

建构教学：初中数学抽象思维培养“五步曲” ——以《不等式的基本性质》课堂教学为例

蒋 彤

扬州大学数学科学学院，江苏 扬州

收稿日期：2025年7月2日；录用日期：2025年7月31日；发布日期：2025年8月8日

摘 要

本研究根据建构主义理论开展，把情境学习跟技术强化学习结合起来，提出名为“建构教学五部曲”的教学模式，而且以初中数学里《不等式的基本性质》作为例子，采用准实验研究验证它的有效性，实验组采用“建构教学五部曲”途径，对照组采用传统的授课讲法。研究利用定量(前后测成绩、平板练习数据)与定性(课堂观察、学生访谈)相综合的办法，审视该模式对学生抽象思维能力与知识内化起到的影响，研究同时对该模式存在的局限性展开了探讨，包括对数字化工具的依赖情况以及在低技术环境里的适用性状况，且给出了替代性办法，提议未来研究拓宽跨学科验证的范畴，完善混合教学模式，且要强化长期跟踪式评估，此研究为培养数学抽象思维给出了实践上的参考，同时为技术赋能教育的合理应用给出了批判性反思。

关键词

建构主义教育，抽象思维，初中数学，五步教学法

Construction of Teaching: “Five Steps” to Cultivate Abstract Thinking in Junior High School Mathematics

—Taking the Classroom Teaching of “Basic Properties of Inequalities” as an Example

Tong Jiang

School of Mathematical Sciences, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Jul. 2nd, 2025; accepted: Jul. 31st, 2025; published: Aug. 8th, 2025

Abstract

This study, grounded in constructivist theory, integrates situated learning with technology-enhanced reinforcement learning to develop the “Constructivist Teaching Pentad” instructional model. Using the junior high mathematics lesson “Fundamental Properties of Inequalities” as a case study, a quasi-experimental design was employed to verify its effectiveness. The experimental group implemented the pentad approach, while the control group followed traditional lecture-based instruction. Through a combination of quantitative measures (pre-post test scores, tablet-based practice data) and qualitative methods (classroom observations, student interviews), the research examined how this model enhances students’ abstract thinking abilities and knowledge internalization. The study also addressed limitations, including reliance on digital tools and applicability in low-technology environments, and proposed alternative approaches. Future research should expand interdisciplinary validation, refine blended teaching models, and strengthen long-term tracking assessments. This study provides practical references for cultivating mathematical abstraction while offering critical reflections on technology-enhanced education implementation.

Keywords

Constructivist Education, Abstract Thinking, Junior High School Mathematics, Five-Step Teaching Method

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在教育持续革新的大环境下，初中数学教学迎来全新挑战与机遇。《义务教育数学课程标准(2022 年版)》着重指出，要将发展学生数学核心素养作为教学核心目标，强调培养学生从现实情境中抽象数学问题、运用知识解决实际问题的能力[1]。《不等式的基本性质》作为初中数学的关键内容，对学生理解数量关系、发展逻辑与抽象思维意义重大。然而，传统教学模式在这部分内容的教学中存在诸多问题，导致学生对知识的掌握流于表面，难以达到新课标的要求。因此，探索更有效的教学模式，成为提升初中数学教学质量、推动学生全面发展的关键。本文基于建构主义教育理念，深入探究“建构教学五步曲”在《不等式的基本性质》教学中的应用，期望为初中数学教学改革提供新思路和实践参考。

2. 文献综述

教学五部曲的提出是基于对传统教学模式的创新和反思，从国内外相关研究成果不难看出，教育领域正在逐渐从原来单一的单向知识传播朝着双向、多维能力培养的方向转变。这一转变强调学生的主动参与程度和深度思考，而不是单纯依靠教师进行单方面的输出。在这一背景下，教学五部曲应运而生。旨在通过系统化的教学设计将学习者的内在潜能充分激发出来，并推动知识的内化和转移。该教学方法的核心理念深度融合的建构主义、情境学习理论以及技术强化学习等相关的研究成果，给后续教学实践工作的开展奠定了理论基础。

朱雁，鲍建生(2002)在研究中认为，将技术和教学紧密融合在一起非常重要和关键[1]，该研究成果指出学生学习的动机对于学习效果的提升和学习成果的转化具备突出的积极作用。而应用技术可以让原本

