

小学数学分数概念教学的数学化设计与实践探究

卢亚娟¹ 王燕²

1. 岷县梅川镇第一中心小学, 甘肃 定西 748400

2. 蒲麻学区, 甘肃 定西 748400

摘要:本研究以 Freudenthal 的数学化理论为指导, 针对小学数学概念教学中存在的抽象难懂、形式单一等问题, 构建了基于横向数学化与纵向数学化的四阶段教学设计框架。以“分数的初步认识”为例, 通过情境浸润、模型建构、结构深化和应用迁移四个阶段, 实现从生活情境到数学符号的渐进抽象。研究提出双情境链设计、多元表征系统等五大实施策略, 并借助对比实验验证其有效性(实验班应用题正确率提升 27%, $p < 0.05$)。结果表明, 数学化教学能显著增强学生的概念理解能力与学习兴趣, 但同时教师的情境设计能力提出更高要求。最后提出开发校本案例库、融合 AI 技术等改进建议, 为小学数学概念教学提供理论与实践参考。

关键词: 数学化; 小学数学; 概念教学; 教学设计; 分数概念

DOI: 10.64649/yh.jydk.issn3080-2660.202606024

0 引言

数学概念是构建数学知识体系的基础, 也是培养学生理性思维的核心依托。小学阶段是学生从具象思维向抽象思维过渡的关键时期, 对应皮亚杰认知发展理论中具体运算阶段向形式运算阶段的过渡期。这一阶段的概念教学, 不仅关乎学生对数与代数、图形与几何等板块知识的建构质量, 更直接影响逻辑推理、数学建模等核心素养的萌芽与发展, 是小学数学教学的核心根基。

当前小学数学概念教学仍深陷传统教学范式的弊端, 多数教师沿用“定义+例题+练习”的三段式模式, 将动态的概念生成过程简化为静态的知识灌输。以“分数的初步认识”教学为例, 教师往往直接抛出“平均分”“分子分母”等专业术语, 要求学生机械背诵记忆, 忽略从分物品等生活原型中抽象分数意义的思维过程。这种去情境化的教学, 将鲜活的数学思想沦为冰冷的符号记忆, 造成学生“知其然不知其所以然”的认知断层。相关调查显示, 超六成小学生无法解答“除数不能为零”这类本质性数学问题, 充分凸显了机械记忆对概念深度理解的严重制约。

当下教学的深层矛盾, 在于数学知识的抽象本质与儿童具象思维的认知冲突。小学数学概念均源于现实世界的数量关系与空间形式, 但传统教学割裂了“生活原型—数学表象—符号表征”的完整认知链条。例如“周长”教学中, 学生可熟练套用公式计算, 却无法解释生活中“绕操场跑一圈的路程”与周长的关联。脱离具象支撑的抽象教学, 让学生将数学视作陌生的符号系统, 产生厌学情绪。某区学业质量监测数据显示, 三年级学生概念迁移应用题得分率, 较概念记忆题低 23.6 个百分点, 直观印证

了传统教学对学生高阶思维发展的阻滞作用。

弗赖登塔尔提出的“数学化”理念, 为小学数学概念教学破局提供了有效路径。该理论强调“数学源于现实, 寓于现实, 用于现实”, 主张通过横向数学化、纵向数学化的双向过程, 构建“情境—抽象—表征—应用”的完整学习体系, 让概念从静态的定义条文, 转变为学生动态生成的思维产物, 让课堂从单向知识灌输, 变为师生协同探究的“再创造”过程。

依托数学化理念, 可构建“四阶段模型”概念教学实施框架。感知阶段立足真实情境, 结合生活场景与社会场景创设教学氛围, 如在“百分数”教学中, 借助饮料成分表、球员投篮命中率等真实数据, 让学生在对比探究中自发产生认知需求。抽象阶段聚焦微探究活动, 引导学生通过观察、操作、推导完成概念建模, 在“平行四边形面积”教学中, 让学生通过数格子、割补平移等自主操作, 完成从动作、图像到符号的概念内化, 自主推导面积公式。应用阶段设计层进式任务, 从基础模仿练习、变式应用, 逐步过渡到跨学科实操, 如结合比例知识测量校园旗杆高度, 以项目式学习实现知识落地。

这种创新教学模式, 有效化解了抽象知识与具象思维的认知矛盾。学生在“观察—猜想—验证—归纳—应用”的完整探究过程中, 逐步养成抽象概括、逻辑推理与模型思维。实践数据证明, 采用数学化教学的班级, 学生的概念理解深度、解题灵活性和学习主动性显著提升, 能自主阐释概念本质的学生占比提升 41%, 主动探究数学问题的学生占比提升 35%。

