

DOI: 10.13718/j.cnki.jsjy.2024.03.011

中小学数学跨学科主题学习： 变迁、内涵与实施

张廷艳¹, 孙晓天², 胡娜³

(1. 西南大学 教师教育学院, 重庆 400715; 2. 中央民族大学 理学院, 北京 100081;
3. 重庆八中宏帆中学校, 重庆 400021)

摘要: 跨学科主题学习作为促进中小学数学课程育人方式变革的重要抓手, 在一线课堂教学实践的落实是本轮数学课程改革所面临的难题。纵观新中国成立后实施的历次数学课程改革可知, 中小学数学跨学科主题学习可溯源到新中国成立初期。分析了新中国成立以来我国中小学数学跨学科主题学习的变迁历程, 其包括萌芽阶段、探索阶段和发展阶段; 厘清了中小学数学跨学科主题学习的内涵, 提出“育人性、真实性、探究性、学科性、跨学科性、主体性、开放性和生成性”八大特征; 从目标设置、活动设计与实施及评价三个方面提出中小学数学跨学科主题学习的实施要点。在中小学数学跨学科主题学习的实施中, 目标设置要强化育人导向、突出学科特征、体现素养进阶; 活动设计与实施要优化行前方案、突出学生主体性、注重连续性; 在评价中提倡评价主体多元化、评价内容多维化、评价方式多样化、评价手段数字化。

关键词: 数学课程标准; 综合与实践; 跨学科主题学习; 核心素养; 跨学科

中图分类号: G623 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8129(2024)03-0095-09

基金项目: 国家教育考试科研规划重点课题“基于破‘唯分数’的考试评价模式构建与实施研究——以高中‘三全综合’考试评价模式为例”(GJK2021014), 项目负责人: 张廷艳; 宜宾市双城协议保障科研经费科技项目重大课题“基于核心素养的中学学业质量评价与教学改革研究”(XNDX2022020022), 项目负责人: 张廷艳。

作者简介: 张廷艳, 理学硕士, 西南大学教师教育学院教授, 硕士生导师; 孙晓天, 理学博士, 中央民族大学理学院教授, 博士生导师; 胡娜, 理学硕士, 重庆八中宏帆中学校教师。

进入21世纪, 随着信息技术和知识经济的迅猛发展, 社会对具备沟通合作、问题解决和创新创造等高阶技能人才的需求推动着教育领域育人观念的变革, 对现有的课程体系、教学模式和教师素养等提出了新的挑战。作为教育领域的主流话语, 核心素养引领了我国当下的基础教育课程改革和教学改革^[1]。这场变革的实质是知识(双基)教育向素养(核心素养)教育转型升级^[2]。《义务教育数学课程标准(2022年版)》(后文简称“新课标”)确立了以核心素养为导向的数学课程目标, 标志着我国义务教育数学课程改革进入一个崭新的阶段。此次新课标修订中“综合与实践”领域的内容变化较大, 一方面融入了部分数学知识的学习; 另一方面明确提出将跨学科主题学习作为

“综合与实践”领域的主要学习方式。《义务教育课程方案(2022年版)》(后文简称“新课程方案”)也对跨学科主题学习规定了不少于10%的刚性学时要求。作为本轮数学课程改革的重要变化, 跨学科主题学习在一线课堂教学实践的落实必将成为改革所面临的一场攻坚战。

当前中小学数学课程改革中跨学科主题学习的实施面临较大挑战, 表现为: 部分中小学教师对数学课程中实施跨学科主题学习持怀疑甚至抵触的态度, 缺乏对跨学科主题学习的发展历程及育人价值的充分认识; 对数学跨学科主题学习的内涵意蕴理解不够, 将跨学科主题学习等同于数学常规教学的实践化、活动化, 或者等同于跨学科知识的学习; 模糊跨学科教学与分科教学的边界, 在具体实施中呈现

出教学内容“拼盘化”、教学形式“杂糅化”、教学方法“研究化”的实践落差^[3]。因此,了解中小学数学跨学科主题学习的变迁历程及价值意义,明晰数学课程中跨学科主题学习的内涵特征以及知悉其实施要点,对数学课程中跨学科主题学习的有效落实至关重要。

