

新任教师设计数学游戏之能力探究

郭若曦, 韩睿哲*

暨南大学管理学院, 广州 510632, 广东, 中国

摘要: 本文考察中学数学新任教师如何通过设计基于游戏的数学任务来发展问题提出 (problem posing) 技能。研究在一门研究生层次的教师教育课程中展开, 14 位职业生涯早期的教师两两结对, 共同探索数学游戏、分析其内在结构, 并创制可直接用于课堂的原创任务。研究采用质性个案研究取径, 聚焦两组具有代表性的搭档: 一组对经典的 NIM 游戏展开了反思性探究, 另一组则设计了两款以奇偶性为基础的新颖策略游戏。研究发现回应了三个问题: 教师如何把数学游戏作为创造性任务设计的工具加以运用; 设计过程如何支撑教学洞察与教师身份的发展; 以及在任务创制过程中浮现出何种形态的数学推理与教学推理。参与者报告了创造力的提升、概念理解的深化、策略推理能力的增长, 以及不断演进的教学能动感。本研究强调, 把结构化的问题设计机会整合进数学教师教育项目, 是培育反思型、创新型、以学生为中心的教育者的一条重要路径。

关键词: 问题提出; 新任教师; 数学游戏设计

Exploring Beginning Teachers' Ability to Design Mathematical Games

RuoXi Guo, RuiZhe Han*

School of Management, Jinan University, Guangzhou 510632, Guangdong, China

Abstract: This paper investigates how novice secondary-school mathematics teachers develop problem-posing skills through the design of game-based mathematical tasks. Conducted within a graduate-level teacher education course, the study engaged 14 early-career teachers working in pairs to explore mathematical games, analyze their underlying structures, and create original classroom-ready tasks. Using a qualitative case study approach, we focus on two representative pairs: one that undertook a reflective inquiry into the classical NIM game and another that designed two novel, parity-based strategy games. The findings address how teachers engage with mathematical games as tools for creative task design, how the design process supports pedagogical insight and the development of teacher identity, and what forms of mathematical and instructional reasoning emerge during task creation. Participants reported heightened creativity, deeper conceptual understanding, strategic reasoning, and an evolving sense of pedagogical agency. The study underscores the value of integrating structured opportunities for problem design into mathematics teacher education programs as a means of cultivating reflective, innovative, and student-centered educators.

Keywords: Problem posing; Novice teachers; Design mathematics games

一、引言

Copyright © 2026 by author(s) and Ufascience Publisher.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution international License (CC BY 4.0)
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS

文章引用: 郭若曦, 韩睿哲. 新任教师设计数学游戏之能力探究[J]. 教育发展与创新前沿, 2026, 4(3): 53-62.
DOI: <https://doi.org/10.61784/fedi27>

问题提出 (problem posing) 日益被视为数学教学的一项核心素养, 也是教师专业成长的催化剂[1-3]。构造、改编与打磨数学任务的能力, 支撑着课程开发、课堂回应性、创造性思维以及学生更深层的投入[4-5]。然而, 新任教师往往难以完成一次转变: 从解答既定的教科书习题, 转向创制丰富的、开放式的任务。许多人在运用熟悉的程序时颇有自信, 但要设计出能激发推理与好奇心的有意义的学习经验, 在职业生涯早期仍是一项难以企及的技能。

近期研究强调, 若能有目的地整合进教学, 精心设计的数学游戏不仅能培养程序性流畅度, 还能促进概念理解、推理与学习动机[6-7]。游戏与谜题可以充当新任教师的一座桥梁, 帮助他们完成从解题到设计问题的转变。作为融合问题解决与问题提出的混合形态, 游戏邀请教师去探索数学结构、检验策略、建构规则, 从而支撑真实的数学思维[8-9]。

已有研究表明, 让职前教师投入游戏的设计或改编, 能够促进更深入的探究、更灵活的问题解决以及以学习者为中心的设计技能[10-12]。此类创造性活动有助于教师超越“现成任务的消费者”这一角色, 成为能够精心打造引人入胜、概念丰富之学习经验的反思型教育者。先前研究已确认, 在职教师普遍看重游戏在支持推理、投入、流畅度与问题解决方面的价值, 这凸显了一项需求: 帮助新手超越“使用现成游戏”, 走向创制他们自己的、以学生为中心的任务。

