

数学教育中的探究式学习：一项文献计量研究

胡嘉豪，罗晨曦*

四川大学商学院，成都 610065，四川，中国

摘要：探究式学习（Inquiry Based Learning, IBL）已成为数学教育中一种具有变革意义的教学取向，其核心在于强调以学生为中心的探索与批判性思维。本研究采用文献计量方法，系统考察数学教育领域探究式学习研究的发展趋势、重要贡献者与研究主题。研究自 Scopus 数据库检索得到 82 篇文献，时间跨度为 2008 年至 2024 年；数据清洗使用 OpenRefine，网络可视化使用 VOSviewer。分析显示，2016 年以后探究式学习研究显著增长，并于 2024 年达到峰值，其动因在于数字化工具的融入以及数学教育对问题解决能力的日益重视。主要贡献国家包括美国、澳大利亚与荷兰，加利福尼亚大学、乌得勒支大学等机构发挥了关键作用；Katja Maass、Sandra L. Laursen 等作者的高被引成果彰显了该领域的学术影响力。识别出的核心研究主题包括建构主义、技术增强学习与数学建模，高频关键词为“探究式学习”“数学教育”与“问题解决”。引文指标方面，h 指数为 17，篇均被引 11.38 次，反映出该领域研究的学术影响。本研究的系统分析可为教育工作者、研究者与政策制定者提供有价值的参考，并倡导继续发掘探究式学习在增进数学理解、改善探究驱动型学习成效方面的潜力。

关键词：文献计量；探究式学习；数学教育

Inquiry Based Learning in Mathematics Education: A Bibliometric Study

JiaHao Hu, ChenXi Luo*

Business School, Sichuan University, Chengdu 610065, Sichuan, China

Abstract: Inquiry-Based Learning (IBL) has become a transformative teaching approach in mathematics education, emphasizing student-centered exploration and critical thinking. This study employs bibliometric methods to systematically examine the development trends, key contributors, and research topics of inquiry-based learning research in mathematics education. The study retrieved 82 articles from the Scopus database, spanning from 2008 to 2024; data cleaning was performed using OpenRefine, and web visualization was conducted using VOSviewer. Analysis shows that inquiry-based learning research has grown significantly since 2016, peaking in 2024, driven by the integration of digital tools and the increasing emphasis on problem-solving skills in mathematics education. Major contributing countries include the United States, Australia, and the Netherlands, with institutions such as the University of California and Utrecht University playing crucial roles; highly cited works by authors such as Katja Maass and Sandra L. Laursen highlight the academic influence of this field. The core research themes identified include constructivism, technology-enhanced learning, and mathematical modeling. High-frequency keywords include "inquiry-based learning,"

"mathematics education," and "problem-solving." In terms of citation metrics, the h-index is 17, and the average number of citations per paper is 11.38, reflecting the academic impact of research in this field. This systematic analysis provides valuable insights for educators, researchers, and policymakers, and advocates for further exploration of the potential of inquiry-based learning in enhancing mathematical understanding and improving the effectiveness of inquiry-driven learning.

Keywords: bibliometric; inquiry based learning; mathematics education

一、引言

第四次工业革命深刻影响了数学教育,使批判性思维与协作学习这两项现代教育的核心素养受到前所未有的重视[1]。探究式学习(Inquiry Based Learning, IBL)由此成为一种引人瞩目的方法,以创新的、以学生为中心的取向回应当代的学习需求[2]。通过让学生投入问题解决活动与数学探究,探究式学习鼓励其在有引导的探究中探索、追问并建构知识,从而促成深层的数学理解[3]。

探究式学习在营造主动学习环境、促成有意义的数学对话方面发挥着关键作用,且适用于多种教育情境[4]。已有研究证实,当学生通过动手活动、小组讨论与真实问题解决任务探索数学概念时,探究式学习能够有效增强其学习动机与投入度[5]。这一特点凸显了探究式学习对多样学习环境的适应性,使学生得以将数学探究延伸到传统课堂之外。

从小学到高等教育机构,探究式学习在数学教育中的实施在不同教育情境下均产生了显著影响。西班牙、土耳其与德国等国已引入探究式学习,以推动协作式问题解决与探究驱动的学习体验[6]。这种适应性使教育者能够针对学生多样的学习需求调整探究式学习策略,让数学变得更易接近、更有意义。此外,与探究式学习实践相融合的数字工具使学生得以参与协作探究活动,促进同伴学习与更深入的数学讨论[2]。

鉴于数学教育中探究式学习研究的持续积累,开展系统的文献计量分析对于勾勒该领域的研究图景、识别新兴趋势、重要成果与关键贡献者具有重要意义[5]。此类分析能够为教育工作者、研究者与政策制定者提供有价值的洞见,帮助他们在数学教学中有效运用探究式学习。随着探究式学习在数字化与传统学习环境中的作用不断扩展,本文的文献计量综述将为后续研究提供支撑,并推动数学教育中探究实践的发展。

二、文献综述

探究式学习作为一种促进以学生为中心之学习的教学取向,在增强投入度、批判性思维与深层数学理解方面已获得广泛认可。多年来,探究式学习衍生出多种概念模型,各自强调数学教育中探究的不同侧面。学者们指出,探究式学习涵盖问题解决、数学建模与结构化探索等多样的教学策略,它们都促使学习者投入真实的数学探究[1]。通过让学生考察问题、提出猜想并在对话中精炼推理,探究式学习成为传统直接讲授的一种有效替代方案。