一、中小学数学跨学科主题学习的变迁

中小学数学跨学科主题学习在新课标中作为“综合与实践”领域的主要学习方式被正式提出,主要目的是将跨学科主题学习作为培养学生数学核心素养、优化新时代育人方式的重要切入点和突破口,以此推动“综合性”和“实践性”的数学课程改革不断向纵深发展。纵观新中国成立后我国实施的历次中小学数学课程改革,不同时期的数学课程标准(大纲)在价值取向上反映了时代发展和学科发展的要求,其价值追求也必然体现在教与学方式的变革上。基于此,研究我国不同时期的数学课程标准(大纲),发现中小学数学跨学科主题学习可以溯源到新中国成立初期,其变迁历程大致可划分为萌芽、探索、发展三个阶段。

(一)萌芽阶段(1949—2000年)

新中国成立以后,我国教育事业得到重建与发展。新中国成立初期中小学数学课程的设置和教学内容受苏联模式的影响。1952年颁布的《小学算数教学大纲(草案)》和1963年颁布的《全日制中学数学教学大纲(草案)》主要是移植苏联的教学大纲。其中:《小学算数教学大纲(草案)》明确提出注重数学和其他学科的联系,强调教师可适当地利用历史、地理、自然的材料编成应用题供儿童练习;《全日制中学数学教学大纲(草案)》在代数部分强调与其他课程的紧密结合,特别是物理学科,其他内容板块中强调用数学解决农业、军事、技术中的实际问题,关注用数学知识解决实际问题的技能技巧,渗透了跨学科思想,可以看作是数学跨学科意识的萌芽。1963年颁布的《全日制中学数学教学大纲(草案)》持续强调数学教学在联系实际的同时,还应适当和物理、化学等学科的内容相联系;1986年的《全日制中学数学教学大纲》、1992年的《九年义务教育全日制初级中学数学教学大纲(试用)》等大纲中都

强调了数学教学与日常生活及不同学科之间的跨学科关联。

在这一时期,尤其是改革开放后,西方教育理念逐渐进入我国,跨学科教育受到关注。1985年,首届交叉科学学术讨论会在北京召开,提出了迎接“交叉科学的新时代”的口号。此后,相关研究逐渐增多,多从跨学科发展历程及相关概念、“多学科”到“跨学科”的转向、跨学科、交叉学科等多视角切入,积极寻求打破学科间的隔阂与封闭,探索各界跨学科合作的方式。随着研究视野的拓展,研究转向到更深层次的跨学科人才和跨学科素养培养,但研究数量增长速度缓慢^[4]。这些研究多集中在科学研究领域和高校人才培养方面。在基础教育领域数学与其他学科的结合主要体现在数学应用方面,“应用题教学”也成为跨学科意识进入一线数学教学实践的载体。为了达到运用所学知识去解决日常生活中和生产劳动中的一些实际问题的目标,在数学教学中强调联系实际生活开展应用题教学,这为教学实践中数学与其他学科的联结创造了契机。由此可见,虽然这一时期的数学教学大纲中没有明确提出“跨学科”一词,但跨学科意识已萌芽,为后续的持续探索奠定了基础。

(二)探索阶段(2001—2021年)

进入21世纪,国外融合课程逐渐兴起,跨学科成为当下世界教育的热潮和趋势。发达国家积极开展跨学科学习的探索,推进了教育教学方式的革新,出现了许多成功探索的典范,如美国的STEM教育、芬兰的现象学习、日本的综合学习等等。作为应对知识与信息时代的一种教育理念和模式,跨学科学习符合我国“培养具有创新精神与实践能力的社会主义建设者与接班人”这一教育目标。因此,在21世纪初我国的课程改革中提出“改变课程结构过于强调学科本位、科目过多和缺乏整合的现状”,此后基础教育中的跨学科学习与教学研究开始受到重视。

1999年起我国正式启动新一轮基础教育课程改革,2001年颁布的《全日制义务教育数学课程标准(实验稿)》在课程总体目标中明确提出,通过义务教育阶段的数学学习,学生能够:初步学会运用数学的思维方式去观察、分

析现实社会,去解决日常生活中和其他学科学习中的问题,增强应用数学的意识^[5]。此外,该实验稿将“实践与综合应用”纳入数学课程内容,使之成为数学课程的四大学习领域之一。这是数学学科课程改革中结构性变革在学科领域中的重要体现。《义务教育数学课程标准(2011年版)》将“实践与综合应用”更名为“综合与实践”,明晰了内涵、深化了目标并明确了相关实施要求,加强了该领域的可操作性。同时,《义务教育数学课程标准(2011年版)》提出“体会数学知识之间、数学与其他学科之间、数学与生活之间的联系”。由此可见,顶层设计越发强调数学课程不应只局限于数学学科知识,同时也需要涵盖不同学科进行跨学科综合,拓宽可用的知识面及可综合的范围。虽然《义务教育数学课程标准(2011年版)》中第三学段的“综合与实践”领域中出现了跨学科综合的要求,但该文件中并未对“跨学科”加以强调,也未给予清晰的概念界定、实施建议。尽管如此,跨学科理念已潜在地渗入义务教育数学课程的顶层设计中,开启了“综合与实践”可操作化实施的探索。