除最终成品之外, 理解问题提出的“过程”对教师发展同样至关重要。已有研究描述了教师在创制新问题时所经历的若干阶段: 情境分析、变式、生成、问题解决与评估。把问题解决与问题提出结合起来的结构化循环, 已被证明能够增强职前教师的流畅性、灵活性以及对任务结构的觉察, 从而支撑更有效的教学设计。同样地, 结构化的问题提出任务能够培育数学创造力, 使未来教师超越算法式推理而走向概念理解。

然而, 问题提出方面的挑战在国际上有充分的记录。文献发现, 即便数学能力过硬的职前教师, 在创制与课程目标相契合、具有现实情境且难度适切的问题时仍力有不逮。这凸显了教师培养项目需要提供有针对性的支持, 以帮助新任教师从任务的消费者成长为自信的任务设计者。本文旨在考察职业生涯早期的数学教师如何投入到基于游戏或由探究驱动的任务创制之中, 并思考这些经验在教学与专业发展上的意涵。本文借助两项深度个案研究, 追踪新任教师如何通过分析经典游戏、修改结构、发明新游戏, 完成从解题到设计任务的过渡。我们主张, 此类创造性的任务设计经验对于支撑教师身份、建立教学能动性、涵养有效的以学生为中心之教学所必需的反思习惯, 具有强大的作用。

为引导本项探究, 我们提出以下研究问题: (1) 职业生涯早期的数学教师如何把数学游戏作为创造性任务设计的工具加以运用? (2) 改编或创制基于游戏的问题这一过程, 在哪些方面支撑了教学洞察与教师身份的发展? (3) 当新任教师受邀设计植根于策略原理或结构原理 (如奇偶性) 的任务时, 会浮现出何种类型的数学推理与教学推理?

二、理论背景

问题提出, 即构造新问题或重构已有问题的能力, 被广泛视为数学思维与数学创造力的一个关键要素[13-15]。文献[1]把问题提出描述为既生成新问题、也重构已有问题的活动, 并强调其在问题解决之前、之中与之后所扮演的角色。文献则强调学生对情境的诠释在建构有意义之问题中的作用, 认为这能促进投入与高阶思维。

近期研究进一步确认, 问题提出不仅是数学创造力的一项测度[20,21], 也是发展与评估教师“面向教学的数学知识”的一条途径。文献还指出, 问题提出任务能够通过让未来教师投入丰富的、情境化的设计挑战, 帮助他们逐级跨越不同层次的数学创造力——从领域特定的算法走向理论性推理。具体而言, 问题提出素养既关联于

专门的学科内容知识,也关联于“教学之数学任务”这一更宽广的框架。不过,研究显示这一素养并不止于创制数学上正确的任务,它还要求以教学意图来框定这些任务。例如,文献发现,即便数学功底扎实的职前教师,也难以调适问题难度、把任务与现实生活情境相联结、并预判学生的需要。

(一) 新任教师与问题提出的挑战

经验丰富的教师在实践中经常使用游戏,而新任教师往往需要明确的支持,才能把游戏从激发动机的活动转化为发展深层数学理解与推理的载体。尽管问题提出被推崇为一项有价值的技能,职业生涯早期的教师与职前教师却常常在创制结构良好、在教学上有意义的问题时遭遇困难。这些挑战包括:使问题与课程目标对齐、预判学生的反应、维持认知需求水平,以及设计真实的情境。

新任教师还可能对自身的数学创造力缺乏信心,难以完成从问题解决者到问题提出者的转变。文献[9]指出,即便是专家级的问题提出者,也往往依赖真实的触发点——令人意外的现象、现实生活中的两难,或有意为之的变式——来生成高质量的问题。相形之下,新任教师却常常被要求“按需”创制问题,这会抑制创造性构想的生成。超出纯认知视角之外,近期研究还凸显了游戏性再设计在帮助新任教师从“解题者”走向“数学任务的作者”这一过程中的催化作用。

(二) 数学游戏作为教师创造力的引擎

越来越多的工作表明,经过策略性构造的游戏能够激发教师的创造性数学思维与批判性数学思维。文献记录了职前教师如何通过再设计经典的减法策略谜题 Nim 游戏,在阐明规则变式、必胜策略与面向学生的提问的同时,从解题走向生成性地提出任务。每一次规则修改都要求分析奇偶结构、识别决定性局面、预判学生反应,从而使游戏再设计成为一座真实的问题提出实验室。此类活动能够培育发散思维、降低数学焦虑、促进协作推理。这些发现与另一类研究相互印证:当教师投入开放的、基于规则的环境时,问题提出会蓬勃展开,这进一步支持了在教师教育中把游戏作为问题解决与问题提出之桥梁的理据。文献[6]强调,有效的学习游戏通过情境化、表征化与仿真把内容嵌入其中,从而支撑有意义的学习,而非机械操练。这凸显了教师培养中审慎设计选择的必要性。基于这些证据,本研究把新任教师自己设计的游戏定位为分析其问题提出过程之萌发的核心载体。

