

数学教育中数字教学法的图景描绘：一项文献计量研究

罗闫铭，冯文结*

青岛大学经济学院，青岛 266071，山东，中国

摘要：数字教学法已成为推动数学教育变革的重要力量，为教与学提供了动态的、以技术为驱动的路径。这类教学创新支持灵活、互动、以学生为中心的学习环境，因而引发了学界的高度关注。本研究采用文献计量分析方法，旨在识别 2009 年至 2025 年间数学教育数字教学法领域的研究态势、高产贡献者与核心主题。研究自 Scopus 数据库检索得到 119 篇文献，并借助 OpenRefine 完成数据统一、借助 VOSviewer 实现网络可视化。研究发现，2020 年之后发文量显著上升，这主要源于新冠疫情所引发的数字化转型。德国、印度尼西亚与美国是主要贡献国，约翰内斯·开普勒大学、锡亚库拉大学与约翰内斯堡大学则展现出较强的学术影响力。主题分析识别出若干重要聚类，包括技术增强学习、混合式与翻转课堂、游戏化以及应急远程教学。「数字教学法」「数学教育」「翻转课堂」等高频关键词反映了该领域关注点的演进。本研究测得 h 指数为 24、篇均被引 20.08 次，表明该领域具有稳健的学术活跃度。这一文献计量概览可为研究者、教育工作者与政策制定者提供有价值的参考，并凸显了数字教学策略在全球范围内重塑数学教育的日益重要的意义。

关键词：文献计量；数字教学法；数学教育

Mapping the Landscape of Digital Pedagogies in Mathematics Education: A Bibliometric Study

YanMing Luo, WenJie Feng

School of Economics, Qingdao University, Qiangdao 266071, Shandong, China

Abstract: Digital instructional methods have become a significant force driving change in mathematics education, providing dynamic, technology-driven pathways for teaching and learning. These innovative approaches support flexible, interactive, and student-centered learning environments, thus attracting considerable attention from the academic community. This study employs bibliometric analysis to identify the research trends, prolific contributors, and core themes in the field of digital instructional methods in mathematics education from 2009 to 2025. The study retrieved 119 articles from the Scopus database, using OpenRefine for data unification and VOSviewer for web visualization. The study found a significant increase in publications after 2020, primarily due to the digital transformation triggered by the COVID-19 pandemic. Germany, Indonesia, and the United States are the main contributors, while Johannesburg University, the University of Siakula, and the University of Johannesburg demonstrate strong academic influence. Thematic analysis identified several important clusters, including technology-enhanced

learning, blended and flipped classrooms, gamification, and emergency remote learning. High-frequency keywords such as "digital instructional methods," "mathematics education," and "flipped classroom" reflect the evolution of focus within this field. This study yielded an h-index of 24 and an average of 20.08 citations per paper, indicating robust academic activity in the field. This bibliometric overview provides valuable insights for researchers, educators, and policymakers, and highlights the growing importance of digital teaching strategies in reshaping mathematics education globally.

Keywords: Bibliometric; Digital pedagogies; Mathematics education

一、引言

在第四次工业革命所塑造的教育需求变迁面前, 数字技术与数学教育的融合正在迅速加深。随着社会对数据、连接与自动化的依赖不断增强, 教育系统不得不通过引入数字教学法来适应变化, 以培养学生的数学推理、问题解决与数字素养能力。新冠疫情进一步凸显了这一变革的紧迫性, 它使人们认识到, 教育必须具备能够支撑远程教学的韧性与灵活性[1-2]。在此背景下, 数字教学法已成为保障各类学习环境中数学教育连续性与质量的关键机制[3]。

数字教学法涵盖了一系列旨在提升数学教与学效果的教学方法与技术应用, 包括翻转学习、混合式学习、游戏化学习、自适应系统与虚拟学习环境, 其共同目标是实现教学的个性化并提高学习者的自主性[4-5]。GeoGebra、数字游戏、移动应用与在线学习平台等工具的使用, 使互动性强、参与度高、能够回应具体情境的学习体验成为可能[6-7]。已有实证证据表明, 这些方法有助于改善学生对抽象概念的理解, 并激发更高水平的学习动机与课堂参与[8-9]。

数字教学法在数学教育中的成效, 尤其体现在其适应差异化教学、支持多样化学习者的能力上。这类教学创新能够为数学内容提供多模态表征, 使学生得以同时与视觉的、符号的与动态的要素互动。它们还通过技术增强环境中的自定步调探索、同伴协作与形成性评价, 推动以学生为中心的学习。在教育资源薄弱或地理位置偏远的地区, 数字工具已被证明是缓解优质数学教学机会不均的重要手段。

尽管数字教学策略在数学教育中大量涌现, 相关文献却分散于不同的情境、方法与概念框架之中, 呈现出碎片化的样貌。虽然已有众多研究考察了特定工具或干预措施, 但学界对这一知识体系的演进脉络、发展态势与核心贡献者仍缺乏系统认识。文献计量分析能够揭示该领域的发文格局、合作网络、被引动态与主题演化, 从而为填补这一空白提供全面而系统的路径。该方法可为理论推进、研究方向引导以及政策与实践决策提供以证据为基础的支撑。

本研究试图通过文献计量综述来描绘数学教育中数字教学法的整体图景。通过分析主要科学数据库所收录的文献, 本研究旨在识别界定该领域的高影响力作者、机构、期刊与研究主题。由此获得的洞见有助于阐明数字教学法在不同时期、不同地区如何塑造了数学教育。最终, 本综述期望为未来的教学创新提供参考, 并在致力于推进数字时代数学教育发展的教育工作者、研究者与政策制定者之间促成战略性对话。

二、文献综述

近年来, 在技术创新、教学改革与教育供给方式空前变革的共同推动下, 数学教育中数字教学法的图景显著扩展。已有研究记录了从学习管理系统到自适应平台的各类数字环境, 如何改变了数学概念的教与学方式。这些教学进展并不止于工具的采用, 而是重新界定了教学角色、增强了学习者的能动性, 并强调自主探索与实时的形成性反馈。数字教学法的兴起在高等教育阶段同样明显——职前数学教师日益频繁地投入在线与混合式

学习环境, 以夯实学科内容基础并提升教学灵活性。

越来越多的研究支持数字教学法在促进数学思维方面的作用, 尤其是通过翻转课堂、混合式学习与游戏化学习等以学习者为中心的路径。这些模式被认为有助于加深参与、激活认知并促进学习者之间的协作。GeoGebra、EdPuzzle 等工具在融入教学设计后, 已被证明能够在多样化的课堂情境中促进空间推理、程序性流畅与概念性理解。此外, 具备自动反馈、差异化内容路径等自适应功能的平台, 能够照顾不同的学习能力与学习节奏, 从而推动包容性的数学教学。