《普通高中数学课程标准(2017年版 2020年修订)》在选修课程中的D类课程(美与数学、音乐中的数学、美术中的数学、体育运动中的数学)中涉及数学与不同学科的联系,旨在提升有志于从事艺术、体育事业学生的审美情趣和审美能力^[6]。虽然这样的综合化仅面向部分学生,教学目标较为窄化,也没有正式提出“跨学科”“跨学科学习”等相关概念,但也体现了高中数学课程在顶层设计上对数学跨学科学习的隐性探索。

在2010年前后,STEM教育受到我国教育者的关注,它涵盖科学、技术、工程、数学的跨学科整合。2014年,格雷特·亚克门教授应邀到中国上海发表STEAM教育主题演讲,借此机会,亚克门教授将STEAM教育理念引入中国^[7]。《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》中提出“探索STEAM教育、创客教育等新教育模式,使学生具有较强的信息意识与创新意识”。无论是STEM教育还是STEAM教育,都提倡将不同学科、不同课程相融合,且注重通过项

目活动带动课程的整合,培养学生的STEAM素养和创新能力,这都是对传统数学教学形式的变革。虽然对STEAM教育的尝试并非聚焦数学学科,但也是基础教育领域中数学跨学科学习的大胆尝试,为探索中小学数学跨学科主题学习的中国化道路奠定了良好基础。

21世纪的头20年间,基于数学课程标准的指导和国际先行经验的借鉴,基础教育领域开始了对数学课程“综合化”“实践化”的持续探索。在前10年,数学学科在研究性学习的基础上开始探索“实践与综合应用”的实施,从课堂组织形式看,既有课内开展,也包括课外开展,或者将二者有机地结合;就开展形式而言,可以是实践操作、制作模型,也可以是调查研究、收集数据,形式丰富多样^[8]。在后10年,数学学科开始探索以综合性问题解决为核心的“综合与实践”,它关注数学内部各内容之间、数学与其他学科之间、数学与社会生活之间的联系,是一种重要的数学活动。这些有益的探索为“跨学科主题学习”的正式提出和实施提供了沃土。

(三)发展阶段(2022年至今)

2022年颁布的新课标着重强调进一步加强综合与实践,提出综合与实践领域以跨学科主题学习为主。至此,跨学科主题学习从意识的萌芽阶段、理念的形成与实践的隐性探索阶段进入到快速发展的新阶段。跨学科主题学习是推进素养培育在数学教育中落地的重要载体,也是在时代背景下对育人观念变革的呼应。作为义务教育阶段倡导的一种重要的学习方式,数学跨学科主题学习聚焦现实世界真实问题的解决,通过领域间、学科间的横跨等整合方式,打破学科边界,实现数学学科和其他学科以及社会生活的有机融合。学生通过亲历实践、探究、体验、合作等学习过程,从中积累数学活动经验,体会数学知识之间、数学与其他学科之间、数学与现实世界之间的关联;通过真实问题解决促进对数学学科的理解和跨学科知识的获得,发展数学核心素养和跨学科素养,培养创新意识、实践能力、社会担当等综合品质。数学课程以不少于10%学时的跨学科主题学习为抓手,推动传统教学形式的转型与突破,促进数学学科育人方式和学习方

式的变革。

新课程方案中提出的跨学科主题学习和 STEAM 教育、综合实践活动、数学研究性学习等具有综合性和实践性特征的活动,在课程性质、课程目标和学科定位上存在本质差异。一方面,若未厘清这些具有高度相似性却又存在本质差异的活动的内涵及实施要点,数学教师极易产生困惑而造成实践困难。因此,跨学科主题学习的正式提出,使基础教育中不断丰富的跨学科教学与学习研究有了更加清晰及专业的表达术语,在突显跨学科融合的同时,也弱化了教学实施中的不确定性;也使得我国基础教育中跨学科相关研究与国际接轨,为构建专业化且具有中国特色的中小学数学跨学科主题学习研究体系奠定了基础。另一方面,在一线教学的早期实践中,多数教师迫于升学压力,将跨学科学习实操弱化,导致跨学科学习在实际教学中流于形式,难以发挥出它的跨学科协同育人功能。此次中小学数学跨学科主题学习被正式列入新课程方案和新课标,为其在一线数学教学中的实施、后续开展实证研究提供了制度保障。由此,跨学科主题学习既是立足学科又是超越学科,它的提出不仅是对过往研究和实践的继承与更新,更是在我国分科教学大背景下实现数学教学综合化和实践化的新起点。