(三) 从问题解决到问题提出:一次教学法的转向

问题解决与问题提出之间存在充分记录的共生关系。鼓励教师修改或延伸他们所解答的问题,能够促进元认知反思与更深的概念理解。文献指出,这种递归过程在开放式的探索性任务中尤为有效。更晚近的工作推进了问题提出的阶段模型。文献提出五阶段模型:情境分析、变式、生成、问题解决与评估,凸显了问题提出作为一种认知过程所具有的动态性与递归性。作为对这一过程取向的补充,文献表明,结构化的“提出—解决—再提出”循环能够为新任教师生成更多样、更灵活、概念上更丰富的问题提供脚手架。这一过程取向的视角,为考察新任教师在投入数学游戏与谜题时所采用的策略提供了有价值的分析框架。

把游戏整合进教师教育,不仅是一种激发动机的手段,也是连接创造力、探究与教学法的桥梁。严肃游戏尤其能够帮助新任教师发展学科教学知识与教学设计技能。同样地,文献发现,设计桌面游戏促使职前教师去反思学习目标、评价策略与内容整合。当嵌入到基于探究的学习情境之中时,游戏能够支撑开放式提问的构造、策略性思维与协作推理。对新任教师而言,这些经验可以为其发展提出有意义的、以学生为中心之数学问题所需的信心与能力提供脚手架。

三、研究方法

本研究采用质性的探索性个案研究设计,以考察中学数学新任教师植根于数学游戏与探究情境提出原创问题的能力。研究目标不仅在于理解教师问题提出活动的最终产品,也在于理解其背后的过程、意图与教学考量。个案研究取向特别适合深入考察一个小规模、信息丰富的样本,并凸显个体的学习轨迹与创造性取向。

(一) 参与者与情境

参与者是 14 位中学数学新任教师(均处于教学生涯第一年),他们是某教师教育项目的应届毕业生,并选修了一门关于数学创造力与问题设计的研究生课程。他们两两结对,共组成 7 个小组。该课程由本文作者设计并主持,以谜题、数学游戏和探究式任务作为教学创新工具为核心。基于“游戏设计特征能够塑造学习结果”这一证据[6],本研究邀请参与者有意识地分析并再设计游戏结构,以强化其概念深度与教学相关性。参与者作为目的性样本被选取,理由是他们共享职业生涯早期的教学情境,且共同选修了一门聚焦于基于数学游戏之教学策略的课程。正如文献所强调的,结构化的机会对发展教师的问题提出能力至关重要,在需要在创造力与课程约束之间取得平衡的情境中尤其如此。

(二) 课程设计与数据收集

这门为期一学期的学术课程包含 13 次每周研讨,融合数学内容、教学论反思与创造性作业。参与者接触了多种游戏(如策略谜题、基于奇偶性的任务、数学游戏),探索其内在结构,并协作建构解法。

作为顶点任务,每一对教师被要求设计一款适合课堂使用的原创游戏,并说明其数学目标、学生挑战与教学理据。这与已有研究相呼应:要求职前教师改编或创制游戏,能够培育批判性与创造性思维,同时为他们在自己未来的课堂中运用此类策略做好准备。

数据来源包括:(1)问题设计成品,即参与者最终创制的游戏;(2)书面反思,即教师解释其设计选择、预判学生互动并反思自身学习的叙事文本;(3)田野笔记与观察,即授课教师在课堂展示与所设计任务的讨论过程中所作的记录。这些多元来源使三角互证成为可能,从而增强了研究发现的效度。

为呈现研究发现,本文聚焦两项具有代表性的个案研究。一组搭档(Nina 与 Visal)深入投入到一款已有游戏之中,通过反思性建模拓展了其策略结构。另一组搭档(Abed 与 Michael)则设计了两款植根于奇偶性策略的全新游戏。选取这两个个案,是因为它们在教学上的丰富性与多样性:二者例示了问题提出的两条互补路径——“精细化的改编”与“原创性的建构”,并反映了 7 组参与者身上所观察到的数学创造力、元认知反思与教学洞察的整体幅度。他们的工作为考察职业生涯早期教师问题提出素养的发展,提供了一个既连贯又形成对照的透镜。

