

核心素养背景下高中数学学习进阶研究

张婉婷, 戴阔斌*

黄冈师范学院数学与信息科学学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2024年9月13日; 录用日期: 2025年1月3日; 发布日期: 2025年1月13日

摘要

高中阶段是培养学生创新意识、数学思维以及问题解决能力的关键期。在这一阶段, 很多学生只注重学习数学知识和技能, 却忽视了综合素质的提升。为了解决上述问题, 发展学生的数学核心素养, 需要让学生们经历和参与核心素养培养的学习活动, 通过核心素养驱动教学改革。因此, 数学教师可以将学习进阶理论应用于数学教学中, 设计学习进阶教学活动, 推动学生合作探究式学习, 促进学生多方面能力发展。本文主要浅谈核心素养背景下的高中数学学习进阶研究, 旨在为高中数学教师提供新的教学思路和策略, 促进学生核心素养的全面发展。

关键词

学习进阶, 核心素养, 高中数学

A Study on the Progression of Mathematics Learning in Senior Secondary Schools in the Context of Core Literacy

Wanting Zhang, Kuobin Dai*

College of Mathematics and Information Science, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Sep. 13th, 2024; accepted: Jan. 3rd, 2025; published: Jan. 13th, 2025

Abstract

The senior secondary stage is a key period for students to develop their sense of innovation, mathematical thinking and problem-solving skills. At this stage, many students only focus on learning mathematical knowledge and skills, but neglect the improvement of their comprehensive quality. In order to effectively solve the above problems and develop students' mathematical core literacy,

*通讯作者。

文章引用: 张婉婷, 戴阔斌. 核心素养背景下高中数学学习进阶研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(1): 160-165.
DOI: 10.12677/ces.2025.131022

it is necessary to let students experience and participate in the learning activities of core literacy development, and to drive teaching reform through core literacy. Therefore, mathematics teachers can apply the learning progression theory to mathematics teaching, design learning progression teaching activities, promote students' cooperative inquiry learning, and promote the development of students' multifaceted abilities. This paper focuses on the study of learning progression in high school mathematics in the context of core literacy, aiming to provide high school mathematics teachers with new teaching ideas and strategies to promote the comprehensive development of students' core literacy.

Keywords

Learning Progression, Core Element, High School Mathematics

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

随着课程改革的不断深入, 核心素养逐渐成为引领教学改革的重要理念。高中数学的核心素养是学生在数学学习过程中逐步沉淀和积累的综合能力和品质, 它要求学生在掌握数学知识外, 还强调学生对于数学思想方法的灵活驾驭与创造性应用, 能够独立的分析、解决问题以及拥有对未知的探索精神与同伴的合作交流能力。《普通高中数学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》指出学生数学学科核心素养的培育与达成, 是一个循序渐进、多阶段融合且持续深化的过程, 整个过程具有阶段性成长、连续性发展以及综合性整合等特点。其中, 阶段性和连续性的学习进阶, 可以使学生从整体上把握课程, 实现数学学科核心素养的形成与发展; 整合性构建是指通过课堂教学的巧妙延伸, 实现教学活动与日常生活的深度融合与对接, 引导学生用数学的眼光观察现象、发现问题, 使用恰当的数学语言描述问题, 用数学的思想、方法解决问题, 理解数学内容的本质[1], 这也为将学习进阶理念深植于数学教学之中奠定了坚实的基础。学习进阶, 作为一种强调学生能力循序渐进、逐级提升的学习理论, 与数学知识构建的阶段性、连续性、整合性不谋而合。学生的数学知识学习过程是螺旋式上升的过程, 推动学生的进阶学习与核心素养的提升要同步进行, 这就要求教师在教学中要以核心素养为导向, 推动学生向更高处发展。