二、中小学数学跨学科主题学习的内涵与特征

(一) 中小学数学跨学科主题学习的内涵

跨学科(Interdisciplinary)一词最早由美国心理学家伍德沃斯于 1926 年提出,指超越一个已知学科边界而进行的两个或两个以上学科的实践活动。对于跨学科学习,不同研究者从不同视角和侧重点赋予其不同的内涵,但是都具有一定的共性:学习内容上强调“围绕一个主题”;学习过程需要“运用多门学科知识加以关联和整合”;学习结果应致力于“提升解决复杂问题的能力,促进跨学科理解”^[9]。哈佛大学“零点项目”的首席专家鲍克斯·曼斯勒将跨学科学习界定为:是个人和群体将两个或两个以上学科或已确立的领域中的观点和思维方式整合起来的过程,旨在促进其对一个主题的

基础性和实践性理解,该理解超越了单一学科的范围^[10]。

数学跨学科主题学习有别于 STEAM 教育与综合实践活动。STEAM 教育是与分科课程并列的综合课程,它不聚焦于数学学科,而是采用学科融合的学习方式,运用跨学科思维解决现实问题^[7];综合实践活动可能涉及多门学科知识,但它不对某门学科知识进行系统学习,也不同于某一门学科中的实践、实验环节。数学跨学科主题学习包括数学知识的学习和运用,必须立足数学核心素养的培养和数学学科的核心知识学习,能够从其他学科的知识和方法中找到解决问题的方法和途径。基于数学跨学科主题学习具有“育人价值”和“学科立场”的核心特点,参考孟臻的相关定义——基于学生的知识基础,围绕某一研究主题,以某一学科课程内容为主干,运用并整合其他课程的相关知识和方法,开展综合学习活动的过程^[11],本研究将数学跨学科主题学习定义为:基于学生认知基础、兴趣体验和现实生活,以培育学生数学核心素养和跨学科素养为目标,围绕某一研究主题,以数学课程内容为主干,运用并整合其他课程的相关知识和方法开展的一种综合与实践活动,是综合与实践领域的主要教学活动形式。

(二) 中小学数学跨学科主题学习的特征

1. 育人性

中小学数学跨学科主题学习具有育人性。新课标明确指出:课程目标的确定,立足学生核心素养发展,集中体现数学课程育人价值^[12]。作为数学课程的一部分,中小学数学跨学科主题学习是跨学科协同育人的重要抓手。因此,中小学数学跨学科主题学习必须强化育人目标,重点关注学生在数学问题探究与解决的过程中获得了什么,其教学目标指向数学核心素养和跨学科素养的培育。目标设置既要涵盖数学知识及跨学科知识的学习与应用,也要包含对世界的价值关切与责任,以及在问题解决中获得的积极情感体验,如学习兴趣、审美情趣等。

2. 真实性

中小学数学跨学科主题学习的实施载体具有真实性。主题活动或项目学习的开展要

面向真实世界,数学跨学科主题学习中选取的主题是真实的,应贴近社会生活和学生经验,符合学生年龄特点和认知加工特点,切忌人为捏造;学生所解决的一定是来源于现实世界中的真实问题,并且问题解决具有一定的现实意义;情境创设也要具有真实性,真实情境既包括真实的现实情境,也包括汲取真实情境要素、能激发学生提出问题并解决问题的虚拟情境。让知识在“真实”情境下生发有意义的跨学科融合,让学生在体验、操作中进行真实而非表面、形式化的探究,从而实现真正意义的跨学科主题学习。

3. 探究性

中小学数学跨学科主题学习活动的开展要凸显探究性。无论是采取项目式学习还是主题式学习,数学跨学科主题学习活动都倡导以真实问题为驱动,使学生围绕驱动问题或核心任务进行主动探究。这样才能让学生有更多的机会亲历发现问题、提出问题,以及应用数学和其他学科知识分析、解决问题的全过程。

4. 学科性

中小学数学跨学科主题学习要立足数学学科立场。在分科设置的现实背景下,跨学科主题学习并非意味着摒弃学科观念,也不是学科特色的消解。数学跨学科主题学习区别于STEAM教育、综合实践活动以及一般的研究性学习,是基于数学学科立场展开的跨学科活动。数学跨学科主题学习应围绕真实的数学问题解决展开,探寻数学与其他学科及现实生活的有机融合,立足学科大概念在跨学科背景下进行数学内容的学习、数学知识的应用。