(三) 数据分析

研究对所有文本数据采用主题分析取向。每一份成品与反思首先被细读,以识别与数学内容、游戏结构、创造力和教学意图相关的初始编码。这些编码随后被归入更高层次的主题,如数学丰富性、问题清晰度、投入潜力与学生中心性。在文献的问题提出五阶段模型(情境分析、变式、生成、问题解决与评估)的启发下,分析还着力寻找递归思维与元认知投入的证据。这一取向与已有研究相契合:把问题解决与问题提出结合起来,有助于职前教师提升其任务的原创性与结构质量。此外,教师的工作还通过文献的“面向教学的数学知识”(MKT)框架加以诠释,尤其是专门内容知识与“关于内容与学生的知识”这两个领域。关于问题提出的研究强调,把数学内容与教学目标相联结、并预判学生推理,具有重要意义[5]。

(四) 伦理考量

所有参与者均被告知本研究的目的,并书面同意其作品与反思用于研究目的。研究保证匿名与保密,参与者可随时退出。本研究遵循所在机构关于人类被试研究的伦理准则。

四、研究发现

为呈现职业生涯早期教师问题提出素养的发展, 本文给出两个互补的个案。第一组, Nina 与 Visal, 修改了经典 Nim 游戏的规则, 随后分析由此产生的博弈过程以深化自身理解, 展现出分析能力与教学能力的双重成长。第二组搭档, Abed 与 Michael, 设计了两款植根于奇偶性原理的新颖游戏。这两个个案共同例示了基于游戏的学习与任务创制如何涵养数学洞察、教学创造力与反思性教学实践。

(一) 案例一: Nina 与 Visal 从游戏到教学之路

为凸显新任教师在基于游戏的情境中通过问题提出所能获得的学习深度, 我们呈现 Nina 与 Visal 的个案——两位第一年任教的数学教师, 她们探索了 Nim 游戏。在其标准形式中, Nim 是一款双人游戏, 棋子分成若干行, 例如 3、5、7 三行。玩家轮流从某一行中取走任意数量的棋子。依据事先约定的规则, 通常的目标是避免取走最后一枚棋子, 或迫使对手取走它。Nim 因其内在的数学结构而广为人知: 最优策略可借助二进制表示与 nim-和推导出来, 它们使玩家得以造成对称或平衡的局面, 从而在双方都完美对弈时确保取胜。

“在我们这一版游戏中, 我们为经典的 Nim 规则加入了一个变化: 每一轮玩家可以取 1 根、2 根或 3 根火柴, 但只能从同一行中取——这迫使我们重新思考策略, 并探索关于平衡与优势的新模式。”正如 Nina 与 Visal 所解释的, 这一规则改动有意提高了游戏的复杂度, 同时又保持了它的可及性。通过限制每一步可取的火柴数量, 她们使谋划变得更为细腻, 把玩家的注意力转向在各堆之间维持平衡、并预判对手受约束的选择。她们的设计选择还凸显了一条重要的教学原理: 微小的规则修改能够把一款熟悉的游戏转化为一次新的问题提出机会, 要求玩家(以及学生)分析被改变的条件、发展新的策略、并阐明推理。对新任教师而言, 从“单纯地解一款已知游戏”走向“创制并分析一个变体”, 展现了问题提出素养的萌发, 并支撑她们作为课程设计者的成长。Nina 与 Visal 的书面反思揭示了认知上的重大转变、研究取向立场的形成、教学觉察的增长, 以及专业教学身份的塑造。以下摘录其作品中的若干片段, 并附分析评述。

(二) 从谜题到平台: 数学游戏观念的转变

“起初我们把 NIM 看作一款喜爱的谜题游戏, 但钻研得越深, 就越意识到它是一个丰富的平台, 可用于数学思维、分析技能的发展以及对反应性的深刻理解。”

这段摘录标志着概念转变的一个关键时刻。起初的一款休闲谜题, 经由持续的探究, 变成了深度投入策略思维与抽象的载体。她们的经历支持了这样一个观点: 游戏是认识论的游乐场, 既能培育数学洞察, 也能培育元认知觉察[9,10]。至关重要, 这一转变反映了从“消费数学”到“建构数学”的移动, 而这正是教师身份发展中不可或缺的一步。

(三) 探究的萌生: 从解题到提问

“这些问题并非一开始就有, 而是随着钻研的深入、随着从理论思维向应用思维的过渡, 自然而然地生长出来的。”随着进程推进, Nina 与 Visal 从解一道谜题转向提出关于可推广性、可及性与教学运用的、真实且值得研究的问题: “有没有可能把我们发展出来的模型转译成一套简单的算法, 从而可以教给高中生……?” “策略性谋划与直觉之间恰当的平衡点在哪里……?” “我们怎样才能检验运用我们的模型是否有助于高水平数学思维的发展……?”

