaram uma representatividade, conforme pode ser observado na Figura 2.



Analisando a temática dos artigos, observou-se que 136 (56%) tinham como foco principal a tecnologia em si, abordando suas características, aplicações e desenvolvimento. Em 68 (28%), o foco estava centrado na pedagogia, ou seja, na aplicação da tecnologia

como método e/ou técnica de ensino. Além disso, em 14 (5,8%) discutiu-se a inclusão da tecnologia como parte dos currículos e em 11 (4,5%) foi abordada a tecnologia como parte do conteúdo das disciplinas.

É importante ressaltar que a variável temática não é excludente, o que significa que as quatro classificações mencionadas podem ser combinadas em um mesmo artigo. No entanto, as combinações identificadas não mostraram quantidades significativas que mereçam destaque adicional. A Figura 3 ilustra as diferentes temáticas e suas combinações.



Fonte: Elaborada pelos autores

Ao analisar as edições selecionadas, foi possível identificar um declínio no número de artigos que abordam as questões pedagógicas da aplicação das tecnologias digitais no ensino de estatística, corroborando a afirmação de Batanero (2019) sobre a necessidade de ampliar as pesquisas sobre como professores e alunos estão utilizando as tecnologias digitais em sala de aula. Em 1998, foram identificados 14 artigos. Nas edições subsequentes, os números foram: 13, 9, 14, 11, 6, e, por fim, em 2022, foram encontrados 10 artigos.

No prefácio da mesa redonda da *IASE*, intitulada “*Technology in Statistics Education*”, realizada em 2012, Gould (2012) já ressaltava que o cenário educacional passou por muitas transformações desde 1996. No entanto, as discussões ainda se limitavam à função dos *softwares* estatísticos e às possibilidades do ensino a distância.

Conforme apresentado por Mitra e Dangwal (2010), é importante ressaltar que o uso das tecnologias digitais não é mais uma questão a ser debatida e, segundo Gould (2010), nos cursos de estatística modernos, ela já se tornou uma parte inseparável do processo de ensino e aprendizagem. Portanto, é fundamental promover uma abordagem mais abrangente ao explorar o uso da tecnologia digital, reconhecendo seu potencial

transformador no ensino e buscando explorar suas possibilidades de forma a enriquecer a experiência educacional.

Seguindo nesta linha, como já destacado no início deste texto, Magalhães (2014) aponta para a necessidade de revisitar os conceitos estatísticos centrais e entender como a tecnologia pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, é imprescindível promover uma reflexão contínua sobre como as tecnologias podem ser integradas efetivamente no ensino de estatística.

Ao analisar a aplicação da tecnologia em nosso *corpus*, identificamos que em 219 artigos (90,1%) a tecnologia é vista como uma ferramenta, enfatizando o uso da tecnologia como um recurso para apoiar o ensino e aprendizagem de estatística. Em 19 artigos (7,8%), a tecnologia é vista como conteúdo, ou seja, o foco está na própria tecnologia e no seu estudo. Além disso, em 5 artigos (2,1%), a tecnologia é abordada tanto como uma ferramenta quanto como conteúdo, reconhecendo sua importância em ambas as dimensões.

No *GAISE*, sigla em inglês para *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education*, diretrizes desenvolvidas pela *ASA* para orientar o ensino de estatística em todos os níveis educacionais, é evidenciada a necessidade de um movimento em direção à compreensão conceitual e um envolvimento ativo do estudante na atividade prática da estatística fazendo uso de computadores como facilitadores (Carver *et al.*, 2016). O *GAISE*, publicado pela primeira vez em 2005, tem sido amplamente utilizado em escolas, universidades e outras instituições acadêmicas em todo o mundo. Em sua última edição o guia manteve as seis recomendações iniciais, no entanto algumas foram reformuladas, como por exemplo a recomendação 5:

Recomendação 5: Use a tecnologia para explorar conceitos e analisar dados.