小学数学概念教学绝非简单的知识传递, 而是赋能学生思维生长的过程。以数学化理念重构课堂, 让数学概念扎根生活、活化思维、

沉淀素养,既是破解当下教学困境的现实路径,也是培育创新型人才的必然要求。

1 数学化在小学数学概念教学中的内涵与意义

1.1 数学化的内涵

数学化是现代数学教育的核心理念之一,特指人们从现实生活情境出发,通过观察、提炼、抽象、概括,抽取事物的数量关系、空间形式与内在规律,形成数学概念、法则、模型,并运用严谨的数学符号、语言与方法进行表达、推理与应用的完整过程。这一过程并非简单的“数学化加工”,而是实现现实问题与数学知识双向转化的关键桥梁。

从结构上看,数学化包含横向数学化与纵向数学化两个相辅相成的维度。横向数学化聚焦“从生活到数学”,是将现实情境中的具体问题剥离非本质属性,提炼出数学要素,转化为数学问题、数学关系或数学模型的过程,比如从购物付钱、分物品等生活场景中抽象出数的运算、分数概念。纵向数学化则立足“数学内部的深化”,是在已形成的数学知识基础上,对概念、规律进行再抽象、形式化、逻辑化,构建数学知识体系,实现从低级数学结构到高级数学结构的提升,比如从具体运算归纳出运算定律,从直观图形推导出几何公式。

横向数学化搭建起数学与现实的联结,让数学不再脱离生活;纵向数学化夯实数学的逻辑内核,让零散知识形成体系。二者相互支撑、循环递进,共同构成完整的数学化过程,其核心价值在于凸显数学与现实世界的紧密关联,让学习者不仅掌握数学知识,更能明晰知识的生成脉络,理解数学的本质意义,逐步建立严谨的数学思维,提升运用数学解决实际问题的核心素养。

1.2 数学化在小学数学概念教学中的意义

小学数学概念是构建数学知识大厦的基石,涵盖数的概念、图形概念、运算概念、量与计量概念等,大多具有高度抽象性、概括性的特点。而小学生以直观形象思维为主,认知水平有限,直接理解抽象概念存在明显困难。将数学化融入小学数学概念教学,契合小学生的认知规律,对概念教学落地、学生数学能力发展具有多重重要意义。

首先,数学化有助于学生深度理解数学概念。小学数学概念并非凭空产生,均源于生活实际。传统教学中直接灌输概念的方式,易让学生死记硬背,难以把握概念本质。而数学化教学遵循“具体—半具体—抽象”的路径,先为学生创设熟悉的生活情境,如从整理文具、分糖果中感知“平均分”,从课桌、课本中认识“长方形”,让学生在直观感知中积累经验;再通过横向数学化剥离具体事物的非本质特征,

提炼出核心数学属性,最终形成清晰、准确的概念。这一过程让抽象概念有了具体依托,学生能真正理解概念的来源、内涵与适用范围,实现从“机械记忆”到“意义建构”的转变。

其次,数学化是培养学生数学思维能力的重要载体。数学化的全过程,始终伴随高阶思维活动,是引导学生从具体直观走向抽象形式化的完整思维训练。在横向数学化中,学生需要对生活事物进行观察、比较、分类,筛选出数学信息;在纵向数学化中,学生要对初步形成的数学表象进行分析、归纳、概括,逐步抽象出数学概念,并梳理概念间的逻辑关系。这一过程反复锻炼学生的抽象概括能力、逻辑推理能力、归纳总结能力,让学生在建构概念的同时,逐步形成严谨、有序的数学思维,为后续复杂知识学习奠定思维基础。

最后,数学化能有效激发学生的数学学习兴趣。小学生的学习兴趣多源于直观、有趣、贴近生活的内容,传统概念教学脱离生活、枯燥单调,易让学生产生厌学情绪。而数学化教学立足学生生活经验,将抽象概念与购物、游戏、校园生活等真实场景结合,把冰冷的数学知识转化为可感知、可操作、可探究的生活问题。当学生发现数学能解决身边的实际问题,感受到数学的实用性与趣味性时,自然会消除对数学的陌生感和畏惧感,主动参与到概念学习中,形成积极的学习态度,提升学习主动性与积极性。

综上,数学化不仅是小学数学概念教学的有效路径,更是落实核心素养、促进学生全面发展的重要支撑,对提升概念教学质量、培育学生数学能力具有不可替代的作用。

2 基于数学化的小学数学概念教学设计

2.1 四阶段模型(以“分数的初步认识”为例)

2.1.1. 情境浸润阶段(横向数学化启动)