在强调探究式学习、问题解决与项目式路径的学习环境中, 数字教学法在培养高阶思维技能与元认知意识方面同样价值显著。多项研究指出, 多模态资源与交互式仿真能够促使学习者更具批判性地分析、综合与评价数学问题。数字化故事讲述、嵌入式形成性评价与游戏化系统的运用, 则在提升学习成效的同时进一步强化了知识保持与学习动机。值得注意的是, 数字教学策略带来的认知收益在小学与高等教育两个阶段的数学教学中均有观察到。

新冠疫情引发的全球性应急远程教学转向, 加速了数字教学法的主流化, 同时也暴露出数字准备度方面的系统性缺口。研究者报告了复杂的经验图景: 一方面教师适应力与学生韧性有积极发展, 另一方面数字公平挑战、教学设计约束以及学生感知的差异同样突出。作为回应, 研究者提出了将传统实践与技术增强相结合的混合模式, 以维系有意义的数学参与。此外, 教师专业发展与院校支持结构也被认定为数学课堂成功实施数字教学法的关键因素。

尽管实证研究与理论框架不断涌现, 数学领域数字教学法的文献仍然是碎片化的, 在术语、范围与方法侧重上均存在不一致。个别研究虽然贡献了有价值的局部洞见, 但学界仍需要对该领域的演进与研究态势作出系统综合。既有的文献综述大多聚焦于特定工具或教学模式, 在跨时段、跨地区地描绘更广泛的学术图景方面留有空白。因此, 有必要开展文献计量综述, 以在宏观层面系统把握数学教育数字教学法的知识结构、合作模式与主题演化。

三、既有文献计量研究述评

文献计量分析已日益成为追踪教育研究发展脉络的常用方法, 在数学教育数字教学法这一领域尤为如此。这一量化取向使学者得以描绘文献增长、识别高影响力贡献者, 并揭示主题随时间的迁移。通过对发文数据、引证网络与共现模式的系统评估, 文献计量研究能够为理解专门领域内学术话语的演化提供有价值的洞见。既有研究虽已探讨过数字学习环境, 但在研究范围、数据覆盖与计量参数上差异甚大, 既显示出既有成果, 也暴露出值得进一步探究的空白。

Santoveña-Casal 与 López (2023) 以 Web of Science 收录的 2003—2023 年间 498 篇文献为对象, 聚焦高等教育领域的数字教学法, 分析了年度发文趋势、高产作者、贡献国家、领先机构与关键词共现。该研究奠定了良好基础, 但其对高等教育的专门聚焦, 限制了结论对中小学数学课堂等更广泛教育情境的适用性; 同时, 单一数据源也可能遗漏其他学术数据库或非英语文献中的重要贡献。

Düşünen 与 Ata (2023) 则考察了数学教育中教育类数字游戏的研究态势。该研究基于 Scopus 收录的 2010—2023 年间 143 篇文献, 分析了作者关键词、高产作者、发文来源与国际合作。其优势在于聚焦游戏化这一数字教学法的重要子领域, 但主题范围较窄, 未能涵盖自适应系统、翻转学习或混合式教学模式等更广谱的数字教学路径, 因而在把握数字教学整体图景方面仍存不足。相比之下, Naser 等 (2023) 以更宽的视角综述了信息与通信技术 (ICT) 在数学学习中的应用, 分析了 Scopus 中 1999—2023 年间的 1 274 篇文献, 考察年

度发文增长、作者格局、国家贡献与关键词分布。该研究提供了稳健的纵向数据,但其关注点是一般意义上的 ICT 而非数字教学法,因而难以捕捉数字教学法框架所核心关切的教学设计、教学理论与不断演进的课堂实践。

上述研究在时间跨度、研究目标与所考察的计量变量上差异明显,因而难以呈现数学领域数字教学法的统一图景。更重要的是,它们均未专门讨论疫情后数学教育数字教学策略的转型,也未采用跨越多个教育阶段的系统比较视角。为回应这些局限,本研究将分析拓展至更广泛的情境、教育阶段与地理区域中的数学教育数字教学法。

本研究采用全面的文献计量路径,描绘数学教育中数字教学法的学术图景。通过分析 Scopus 收录文献的发文趋势、作者产出、国家合作与主题格局,本研究为这一动态的、多学科交叉的领域提供了亟需的综合。其目标是在既有文献计量成果的基础上,提供一份具有当代性、包容性且以数学学科为指向的综述,以引导未来研究、支撑教育政策制定并推动教学创新。

四、研究问题

本研究围绕以下六个研究问题,对数学教育中的数字教学法领域展开系统的文献计量考察:

研究问题 1: 数学教育中数字教学法的研究现状如何?

研究问题 2: 近年来数学教育数字教学实践的学术发表呈现出哪些显著态势?

研究问题 3: 哪些学术期刊与出版来源在传播数学教育数字教学法的重要研究中发挥了核心作用?

研究问题 4: 哪些关键文献显著塑造了数学教育领域数字教学法研究的话语与走向?

研究问题 5: 在推进数学教育数字教学法方面,哪些作者、学术机构与国家是主要贡献者?

研究问题 6: 支撑数学教育数字教学路径发展与演进的主要主题领域有哪些?

本研究力求对数学教育中数字教学法研究的演进与范围形成结构化的系统认识。通过运用文献计量与网络分析方法,本研究系统考察该领域的学术产出格局、主题集中度与合作动态。由此获得的洞见,将有助于推进与当代技术发展相契合的、以研究为依据的教学实践。最终,本分析旨在同时揭示数学教育数字教学法的历史脉络与当前状态,从而为未来的学术探索与教学创新提供战略性基础。

五、研究方法

本研究以文献计量分析为基础,数据取自 Scopus 数据库,检索截止日期为 2025 年 8 月 4 日。选择 Scopus 是因为其学科覆盖广泛、对同行评议文献的收录较为完整。所提取的数据集包含多类文献计量变量,如文献类型与发表来源、发表语种、学科领域、年度发文趋势、篇均作者数、机构隶属、文献的地理分布以及高频作者关键词等。尽管 Scopus 为文献计量研究提供了稳健基础,但仍应认识到,仅依赖单一数据库可能限制洞见的多样性与全面性。数学教育数字教学法领域的既往文献计量研究同样多取自单一数据源(通常是 Scopus),这会在一定程度上收窄分析视野。本研究承认这一方法局限,并建议未来研究纳入 Web of Science 与 Google Scholar 等更多数据库,以便在不同索引平台与学术共同体之间形成更具包容性与代表性的学术图景。