探究式学习的成效常与其对学生态度和学习结果的影响相联系。有关以探究取向讲授顶点着色的研究表明,当学生面对探究驱动的任务时,其投入度更高,对图论概念的把握也更为牢固(Radmehr 等, 2023)。与之类似,另一项研究显示,探究式学习对学生的数学自我概念与胜任感知具有积极影响,使其对数学学习形成更为正面的态度[5]。该领域的元分析进一步印证了这一判断:在结构化且引导得当的学习环境中,探究式学习有助于深度学习并提升问题解决能力[7]。

尽管收益显著,将探究式学习融入数学课堂并非没有挑战。研究表明,有些学生在探究驱动的环境中如鱼得水,另一些学生却难以应对其所要求的自主性,因而必须在结构化引导与开放式探索之间审慎权衡[8]。教师

在设计探究型课时上往往面临困难, 因为从传统教法转向以学生为中心的实践需要大量的专业发展支持[9-10]。探究式学习实施的成败还取决于课程约束、评价方式以及学生自主探索的准备程度等情境因素[11]。

数字工具的融入进一步影响了探究式学习在数学教育中的实施方式。翻转课堂模式——学生课前接触教学内容、课上主动参与探究活动——已显示出增强学生投入度与学习成效的潜力。在线平台与数字仿真为探究式学习提供了额外支撑: 它们提供即时反馈、支持协作探究, 并允许学生按自身节奏反复研习复杂概念。此类技术进展有望缓解探究式学习实施中的部分困难, 使其在不同教育情境中更易获取、更具适应性。

随着探究式学习研究的持续演进, 未来研究应考察其对学生数学发展与职业准备的长期影响。跨教育情境的比较研究可以进一步揭示在多样学习环境中实施探究式学习的最有效策略。此外, 仍需持续努力完善既支持学生自主、又提供结构化引导的教学框架, 确保所有学习者都能从探究式数学教育中受益[12-15]。

三、研究问题

本文围绕以下六个研究问题(RQ)对数学教育中的探究式学习开展文献计量分析。

RQ1: 数学教育中探究式学习研究的现状如何?

RQ2: 近期数学教育探究式学习的论文中可以识别出哪些值得关注的规律与新兴方向?

RQ3: 哪些期刊是刊载数学教育探究式学习重要研究的核心阵地?

RQ4: 哪些重要文献塑造了数学教育探究式学习研究的讨论与进展?

RQ5: 哪些知名作者、机构与国家在数学教育探究式学习研究中处于引领地位?

RQ6: 哪些核心研究主题与关注领域支撑着数学教育探究式学习研究的深化与拓展?

本研究的系统性使其得以全面把握数学教育中探究式学习研究的范围。借助文献计量与网络分析技术, 研究深入刻画了该领域的学术图景、核心主题与聚类结构。所获洞见对于指导更有效地运用探究式学习的教育实践、使之契合不断演进的技术与教育标准具有重要意义。最终, 本研究旨在勾勒数学教育中探究式学习的复杂图景: 通过细致分析呈现该领域的历史与现状, 为未来的推进奠定基础, 并借由探究式学习的融入提升教育系统的效能、激发教育创新。

四、研究方法

本研究的数据取自 Scopus 数据库, 检索截至 2025 年 2 月 12 日。选择 Scopus 是一项审慎的方法学决定: 作为覆盖同行评议文献最广泛、最详尽的文摘与引文数据库之一, Scopus 收录范围横跨科学、技术、医学与社会科学等多个学科, 这对考察数学教育中的探究式学习至关重要。该数据库对计算机科学、社会科学、工程、艺术与人文等领域的全面收录, 保证了数据集的多样性与可靠性。Scopus 以严格的质量控制与广泛的地域覆盖著称, 是开展深入文献计量分析的理想工具; 其提供的丰富元数据(包括引文信息与作者所属机构)进一步支持了将其选作本研究主要数据来源的决定。所采集的数据涵盖文献类型、来源类型、语种、学科领域、发文趋势、篇均作者数、机构贡献、按国家分布的发文情况以及高频关键词等变量。

(一) 检索策略

本综述采用改良的 PRISMA 指南(Haddaway 等, 2022)来组织研究文献的系统评估(Moher 等, 2009)。在 Scopus 数据库中使用检索式 "Self Directed Learning" AND "Math*" AND ("Educat*" OR "Learn*" OR "Teach*" OR "Pedagog*"), 并随后应用学科专属过滤条件。研究的范围与遴选标准包括检索字段、时间范围、来源类型与文献类型, 以排除不相关的研究。这一过程初步识别出 184 篇文献(见图 1)。随后通过阅读摘要剔