2. 核心素养背景下高中数学学习进阶的意义

《课标》中指出, 数学核心素养是学生在数学学习过程中逐步形成和发展的数学思维品质、关键能力以及情感、态度与价值观[1]。数学核心素养是课程目标的集中体现, 教师在教学中要深入理解数学核心素养的多维概念与深层次内涵, 将其置于教学设计的首要位置, 遵循以生为本的原则, 为学生营造良好的学习氛围, 促进学生的全面发展与终身学习。但在数学课堂中也存在教师教学目标的设计缺少针对性、学生学习积极性较低以及学习氛围沉闷等问题[2], 为确保核心素养的有效培养, 教师在组织教学时要引导学生有层次性的学习数学知识, 掌握数学知识的核心概念, 实现进阶学习。

在科学教育界中, 学习进阶这一概念当前还没有一个普遍公认的定义, 美国国家研究委员会(National Research Council of the United States)将其定义为: “学习进阶是对学生连续且逐渐深入的思维方式的假定性描述。在一个适当的时间跨度下, 学生学习和探究某一重要的知识或者实践领域时, 思维方式逐渐进阶” [3]。这一定义既强调了学习过程的连续性和渐进性, 也体现了对学生思维发展动态性的关注。依据

国际科学教育界的广泛共识,学习进阶这一概念涵盖了五个核心要素,分别为:进阶起点和终点;进阶维度;进阶水平;各水平的学业表现;测评系统。它们共同构成了理解和促进学生学习深化与发展的关键框架。学习进阶的深层意义在于它不仅刻画了学生的认知发展轨迹,更关注到了学生在这一过程中所需的“助力因素”与“支撑点”。这一过程严格遵循学生思维发展的内在逻辑与自然规律,体现在学生在掌握知识与技能时,遵循着一条连贯、有序的学习轨迹。学生的进阶学习过程不仅是数学知识的简单累加,更是学生思维品质、问题解决能力及创新精神的全面升华。

目前,核心素养已经成为教育事业的中心点,学习进阶的理论的研究者也开始聚焦于核心概念学习进阶与关键能力学习进阶的深度融合与一体化构建,这也使得学习进阶理论的研究成为了学生核心素养体系构建与优化的关键引领策略之一[4]。在新一轮的课程改革中,更加强调了学生的主体地位,将关注点更多地聚焦于学生数学思维方式的培养。而学习进阶作为一个基于学习者的实际情况而提出的教育学概念,倡导让学生的数学由低阶走向高阶、由模仿走向创新、由现象走向本质,以实现高阶思维的培养和数学核心素养的发展,彰显数学学科的育人价值[5]。因此,教师在数学教学中要深入分析学生的学习进阶历程,对学生思维能力、问题解决能力等多维度的能力进行全面洞察,科学的设计进阶活动,从而推动学生全面发展,引领学生构筑坚实稳固的数学基石。

3. 核心素养背景下高中数学进阶学习的原则

从学习进阶的视角出发,高中数学教学需要遵循三大原则:主体性、结构性和综合性。主体性原则聚焦于学生的自主性发展,鼓励学生在数学的学习过程中主动探索,积极思考,成为有自主学习能力的学习者;结构性原则强调数学知识的系统性和连贯性,教师要引导学生搭建完整系统的数学知识框架,使学生在数学的学习过程中能够实现触类旁通;综合性原则追求实现数学知识的深度与广度的融合,强调学生将所学的数学知识内化为自己的知识体系,并能够运用所学知识解决实际问题。这些原则紧密相连、相辅相成,在高中数学课堂中,教师应当成为这些原则的深入探索者与精准践行者,以实现学生的数学进阶学习。

4. 核心素养背景下高中数学进阶学习的策略

由于学生之间存在的个体差异性,不同学生的学习路径都可能独特而不同。在核心素养背景下,高中数学学习的过程中需要充分考虑学生的个体差异,教师在教学过程中采取更为灵活和个性化的策略,注重学生的启发式教学和探究式学习,同时注重学习过程中的反馈与调整,以满足不同学生的学习需求。