(一) 检索策略

本研究的综述流程依循改良版 PRISMA 框架,即《系统综述与元分析优先报告条目》(Moher 等, 2009)。检索式为 ("Digital Pedagogy" OR "Digital Pedagogies" OR "Digital Teaching" OR "Technology-Enhanced Learning" OR "E-Learning" OR "Blended Learning" OR "Online Pedagogy") AND ("Math*" AND ("Educat*" OR "Learn*" OR "Teach*" OR "Pedagog*")), 在 Scopus 检索引擎中执行。初次检索后,研究者施加学科领域筛选以精炼结果;筛选标准依据研究范围设定,涵盖检索字段、发表年份、来源类型与文献类型,据此排除与研究目标不符的文

献。这一过程初步得到 1 005 篇文献。随后研究者逐条审读摘要，判断主题相关性并剔除不符合纳入标准者。筛选完成后，共有 119 篇文献被确定为本次数学教育数字教学法文献计量分析的最终数据集（见图 1）。

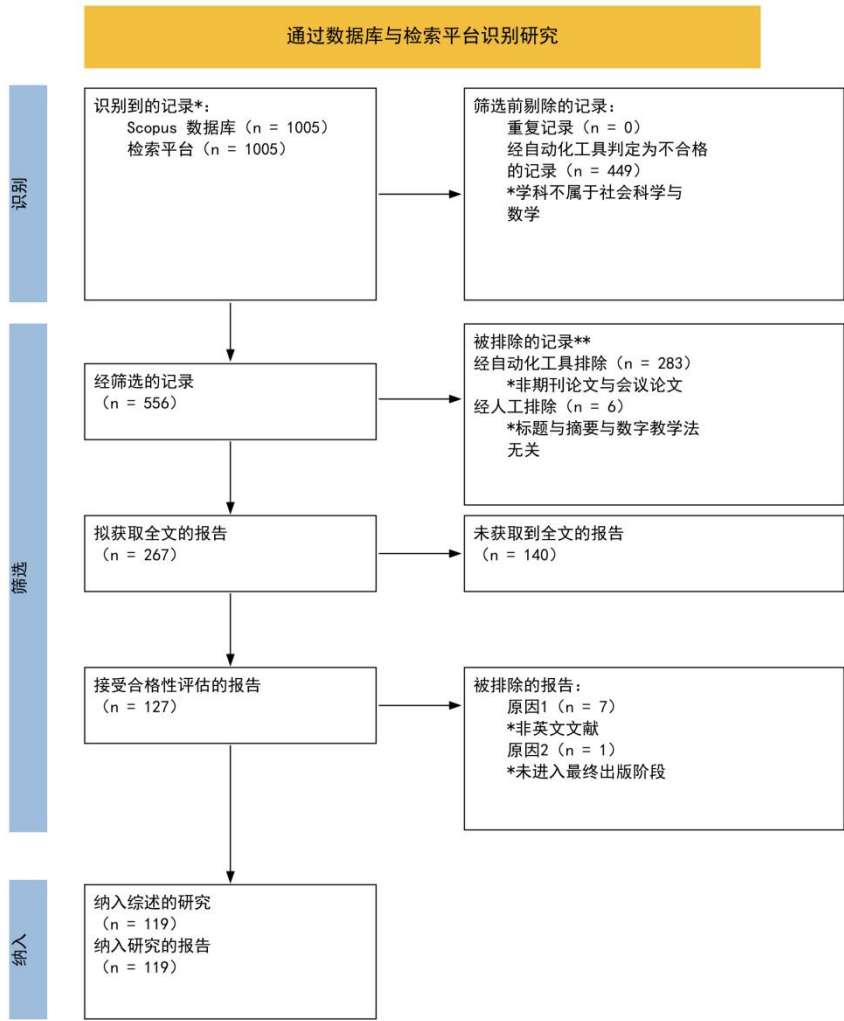


Figure 1 Flow Diagram of The Search Strategy

图 1 检索策略流程图

（二）数据清洗与统一

确保文献计量分析的准确性与一致性，需要严格的数据清洗与标准化程序。本研究使用了两种专门工具来完成这些工作：OpenRefine 与 biblioMagika®（Ahmi, 2023）。这两个平台专为处理书目数据中的不一致问题而设计，尤其适用于作者姓名、机构隶属与关键词用法方面的规范化。

清洗工作首先将数据导出为逗号分隔值（CSV）格式，随后选取需要精炼的字段。作者姓名、关键词与机构隶属等列，通过 OpenRefine 与 biblioMagika® 中的一系列聚类与转换操作实现统一。随后由 biblioMagika® 生成进阶文献计量指标，包括总发文量、贡献作者数、被引文献数、总被引频次、篇均被引、被引文献篇均被引、作者均被引、篇均作者数、年均被引，以及 h 指数、g 指数、m 指数与 h 核心内被引总和等指标。这些计算跨越发表年份、来源期刊、作者、机构隶属与地理位置等多个书目类别展开。此外，该软件还支持缺失或不完整条目的识别与人工修订，从而提升数据集的整体质量与可靠性。最终形成的数据集，为后续数学教育数字教学法的各项分析提供了稳健而一致的基础。

（三）数据分析

本研究采用的分析策略与研究问题明确对应，旨在细致描绘数学教育中数字教学法的研究图景。分析涵盖文献类型、来源类型、语种、学科领域与被引指标的分类统计。研究运用描述性文献计量技术，呈现年度发文频次、主要作者贡献、主导机构、发文国家与高影响力期刊等变量上的态势。

为评估研究影响力，本研究计算了核心文献计量指数，包括总发文量、被引文献数、总被引频次、篇均被引、被引文献篇均被引，以及 h 指数、g 指数、m 指数等影响力指标。为探究概念结构与研究主题，本研究还运用了若干进阶的文献计量可视化技术，包括共现网络分析、主题图谱与作者关键词的因子分析。这些技术使研究者得以识别主题聚类、考察主题间关系并发现该领域中正在演进的研究方向，从而更清晰地呈现数学教育数字教学法的知识与概念图景。

（四）研究工具

本文献计量综述的实施借助了多种软件工具。Microsoft Excel 作为原始数据整理与准备的初始平台；OpenRefine 用于精细的数据统一，尤其是作者关键词的清洗；biblioMagika® 通过规范作者、机构与国家隶属数据，支撑起完整的文献计量画像。