除主题相关性不足的记录, 最终数据集保留 32 篇文献。

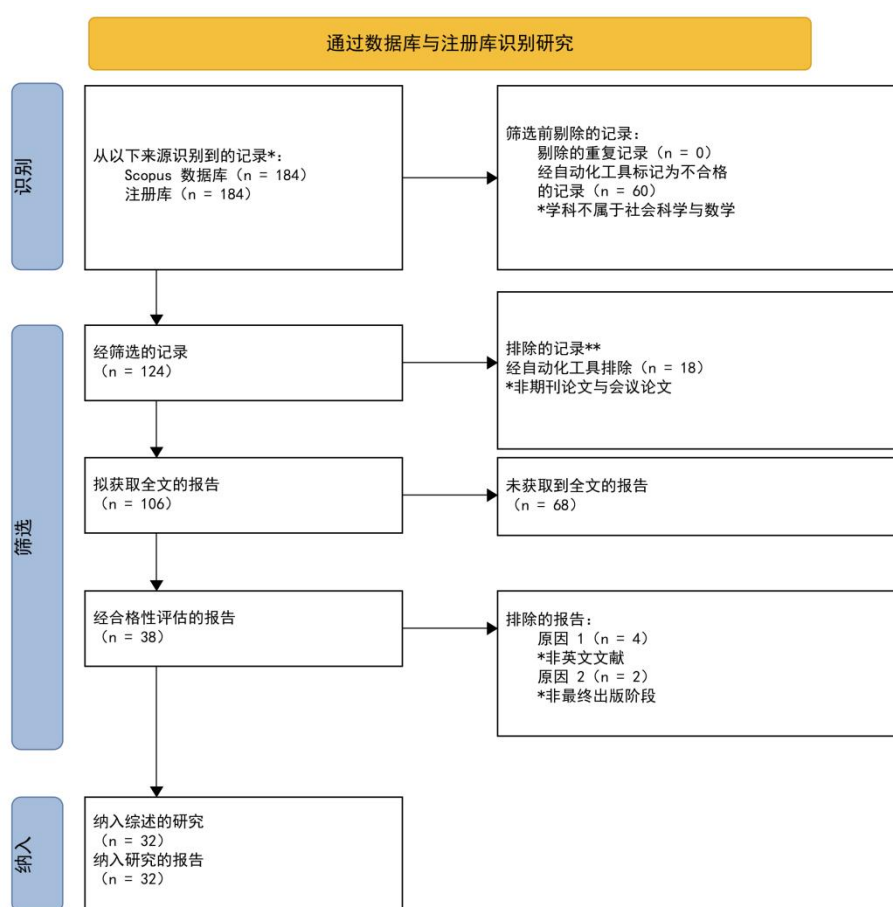


Figure 1 Flow Diagram of The Search Strategy

图 1 文献检索流程图

(二) 数据清洗与规范化

数据清洗与规范化是文献计量分析中确保准确性与可靠性的关键环节。本研究使用 OpenRefine 与 biblioMagika®——两者均为规范作者姓名、所属机构与关键词等书目数据的工具——以保证数据在多样研究产出之间的精确与统一。该过程始于以 CSV 格式下载 Scopus 数据, 并借助聚类技术对特定文件与字段进行校正。在进阶分析中, biblioMagika® 按年份、来源、作者、机构与国家等类别计算了发文总量 (TP)、参与作者数 (NCA)、被引论文数 (NCP)、总被引次数 (TC)、篇均被引 (C/P)、被引论文篇均被引 (C/CP)、作者篇均被引 (C/A)、篇均作者数 (A/P)、年均被引 (C/Y)、h 指数、g 指数、m 指数以及 h 核心内的被引总和。biblioMagika® 还能识别缺失数据, 便于人工补全以提升数据集的完整性。这些工具增强了分析的清晰度与可靠性。

(三) 数据分析

数据分析的组织直接对应上述研究问题。作者的取向是勾勒数学教育中探究式学习研究的现状, 关注文献类型、来源类别、语种、学科领域与引文指标, 并按年度发文量、主要作者贡献、重要机构、关键国家与有影响力的来源期刊等若干维度呈现结果, 以凸显该领域的主要贡献者与发展趋势。为评估论文的影响与重要性, 研究采用了发文总量、被引论文数、总被引次数、篇均被引、被引论文篇均被引、h 指数、g 指数、m 指数以及 h 核心内被引总量等文献计量指标。此外, 为揭示该领域的主导主题与概念, 作者运用共现网络分析、主题

制图与因子分析等方法对作者关键词进行可视化，从而识别主题聚类、发现规律并探究各研究子领域之间的关联。

（四）分析工具

本研究综合运用多种工具完成文献计量分析。Microsoft Excel 用于初步的数据清洗与整理；biblioMagika® 用于作者所属机构与国别数据的清洗、规范与标准化；OpenRefine 专门用于作者关键词数据的规范与清洗。数据准备就绪后，由 VOSviewer 生成研究结果的可视化图示，并以 Mendeley 作为文献管理工具。这一工具与技术组合使本研究得以对数学教育中的探究式学习领域进行全面而严谨的考察。

五、研究结果

本节对数学教育中探究式学习的研究图景展开深入考察，逐一回应上述研究问题，以求形成对该领域的深刻理解，为学者、实践者与决策者提供有价值的知识。

（一）数学教育中探究式学习研究的现状

为回应第一个研究问题，即勾勒数学教育中探究式学习研究的现状，本文分析了文献在文献类型、来源类型、语种与学科领域等多个维度上的分布，并评估引文指标以衡量这些成果在该领域中的影响与重要性。数据首先按文献类型整理，涵盖期刊论文、会议论文、专著章节与综述文章等多种形式。会议论文通常呈现在学术会议上分享的研究发现，其中一部分随后发表于会议论文集或以专著章节形式出版。