A tecnologia mudou a prática da estatística e, portanto, deve mudar o que e como ensinamos. Por tecnologias, nos referimos a uma variedade de hardware e software que podem fazer muito mais do que lidar com a carga computacional da análise. Ao adotar as melhores ferramentas disponíveis (sujeito a restrições institucionais), permitimos que os alunos façam análises com mais facilidade e, portanto, abram tempo para se concentrar na interpretação de resultados e teste de condições, ao invés de mecânica computacional. A tecnologia deve ajudar os alunos a aprender a pensar estatisticamente e a descobrir conceitos. Também deve facilitar o acesso a conjuntos de dados reais (e geralmente grandes), promover o aprendizado ativo e incorporar a avaliação às atividades do curso.

A estatística é praticada com computadores e geralmente com software de computador especialmente projetado. Os alunos devem aprender a usar um pacote de software estatístico, se possível. As calculadoras podem fornecer algumas funcionalidades limitadas para conjuntos de dados menores, mas seu uso deve ser complementado com a experiência de leitura de resultados típicos de computador. Independentemente das ferramentas utilizadas, é importante ver o uso da tecnologia não apenas como uma forma de gerar resultados estatísticos, mas também como uma forma de explorar ideias conceituais e aprimorar o aprendizado do aluno (Carver *et al.*, 2016, p. 19, tradução nossa).

Conforme previsto por Biehler no início dos anos 90 (1993), a convergência entre estatística e computação cada vez mais tem se intensificado. Os avanços na tecnologia computacional têm revolucionado a perspectiva do conhecimento estatístico. Consequentemente, é imperativo que os estudantes adquiram habilidades na utilização de ferramentas computacionais para resolver problemas estatísticos do mundo real. Além disso, Pratt *et al.* (2011) destacam que não é suficiente considerar apenas a escolha da tecnologia a ser utilizada, mas sim desenvolver uma compreensão mais profunda da integração entre tecnologia e currículo, e como o professor pode fazer o melhor uso dessas ferramentas para promover uma aprendizagem dos conceitos envolvidos.

Os movimentos e as preocupações mencionados anteriormente estão presentes no *corpus* de pesquisa, embora ainda estejam em estágios iniciais. Grande parte dos estudos ainda se concentram na discussão de *software* estatístico e suas funcionalidades. No entanto, há um número menor de artigos que abordam a tecnologia como parte integrante do conteúdo e currículo de estatística. Além disso, alguns estudos sugerem a necessidade de formar os professores para lidar com esse novo cenário da estatística, mais intimamente ligada às tecnologias (Batanero, 2000).

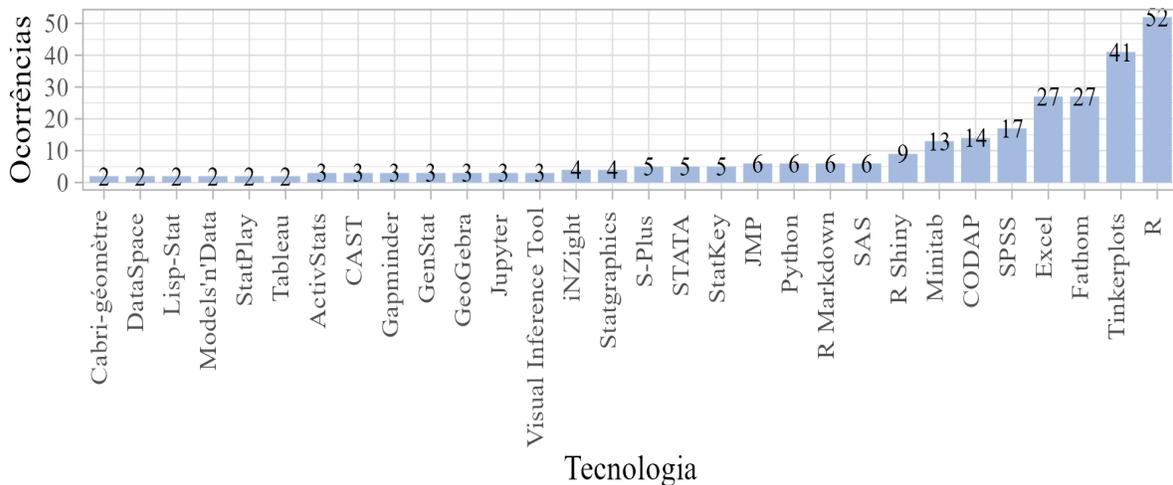
É importante ressaltar que, somente a partir da nona edição, em 2014, é que termos como “*data science*” e “*big data*” começam a emergir como assuntos centrais de discussão. Isso pode indicar um processo de mudança em andamento. A incorporação desses termos sugere uma possível conscientização e reconhecimento da importância desses conceitos no campo da estatística.