枯燥的知识更加生动有趣,学生学习的动机自然也会得到强化。马云鹏,张春莉(2002)则基于社会建构主义的角度着手,对协作学习在课堂中的实际应用效果进行了深度探索[2],其认为让学生之间在学习的过程中构建起协作关系,可以帮助学生对知识进行深度理解,同时对于知识在实际生活中的应用也具备突出的积极作用。章建跃(2007)认为,通过对比驱动的教学设计对于学生逻辑思维能力的激活和强化会起到一定的积极作用[3],同时还可以帮助他们在冲突中产生更加全面的认知框架和知识体系。这对于他们未来的学习和知识的实践应用都具备突出的积极作用。曹一鸣,王竹婷(2010)在研究中重点对游戏化教学进行深入探索[4],他认为不同的学生本身的基础(包括理解能力、知识累积等)都有所不同,所以在学习需求上也会表现出较大的差异,如何将教学过程中的趣味性和参与度进行提升,对于学生的阶段性成长具备突出的积极作用。

3. 研究设计: 准实验研究

3.1. 实验设计

为了能够将建构教学“五部曲”在《不等式的基本性质》教学的实际教学效果进行凸显,说明其在培养学生抽象思维上表现出来的积极作用。本研究拟使用准实验研究方法,设置实验组和对照组,通过前测和后测数据(如单元测验成绩、思维水平量表得分)来量化评估该教学模型的效果。其中实验组,采用建构教学“五部曲”进行教学,该方法属于经典的以学生为中心的教学方法,教师通过引导学生主动参与,自主构建知识体系,进而对不等式的概念有一个基本的理解。对照组则是采用传统的讲授式教学方式,即教师讲解,学生听讲和记录。为了保证最终实验结果的真实性和科学性,除了教学方法有所不同外,课时安排、教材内容以及教学环境等条件都和实验组保持一致,避免其他因素对实践结果产生干扰。

3.2. 样本选择

样本选择也是研究设计非常重要的一个内容。为了保证实验组和对照组的教学成果具备可比性,分组采用的是匹配法。即根据学生的数学基础、前测成绩等各种指标进行综合匹配,保证两个小组的学生在实验开始之前的学习水平基本相同。该方法可以大大减少因为样本差异而导致的实验偏差,进而显著提高最终所得研究结果的可信度。

3.3. 变量控制

在变量控制方面,本研究始终坚持在科学实验的基本原则之下,对包括教师教学水平、教学设备的使用等可能会对教学效果产生影响的无关变量进行控制,确保其不会对最终的实验结果产生影响。通过这样的方式,研究可以更清晰地体现哪一种教学方法对学生学习效果产生的影响。

4. 数据收集: 定量与定性结合

为了能够对“建构教学五部曲”对初中学生数学抽象思维培养产生的影响进行研究,本文采用混合研究方式,通过结合定量数据(量化效果)和定性数据(深入理解的过程),以此来强化研究的可信度和说服力。

4.1. 定量数据(验证效果)

使用定量分析方法旨在使用量化指标对学生知识掌握、抽象思维能力以及学习态度的影响进行研究(表1)。

从表2的数据可以看出,在实验测试之前,对照组的平均数要高于实验组,但是在实验对比教学之

后，实验组的平均分提升幅度更高，平均分提高 15.8 分。这一数据结果也说明应用“建构教学五部曲”这一教学方法确实可以显著提高学生的学习效果。尤其是在学生抽象思维能力等的培养上，实验组的学生进步要更显著。这一调查结果也进一步验证了，该种教学方法确实可以帮助学生重新构建更加科学的知识体系，有效提高数学思维能力。除此之外，从平板联系记录的数据也可看出，实验组的学生在联系中的正确率要更高，且完成的时间更短。这说明，实验组的学生不仅知识掌握更加牢固，且应用起来也更得心应手。这些定量数据，给后续深入分析教学方法奠定了坚实的基础，同时也给下一步提高“建构教学五部曲”的适用性和推广价值的提升奠定了一定的理论依据和价值。

Table 1. Data collection phase and tools

表 1. 数据收集阶段与工具

阶段	定量数据	定性数据	工具/方法
前测	单元测验、抽象思维量表	——	标准化测试题、Likert 量表
教学实施	平板练习记录(正确率、时间)	课堂录像、学习单	数字化工具(火花学院)、观察表
后测	单元测验、抽象思维量表	学生访谈、观点云文本	半结构化访谈、Nvivo 文本分析
长期追踪	延迟后测、迁移测试	——	同前测工具