通过对 2008 年至 2024 年的全面分析，表 1 所汇总的数据集显示出显著的学术贡献：共计 82 篇文献，呈现出稳健的研究轨迹。这批成果涉及 242 位参与作者，凸显了学术研究的协作属性；66 篇被引论文说明这些贡献在学术共同体内具有可观的传播面与影响力；在 18 个可被引年份内累计 933 次被引，进一步印证了该领域研究的影响。这批文献的篇均被引为 11.38 次，表明其成果获得了持续的认可；若仅计入被引论文，篇均被引升至 14.14 次，反映出同行关注的集中度，也凸显了被引成果更高的影响力。这些指标不仅体现了研究产出的体量，更强调了成果的质量与影响，为把握这批学术文献的学术足迹提供了全景视角。

Table 1 Citation Metric

表 1 引文指标

主要信息	数据
出版年份	2008—2024
发文总量（TP）	82
可被引年数	18
参与作者数（NCA）	242
被引论文数（NCP）	66
总被引次数（TC）	933
篇均被引（C/P）	11.38
被引论文篇均被引（C/CP）	14.14
年均被引（C/Y）	58.31
作者篇均被引（C/A）	3.86
篇均作者数（A/P）	2.95
h 核心内被引总和	869
h 指数	17
g 指数	28

（二）值得关注的规律与新兴方向

为回应第二个研究问题，本文考察了该领域的发展轨迹。2008 年出现最早的一篇文献，标志着这一方向研究的开端；此后至 2015 年发文零星。2016 年以后出现明显增长，并于 2024 年达到 16 篇的峰值（见图 2 与表 2）。发文量与被引量的可视化呈现出波动态势：2014 年（116 次）与 2018 年（129 次）出现显著的被引高峰，而这两年的发文量相对不多；折线图反映出这一被引变化，体现了学术影响随时间的演进。发文量的增长伴随着参与作者数（NCA）的上升，2024 年达到 16 人，显示研究共同体正在壮大。这一趋势表明该领域正在扩展，来自不同研究者的贡献日益增多；其融合多领域要素的跨学科属性，也在持续的研究兴趣与合作格局中得到体现。

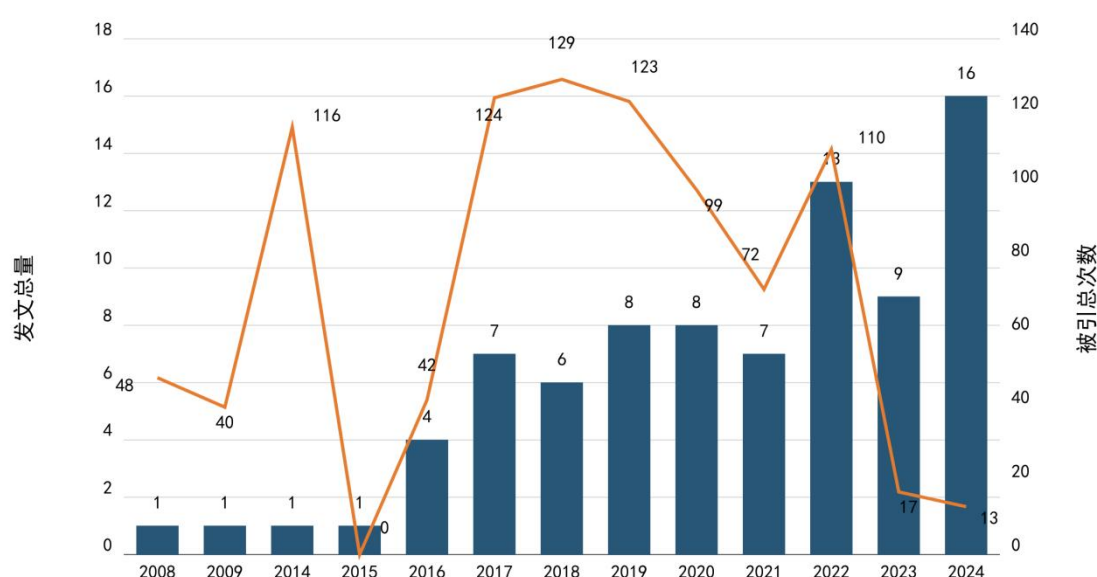


Figure 2 Total Publications and Citations by Year (as data is only available up to 12 February 2025)

图 2 历年发文总量与被引总次数（数据截至 2025 年 2 月 12 日）

就影响力而言，表 2 所列的 h 指数与 g 指数提供了该领域学术影响的线索。其中 h 指数为 41，g 指数为 59，显示出相当数量的高被引成果。而 m 指数则存在波动，2022 年达到 1.5 的峰值，反映出该年高影响力成果较为集中。这些引文指标凸显了该研究领域日益增长的重要性，但被引规律的变化也说明尚需进一步分析才能理解学术影响的迁移。总体趋势印证了该领域相关性的提升，使其成为学术研究中一个值得重视的方向。

Table 2 Yearly Output of Publications

表 2 历年发文情况

年份	TP	NCA	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
2008	1	1	1	48	48.00	48.00	1	1	0.056
2009	1	1	1	40	40.00	40.00	1	1	0.059
2014	1	1	1	116	116.00	116.00	1	1	0.083
2015	1	1	0	0	0.00	0.00	0	0	0.000