Ao analisar o nosso conjunto de dados, notamos que determinados países se destacam em termos de quantidade de publicações, trazendo indícios que demonstram integração de tecnologia nas suas abordagens de ensino. Alguns exemplos são: Bolch e

Jacobbe (2018), dos Estados Unidos (país que representa 32,9% do *corpus*), apresentando o entendimento sustentado pelo *GAISE*, enfatizando a necessidade de mudar a forma como a estatística é ensinada, levando em consideração a influência da tecnologia e dos *softwares*; Eichler (2014), da Alemanha (11,1%), destacando a reforma no programa de formação de professores na *University of Freiburg*, que integra a tecnologia em todos os cursos de Matemática e Educação Matemática; Green e Koutoumanou (2018), do Reino Unido (9,9%), mostrando que o uso de *software* estatístico é predominante em cursos como *Latent Class Analysis*; e, por fim, Harraway *et al.* (2022), da Nova Zelândia (8,2%), revelando que a linguagem *R* é amplamente utilizada em todo o currículo de estatística na *University of Otago*, desde as aulas introdutórias até os cursos de pós-graduação.

Por fim, na análise da última variável considerada, foi realizado o levantamento das tecnologias digitais utilizadas. Após a extração dos dados, identificou-se um total de 100 *softwares*. A Figura 4 apresenta os *softwares* mencionados mais de uma vez. Cabe ressaltar que, dentro do *corpus* analisado, foram encontradas 24 publicações (9,9%), nas quais não foi explicitada a tecnologia utilizada. Nesses documentos a discussão estava centrada em curricularização das tecnologias, questões pedagógicas relacionadas ao uso de tecnologias, ou simplesmente a tecnologia não era mencionada de forma explícita.

**Figura 4:** Tecnologias



Fonte: Elaborada pelos autores

Dentre os *softwares* identificados, destacam-se o *Excel* e o *SPSS*, que são amplamente utilizados no ensino de estatística, apesar de não terem sido originados com

esse propósito. O *Excel* é uma ferramenta de planilha eletrônica, enquanto o SPSS foi desenvolvido especificamente para realizar análises estatísticas descritivas e inferenciais. Outros *softwares* relevantes mencionados são o *Fathom* e o *Tinkerplots*. Ambos não estavam presentes na edição da *ICOTS* de 1998, e de acordo com Biehler (2018, 2019), surgiram como respostas às necessidades identificadas pela comunidade acadêmica no ensino de estatística.

Pode-se mencionar também a plataforma *Common Online Data Analysis Platform (CODAP)*, introduzida na décima edição da *ICOTS* em 2018. Tal plataforma representa uma evolução dos seus antecessores, *Tinkerplots* e *Fathom*, integrando recursos dessas ferramentas e adicionando novas funcionalidades para a representação de dados. Uma característica distintiva da *CODAP* é que ela é uma aplicação *web* e gratuita, o que contribui para superar algumas barreiras de acesso às tecnologias identificadas pela comunidade acadêmica (Biehler, 2019; Finzer, 2018).

O *software* que apresentou o maior número de estudos foi o *R*, que se diferencia dos anteriormente mencionados por ser uma linguagem de programação dedicada à computação estatística e gráficos. Essa escolha de *software* está alinhada com as diretrizes curriculares da *ASA*, que destacam a importância de os estudantes adquirirem fluência em linguagens de programação e habilidades para resolver problemas usando algoritmos (ASA, 2014).

Trabalhar com dados requer um extenso conhecimento em computação. Para estar preparado para carreiras em estatística e ciência de dados, os estudantes precisam ter habilidade com software profissional de análise estatística, a capacidade de acessar e manipular dados de várias maneiras, e a habilidade de resolução de problemas com algoritmos. Além das habilidades matemáticas e estatísticas mais tradicionais, os estudantes devem ser fluentes em linguagens de programação de alto nível e possuir facilidade em sistemas de banco de dados (ASA, 2014, p. 4, tradução nossa).