在文献计量网络与主题聚类的可视化方面，本研究使用 VOSviewer，以呈现关键词共现与合作格局。此外，Mendeley 是全程使用的主要文献管理系统。上述工具的整合，确保了对数学教育数字教学法学术话语的分析在方法上系统而严谨。

六、研究结果

本节对数学教育中数字教学法的研究图景展开全面分析。这一分析性呈现直接对应前文提出的研究问题，力求对该领域形成细致而深入的理解。通过这一结构化的考察，作者希望为数学教育数字教学实践的当前发展提供批判性且富有信息量的综合，所生成的洞见旨在支撑学术讨论，并为致力于推进技术增强教与学的研究者、教育工作者与政策制定者作出有意义的贡献。

（一）数学教育数字教学法的研究现状

为回应第一个研究问题，本研究分析了文献在多个书目维度上的分布，包括文献类型、来源类别、语种与学科领域，并对研究产出进行了基于被引的影响力与学术可见度评估。共有 119 篇发表于 2009 年至 2025 年间的文献被确认与该领域相关（见表 1），其中包括期刊论文、会议论文、专著章节与综述论文。会议论文往往代表早期阶段的研究发现，其后常被扩展为更为严谨的期刊成果。总体而言，这些文献体现出多元化的知识基础与学界对数学教育数字教学法的持续关注。

Table 1 Citation Metric
表 1 引文计量指标

主要信息	数据
发表年份	2009—2025
总发文量	119
可被引年数	17
贡献作者数	362
被引文献数	108
总被引频次	2 389
篇均被引	20.08

被引文献篇均被引	22.12
年均被引	149.31
作者均被引	6.60
篇均作者数	3.04
h 核心内被引总和	2 210
h 指数	24
g 指数	46
m 指数	1.412

分析显示，这 119 篇文献由 362 位不同的作者完成，表明该领域具有活跃的学术合作氛围。其中 108 篇获得引用，反映出学术共同体的广泛关注。数据集共录得 2 389 次被引，篇均被引 20.08 次；若仅考察被引文献，篇均被引升至 22.12 次，显示出可观的学术影响力。17 个可被引年份进一步说明了数据集的时间跨度，年均被引 149.31 次。篇均作者数为 3.04，提示合作署名较为普遍；作者均被引为 6.60，凸显了个体学者在该领域中的研究贡献。

本研究还运用关键文献计量指数量化学术表现。h 指数为 24，意味着有 24 篇文献各自至少被引 24 次；g 指数为 46，m 指数为 1.412，反映出该领域影响力随时间的持续积累。h 核心内被引总和为 2 210，说明存在一批集中的高影响力文献。上述指标共同确认，数学教育数字教学法研究是一个正在成长且具有影响力的学术领域。稳定的被引表现、活跃的合著网络与日趋成熟的研究轨迹表明，这一领域已成为技术融合教与学这一更广泛话语的重要组成部分。

（二）数学教育数字教学法研究的显著态势

为回应第二个研究问题，本研究考察了数学教育数字教学法研究的年代发展。最早的相关文献出现于 2009 年，标志着学界对这一新兴领域的初步关注。此后，发文量与被引量总体呈渐进上升趋势，并在若干年份出现明显跃升。2022 年发文量最高，达 26 篇；而 2020 年虽仅有 14 篇，却产生了最高的 935 次被引。这一被引高峰提示该时期发表了极具影响力的研究，很可能是对新冠疫情期间全球教育实践变革的回应。学术产出随时间的分布不仅表明文献体量在增长，也说明不断演进的教学需求提升了该领域的学术相关性。

2020 年至 2023 年是学术活动最为集中的时期。这四年间共产出 85 篇文献、产生 1 810 次被引，占数据集总被引的 75% 以上。仅 2023 年一年即有 20 篇文献与 195 次被引，反映出研究热度的延续。尽管 2024 年与 2025 年的发文量与被引频次略有回落，但研究贡献的持续性表明这一议题的重要性并未减弱。贡献作者数亦显著扩张，由 2009 年的 8 人增至 2023 年的 69 人。这一增长表明研究共同体的合作与多元化程度提高，参与者来自教育技术、数学教学与数字学习设计等交叉领域。

从文献计量角度看，h 指数、g 指数与 m 指数进一步印证了该领域影响力的成熟。h 指数在 2021 年达到最高值 10，表明该年及此前有十篇文献各被引至少十次；g 指数在 2022 年达到峰值 17；m 指数则在 2023 年录得最高值 2.667，反映出近年来持续的学术影响。尽管存在年度波动，但这类变动在新兴领域中颇为常见，往往受出版周期与引用习惯的影响。总体而言，结果表明数学教育中的数字教学法已发展为一个充满活力且富有影响力的研究领域；不断增长的发文量、日益扩大的作者参与以及持续走强的被引指标，共同印证了该领域对教育研究与创新的贡献正在扩大。

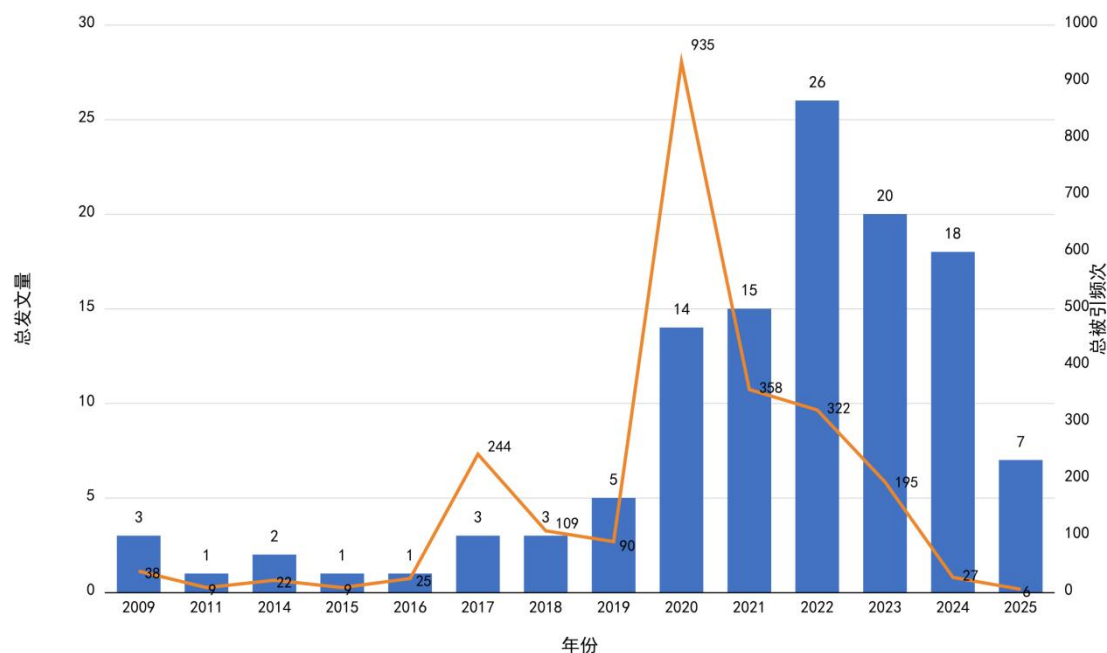


Figure 2 Total Publications and Citations by Year (as data is only available up to 5 August 2025)