2016	4	4	4	42	10.50	10.50	3	4	0.300
2017	7	7	7	124	17.71	17.71	4	7	0.444
2018	6	6	6	129	21.50	21.50	5	6	0.625
2019	8	8	7	123	15.38	17.57	5	8	0.714
2020	8	8	8	99	12.38	12.38	6	8	1.000
2021	7	7	7	72	10.29	10.29	5	7	1.000
2022	13	13	12	110	8.46	9.17	6	10	1.500
2023	9	9	6	17	1.89	2.83	2	3	0.667
2024	16	16	6	13	0.81	2.17	2	3	1.000
合计	82	82	66	933	11.38	14.14	41	59	7.448

注：TP=发文总量；NCA=参与作者数；NCP=被引论文数；TC=总被引次数；C/P=篇均被引；C/CP=被引论文篇均被引；h=h 指数；g=g 指数；m=m 指数。

注：合计行的 h、g、m 三列为各年数值的算术求和，不宜解读为该领域整体的 h/g/m 指数；整体指标见表 1。

（三）刊载探究式学习研究的主要期刊

表 3 列出了数学教育探究式学习领域发文 2 篇及以上的主要期刊。Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies 以 7 篇发文（TP）与 13 次总被引（TC）居首，显示出其对探究式学习研究的贡献。尽管其篇均被引（C/P）仅为 1.86，但 h 指数与 g 指数均为 3，表明其研究影响较为稳定。

International Journal of Science and Mathematics Education 紧随其后，发文 6 篇，总被引高达 80 次，篇均被引（C/P）与被引论文篇均被引（C/CP）均为 13.33，引文表现强劲；其 h 指数 5、g 指数 6，反映出在探究式学习研究中可观且持续的影响力。ZDM – Mathematics Education 同样引人注目：发文 4 篇，总被引 77 次，篇均被引与被引论文篇均被引均达 19.25，为所列期刊中最高；其 h 指数与 g 指数均为 4，进一步凸显其对探究式学习研究的重要贡献。

Frontiers in Education 与 Education Sciences 也是值得关注的贡献者，总被引分别为 28 次与 19 次。虽然 Frontiers in Education 的篇均被引（5.60）高于 Education Sciences（4.75），但两者均有实质性贡献，h 指数分别为 3 与 2。International Journal of STEM Education 表现出突出的引文效率：仅 2 篇文献即获得 56 次被引，篇均被引达 28.00，为所列期刊之最；尽管发文数有限，其 h 指数与 g 指数均为 2，说明单篇影响力很强。

此外，Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education、Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science 与 Mathematics Enthusiast 也参与了探究式学习的学术讨论，尽管发文量与被引量相对较低。其中 Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education 的篇均被引达 12.50，单篇影响较为突出。上述分析显示，参与数学教育探究式学习研究的发表园地相当多元；数据也表明，兼具高发文产出与强引文影响的期刊尤为重要。这些洞见有助于研究者与机构识别塑造探究式学习教学法进展的关键发表阵地，进而支持数学教育的创新与推进。

Table 3 Journal with Two (2) or More Publications

表 3 发文 2 篇及以上的期刊

刊名	TP	NCA	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies	7	7	5	13	1.86	2.60	3	3	0.273

International Journal of Science and Mathematics Education	6	6	6	80	13.33	13.33	5	6	0.833
Frontiers in Education	5	5	3	28	5.60	9.33	3	5	0.600
Education Sciences	4	4	2	19	4.75	9.50	2	4	0.500
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	4	4	4	43	10.75	10.75	3	4	0.333
ZDM – Mathematics Education	4	4	4	77	19.25	19.25	4	4	0.571
International Journal of Evaluation and Research in Education	3	3	3	13	4.33	4.33	2	3	0.333
International Journal of STEM Education	2	2	2	56	28.00	28.00	2	2	0.250
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	2	2	1	25	12.50	25.00	1	2	0.200
Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science	2	2	2	4	2.00	2.00	1	2	0.167
Mathematics Enthusiast	2	2	1	4	2.00	4.00	1	2	0.167

注：TP=发文总量；NCA=参与作者数；NCP=被引论文数；TC=总被引次数；C/P=篇均被引；C/CP=被引论文篇均被引；h=h 指数；g=g 指数；m=m 指数。

（四）具影响力的重要文献

表 4 列出了数学教育探究式学习领域被引量居前五位的文献，它们对该领域作出了重要贡献。居首的是 Maass（2014）关于大学数学中探究式学习长期效应的研究，获 116 次被引，年均被引 9.67 次，凸显了探究式学习对数学理解的影响及其对学习者的持久裨益。

其次是 Plaxco（2018）的论文，考察创造力、自主性与视觉推理如何在一个 STEAM 动手探究模块中促进认知学习；该文获 85 次被引，年均被引 10.63 次，凸显了探究式学习与跨学科取向相结合以提升学习成效的路径（Plaxco，2018）。此外，Caliz（2008）以在生物学实验课程中运用探究式学习强化统计理解为题，为这一讨论作出了贡献；尽管是名单中最早的一篇，仍累计 48 次被引，年均被引 2.67 次，反映出其在推动探究式学习跨学科应用方面的持续价值（Caliz，2008）。

最后，Kostiainen（2019）探讨了探究式学习在通过数学教学促进积极公民意识方面的作用，获 43 次被引，年均被引 6.14 次，凸显了探究式学习在培养数学素养的同时涵育公民意识的潜力。总体而言，这些高被引论文体现了数学教育探究式学习研究的持续积累，强调其在培育批判性思维、跨学科学习与学生投入方面的成效；各篇稳定的被引活动也印证了它们在推进探究式学习框架下的教育理论与实践方面的持久影响。