这些问题揭示出对学习者需求日益增长的觉察, 并体现了 Cai 等(2021)所指认的教学性问题提出的一个标志: 把数学推理与教学论反思交织在一起。

(四) 社会性学习与富有成效的挣扎

“沮丧、困惑或分歧的时刻, 后来都成了学习的引擎。”她们的反思显示, 协作、辩论与认知失调如何激发了成长。从设计情景到分析结果, 她们的团队合作营造出一个知识共同建构的动态环境。这些经验与文献关于同伴协商与社会性学习在基于游戏的教师发展中之作用的发现相呼应。“真正的团队合作——在选择探究方向、建立记录表格、分析结果等方面的协作……”这样的协作体现了共同探究模式的价值: 教师通过真实任务彼此学习、相互促进。

(五) 从反思到使命: 教学能动性的浮现

“我们有一种教育使命感——把我们发展出来的东西变成一件真正的教育工具……对我们来说, 关于 Nim 游戏的这项工作不只是一篇研讨课论文, 而是一次探索、创造与学习的经历。”

这一有力的结语标志着一种更宽广的专业愿景的形成。Nina 与 Visal 不再只把自己看作学习者, 而是看作数学教育的贡献者, 准备好去检验、调适自己的模型, 并与学生和同行分享。她们的计划——实施、比较并改进这一模型——展现出一条通向教育设计与课堂创新的清晰轨迹。

总体而言, Nina 与 Visal 的反思例示了基于数学游戏之探究的潜力: 它不仅能促进内容知识与问题提出技能, 还能促进元认知成长、情绪韧性与教学抱负。当新任教师被安置在“创造者”而非仅仅“任务使用者”的位置上时, 他们的投入会更深, 作为教育者的身份也会更加坚实。本个案表明, 一次结构化的数学游戏设计如何支撑教师教育的更宏大目标: 培育策略性思维、协作、反思与教学想象力。她们的完整反思见附录 1。

(六) 案例二: Abed 与 Michael——从策略博弈到游戏创新

受 1996 年国际信息学奥林匹克竞赛 (IOI) 所呈现的一款经典双人策略游戏启发, Abed 与 Michael 展开了一场修改并分析游戏结构的创造性历程。原游戏的设定是: 棋盘上摆放一列正整数, 玩家轮流从两端之一取数, 被取走的数即被移除; 在双方均最优对弈的情况下, 若先手玩家的总和不小于后手玩家的总和, 则先手获胜。在此基础上, Abed 与 Michael 设计并分析了两个原创变体 (游戏 1 与游戏 2), 显著拓展了该游戏的教学潜能, 促进了公平性、最优化与策略推理。他们有意选用奇数长度的整数序列, 因为在经典的基于奇偶性的策略中, 偶数长度的序列存在一个众所周知的、强烈有利于先手的确定性解法。通过强制序列长度为奇数, 他们确保了更丰富、更不可预测的策略推理, 使奇偶性分析需要更细致的关注与更微妙的选择。

游戏 1: 两轮角色互换奇偶博弈。规则为: (1) 先手玩家宣布一个奇数行长 (如 9 至 19); (2) 后手玩家恰好写下 n 个整数 (如 13 个); (3) 先手玩家决定由谁先行动; (4) 后手玩家可以交换两个整数的位置; (5) 双方轮流从两端取数; (6) 第二轮角色互换; (7) 两轮合计得分最高者获胜。

游戏 2: 交替放置奇偶博弈。规则为: (1) 先手玩家宣布一个奇数行长 (如 9 至 19) 与取值范围 (如 [1]); (2) 后手玩家决定由谁先行动; (3) 双方轮流放置属于所宣布范围内的整数; (4) 双方轮流从两端取数; (5) 第二轮角色互换; (6) 两轮合计得分最高者获胜。