图 2 历年总发文量与总被引频次（数据截至 2025 年 8 月 5 日）

Table 2 Yearly Output of Publications

表 2 历年发文产出

年份	TP	NCA	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
2009	3	8	3	38	12.67	12.67	2	3	0.118
2011	1	1	1	9	9.00	9.00	1	1	0.067
2014	2	6	2	22	11.00	11.00	2	2	0.167
2015	1	4	1	9	9.00	9.00	1	1	0.091
2016	1	1	1	25	25.00	25.00	1	1	0.100
2017	3	4	3	244	81.33	81.33	3	3	0.333
2018	3	6	3	109	36.33	36.33	3	3	0.375
2019	5	16	5	90	18.00	18.00	5	5	0.714
2020	14	34	14	935	66.79	66.79	9	14	1.500
2021	15	42	15	358	23.87	23.87	10	15	2.000
2022	26	82	25	322	12.38	12.88	9	17	2.250
2023	20	69	20	195	9.75	9.75	8	13	2.667
2024	18	60	13	27	1.50	2.08	3	3	1.500
2025	7	29	2	6	0.86	3.00	2	2	2.000
合计	119	362	108	2389	20.08	22.12	24	46	1.412

注：TP=总发文量；NCA=贡献作者数；NCP=被引文献数；TC=总被引频次；C/P=篇均被引；C/CP=被引文献篇均被引；h=h 指数；g=g 指数；m=m 指数。* 2025 年的发文数据仅统计至 2025 年 2 月 12 日。

（三）数学教育数字教学法的主要发文期刊

表 3 列出了数学教育数字教学法研究中最活跃的期刊，统计对象为发文量不少于三篇的来源。《Education Sciences》产出最丰，共 9 篇文献、累计 220 次被引，篇均被引（C/P）为 24.44，其 h 指数为 6、g 指数为

9、m 指数为 0.750，显示出在该领域中持续而有影响的存在感。紧随其后的是《ZDM - Mathematics Education》，共发表 7 篇论文、获 273 次被引，篇均被引 39.00，为所列来源中最高；其 h 指数为 6、g 指数为 7，体现出较高的学术认可度与被引效率。这两份期刊共同构成了数学教育数字教学法学术讨论的核心平台。

Table 3 Journal with Two (2) or More Publications

表 3 发文量不少于两篇的期刊

来源期刊	TP	NCA	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
Education Sciences	9	27	9	220	24.44	24.44	6	9	0.75
ZDM - Mathematics Education	7	24	7	273	39.00	39.00	6	7	1.00
International Journal of Emerging Technologies in Learning	7	15	6	86	12.22	14.33	4	7	0.23
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	5	16	3	436	87.20	145.33	3	5	0.33
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	4	9	4	72	18.00	18.00	3	4	0.33
Cogent Education	4	15	3	75	18.75	25.00	2	4	0.40
International Journal of Information and Education Technology	4	13	2	5	1.25	2.50	1	2	0.16
Computers and Education	4	14	4	234	58.50	58.50	4	4	0.44
Frontiers in Education	4	25	3	35	8.75	11.67	2	4	0.50
Teaching Mathematics and its Applications	3	9	3	47	15.67	15.67	3	3	0.25
International Journal of Science and Mathematics Education	3	6	3	92	30.67	30.67	3	3	0.60

《Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education》虽仅有 5 篇文献，却录得 436 次被引，篇均被引高达 87.20，被引文献篇均被引更达 145.33，表明其少量文献产生了相当可观的学术影响。与之类似，《Computers and Education》发表 4 篇文献而获 234 次被引，篇均被引 58.50，其 h 指数与 g 指数均为 4、m 指数为 0.444，确认了它在产出有限的情况下仍属高影响力发表阵地。这些例证说明，发文数量固然是影响力的一个指标，但基于被引的指标能够更深入地反映研究的可见度与质量。

此外，《Teaching Mathematics and Its Applications》《International Journal of Mathematical Education in Science and Technology》《International Journal of Science and Mathematics Education》与《Cogent Education》等期刊对该领域亦有中等程度的贡献。例如，《Teaching Mathematics and Its Applications》发表 3 篇论文、获 47 次被引，篇均被引 15.67；《International Journal of Science and Mathematics Education》仅凭 3 篇文献即取得 30.67 的

较高篇均被引。这些发现体现了该领域多维度、跨学科的特性——研究处于教学论、技术与学科教学的交汇处。总体来看,从 h 指数、g 指数、m 指数与篇均被引等维度考察,部分期刊以产出规模见长,另一些则以集中的被引影响力取胜。这种多样性说明,理解数学教育数字教学法图景的演变,必须同时评估学术生产力与学术影响力。

(四) 数学教育数字教学法的关键文献

表 4 列出了对数学教育数字教学法话语作出重要贡献的十篇高被引文献。居首的是 Mailizar 等(2020)的研究,该文考察了新冠疫情期间印度尼西亚中学数学教师对在线学习障碍的认知,共获 392 次被引、年均 65.33 次,凸显其在塑造疫情期数字学习策略方面的重要性。紧随其后的是 Mulenga 与 Marbán(2020)的研究,该文追问疫情是否成为数学教育更广泛数字化转型的入口,获 188 次被引、年均 31.33 次,显示出较高的学术关注度。同样突出的是 Bray 与 Tangney(2017)的系统综述,该文分析了数学教育中技术使用的态势,获 175 次被引、年均 19.44 次,凸显了证据综合在该领域中的价值。