Table 4 Top Five (5) Publication Articles

表 4 被引量居前五位的论文

序号	作者（年份）	篇名	TC	C/Y
1	Maass (2014)	Assessing Long-Term Effects of Inquiry-Based Learning: A Case Study from College Mathematics	116	9.67

		How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to		
2	Plaxco (2018)	cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module	85	10.63
3	Martin (2017)	What is inquiry-based learning?	55	6.11
4	Caliz (2008)	Teaching statistics in biology: Using inquiry-based learning to strengthen understanding of statistical analysis in biology laboratory courses	48	2.67
5	Kostiainen (2019)	Promoting active citizenship in mathematics teaching	43	6.14

（五）主要作者、机构与国家

表 5 呈现了数学教育探究式学习领域发文 2 篇及以上的高产作者。居首的是德国弗赖堡教育大学的 Katja Maass, 共 3 篇发文、3 篇被引论文, 累计 75 次被引, 篇均被引 25.00 次, h 指数 3、g 指数 3、m 指数 0.429, 学术影响力显著。

其次是美国华盛顿大学的 Emily Cilli-Turner, 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 20 次被引, 篇均被引 10.00 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.222, 体现了其在美国情境下对探究式学习研究的贡献。美国科罗拉多大学博尔德分校的 Sandra L. Laursen 表现突出: 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 136 次被引, 篇均被引 68.00 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.167, 在发文量不多的情况下影响力可观。

Oi-Lam Ng 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 55 次被引, 篇均被引 27.50 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.333。澳大利亚昆士兰大学的 Katie Makar 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 11 次被引, 篇均被引 5.50 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.667, 表明其在澳大利亚持续贡献于探究式学习研究。

奥地利林茨约翰内斯·开普勒大学的 Stefanie Schallert 与 Zsolt Lavicza 均发文 2 篇、被引论文 2 篇, 各累计 36 次被引, 篇均被引 18.00 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.500, 凸显了两人在奥地利探究式学习研究中的协作贡献。此外, 荷兰乌得勒支大学的 Michiel Doorman 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 52 次被引, 篇均被引 26.00 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.286。

最后, 比利时安特卫普大学的 Ellen Vandervieren 发文 2 篇、被引论文 2 篇, 累计 36 次被引, 篇均被引 18.00 次, h 指数 2、g 指数 2、m 指数 0.500。总体来看, 这些作者在数学教育探究式学习研究中展现出强烈的国际性与协作性, 凸显了该领域的跨学科影响。

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

表 5 发文 2 篇及以上的高产作者

姓名	现任单位	国家或地区	TP	NC P	TC	C/P	C/CP	h	g	m
Maass, Katja	弗赖堡教育大学	德国	3	3	75	25.00	25.00	3	3	0.429
Cilli-Turner, Emily	华盛顿大学	美国	2	2	20	10.00	10.00	2	2	0.222
Laursen, Sandra L.	科罗拉多大学博尔德分校	美国	2	2	136	68.00	68.00	2	2	0.167
Makar, Katie	昆士兰大学	澳大利	2	2	11	5.50	5.50	2	2	0.667

		亚									7
Schallert, Stefanie	林茨约翰内斯·开普勒大学	奥地利	2	2	36	18.00	18.00	2	2	0.50	0
Lavicza, Zsolt	林茨约翰内斯·开普勒大学	奥地利	2	2	36	18.00	18.00	2	2	0.50	0
Doorman, Michiel	乌得勒支大学	荷兰	2	2	52	26.00	26.00	2	2	0.28	6
Vandervieren, Ellen	安特卫普大学	比利时	2	2	36	18.00	18.00	2	2	0.50	0

注: TP=发文总量; NCP=被引论文数; TC=总被引次数; C/P=篇均被引; C/CP=被引论文篇均被引; h=h 指数; g=g 指数; m=m 指数。

此外,表 6 呈现了发文 5 篇及以上的高产机构。居首的是美国加利福尼亚大学,共 11 篇发文、11 篇被引论文,累计 264 次被引,篇均被引与被引论文篇均被引均为 24.00 次, h 指数与 g 指数均为 11, m 指数 1.100,在探究式学习研究中影响显著。

紧随其后的是荷兰乌得勒支大学,发文 9 篇、被引论文 9 篇,累计 198 次被引,篇均被引 22.00 次, h 指数与 g 指数均为 9, m 指数 1.286,为所列机构中最高,显示出该校在探究式学习研究中的强劲影响。芬兰于韦斯屈莱大学发文 7 篇、被引论文 7 篇,但引文影响相对较低,累计 14 次被引,篇均被引 2.00 次, h 指数 2、g 指数 3、m 指数 0.667,说明其在该领域的角色尚处成长阶段。

西澳大利亚大学发文 6 篇、被引论文 6 篇,累计 72 次被引,篇均被引 12.00 次, h 指数与 g 指数均为 6, m 指数 0.600,研究存在感稳定。与之类似,美国内布拉斯加大学发文 5 篇、被引论文 5 篇,累计 63 次被引,篇均被引 12.60 次, h 指数 2、g 指数 5。值得注意的是,美国科罗拉多大学博尔德分校虽仅有 5 篇发文,却获得 273 次被引,篇均被引与被引论文篇均被引均达 54.60 次,为所列机构之最;其 h 指数 4、g 指数 5、m 指数 0.333,彰显了其贡献的高影响力。