(七) 对 Abed 与 Michael 教学反思的评述

Abed 与 Michael 的反思显示出他们对数学结构、公平性与教学目的的深思熟虑, 展现出在新任教师中并不多见的教学成熟度。他们有意选择奇数长度的整数序列, 认识到针对偶数长度序列的经典奇偶性策略会得出有利于先手的确定性解法。通过强制奇数长度, 他们创造出更丰富、更难预测的情景, 使奇偶性分析必须依赖更细致的关注与微妙的适应性推理。

在描述他们的“两轮角色互换奇偶博弈”时, 他们写道: “我们想把经典的‘从两端取数’谜题转变成一场更公平、更具策略性的较量, 让双方都积极参与其中。让一方拥有选择长度的权力、另一方获得设定并调整序列的机会, 使我们两人都始终保持投入。取数者关于谁先行动的抉择迫使我们分析奇位与偶位之和, 而那唯一一次

交换则是我们扭转平衡的最后机会。”

这凸显了他们如何把游戏设计成以不变结构与奇偶推理作为策略的组织原理, 支持了文献关于启发式问题解决的观念。他们决定加入角色互换, 体现了一次有意为之的教学动作, 以确保对称的参与, 这与文献关于通过社会互动与换位思考进行学习的强调相契合: “第二轮互换角色让我们去思考策略的两个方面——这不只是设置一个陷阱, 而是学会看见并避开它。”

在他们的“交替放置奇偶博弈”中, 他们写道: “我们想把共享控制权再往前推一步, 改为从给定范围内交替放置数字。每一步都会实时改变奇偶和。仅有一个计划是不够的, 我们必须适应对方的举动。”

这一取径引入了真实的协作推理与实时分析。通过交替放置数字, 他们设计出一个要求持续追踪奇偶性、灵活检验策略的环境——这正是能够培育学生数学思维的那类动态决策: “它让我们不断监控奇数位与偶数位之和。选择者关于先手的决定成了对奇偶性分析的一次直接检验。交替放置也意味着我们两人都对共同创造出的这个序列拥有归属感。”

他们的反思显示出这样一种认识: 有意地设计约束与角色, 能够支撑公平、推理与论证等学习目标。他们把自己所设计游戏的教学益处归纳为: (1) 把被动的问题解决转变为主动的策略设计; (2) 通过持续投入深化对奇偶性的理解; (3) 发展关于结构变化的灵活思维; (4) 促进对多重认知角色的均衡体验; (5) 鼓励从操作走向初步的证明。

如此细致而有意图的设计思维, 对新任教师而言并不常见, 这表明搭好脚手架的游戏创制任务具有构建可迁移教学技能的力量。他们的工作与强调结构化问题提出能培育数学创造力的研究相一致[1,15], 也与“设计学习任务需要预判学生推理并嵌入学习目标”的研究相一致[5]。

总体而言, Abed 与 Michael 的历程例示了从“遵循规则”到“创造规则”的转变, 而这正是教师专业发展的一个标志。他们围绕奇偶性平衡、交替放置与角色互换所作的审慎选择, 映照了课堂教学中促进学生推理、反思与论证的最佳实践。这一有意图的过程不仅推进了他们自身的理解, 也为涵养教师身份、教学能动性以及设计丰富的、以学生为中心的数学经验之能力提供了一个范例。他们的完整反思与游戏设计见附录 2 与附录 3。

五、讨论

本研究考察了让职业生涯早期的数学教师投入游戏与探究式任务的设计, 如何支撑其专业发展、概念理解与教学觉察。通过两项详尽的个案研究——Nina 与 Visal 对 Nim 游戏的探索, 以及 Abed 与 Michael 对奇偶博弈结构的创造性拓展——我们揭示了反思性实践、策略洞察与教师身份萌发的若干模式。这些发现回应了本文的研究问题: (1) 新任教师如何把数学游戏作为创造性任务设计的工具; (2) 设计过程中浮现出何种类型的推理; (3) 这些活动如何支撑教学洞察与教师身份的发展。

(一) 从解题者到设计者: 经由问题创造形成的教师身份

回应研究问题 2, 两个个案都表明, 创制新的数学游戏催化了角色认知的转变——从被动的实施者转变为主动的设计者。Nina 与 Visal 超越了对一个熟悉结构的分析, 生成并评估了一个新的数学模型; Abed 与 Michael 则把一款经典谜题转化为两款定制的、在教学上富有内涵的游戏。在这两个情形中, 教师都展现出认识论上的能动性: 他们把数学观念据为己有, 并以学习者之念来框定这些观念。此类经验对建立专业教学身份具有塑造作用, 标志着从“遵循任务”向“课程创新与教学著作权”的过渡。