4.1. 实现教材二次开发,设计有效进阶起点

学习进阶的理论研究者强调:学习进阶终将实现其在教育实践领域的深度融入与有效应用。但在理论真正服务于教学中,仍需要强化理论与实践的融合度,确保教育理念能够对接教学实际[6]。在高中数学学科教学中,教师需要从学习进阶的视角出发,深入挖掘教材,实现教材的二次开发。在课堂中,为了引导学生进行进阶学习,教师设计出一系列的问题链,引导学生逐步深入的思考。这就要求教师对学生的学习现状要有精准的把握,从而能够准确地设定学生的进阶起点。教师要根据学生的认知特点进行教学,在充分研读教材的基础上,梳理出知识体系的内在逻辑结构,确保课堂中知识的呈现,既符合学生的认知规律,又体现出知识本身的层次性和连贯性。

在具体的教学中,教师可以将知识点划分为基础和进阶两个层次。基础知识,是数学学习的核心要素,涵盖了学科的基本概念与基本技能;而进阶知识,则是在基础知识之上,对知识进行的深层次探索与拓展,旨在培养学生的高阶思维能力和学科素养[7]。知识点的分类可以帮助学生明确知识结构,确定

进阶起点, 设置进阶路径。同时, 在问题链的设计中, 教师要根据进阶路径设计一系列递进的问题, 引发学生思考, 且这些问题应该立足学生认知, 具有目的性、层次性、逻辑性和启发性, 能够提升学生思维水平, 激发思维潜能[8]。

例如, 在高中数学学习中, 函数作为一个重要的学习模块, 是高考中题目类型的重要组成部分, 函数的学习还有助于培养学生的解决实际问题的能力以及逻辑思维和创新能力。在函数内容的学习中, 基础知识可以包括函数概念与性质、幂函数、指数函数、对数函数等, 而进阶知识则可以包括三角函数、函数的应用等知识。在实际教学中知识可以再次进行细分, 在“函数的单调性”这节课的教学中, 基础知识可以包括单调性的定义、单调性的判断方法、基本函数的单调性等, 而进阶知识则可以包括函数单调性的性质、函数单调性的运算法则、复合函数的单调性等。这样的分类可以更好地适应不同学生的学习需求, 明确进阶起点, 促进知识的层次化学习。依据学生的认知规律, 教师可以设计以下问题链: 1) 递增的性质是一个整体的性质? 还是局部的性质? 2) 如何用符号语言描述“增加”? 3) 能否通过几组特殊值的比较, 判定函数图像为递增的? 4) 在上升函数图像上随意选择两点, 比较两点的坐标, 有怎样的规律? 以上问题链体现了学生在数学学习过程中由发现到理解的进阶过程, 引导学生在学习过程中不断进阶, 使学生的思维达到新的高度, 逐步加深对问题本质的认识。这样以问题为导向的教学过程, 使得学生在探索和解决问题的过程中获得知识, 教师不仅帮助学生建立了对函数部分内容的相关知识结构, 还逐步培养了学生对于知识点进行整合与积累的能力以及抽象思维能力。学生通过积极思考开始学会构建数学知识之间的内在联系, 这对于学生未来在数学学习过程中能够更加灵活地运用所学知识解决问题, 促进数学知识的内化与迁移具有重要的意义。

4.2. 倡导合作探究学习, 引领学生思维进阶

在高中数学教学中教师要引导学生开展合作探究学习, 推动学生的思维进阶。首先, 教师要选择合适的小组规模, 将学生合理分配为不同的小组, 在小组分配中要贯彻“组内异质、组间同质”的原则。

“组内异质”是指教师组建小组时, 需综合考虑学生数学基础、学习能力、性格与兴趣, 确保组内成员多样性, 以形成互补优势, 促进思维碰撞与策略交流, 激发创新思维与问题解决能力; “组间同质”则要求各小组在平均能力、探究动力与合作意愿上保持平衡, 确保公平竞争与有效评价, 维护班级学习氛围, 防止实力悬殊导致兴趣丧失。随后, 教师要设置合理的小组任务, 激发学生的合作学习动力, 教师设置的学习任务要具有一定的挑战性和实践性, 同时又不能过于复杂或难以完成, 激发学生的合作学习动力。其次, 教师要引导学生建立有效的沟通机制, 增强学生之间的互动, 鼓励小组成员间分享观点, 让学生能够及时地交流和反馈信息[9]。在合作学习过程中, 教师不仅要促进团队间的互动与协作, 还应扮演引导者的角色, 指导学生进行深入的自我反思, 引导学生思考在合作探究过程中自己的贡献与不足。通过自我审视, 学生能够更加清晰地认识到自己在知识掌握、技能运用、团队协作及沟通表达等方面的优势与短板。同时, 教师还应对合作学习成果进行及时评价, 肯定学生的学习成果, 用正面反馈激发学生的学习热情。