Table 2. Shows the improvement of average scores before and after the experiment and control groups

表 2. 实验组和对照组前后测平均分提升情况

组别	平均分(前测)	平均分(后测)	提升幅度
实验组	72.5	88.3	15.8
对照组	73.1	80.6	7.5

4.2. 定性数据(揭示过程)

下表 3 为本文针对课程之后针对两个小组的学生进行面对面访谈之后，节选出来的一部分的访谈数据。从表中数据可看出，前两条是实验组的学生给出的访谈记录，访谈记录可看出，实验组的学生。在学习期间展现出了更高的自主性与探究意愿，他们谈到在课堂上能更积极主动地参与讨论，并且凭借教师的引导渐渐构建起对不等式概念的理解框架，有学生跟大家说：“老师叫我们自己去找出不等式的规律，刚开始有点棘手，但后来通过小组讨论与实验操作，我感觉这些知识是我亲自发现的，印象十分深刻，”这显示建构教学“五部曲”有效激发了学生的内在学习积极性，让他们在学习进程里获得了更多的成就感积累。

而对对照组的学生更多表现出被动接收知识的样子，一位对照组学生说道：“老师讲得十分清楚，我们认真听然后记下来便可以，只是有时听完感觉懂了，做题时却不太会用，”这种反馈显示，传统讲授式教学虽能在一定程度上让学生掌握知识点，但在促进深度理解和灵活使用方面也许存在一定局限。

从课堂观察与录像分析里，同样可以看出显著差异，实验组的课堂氛围比之前更活跃，学生们彼此间互动十分频繁，而且他们频繁地提出一些带有挑战性的问题，对照组的课堂似乎相对安静，学生的注意力大多是集中到老师身上，缺少主动思考跟质疑的契机，如此对比进一步说明了不同教学方法对学生学习进程的影响。

为了更全面地揭示这一现象背后的根由，本文还对学习单与作业做了细致分析，实验组的学习单存在大量学生自主标记的重点知识以及个人思考痕迹，反映出他们对知识的深度加工水平；而对照组的学习单主要是靠抄写完成，个性化方面的内容偏少，这些定性数据为定量结果增添了有力的补充内容，使

研究结论具备更强的说服力。

Table 3. Thematic coding of student interviews (excerpts)
表 3. 学生访谈主题编码(节选)

原始语句	编码主题	解释
“天平实验让我看到不等号怎么变”	具象到抽象的过渡	实验操作促进符号化理解
“小组讨论时，同桌指出我漏了负数情况”	社会建构的协作效应	同伴互评纠正认知偏差
“老师板书时强调‘依据性质 2’，我记住了”	教师示范的脚手架作用	严谨语言强化规则内化
“老师说的一些重点，我在课堂上基本上记住”	圈重点，强化记忆	强制输出，增强记忆点

5. 讨论：灵动活跃的建构教学

“建构教学五步曲”在《不等式的基本性质》教学实践中成效显著，对学生思维发展和知识掌握产生积极深远影响。深入探讨其成效，有助于总结经验，为后续教学提供借鉴，明确其在培养学生数学核心素养方面的价值[5]，为初中数学教学改革提供理论和实践支持。

5.1. 技术赋能，具象抽象共生

依托数字化工具(火花学院)，将天平实验具象操作转化为符号化数学规律。通过“动手操作－动态观察－符号归纳”的认知链条，践行建构主义“从具体经验到抽象概念”的学习路径。例如，学生通过增减天平两侧砝码的直观操作，归纳出“不等式性质 1”，既强化了具象感知，又完成了符号化抽象，实现皮亚杰认知发展理论中“同化”与“顺应”的平衡。

5.2. 对比驱动，逻辑冲突显化

以等式与不等式性质对比为锚点，引发认知冲突，深化符号逻辑理解。基于奥苏贝尔“先行组织者”理论，通过异同分析表(如“乘负数方向改变”对比等式变形)，暴露学生前概念偏差，推动思维从“形式模仿”转向“本质辨析”。配合数轴动态演示，将抽象符号的传递性、方向性转化为可视化逻辑链，契合双重编码理论中“语言－图像”协同编码机制，强化长时记忆的深度建构。