Além do *R*, na lista de *softwares* também estão presentes pacotes relacionados à essa linguagem, como o *R Shiny*, que é utilizado para a construção de aplicações *web* interativas, e o *R Markdown*, que é uma linguagem de marcação que combina texto simples com código *R* para criar documentos dinâmicos e interativos. Essas ferramentas fornecem recursos adicionais e flexibilidade para a análise de dados e a comunicação dos resultados,

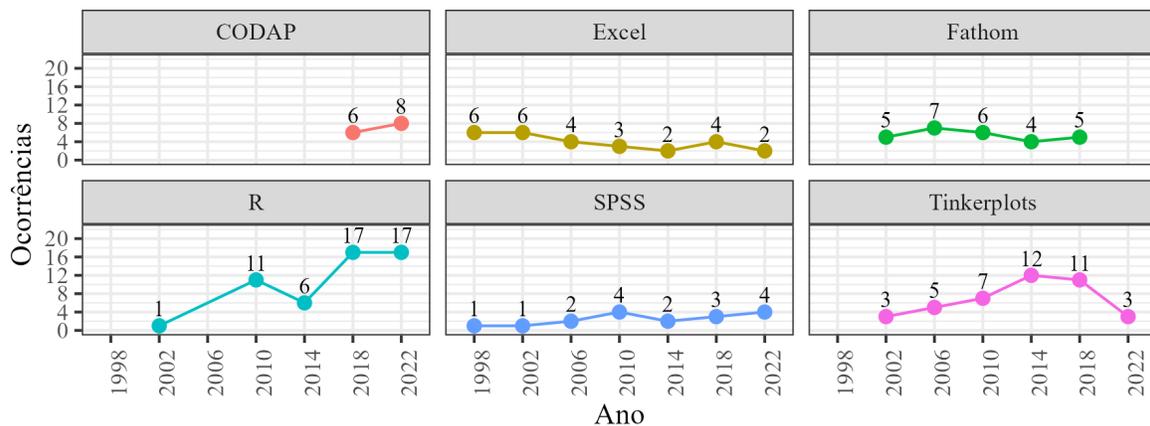
permitindo a criação de documentos que integram texto explicativo, código *R* executável e visualizações de dados.

A proposta de desenvolver aplicativos *web* para o ensino de estatística foi discutida na *ICOTS*, em 2014. Nessa ocasião, foi sugerido que as ferramentas deveriam atender a certas premissas, incluindo serem gratuitas, de fácil acesso, compatíveis com diversos dispositivos e plataformas, suportarem internacionalização, serem interativas e baseadas em uma abordagem de aprendizagem estruturada (Forbes; Harraway; Hohmann-Marriott, 2018).

Essa discussão reflete o reconhecimento da importância de tecnologias acessíveis e interativas no ensino de estatística. Além disso, a ênfase em uma abordagem de aprendizagem estruturada destaca a importância de oferecer recursos que guiem os alunos por meio de conceitos estatísticos de forma progressiva e organizada, facilitando a compreensão e a aplicação dos princípios estatísticos.

A Figura 5 apresenta os *softwares* mencionados anteriormente e sua evolução no número de citações ao longo das diferentes edições da *ICOTS*. Nela podemos observar que *softwares* como *Excel* e *SPSS* têm sido citados desde a primeira edição analisada. O *Fathom* e o *Tinkerplots* são mencionados desde sua criação, porém o *Fathom* não foi citado na edição de 2022, e o *Tinkerplots* apresentou um grande declínio no número de estudos na última edição. A plataforma *CODAP* foi estudada pela primeira vez na *ICOTS* em 2018 e, desde então, tem tido adesão crescente. Por fim, o *software R* aparece pela primeira vez na edição de 2002 e tem apresentado um crescimento constante desde então, tornando-se o *software* mais estudado nas edições de 2010, 2018 e 2022.

**Figura 5:** Evolução dos *softwares* ao longo das edições da *ICOTS*



Fonte: Elaborada pelos autores

Outro aspecto examinado foi a relação entre os *softwares* e os níveis de ensino, observando-se que assim como as pesquisas estão claramente segmentadas por níveis de ensino, o mesmo ocorre com as tecnologias. Isso é evidenciado na Tabela 2, que revela que, embora algumas ferramentas sejam utilizadas em mais níveis de ensino, outras são predominantemente adotadas em um único.