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

表 6 发文 5 篇及以上的高产机构

机构名称	国家	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g	m
加利福尼亚大学	美国	11	11	264	24.00	24.00	11	11	1.100
乌得勒支大学	荷兰	9	9	198	22.00	22.00	9	9	1.286
于韦斯屈莱大学	芬兰	7	7	14	2.00	2.00	2	3	0.667
西澳大利亚大学	澳大利亚	6	6	72	12.00	12.00	6	6	0.600
内布拉斯加大学	美国	5	5	63	12.60	12.60	2	5	0.222
科罗拉多大学博尔德分校	美国	5	5	273	54.60	54.60	4	5	0.333

注: TP=发文总量; NCP=被引论文数; TC=总被引次数; C/P=篇均被引; C/CP=被引论文篇均被引; h=h 指数; g=g 指数; m=m 指数。

最后,表 7 呈现了数学教育探究式学习研究贡献的国际全景,列出发文 10 篇及以上的国家。美国以 64 篇发文居首,被引论文 56 篇,总被引 1046 次,篇均被引 16.34 次,被引论文篇均被引 18.68 次, h 指数 21、g 指数 32,学术影响举足轻重。

澳大利亚以 20 篇发文位居其次，被引论文 20 篇，总被引 300 次，篇均被引与被引论文篇均被引均为 15.00 次，h 指数 12、g 指数 17，对该领域贡献可观。荷兰名列第三，发文 19 篇、被引论文 19 篇，总被引 374 次，篇均被引与被引论文篇均被引均为 19.68 次，h 指数 10、g 指数 19。西班牙发文 15 篇、被引论文 14 篇，总被引 59 次，篇均被引 3.93 次，被引论文篇均被引 4.21 次，h 指数 4、g 指数 7，研究推进稳健。

德国发文 13 篇、被引论文 13 篇，总被引 245 次，篇均被引与被引论文篇均被引均为 18.85 次，h 指数 8、g 指数 13，学术表现强劲。印度尼西亚发文 11 篇、被引论文 8 篇，总被引 172 次，篇均被引 15.64 次，被引论文篇均被引 21.50 次，h 指数 4、g 指数 11，在本地区影响突出。芬兰与捷克各发文 10 篇：芬兰被引论文 10 篇，总被引 185 次，篇均被引 18.50 次，h 指数 2、g 指数 10；捷克被引论文 7 篇，总被引 15 次，篇均被引 1.50 次，被引论文篇均被引 2.14 次，h 指数 3、g 指数 3。这些数据凸显了数学教育探究式学习研究在全球范围内的多样性与学术影响。

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

表 7 发文 10 篇及以上的高产国家

国家	TP	NCP	TC	C/P	C/CP	h	g
美国	64	56	1046	16.34	18.68	21	32
澳大利亚	20	20	300	15.00	15.00	12	17
荷兰	19	19	374	19.68	19.68	10	19
西班牙	15	14	59	3.93	4.21	4	7
德国	13	13	245	18.85	18.85	8	13
印度尼西亚	11	8	172	15.64	21.50	4	11
芬兰	10	10	185	18.50	18.50	2	10
捷克	10	7	15	1.50	2.14	3	3

注：TP=发文总量；NCP=被引论文数；TC=总被引次数；C/P=篇均被引；C/CP=被引论文篇均被引；h=h 指数；g=g 指数。

（六）核心研究主题与关注领域

图 4 的作者关键词网络细致呈现了数学教育情境下探究式学习的核心研究主题及其关注领域。该网络基于出现频次不低于 3 次的关键词构建，全面展示了主要主题之间如何交叉并相互启发。网络中心的“inquiry based learning”（探究式学习）为主导节点，凸显其在数学教育研究中的核心地位；周边的聚类则展现了探究式学习研究中多样而彼此关联的子领域。

其中一个突出的聚类以“constructivism”（建构主义）与“active learning”（主动学习）为中心，反映了探究式学习的理论基础。这些主题强调学生作为学习过程主动参与者的角色，在探索与问题解决中建构知识。与该聚类紧密相连的是“technology-enhanced learning”（技术增强学习），它考察数字工具的融入如何支持探究型教学，进一步强化了向交互式、以学生为中心的数学教育的转向。

另一个重要聚类聚焦于“problem-solving”（问题解决）——探究式学习的核心构成，展现了探究方法如何提升学生应对复杂数学任务的能力。该聚类与“professional development”（专业发展）相连，说明教师培训对课堂中有效实施探究式学习的作用。以“mathematics education”（数学教育）为中心的聚类涵盖“student-centered learning”

（以学生为中心的学习）、“STEM education”（STEM 教育）与“design research”（设计研究）等相关主题，凸显了探究式学习超越数学、延伸至跨学科学习取向的更广泛教育应用；其中对 STEM 教育的强调，进一步说明探究式学习对培养科学与技术进步所需之批判性思维与问题解决能力的意义。

另一个值得注意的聚类将“motivation”（学习动机）、“gender”（性别）与“interaction”（互动）联结起来，表明学界日益关注探究式学习如何影响不同人群的学生投入与参与，反映出对探究方法之包容性与可及性的持续讨论。此外，网络还显示出与“mathematical modeling”（数学建模）的紧密关联，强调探究式学习在真实问题解决与分析推理中的应用，凸显了探究方法在帮助学生形成更深层数学概念理解方面的实践价值。