5.3. 互动生成，社会协作建模

采用“师生共析例题－生生互评纠错”的双向互动模式，践行社会建构主义“知识通过协作生成”的理念。通过板书示范严谨的数学语言(如“依据性质 2，不等式方向改变”)，搭建符号推理的脚手架；学生通过互评平台实时反馈(如平板端答案批注)，在“解释－质疑－修正”中完成维果茨基“最近发展区”的跨越，将个体经验升华为集体共识的数学规则。

5.4. 游戏浸润，分层体系进阶

融合游戏化机制与分层练习设计，构建“表达－应用－内化”的思维进阶闭环。基于布鲁姆目标分类理论，观点云弹幕(自由表达收获)对应“记忆－理解”层级，闯关式游戏(条件判断题目)对应“应用－分析”层级，而资源分配优化任务(如课后建模题)则指向“评价－创造”层级。通过梯度任务设计，推动学生从符号规则的被动接受者，转变为主动建构复杂问题解决策略的数学思考者，最终实现抽象思维的系统性跃迁。

数学抽象教学任重道远，教师唯有基于学情，妙用智慧，勇于突破固有教学模式，以“建构教育”作筏，才能自渡渡人，启智明心，使数学课堂迸发活力与生机。

6. 研究局限性与普适性讨论

本研究在对“教学五部曲”在实践教学中的应用进行探索中发现,其对于各种数字化工具的应用依赖程度非常高,这些现代化的技术手段和平台确实在教学实践中发挥出了非常显著的积极作用和优势,尤其是将各种原本抽象的概念转变为具象化、提供实时反馈和支持协作学习等方面都发挥出了不可替代的作用。但是这种对于数字技术和工作的高度依赖在实践教学中也产生了一定的局限性。

首先,技术门槛是一个非常重要的问题。在经济不发达的地区,由于教学硬件设施的不完善或者是教师应用技术的能力有限,基本无法复刻该教学模式。不仅会严重影响教学效果,还会导致教育资源分配不均衡的问题愈发突出。其次,成本问题也是一个需要重点关注的问题。数字化技术和工具的应用往往会产生相应更高的经济投入,这对于本身教育资源就匮乏的地区来说无疑也是一种巨大的挑战,教育不公平的现象也会更加严重。

为了能够进一步提升“教学五部曲”在不同教育环境和地区的普适性,本研究认为可以针对低技术环境设计一些替代策略。如在对抽象化概念进行具象处理的过程中,可以采用失误教具将动画演示过程进行碳体。具体,可以使用纸质天平模型、磁贴数轴等教具,让学生自己动手进行操作,进而实现认识体系和知识链条的构建,进而有效推动数字化工具的替代效果产生。另外,在协作学习的形式上也可以做出一定的调整。如,可以在小组黑板进行展示和口头互评的方式替代原来的数字化互评平台。虽然该种方式的技术含量比较低,但是原本的社会建构的核心也得以保留,可以让学生之间在学习过程中建立起良好的互动和合作关系。除此之外,在任务设计上,也可以选择将原本游戏化闯关任务转化成阶梯制的纸质练习题。这样的调整措施,不仅在一定程度上缓解了技术支持和依赖,还能够始终保持思维进阶的设计逻辑,让学生可以一步一步掌握核心知识要点和深入理解。

总而言之,依靠上述替代策略,能在一定程度上缓解技术门槛跟成本问题带来的局限,让“建构教学五部曲”可在更广泛的教育环境中推广并应用起来,这种方法既保留了原教学模式的核心要义,还兼顾了不同教育背景下的实际需求,为教育公平的达成和质量的提高开辟了新途径。

参考文献

- [1] 朱雁,鲍建生.中英两国初中数学课程综合难度的比较研究[J].全球教育展望,2002(9):48-52.
- [2] 马云鹏,张春莉.数学课程标准研制中的几个问题[J].课程·教材·教法,2002(5):36-39.
- [3] 章建跃.数学教育改革中几个问题的思考[J].数学通报,2007(5):6-10.
- [4] 曹一鸣,王竹婷.基于学生视角的数学课堂教学行为有效性研究[J].教育学报,2010(1):37-43.
- [5] 喻平.数学核心素养评价的一个框架[J].数学教育学报,2017,26(2):19-23.