**Tabela 2:** *Softwares* - Níveis de ensino

<i>Software</i>	Básico	Básico e Superior	Superior	Total
<i>R</i>	4	6	31	41
<i>Tinkerplots</i>	31	2	3	36
<i>Fathom</i>	15	1	5	21
<i>Excel</i>	9	2	10	21
<i>SPSS</i>	1	2	11	14
<i>CODAP</i>	11	1	0	12

Fonte: Elaborada pelos autores

Essa análise aponta para a diversidade de escolhas tecnológicas no ensino de estatística, com a seleção de ferramentas podendo ser influenciada pelas necessidades e características específicas de cada nível de ensino. Tal segmentação pode indicar que diferentes *softwares* podem ser mais adequados para atender às demandas e objetivos de aprendizagem de cada etapa educacional. Isso ressalta a importância de uma abordagem personalizada ao selecionar as tecnologias, levando em consideração as características do público-alvo e os contextos de ensino e de aprendizagem específicos de cada nível.

Em seu estudo, McNamara (2018) ressalta que não existem *softwares* que atendam a todos os atributos necessários para o ensino de estatística. A autora cita que ferramentas como *Tinkerplots* e *Fathom* foram revolucionárias quando introduzidas e ainda estão sendo utilizadas. No entanto, estão começando a mostrar sua idade e estão sendo gradualmente substituídas por outras, como o *R*. A autora enfatiza que estamos prontos para um novo avanço tecnológico no campo dos *softwares* utilizados para o ensino de estatística, assim como ocorreu no início dos anos 2000. Essa perspectiva destaca a necessidade de um contínuo desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas utilizadas no ensino de

estatística: à medida que novas tecnologias emergem e as demandas educacionais evoluem, é crucial buscar soluções inovadoras que atendam aos requisitos atuais e futuros.

## CONCLUSÕES

Com base nos dados levantados e analisados, fica evidente a predominância de pesquisas que abordam aspectos tecnológicos, havendo uma clara divisão nas investigações em relação aos diferentes níveis de ensino. É importante observar que ainda há uma necessidade de ampliar o escopo das pesquisas, direcionando maior esforço para compreender como os professores estão efetivamente utilizando a tecnologia digital no ensino de estatística e como isso impacta a aprendizagem dos estudantes.

Para avançar nesse campo, concordamos com Batanero (2019) e Gould (2012), quando dizem que é crucial ampliar o número de pesquisas que investigam como os professores utilizam e podem utilizar a tecnologia digital no contexto da aprendizagem. Além disso, é essencial que, ao discutir tecnologia, se vá além dos recursos dos *softwares*, buscando compreender o seu papel como uma ferramenta rica para a tomada de decisões e resolução de problemas.

É fundamental promover uma abordagem mais abrangente que vá além dos aspectos tecnológicos, contemplando também aspectos pedagógicos e didáticos. Isso implica em explorar as estratégias de ensino e aprendizagem que envolvem o uso da tecnologia digital, identificar as melhores práticas e os desafios enfrentados pelos professores, e buscar soluções que permitam integrar de forma eficaz a tecnologia ao currículo de estatística em todos os níveis de ensino.

Ao reconhecer a importância da tecnologia como uma ferramenta fundamental no processo de ensino e aprendizagem da estatística, é necessário fortalecer a formação dos professores com foco nos aspectos pedagógicos, proporcionando-lhes recursos, formação e suporte adequados para que possam utilizar de forma assertiva e criativa as ferramentas tecnológicas disponíveis. Somente assim poderemos potencializar o uso da tecnologia digital no ensino de estatística, proporcionando oportunidades para uma abordagem mais dinâmica, envolvente e contextualizada, e preparando nossos estudantes para um mundo em que a tecnologia seja um auxílio ao pensamento crítico, à resolução de problemas e à tomada de decisões.