例如, 在“正弦定理”这节课中, 教师可以根据学生的实际情况, 将学生分成若干小组, 每个小组的人数控制在 6 人以内, 确保每个学生都能获得充分的参与机会, 并能在小组内形成有效的互动。教师可以在本节课的教学中设置一些具有挑战性的探究任务, 任务要在学生的最近发展区内, 避免太简单或者太难, 例如“如何在锐角三角形和钝角三角形中证明正弦定理的成立?”“正弦定理中的比值是什么? 如何证明?”引导学生进行合作探究, 让学生全程参与到新知识的生成过程中。为了更好的引导学生进行反思和思考, 教师还可以设置“在证明正弦定理的过程中, 你尝试了哪些不同的方法或思路? 你觉得哪种方法最有效?”“如果你有机会向其他同学介绍正弦定理, 你会如何讲解?”等问题, 来激发学生

的批判性思维,也可以使得学生在学习过程中及时获得评价与反馈。在学生研究学习的过程中,教师要随时关注小组的学习动态,积极发挥教师的指导作用,提高学生的小组合作学习效率。在合作探究过程中,学生可以拓宽学习思路,在相互交流与讨论中,攻克数学问题,建立了知识间的联系,在发展学生合作探究能力的同时,也发展了学生对于知识的总结能力。

4.3. 完善评价反馈体系,及时调整进阶教学

学习进阶理论自问世以来,就与对学生的测评实践紧密交织在一起。一方面,学习进阶理论的建构需要以在教育测量中学生的实际表现为基础,另一方面,依托于学习进阶理论的测评体系能够揭示学生不同学习阶段的能力发展状态与成就水平[4]。在当前教育环境下,多数测评体系偏重于结果性评价,过分聚焦于分数和答案的正确性,从而在一定程度上忽视了对学生思维过程和学习过程的深入评价。这种以结果为导向的评价模式,往往会导致学生陷入应试的桎梏,而忽视了学习过程中对知识的理解和思考。然而,真正的学习并非一蹴而就,而是需要经历一个从认知到理解,再到运用的过程。因此,基于学习进阶理论完善测评体系应关注学生认知发展的过程,关注学生的思维方式,教师要随时掌握学生的实际情况,分析学生在某一阶段的数学知识掌握情况,或者分析学生对某一主题数学知识的掌握情况[10]。以便教师及时调整教学策略,促进学生更好地发展。

教师在教学过程中要善于利用教学评价的方式对学生学习过程做出引导,在课堂评价与反思中提高学生学习质量,助力学生数学综合素养的全面发展[11]。这要求教师在评价内容上,既要关注学生对数学基础知识的掌握,又要重视其数学思维的培养。同时,数学应用能力也是评价的重要方面,它主要考察学生将数学知识应用于实际问题的能力。在评价方式上,教师应采取多样化的手段,实现过程性评价与终结性评价的有机结合。过程性评价侧重于学生在日常学习活动中的表现,以及在学习过程中的成长和进步。教师可以通过课堂观察、学生自评、同伴互评等方式,全面了解学生的学习状态,及时发现问题并予以解决。而终结性评价则主要关注学生在期末考试、学业水平测试等正式评价中的表现,以检验学生的学习成果。为了更全面地了解学生的学习状态,教师还应关注学生的情感态度、合作意识和学习习惯等方面的评价。这有助于教师制定更为个性化的教学策略,以满足学生的不同需求。通过不断完善评价反馈体系,教师可以更加精准地把握学生的学习状态,为学生的高中数学进阶学习提供有力的支持。