(二) 游戏性创造力在深化数学洞察中的作用

回应研究问题 1, 这种创造性的、基于游戏的形式, 为教师探索数学观念提供了一个在情感上引人入胜、

在智识上富于生成性的情境。Nina 与 Visal 对 Nim 的探究引出了关于策略、抽象与推广的问题。Abed 与 Michael 则投入到结构性的游戏之中, 照亮了不变性、对称与公平等原理, 并以明确的教学语汇阐明了这些洞察。

在两个个案中, 游戏性却又有目的的设计都鼓励了实验、模式识别与结构性推理——这些实践不仅对“做数学”不可或缺, 对“教数学”同样如此。这些发现与关于数学游戏在教师教育中之认知与情感益处的研究相契合[1], 也印证了系统综述中“基于游戏的学习能增强学生的动机与投入”这一结论[7]。在职教师同样看重游戏在投入、推理与流畅度方面的品质, 而我们的新任教师有意地把这些品质嵌入了自己的设计之中。

此外, 正如文献[6]所论, 精心设计的学习游戏超越机械操练, 能够促进推理、策略性思维与内容整合。像 Nim 这样的游戏, 其策略丰富性即便在计算研究中有充分记录: 例如文献表明, 微小的规则改动就能显著改变最优策略, 从而要求适应性的、基于模式的推理。此类发现进一步印证了邀请新任教师尝试游戏改造的价值, 因为这项工作所要求的, 恰恰是设计有意义之学习经验所需的创造性、反思性思维。同样地, 研究表明, 亲自改编或创制游戏的职前教师会更深入地投入数学探究, 并发展出灵活、创新的问题解决技能。

(三) 任务设计作为问题解决与教学之间的桥梁

直接回应研究问题 3, 游戏设计充当了问题解决与教学谋划之间的一座概念桥梁。Nina 与 Visal 的模型建构是从她们试图解开 Nim 游戏的努力中自然生长出来的, 这显示出持续的问题解决如何能够导向真实的问题提出。与此同时, Abed 与 Michael 那对称的、基于奇偶性的博弈设计, 把他们安置在“学习经验的建筑师”而非“现成任务的消费者”的位置上。

在两个个案中, 任务设计都成为教学推理的排演空间——一个把数学结构与学生的投入、挑战和可及性对齐的机会。这与强调“有效的问题提出要求教师预判学生理解、选择表征、并把学习目标嵌入有意义之情境”的研究相契合[5], 也与把问题提出整合进教师培养以涵养自主性、创造力与教学灵活性的呼吁相呼应。

(四) 支持新手教师成为数学任务的设计者

这些发现凸显了为新任教师提供结构化机会以设计原创数学任务的重要性, 并有效地回应了全部三个研究问题。通过游戏创制, Abed 与 Michael 展示了任务设计如何涉及平衡约束、预判学习者反应、嵌入清晰的概念目标。相形之下, Nina 与 Visal 则例示了对熟悉问题的探究如何能够演化为支持学生学习的、可付诸行动的教学方案。

先前研究表明, 经过精心构造的游戏设计经验能够增强职前教师的批判性与创造性思维, 并帮助他们设想如何在未来的课堂中整合此类活动。正如在职教师灵活地把游戏用于多样的教学目标一样, 新任教师同样能从学习设计那些有意支持推理、问题解决与学生投入的任务中受益。

两个个案都凸显了对支持性环境的需要——促进协作反思、概念框定与迭代反馈, 帮助职业生涯早期的教师把自身的数学推理与有效的课堂实施衔接起来。这与如下发现相一致: 结构化的、情境丰富的问题提出任务, 能够帮助未来教师在日益精深的层次上发展数学创造力, 从基于规则的算法走向概念性与理论性推理。我们的发现与文献相呼应: 提出、解决、再提出的迭代循环能够支持职前教师发展灵活性、流畅性与教学洞察。这也与其他领域的证据相契合; 例如科学教育研究已表明, 游戏设计能够深化学科教学知识并鼓励反思性实践。正如文献[6]所建议的, 把真实的内容与概念目标嵌入游戏设计至关重要, 教师教育应为这些选择搭建脚手架, 以帮助新任教师把数学推理与教学意图对齐。

这些发现同样呼应了文献: 职前教师需要明确的支持, 才能创制出贴近现实、难度适切且在教学上稳妥的问题。为设计、反思与反馈提供结构化的机会, 对建立这一能力不可或缺。此外, 研究显示, 沉浸式的游戏设