## REFERÊNCIAS

- AINLEY, J. Re-viewing graphing: Traditional and intuitive approaches. **For the learning of mathematics**, v. 15, n. 2, p. 10–16, jun. 1995. <https://www.jstor.org/stable/40248173>.
- AINLEY, J.; GOULD, R.; PRATT, D. Learning to reason from samples: commentary from the perspectives of task design and the emergence of “big data”. **Educational Studies in Mathematics**, v. 88, n. 3, p. 405–412, 1 mar. 2015.
- ASA. **Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Statistical Science**. 15 nov. 2014. Disponível em: <https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/edu-guidelines2014-11-15.pdf>. Acesso em: 21 set. 2022.
- BATANERO, C. ¿Hacia Dónde Va La Educación Estadística? **Blaix**, v. 15, p. 2–13, 2000. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/BLAIX.pdf>.
- BATANERO, C. Thirty years of stochastics education research: Reflections and challenges. *In: III International Virtual Congress on Statistical Education*, 2019. Contreras: M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo, 2019. p. 1–15.
- BEN-ZVI, D.; GRAVEMEIJER, K.; AINLEY, J. Design of Statistics Learning Environments. *In: BEN-ZVI, D.; MAKAR, K.; GARFIELD, J. (orgs.). International Handbook of Research in Statistics Education*. Springer International Handbooks of Education. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 473–502.
- BIEHLER, R. Changing conceptions of statistics: A problem area for teacher education. *In: International Statistical Institute Round Table Conference*, 1990. Voorburg: ISI, 1990. p. 20–38.
- BIEHLER, R. Design principles, realizations and uses of software supporting the learning and the doing of statistics: A reflection on developments since the late 1990s. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018.
- BIEHLER, R. Software for learning and for doing statistics and probability – Looking back and looking forward from a personal perspective. *In: Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*, 2019. Contreras: Universidad de Granada, 2019.
- BIEHLER, R. Software Tools and Mathematics Education: The Case of Statistics. *In: Learning From Computers: Mathematics Education and Technology*, 1993. Berlin: Springer, 1993. p. 68–100.
- BIEHLER, R.; BEN-ZVI, D.; BAKKER, A.; MAKAR, K. Technology for Enhancing Statistical Reasoning at the School Level. *In: CLEMENTS, M. A. (Ken); BISHOP, A. J.; KEITEL, C.; KILPATRICK, J.; LEUNG, F. K. S. (orgs.). Third International Handbook of Mathematics Education*. Springer International Handbooks of Education. New York, NY: Springer, 2013. p. 643–689.
- BOLCH, C.; JACOBBE, T. Students’ Understanding Of Data Visualizations. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018. p. 6.

BURRILL, G. Tools for Learning Statistics: Fundamental Ideas in Statistics and the Role of Technology. *In: WASSONG, T.; FRISCHEMEIER, D.; FISCHER, P. R.; HOCHMUTH, R.; BENDER, P. (orgs.). Using Tools for Learning Mathematics and Statistics*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014. p. 153–164.

CARVER, R.; EVERSON, M.; GABROSEK, J.; HORTON, N.; LOCK, R.; MOCKO, M.; ROSSMAN, A.; ROSWELL, G.; VELLEMAN, P.; WITMER, J.; WOOD, B. **Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report 2016**. 1 jul. 2016. Disponível em: [https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaisecollege\\_full.pdf](https://www.amstat.org/docs/default-source/amstat-documents/gaisecollege_full.pdf). Acesso em: 20 out. 2023.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. de M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. *In: JAQUES, P. A.; SIQUEIRA, S.; BITTENCOURT, I.; PIMENTEL, M. (orgs.). Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa*. Porto Alegre: SBC, 2020.

EICHLER, A. Integrating Technology In Regular Statistics Courses And Assessments Of Pre-Service Teachers. *In: ICOTS 9*, 2014. Flagstaff: IASE, 2014. p. 6.

ELSEVIER. Scopus | O maior banco de dados da literatura revisada por pares. 2023. **Elsevier.com**. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>. Acesso em: 17 out. 2023.

FINZER, W. Co-Design Of The Common Online Data Analysis Platform (CODAP) For Cross-Disciplinary Use At Grades 6–14. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018. p. 6.

FORBES, S.; HARRAWAY, J.; HOHMANN-MARRIOTT, B. Using Web Apps In The Classroom Style. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018.

GARFIELD, J. B.; BEN-ZVI, D.; CHANCE, B.; MEDINA, E.; ROSETH, C.; ZIEFFLER, A. **Developing Students' Statistical Reasoning**. Dordrecht: Springer, 2008.