Engelbrecht 等(2020)贡献了一篇关键论文,考察互联网学习如何改变数学课堂,获 132 次被引、年均 22.00 次,反映其在概念化数字驱动的教学变革方面的重要意义。Cevikbas 与 Kaiser(2020)就翻转课堂作为一种改革取向的数学教学方法提出了洞见,获 75 次被引、年均 12.50 次,进一步支持了逆序教学设计在数字情境中的相关性。类似地,Anderson 等(2018)考察了教师对混合式学习环境的适应,获 72 次被引、年均 9.00 次。这些发现凸显了推动技术增强数学教学演进的多元教学路径。

其他有影响力的研究还包括:Christopoulos 与 Sprangers(2021)探讨了疫情期间教师与学生对教育技术的接受度,获 71 次被引、年均 14.20 次;Alabdulaziz(2021)考察了疫情条件下数学教育中数字技术的使用,获 68 次被引、年均 13.60 次;Attard 与 Holmes(2022)考察了中学数学课堂中对混合式学习的感知,获 65 次被引、年均 16.25 次;Chirinda 等(2021)评估了封控期间历史弱势群体中的数学教学实践,获 55 次被引、年均 11.00 次。总体而言,这些高被引论文构成了一个集中的研究群,它们不仅迅速回应了全球教育中断,也推进了技术融合、混合式学习、翻转教学与教育公平等核心议题。其影响力凸显了数字教学法在危机时期乃至其后重构数学教育中的关键作用。

Table 4 Top Ten (10) Publication Articles

表 4 被引最高的十篇文献

序号	作者	标题	TC	C/Y
1	Mailizar 等(2020)	Secondary school mathematics teachers' views on e-learning implementation barriers during the COVID-19 pandemic: The case of Indonesia	392	65.33
2	Mulenga 与 Marbán(2020)	Is covid-19 the gateway for digital learning in mathematics education?	188	31.33
3	Bray 与 Tangney(2017)	Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends	175	19.44
4	Engelbrecht 等(2020)	Transformation of the mathematics classroom with the internet	132	22.00
5	Cevikbas 与 Kaiser(2020)	Flipped classroom as a reform-oriented approach to teaching mathematics	75	12.50
6	Anderson 等	Achieving elusive teacher change through	72	9.00

	(2018)	challenging myths about learning: A blended approach		
7	Christopoulos 与 Sprangers (2021)	Integration of educational technology during the Covid-19 pandemic: An analysis of teacher and student receptions	71	14.20
8	Alabdulaziz (2021)	COVID-19 and the use of digital technology in mathematics education	68	13.60
9	Attard 与 Holmes (2022)	An exploration of teacher and student perceptions of blended learning in four secondary mathematics classrooms	65	16.25
10	Chirinda 等 (2021)	Teaching mathematics during the COVID-19 lockdown in a context of historical disadvantage	55	11.00

注: TC=总被引频次; C/Y=年均被引。

（五）数学教育数字教学法研究的主要贡献者

表 5 呈现了数学教育数字教学法领域最高产的贡献者, 统计对象为发文量不少于两篇的作者。奥地利约翰内斯·开普勒大学的 Zsolt Lavicza 以 5 篇文献、69 次被引居首, 篇均被引 13.80; 其学术稳定性还体现在 h 指数 4、g 指数 5 与 m 指数 0.667 上。同样具有影响力的是汉堡大学的 Mustafa Cevikbas 与 Gabriele Kaiser, 两人各有 3 篇文献、合计 157 次被引, 篇均被引均为 52.33, h 指数与 g 指数均为 3, 凸显其在该领域中集中而有力的影响。

Table 5 Top-contributing Authors that Published More than Two (2) Documents

表 5 发文量在两篇以上的主要贡献作者

姓名	现任机构	国家	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
Lavicza, Zsolt	Johannes Kepler University	奥地利	5	5	69	13.80	13.80	4	5	0.667
Cevikbas, Mustafa	University of Hamburg	德国	3	3	157	52.33	52.33	3	3	0.500
Kaiser, Gabriele	University of Hamburg	德国	3	3	157	52.33	52.33	3	3	0.500
Vandervieren, Ellen	University of Antwerp	比利时	3	3	55	18.33	18.33	3	3	0.750
Weinhandl, Robert	Johannes Kepler University	奥地利	3	2	18	6.00	9.00	1	3	0.167
Juandi, Dadang	Universitas Pendidikan Indonesia	印度尼西亚	2	1	5	2.50	5.00	1	2	0.250
Ndlovu, Mdutshekelwa	University of Johannesburg	南非	2	2	59	29.50	29.50	2	2	0.400
Mailizar, M.	Universitas Syiah Kuala	印度尼西亚	2	2	394	197.00	197.00	2	2	0.333
Drijvers, Paul	Utrecht University	荷兰	2	2	28	14.00	14.00	2	2	0.167
Spangenberg, Erica	University of Johannesburg	南非	2	2	59	29.50	29.50	2	2	0.400
Schallert, Stefanie	Johannes Kepler University	奥地利	2	2	47	23.50	23.50	2	2	0.500
Engelbrecht, Johann	University of Pretoria	南非	2	2	139	69.50	69.50	2	2	0.333
Fredriksen, Helge	University of Agder	挪威	2	2	40	20.00	20.00	2	2	0.333
Chirinda, Brantina	University of Johannesburg	南非	2	2	59	29.50	29.50	2	2	0.400
Kreis, Yves	University of Luxembourg	卢森堡	2	2	5	2.50	2.50	1	2	0.333
Naidoo, Jayaluxmi	University of KwaZulu-Natal	南非	2	2	51	25.50	25.50	2	2	0.333
Haas, Ben	Johannes Kepler University	奥地利	2	2	5	2.50	2.50	1	2	0.333

注: 缩写含义同表 2。

安特卫普大学的 Ellen Vandervieren 以 3 篇论文、55 次被引紧随其后, 篇均被引 18.33, h 指数、g 指数与 m 指数分别为 3、3 与 0.750。来自奥地利的 Robert Weinhandl 与 Stefanie Schallert 等贡献者影响力中等; 南非学者 Mdutshekelwa Ndlovu 与 Erica Spangenberg 各录得 2 篇文献与 59 次被引, 篇均被引 29.50。值得注意的是, 印度尼西亚锡亚库拉大学的 Mailizar M. 虽仅有 2 篇文献, 却获得 394 次被引, 篇均被引高达 197.00, 为整个数据集之最。Paul Drijvers、Johann Engelbrecht 与 Helge Fredriksen 等贡献者, 则进一步丰富了该领域的国际多样性, 凸显出全球范围内的广泛参与。