计项目能够增强职业生涯早期教师在技术整合、课时规划与学生投入策略方面的信心。把这类创造性设计机会整合进教师教育课程, 能够使新任教师不仅成为熟练的内容传递者, 更成为丰富而有意义之学习环境的深思熟虑的设计者。

六、结论

本研究考察了让新任教师投入数学游戏的创制与分析, 如何支撑其概念理解、策略推理与教学能动性的发展。通过两个具有说明性的个案——Nina 与 Visal 对 Nim 游戏的反思性探究, 以及 Abed 与 Michael 对基于奇偶性之游戏的创造性建构——我们通过展示职业生涯早期的教师如何从被动的问题解决走向有意图的、以学生为中心的任务设计, 回应了本文的研究问题。

研究得出若干关键发现。第一, 问题与游戏的创制充当了教师身份发展的催化剂(研究问题 2)。两个个案都显示出从“执行预设任务”到“撰写原创数学经验”的转变, 其标志是日益增长的归属感、能动性与教学愿景。第二, 游戏设计所具有的游戏性与探索性, 支撑了对数学观念的深度投入, 使之成为创造性任务设计的工具(研究问题 1)。参与者展现出好奇心、协作与坚持, 以有意义的方式探索策略、结构与学生视角。第三, 设计过程本身充当了问题解决与教学之间的桥梁(研究问题 3)。通过结构性推理、预判学生思维、把数学原理与教学目标对齐, 教师演练了不可或缺的教学设计技能。

这些洞察对数学教师教育具有重要意涵。相关项目应当整合结构化的机会, 让新任教师去创制、改编并反思基于游戏或基于探究的数学任务, 为问题提出的完整过程——从最初的情境分析到最终的评估——搭建脚手架, 以支撑反思性与策略性的教学实践。这一建议与如下证据相契合: 迭代的“提出—解决—再提出”循环能够增强新任教师设计多样、概念上有意义之问题的能力。此类经验有助于教师把数学内容与教学目标相联结, 并预判学生的推理[5]。它们也能为教师跨越多个数学创造力层次搭建脚手架——从程序性流畅走向概念理解与理论性推理。这与把结构化的游戏设计任务纳入教师培养的呼吁相一致: 它们不仅是引人入胜的活动, 更是培育反思性思维习惯、教学创新与以学生为中心之学习环境的载体。事实上, 基于游戏的学习已被证明对学生的动机、投入与数学态度产生积极影响[7], 这进一步印证了它作为发展教师设计与反思技能之丰富教学情境的价值。

同样地, 研究强调了支持职前教师创制相关的、层次适切的、引人入胜之任务的重要性, 以建立他们作为深思熟虑、善于回应之教育者的信心与能力。通过超越把游戏用于机械操练的做法, 转而强调整合数学内容与推理的设计, 教师教育能够促进更有效、概念上更丰富的教学实践[6]。有必要开展进一步研究以拓展并深化这些发现。比较研究可以考察新任教师与经验丰富教师在任务创制上的差异; 基于课堂的研究可以探究学生如何投入教师设计的游戏; 纵向研究则可以追踪创造性任务设计的早期经验如何随时间塑造教师的专业轨迹。

归根结底, 本研究确证: 游戏设计并非边缘性的拓展活动, 而是一项有意义的教学实践。通过鼓励教师以游戏性的发明来探索数学, 我们帮助他们深化自身理解, 同时为其学生打造引人入胜、概念丰富之学习经验奠定基础。这一从解题者到创造者、从学习者到设计者的过渡, 正是成长为一名深思熟虑、善于反思、拥有能动性的数学教育者之核心所在。

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, 2020(02): 32-39.
- [2] 钟启泉, 崔允漭. 核心素养导向的课程重构逻辑. 全球教育展望, 2022, 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, 2022(09): 1-8.
- [6] Silver E A. On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 1994, 14(1): 19-28.
- [7] Singer F M, Ellerton N F, Cai J. *Mathematical problem posing: From research to effective practice*. Springer, 2011.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] Cai J, Jiang C, Hwang S. Analyzing the conceptual learning of prospective elementary teachers in problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 2015, 89(1): 157-173.
- [15] Leikin R, Levav-Waynberg A. Exploring mathematics teacher knowledge to explain the gap between theory-based recommendations and school practice in the use of connecting tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 2007, 66(3): 349-371.