例如,教师在开展《直线与平面垂直的判定》教学时,教师根据《课程标准》与教材内容,可以确定本课时的评价任务为:1) 学生能否从生活现象中直观感受到直线与平面垂直的形象,并将其抽象出直线与平面垂直的概念;2) 学生能否积极参与,通过影子实验,在动手操作、思考、归纳等一系列活动中完成探索;3) 学生能否在正反例中,通过对比归纳出直线与平面垂直的定义,并用自己的语言描述定义内容;4) 学生能否根据定义得到直线与平面垂直时,直线与平面内任意一条直线垂直的结论,并写出符号语言,了解定义的双向叙述功能;5) 学生能否利用将无限转化为有限的思想,寻找判定直线与平面垂直的可能性假设;6) 学生能否利用定义和判定定理解决空间位置关系的简单命题;7) 学生能否在实验操作中,确认直线与平面垂直的判定定理,并能用自己的语言叙述出定理内容并写出相应的符号语言。在学生的学习过程中,教师应确保教学评价贯穿其中,推动学生的发展和进步。上述七条评价任务,将学生在学习过程中学习态度、合作效能以及对于知识的掌握程度都纳入了评价指标,实现了对学生的全过程深度化评价。此外,教师也要鼓励学生积极自评,通过回忆学习的过程,学生总结自己的收获与不足,提升自身的元认知能力与自我导向学习能力,为学生的终身学习与持续发展奠定了坚实的基础。

5. 结束语

高中数学课程内容突出函数、几何与代数、概率与统计、数学建模活动与数学探究活动四条主线,

学科知识较为复杂与抽象, 它不仅要求学生具有较高的直观想象, 数学运算和逻辑思维能力, 还要求学生将所学的理论知识应用于实际问题的解决中。教师要紧密围绕高中数学核心素养所确立的育人目标做好数学学习的进阶设计, 引导学生逐步深化对数学知识的理解和应用, 实现进阶学习。教师可以通过实现教材二次开发、倡导合作探究学习、完善评价反馈体系等方式来培养学生的数学思维, 加深学生对数学知识的理解与掌握, 引导学生将知识应用于实际生活, 帮助学生将抽象的数学概念具象化, 提升学生的实践应用能力, 体会到数学的实用性和价值, 更好地实现培养学生核心素养的教学目标。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版, 2020年修订) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 刘彩梅. 高中数学核心素养培养策略的研究[J]. 中学课程辅导, 2024(24): 111-113.
- [3] 童莉, 张号, 张宁. 义务教育阶段学生数据分析观念的评价框架建构[J]. 数学教育学报, 2014, 23(2): 45-48.
- [4] 姚建欣, 郭玉英. 学习进阶: 素养的凝练与范式的演变[J]. 教育科学, 2018, 34(4): 30-35.
- [5] 李松林. 以大概念为核心的整合性教学[J]. 课程. 教材. 教法, 2020, 40(10): 56-61.
- [6] Lehrer, R. and Schauble, L. (2015) Learning Progressions: The Whole World Is Not a Stage. *Science Education*, **99**, 432-437. <https://doi.org/10.1002/sce.211>
- [7] 许志滨. 学习进阶视角下高中数学课堂教学设计研究[J]. 高考, 2024(11): 71-73.
- [8] 隗雪娜. 高中数学课堂“问题串”的设计——以“平面向量基本定理”教学为例[J]. 中学数学, 2023(23): 29-30, 37.
- [9] 赵积慧. 分层分组合作教学的课堂教学时机初探[J]. 数理天地(高中版), 2024(5): 87-89.
- [10] 丁世军. 学习进阶理论下的高中数学解题教学策略研究[J]. 数理解题研究, 2022(9): 5-7.
- [11] 林蔓. 提升高中数学课堂教学评价有效性的策略研究[J]. 试题与研究, 2024(16): 40-42.