表 6 通过识别发文量不少于五篇的机构, 进一步呈现了数学教育数字教学法研究的机构格局。约翰内斯·开普勒大学以 14 篇文献、156 次被引居首, 篇均被引 11.14, h 指数 7、g 指数 12、m 指数 1.167。德国 IPN – 莱布尼茨科学与数学教育研究所 8 篇文献、208 次被引位居其次, 其 h 指数 8 与 m 指数 2.000 均为最高, 兼具产出规模与高影响力。印度尼西亚锡亚库拉大学以 7 篇文献、794 次被引作出重要贡献, 篇均被引高达 113.43, 但 h 指数仅为 2。南非约翰内斯堡大学是另一关键力量, 以 6 篇文献产生 177 次被引, 篇均被引 29.50, h 指数、g 指数与 m 指数分别为 4、6 与 0.800。其他活跃机构还包括乌得勒支大学(荷兰)、伦敦大学学院教育学院(英国)与西悉尼大学(澳大利亚)。乌得勒支大学与伦敦大学学院产出中等, 西悉尼大学则以 33.80 的篇均被引与 169 次总被引取得更高可见度。南哈萨克斯坦国立师范大学、罗马大学、塔斯马尼亚大学与图尔库大学等机构亦显现出新兴影响力, 其中数所机构的篇均被引在 30 次以上。这些发现反映出一个跨越各大洲、涵盖多种机构类型的稳健而分散的学术生态。

Table 6 Top-contributing Institutions with a Minimum of Five (5) Publications

表 6 发文量不少于五篇的主要贡献机构

机构名称	国家	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
Johannes Kepler University	奥地利	14	12	156	11.14	13.00	7	12	1.167
IPN – Leibniz Institute for Science and Mathematics Education	德国	8	8	208	26.00	26.00	8	8	2.000
Universitas Syiah Kuala	印度尼西亚	7	7	794	113.43	113.43	2	7	0.333
University of Johannesburg	南非	6	6	177	29.50	29.50	4	6	0.800
Utrecht University	荷兰	6	6	80	13.33	13.33	6	6	0.500
UCL Institute of Education	英国	5	5	15	3.00	3.00	3	3	1.500
Western Sydney University	澳大利亚	5	5	169	33.80	33.80	5	5	1.000
South Kazakhstan State Pedagogical University	哈萨克斯坦	5	5	25	5.00	5.00	5	5	1.250
Linnaeus University	瑞典	5	5	5	1.00	1.00	1	2	0.500
Sapienza University of Rome	意大利	5	5	105	21.00	21.00	5	5	1.000
TU Dortmund University	德国	5	0	0	0.00	0.00	0	0	0.000
M. Auezov South-Kazakhstan University	哈萨克斯坦	5	5	15	3.00	3.00	3	3	1.500
University of Tasmania	澳大利亚	5	5	150	30.00	30.00	5	5	1.250
University of Turku	芬兰	5	5	155	31.00	31.00	5	5	0.714

表 7 与图 3 考察了学术贡献的全球分布, 呈现发文量不少于九篇的国家。美国以 42 篇文献、582 次被引居首, 篇均被引 13.86, h 指数 13、g 指数 24、m 指数 0.765。德国以 37 篇文献、673 次被引位列第二, 其 h 指数 18 与 m 指数 3.000 均为最高, 显示出突出的生产力与影响力。印度尼西亚以 27 篇文献居第三, 篇均被引 30.78 为各国最高, g 指数 27、m 指数 0.833, 体现出较强的区域引领作用。南非以 23 篇文献、478 次被引位列其后, 篇均被引 20.78; 意大利以 19 篇文献、226 次被引保持稳定影响, h 指数 10、m 指数 1.667。

Table 7 Top-contributing Countries that Produced Ten (10) or More Publications

表 7 发文量不少于十篇的主要贡献国家

国家	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
美国	42	42	582	13.86	13.86	13	24	0.765
德国	37	29	673	18.19	23.21	18	25	3.000
印度尼西亚	27	16	831	30.78	51.94	5	27	0.833
南非	23	23	478	20.78	20.78	10	21	0.909
意大利	19	16	226	11.89	14.13	10	15	1.667
奥地利	18	14	191	10.61	13.64	8	13	1.333
澳大利亚	14	14	371	26.50	26.50	11	14	1.222
芬兰	13	13	250	19.23	19.23	9	13	0.818
西班牙	13	13	686	52.77	52.77	7	13	1.167
英国	12	12	151	12.58	12.58	5	12	0.333
哈萨克斯坦	12	10	40	3.33	4.00	5	6	1.250
马来西亚	12	12	81	6.75	6.75	3	9	0.429
土耳其	10	10	34	3.40	3.40	4	5	0.333
瑞典	9	9	15	1.67	1.67	2	3	0.400
爱尔兰	9	9	407	45.22	45.22	6	9	0.353

奥地利、澳大利亚、芬兰与西班牙同样表现活跃, 其中西班牙以 13 篇文献取得 686 次被引, 篇均被引 52.77, 影响力尤为突出。英国、哈萨克斯坦与马来西亚各有 12 篇文献, 但被引水平参差。爱尔兰虽仅有 9 篇文献, 篇均被引却高达 45.22, 使其跻身被引效率最高的贡献国之列。总体而言, 这些指标凸显了数字教学法研究充满活力且全球分布的特征, 既体现出区域优势, 也反映出推动该领域前行的合作势能。

(六) 数学教育数字教学法研究的主要主题领域

图 4 呈现了一个共现网络, 描绘数学教育数字教学法领域的主导研究主题及其相互关联。该可视化基于在数据集中出现十次及以上的作者关键词, 从而识别出被频繁讨论的概念及其关系格局。网络中心是「mathematics education」(数学教育), 它作为主节点存在, 反映其在学术话语中的枢纽地位。「e-learning」(在线学习)、「technology enhanced learning」(技术增强学习)与「teaching」(教学)等密切相关的术语与中心主题直接相连, 表明教学策略与技术融合是该领域研究的基础性组成部分。

这些节点的邻近关系揭示出教学创新与数字化传递机制之间的内嵌联系。该网络还显示出若干主题聚类, 指向子领域与专门化的研究方向。其中一个突出聚类围绕「e-learning」(在线学习)、「computer-aided instruction」

「计算机辅助教学」、「adaptive learning」（自适应学习）、「game-based learning」（游戏化学习）与「learning systems」（学习系统）展开。这一组合反映了当代数学教学的技术底层，并指向对个性化、自动化与高参与度学习体验的日益重视。