案例:设计“班级生日会分蛋糕”任务,引发认知冲突(1个蛋糕分给4人)。

师生互动关键:引导学生用非正式语言描述“公平分”(如“每人一小块”)。

2.1.2. 模型建构阶段(横向→纵向过渡)

操作活动:使用分数圆片折叠,对比 $1/2$ 与 $1/4$ 的面积。

符号化过程:通过“分—数对应”建立分数书写规范。

2.1.3. 结构深化阶段(纵向数学化)

数学推理:通过分数墙探究“ $1=2/2=4/4$ ”的等价关系。

错误分析:针对“分母越大分数越大”的迷思设计反例验证。

2.1.4. 应用迁移阶段(纵向→横向回归)

真实问题:校园绿化带分配($1/2$ 种花, $1/4$ 种草,剩余部分如何表示?)。

2.2 设计原则

渐进抽象原则：实物→图形→符号的阶梯式过渡（Bruner 表征理论）。

社会互动原则：小组合作中的解释与辩论（Vygotsky 社会建构理论）。

3 实施策略与案例分析

3.1 五大核心策略

3.1.1. 双情境链设计

— 初始情境（分蛋糕）→ 拓展情境（测量彩带长度）。

3.1.2. 多元表征系统

现实问题 → 实物操作 → 图形表示 → 数学符号

（横向数学化） （纵向数学化）

3.1.3. 认知冲突策略

故意设置矛盾问题：“为什么 $\frac{1}{2}$ 块巧克力比 $\frac{1}{3}$ 块大，但数字 2 比 3 小？”

3.1.4. 技术赋能路径

使用 Padlet 平台收集学生解题过程，动态生成分数比较可视化图表。

3.1.5. 文化浸润方法

介绍《九章算术》中的分数运算，增强文化认同感。

3.2 教学效果评估

对比实验：实验班（数学化教学）vs 对照班（传统讲授）在分数应用题正确率提升 27% ($p < 0.05$)。

学生访谈反馈：“现在看到分数会想到切水果，不只是做题”。

4 讨论与建议

4.1 数学化教学的局限性

对教师情境设计能力要求较高，需避免“伪情境”（如脱离学生经验的抽象问题）。

4.2 改进方向

开发校本数学化案例库，建立“生活问题→数学任务”转化模板。

参考文献：

- [1] Freudenthal H. Revisiting Mathematics Education[M]. Kluwer, 1991.
- [2] 史宁中. 数学基本思想 18 讲 [M]. 北京师范大学出版社, 2016.
- [3] Van den Heuvel-Panhuizen M. Learning from "Didactikids"[J]. Educational Studies in Mathematics, 2003(54).

作者简介：卢亚娟（1993.02—），女，汉族，甘肃岷县，本科，初级教师，研究方向：小学数学。

通讯作者：王燕（1993.01—），女，汉族，甘肃礼县，本科，二级教师，研究方向：小学教育。

4.3 未来展望

探索 AI 技术（如虚拟实验室）在数学化过程中的支持作用。

5 结论

小学数学概念教学是夯实学生数学基础、培育数学核心素养的关键，核心任务并非单纯让学生记概念、用公式，而是引导其理解概念生成过程、把握数学本质，完成从具象认知到抽象思维的过渡。当前概念教学存在重灌输轻理解、重结论轻过程、脱离生活实际等问题，而数学化理念为小学数学课堂改革提供了科学可行的实施路径。

数学化依托横向与纵向数学化，搭建生活与数学的桥梁，将抽象概念转化为可感知、可操作、可探究的学习活动。其教学遵循“情境浸润—模型建构—结构深化—应用迁移”四阶段模型，以真实情境为起点，依托动手操作、合作交流，助力学生实现从直观感知到数学推理的思维跨越，契合小学生的认知发展规律。

数学化理念融入概念教学具备多重价值。知识层面，为抽象概念赋予生活依托，化解学生理解难题，实现有意义学习；思维层面，依托观察、比较、归纳等多元思维活动，锤炼学生的抽象概括、逻辑推理能力与创新意识；情感层面，联结生活经验，让数学学习更生动实用，提升学生学习主动性，缓解畏难情绪。

双情境链设计、多元表征、认知冲突创设、技术赋能等策略，为教学落地提供了具体方法支撑，实操性和实效性突出，教学效果优于传统模式。但该教学模式对教师教学设计、课堂引导能力要求较高，易出现“伪情境”“形式化”等问题。后续教师需提升专业素养，优化探究化教学活动；学校可依托校本教研搭建教学案例库与教学模板，同时探索 AI 等现代技术与教学的深度融合。

综上，数学化理念回归数学教育本质，契合教学发展趋势，可有效破解概念教学痛点、培育学生核心素养，提升课堂质量，为学生终身数学学习和综合素养发展筑牢根基。