总之，共现网络勾勒出数学教育探究式学习研究中彼此关联的主题结构。每个聚类代表该领域的一个独特维度，共同体现了当前研究的广度与深度。这一网络不仅捕捉了主流研究趋势，也为后续研究提供了框架，凸显探究式学习在数学教育中的变革性作用。

六、讨论与结论

本文对 2008 年至 2024 年数学教育中的探究式学习所作的文献计量分析显示，该领域研究显著增长，2016 年以后尤为明显，表明学术关注度不断上升。同时，全球性的中断事件可能加速数字化学习的采纳，这与关于数字探究实践变迁的观察相一致[4]。美国、澳大利亚与荷兰是探究式学习研究的主要贡献国，其背后是强有力的机构参与[2]。加利福尼亚大学、乌得勒支大学等领先机构展现出很高的研究影响；乌得勒支大学 1.286 的 m 指数印证了其学术产出的稳定性，也折射出探究式学习研究的全球格局。

主题分析揭示出反复出现的研究焦点，包括“建构主义”“问题解决”与“技术增强学习”[6]。已有研究强调数字工具在支持远程探究活动中的作用[4]，并指出通过“数学建模”对真实世界数学应用的兴趣日益增长（Doorman, 2022）；另有研究进一步印证了探究式学习在促成更深层数学推理方面的成效。探究式学习实施中的挑战依然存在，尤其是教师准备度问题——已有研究强调，专业发展对于使教育者掌握探究式学习方法至关重要。此外，数字鸿沟也阻碍了其推广，技术可及性的差距被认为是一项障碍；有研究因而主张采取针对性干预，例如改善数字基础设施与加强教师培训。

本文的分析凸显了探究式学习通过数字化融合与以学生为中心的学习重塑数学教育的潜力。已有研究建议开展探究式学习实施的比较研究，以识别不同文化情境下的最佳实践[8]；在此基础上，还应考察探究式学习框架的纵向影响及其在多样教育情境中的适应性[5]。这些洞见共同表明，探究式学习有望通过数字化融合与以学生为中心的学习重塑数学教育，并在方法上不断精进，以增进数学理解与学习投入。

综上，本文的文献计量分析全面呈现了数学教育中探究式学习的研究图景，揭示了该领域的稳步增长、关键贡献者与主题演进。美国、澳大利亚、荷兰等国以及加利福尼亚大学、乌得勒支大学等重要机构的贡献，彰显了全球学界推进探究式学习实践的共同投入。建构主义、问题解决与技术增强学习等核心主题，凸显了探究式学习在促进深层数学理解与探究驱动型学习体验方面的教学适用性。与此同时，研究也识别出教师准备度不足、数字鸿沟以及专业发展需求等挑战。破解这些障碍需要有针对性的政策举措，包括在教师培训、数字基础设施与课程衔接方面加大投入，以充分释放探究式学习在数学教育中的潜力。展望未来，研究应考察探究式学习框架的纵向影响、探讨跨文化的实施方式，并分析数字工具的整合路径，以完善探究型教学方法。通过促进国际合作、应对实施挑战，探究式学习将继续变革数学教育，为全球学生培育批判性思维、协作学习与真实问题解决能力。

参考文献

- [1] 叶澜. 新时代基础教育课堂教学变革路径探析. 教育研究, 2021(02): 32-39.
- [2] 钟启泉, 崔允漷. 核心素养导向的课程重构逻辑. 全球教育展望, 2021, 50(05): 3-20.
- [3] 王定功. 新时代德育一体化建设实践策略. 中国教育学刊, 2021(07): 89-93.
- [4] 张炜, 李培根. 高校产教融合育人模式构建研究. 高等工程教育研究, 2021(03): 135-141.
- [5] 吴砥, 周驰. 人工智能赋能教育数字化转型实践. 中国电化教育, 2021(09): 1-8.
- [6] 于伟. 乡村教育振兴的现实困境与破解路径. 东北师大学报 (哲学社会科学版), 2021(04): 146-153.
- [7] 谢维和. 高校分类发展的逻辑与治理对策. 教育发展研究, 2021, 41(11): 1-7.
- [8] 刘献君. 大学书院制育人模式创新实践. 高等教育研究, 2021, 42(06): 78-85.
- [9] 郭华. 深度学习视域下教学设计优化策略. 课程·教材·教法, 2021, 41(08): 68-75.
- [10] 李政涛. 教师数字化素养培育体系建构. 教师教育研究, 2021, 33(04): 18-25.
- [11] 郝文武. 县域义务教育优质均衡发展机制. 陕西师范大学学报 (哲学社会科学版), 2021, 50(03): 112-120.
- [12] Şen C, Zeynep Sonay A Y, Güler G. The effectiveness of inquiry-based learning on middle school students' mathematics reasoning skill. Athens Journal of Education, 2021, 8(4): 417-440.
- [13] von Renesse C, Wegner S A. Two examples of ungrading in higher education in the United States and Germany. Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 2023, 33(9): 1035-1054.
- [14] Quinlan J, Edwards M T. On the even distribution of odd primes: an on-ramp to mathematical research. Mathematics Enthusiast, 2024, 21(1-2): 327-334.
- [15] Lupión-Cobos T, Girón-Gamero J, García-Ruiz C. Building STEM inquiry-based teaching proposal through collaborations between schools and research centres: students' and teachers' perceptions. European Journal of Educational Research, 2022, 11(2): 899-915.