GOULD, R. Preface To The Proceedings Of The 2012 Iase Roundtable On Technology And Statistics Education. *In: Technology in Statistics Education: Virtualities and Realities*, 2012. Cebu: IASE, 2012. p. 3.

GOULD, R. Statistics and the Modern Student. **International Statistical Review**, v. 78, n. 2, p. 297–315, out. 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2010.00117.x>.

GOULD, R. Toward data-scientific thinking. **Teaching Statistics**, v. 43, n. S1, p. S11–S22, out. 2021. <https://doi.org/10.1111/test.12267>.

GOULD, R.; WILD, C. J.; BAGLIN, J.; MCNAMARA, A.; RIDGWAY, J.; MCCONWAY, K. Revolutions in Teaching and Learning Statistics: A Collection of Reflections. *In: BEN-ZVI, D.; MAKAR, K.; GARFIELD, J. (orgs.). International Handbook of Research in Statistics Education*. Cham: Springer, 2017. p. 457–472.

GREEN, D.; KOUTOUMANOU, E. A Short Classroom-Based Workshop On Latent Class Analysis. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018. p. 4.

HARRAWAY, J.; SCHOFIELD, M.; ALLEN, J. Motivational Case Study Videos With

- R Analyses of the Data. *In: ICOTS 11*, 1 dez. 2022. Rosario: IASE, 1 dez. 2022.
- HASTIE, T.; FRIEDMAN, J.; TIBSHIRANI, R. **The Elements of Statistical Learning**. New York: Springer, 2001.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. [S. l.]: EBSE Technical Report, 1 jan. 2007. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/302924724\\_Guidelines\\_for\\_performing\\_Systematic\\_Literature\\_Reviews\\_in\\_Software\\_Engineering](https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering).
- LEE, H. S.; HOLLEBRANDS, K. F. Characterising and Developing Teachers' Knowledge for Teaching Statistics with Technology. *In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (orgs.). Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. Dordrecht: Springer, 2011.
- LIPSON, K. Using the TI-83 graphics calculator in a liberal arts statistics course. *In: ICOTS 5*, 1998. Singapore: IASE, 1998. p. 937–943.
- MAGALHÃES, M. N. Challenges For Learning About Distributions In Courses For Future Mathematics Teachers. *In: ICOTS 9*, 2014. Flagstaff: IASE, 2014. p. 6.
- MCNAMARA, A. Imagining the future of statistical education software. *In: ICOTS 10*, 2018. Kyoto: IASE, 2018. p. 3.
- MCNAMARA, A. Key Attributes of a Modern Statistical Computing Tool. **The American Statistician**, v. 73, n. 4, p. 375–384, out. 2019.
- MITRA, S.; DANGWAL, R. Limits to self-organising systems of learning—the Kalikuppam experiment: Self-organising systems of learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 41, n. 5, p. 672–688, set. 2010.
- PRATT, D. Young children's active and passive graphing. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 11, n. 3, p. 157–169, abr. 1995.
- PRATT, D.; DAVIES, N.; CONNOR, D. The Role of Technology in Teaching and Learning Statistics. *In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (orgs.). Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. Dordrecht: Springer, 2011.
- PURANEN, J. WWW and teaching statistics—a teacher's point of view. *In: ICOTS 5*, 1998. Singapore: IASE, 1998.
- STIGLER, S. M. **Statistics on the Table: The History of Statistical Concepts and Methods**. London: Harvard University Press, 2002.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British journal of management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, set. 2003.
- UNESCO. Revision of the International Standard Classification of Education (ISCED). *In: GENERAL CONFERENCE, 36TH*, 2011. Paris: UNESCO, 2011.

WASSERMAN, L. **All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference**. New York: Springer, 2004.

WASSONG, T.; BIEHLER, R. The Use Of Technology In A Mentor Teacher Course In Statistics Education. *In: ICOTS 9*, 2014. Flagstaff: IASE, 2014. p. 6.

WATSON, J. Professional development of teachers using CD-ROM technology. *In: ICOTS 5*, 1998. Singapore: IASE, 1998. p. 7.

**Submetido em 08 de novembro de 2023.**  
**Aprovado em 20 de março de 2024.**