游戏化与自适应技术的出现，表明教学取向正朝着强调互动性与以学生为中心的方向演进。另一个值得注意的聚类以「technology-enhanced learning」（技术增强学习）为锚点，连接「digital technologies」（数字技术）、「engineering education」（工程教育）与「secondary school」（中学）等术语，凸显了将数字工具嵌入正式教育结构（尤其是中学与 STEM 相关情境）的持续努力。另一个既独立又相互关联的主题域包含「flipped classroom」（翻转课堂）、「blended learning」（混合式学习）、「higher education」（高等教育）与「mathematics teaching」（数学教学）等关键词，表明学界正转向将数字资源与面授教学相结合的混合学习模式。与之互补的另一聚类则包含「COVID-19」（新冠疫情）、「emergency remote teaching」（应急远程教学）、「elementary education」（小学教育）与「digital learning」（数字学习）等术语，凸显该领域对全球性教育中断的回应能力。

这些术语的出现表明，学界持续关注疫情如何在不同教育阶段加速了数字教学法的实施。总体而言，共现网络提供了解读主题关系的结构性视角，并揭示出混合式学习、游戏化、自适应工具与应急策略等数字创新，正在如何重塑数学教育。这一可视化图谱为未来研究提供了有价值的框架，可为有意探索数字化中介教育情境中新兴教学范式的学者提供方向。

七、讨论与结论

文献计量分析表明，数学教育数字教学法的研究产出显著增长，2019 年之后尤为明显。2007 年至 2018 年间的早期贡献相对有限，而新冠疫情期间全球骤然转向在线学习，则催化了学术活动的激增。这一急速转变促使教育工作者与研究者展开紧迫的创新，在数字基础设施较为发达的国家表现得尤为突出[2]。该时期发文量的增长，反映出学术共同体在识别并回应远程教学、学习者参与与教学调适等挑战方面的响应能力。

该领域被引最高的研究出现于疫情年份，回应了迫切的教学难题。其中，Mailizar 等考察了印度尼西亚中学教师对数学教学中数字障碍的看法，引发广泛关注；Bray 与 Tangney 则对技术融合的态势作了系统综述，梳理出关键进展。其他有影响的研究考察了混合式学习、应急远程教学以及翻转课堂等以学生为中心的路径。这些成果因其时效性、情境相关性以及对疫情期间乃至其后重塑数学教育的实践意义，而获得了很高的被引率。

作者层面与机构层面的贡献，凸显了这一研究领域的全球性与跨学科特征。Zsolt Lavicza（约翰内斯·开普勒大学）与 Gabriele Kaiser（汉堡大学）等重要学者，持续产出高影响力文献，主题涉及游戏化学习、翻转课堂与探究驱动的教学。莱布尼茨研究所（德国）与锡亚库拉大学（印度尼西亚）等机构，分别在产出规模或被引影响力上表现突出。值得注意的是，锡亚库拉大学虽产出较少，却录得最高的篇均被引之一，显示出显著的全球影响力。这些贡献凸显了成熟机构与新兴机构在推动教学创新中的战略性作用。

文献的主题图谱揭示出以数学教育、技术增强学习与灵活教学模式等核心概念为锚点的、彼此关联的研究聚类。「在线学习」「游戏化」「自适应学习」与「翻转课堂」等关键词，反映出研究日益转向个性化、高参与度且具韧性的教学路径[8]。值得注意的是，新冠疫情成为在各教育阶段探索这些模式的有力催化剂，并使可扩展性与可及性受到持续重视[1]。总之，本综述不仅确认了数学教育中数字教学法的动态演进，也凸显了其在数字化转型时代重新定义教与学实践的持续潜力。

本文献计量综述凸显了数学教育中数字教学法加速发展的态势与全球意义，这在很大程度上是对新冠疫情所引发的教学转变的回应。学术产出的激增与被引影响力的提升，反映出欧洲、东南亚与非洲等不同区域的作用。

者、机构与国家的积极贡献。混合式学习、翻转课堂、游戏化与技术增强教学等核心主题,表明学界正明确转向更具互动性、灵活性与学生中心取向的路径。数字工具在缓解教育中断方面固然关键,但它们同样正在重新定义数学教学的长远未来。为在本研究的基础上进一步推进,未来研究应纳入更多数据库以拓宽书目范围,运用替代计量指标评估社会影响,并结合内容分析以深化对理论取向与方法取向的理解。同时,亟需探究数字教学法如何回应公平、可及性与文化多样性问题,在代表性不足的地区尤其如此。纵向研究与预测性研究可进一步揭示新兴态势,而将数字教学模式与学生成绩、动机、参与等学习结果相联系的实证研究,则能够提供实践层面的检验。推进上述方向,将有助于为数字时代的数学教育构建创新、包容且可持续的教学策略,并在全球范围内促进学生的批判性思维、协作学习与真实问题解决能力。

参考文献

- [1] 黄达人. 高职院校高质量发展核心抓手. 中国高等教育, 2020(15): 45-47.
- [2] 桑新民. 线上线下混合式教学长效运行机制. 现代远程教育研究, 2022, 34(04): 12-21.
- [3] 文东茅. 家庭教育协同育人体系建设. 北京师范大学学报 (社会科学版), 2021(05): 56-63.
- [4] 方晓义. 青少年心理健康教育干预体系构建. 心理发展与教育, 2021, 37(04): 497-505.
- [5] 陆根书. 大学生创新创业教育生态构建. 西安交通大学学报 (社会科学版), 2024, 41(04): 121-128.
- [6] 程介明. 国际化视野下本土课程文化建构. 比较教育研究, 2021, 43(06): 3-11.
- [7] 马晓燕. 特殊教育融合教学实施路径. 中国特殊教育, 2021(08): 17-23.
- [8] 陈向明. 质性研究方法在教育科研中的运用. 教育学术月刊, 2020(07): 3-10.
- [9] 杨小微. 校本课程开发的误区与修正策略. 中小学管理, 2021(09): 28-31.
- [10] 张少刚. 职业教育1+X证书制度落地路径. 职业技术教育, 2021, 42(20): 22-27.
- [11] 刘复兴. 教育评价改革的价值转向与实施要点. 教育学报, 2025, 17(03): 4-14.
- [12] 江绍祥. 智慧校园建设关键技术与应用场景. 中国教育信息化, 2021(12): 1-6.
- [13] 王蔷. 义务教育英语课标实施教学改进. 外语教学与研究, 2021, 53(03): 433-441.
- [14] Alabdulaziz M S. COVID-19 and the use of digital technology in mathematics education. Education and Information Technologies, 2021, 26(6): 7609-7633.
- [15] Engelbrecht J, Llinares S, Borba M C. Transformation of the mathematics classroom with the internet. ZDM Mathematics Education, 2020, 52(5): 825-841.