5. 跨学科性

立足数学学科,同时广泛关注数学与其他学科的联系,跨学科性也是中小学数学跨学科主题学习的重要特征。真实问题的复杂性与综合性,决定了问题解决需要不同学科的参与,跨学科主题学习一定少不了对数学与其他学科知识的综合理解与运用。跨学科性不是数学与其他学科的简单结合或杂乱堆砌,也并非停留在形式上,而是要基于选取的主题,考虑其对不同学科知识及思想方法的容纳程度,立足数学学科,找准数学与相关学科的内在联

系,厘清所涉及学科的核心概念与知识,实现深层次的跨学科融合。

6. 主体性

中小学数学跨学科主题学习的主体是学生。相比于传统的讲授式数学教学,数学跨学科主题学习更加强调学生的主动学习及合作交流,注重实践过程和过程中学生的体验、感受。学生在实践、探究、体验、合作等活动过程中,经历真实问题的探讨、资料查找、调查分析、问题解决的全过程,感受数学在现实世界的广泛应用,体会数学的价值。教师作为教学引导者,应指导学生在真实情境中发现数学问题,在自主思考或与他人交流中主动提出问题,引导学生提出解决问题的方案,并在学习过程和解决问题过程中进行适时的指导,全程跟进。

7. 开放性

中小学数学跨学科主题学习是开放的,主要体现在课时、场域、教学形式上。新课程方案规定:原则上,各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习^[13]。但具体在数学学科中,新课标里并未再具体细分课时,而是提出建议,将选择权充分给予教师,教师可依据具体教学设计自主选择开展长程或短程的跨学科主题学习。跨学科主题学习的方式与传统课堂授课方式不同,可以采用“课内+课外”“校内+校外”“集中+分散”等方式灵活进行,在教学场域的选择上是开放的。开展方式主要包括但不限于主题式和项目式两种方式,虽然新课标在教学方式的选择上分学段提出了建议,但在实际开展中是灵活且开放的。

8. 生成性

中小学数学跨学科主题学习是动态生成的,主要体现在活动目标、驱动问题和成果作品的生成上。活动目标主要包括预设目标和生成性目标。生成性目标是在活动开展、学生问题解决中形成的,包含着学生认知经验生长的内在要求,是动态的活动过程中学生、教师与环境相互作用的产物,为学生的自由生长提供足够的空间。驱动问题不仅推动着整个活动的开展,更是联通学生兴趣和真实世界知识的桥梁、激发学生思考和创新的引擎,其不仅需要合理预设,更需要依据活动情况对部分预

设的驱动问题进行调整或者提出新的驱动问题。成果作品虽然在活动开展前有预设,但是鉴于活动实施的灵活开放和学生思维的发散创新,极有可能在活动最后生成预设结果以外的创造性成果作品。

三、中小学数学跨学科主题学习的实施

(一) 中小学数学跨学科主题学习的目标设置

1. 立足素养培养,强化育人导向

此次义务教育课程标准修订的重要方向之一,就是紧紧抓住学生核心素养的培育来落实立德树人的根本任务^[14]。因此,跨学科主题学习目标设置的立足点在育人,必须紧密关注对人的培养。数学作为培育学生创新思维能力以及解决问题能力的优势学科,学生学习它的目的不只是学习数学本身,更重要的是提升他们的思维能力以及解决问题的能力^[15]。跨学科主题学习作为数学课程的一部分,教师在进行目标设置时,除了思考此次跨学科主题学习活动的开展能够学习或应用哪些数学内容、培养或强化哪些数学核心素养之外,也要关注对学生综合素养、创新素养的培养以及社会主义核心价值观和品格的培育。

新课标中的案例“数学连环画”,作为第一学段开展的主题活动,学生须结合自己的生活,运用所学过的数学知识,用文字、图画记录故事或者编一个含有数学信息的故事,将故事设计成连环画并讲述分享。学生在自主决定故事内容和表现形式的过程中可以积累做事的经验,在亲历整理学过的数学知识、创作数学故事及设计连环画的过程中感受数学知识与现实生活的联系,在理解他人连环画的过程中学会数学化表达与交流。如在项目学习案例“水是生命之源”中,学生通过查找资料、走访调查等,制订节水方案,尝试设计节水工具,提高应用意识和培养创新意识,进一步树立节约用水的环保意识。总之,中小学数学跨学科主题学习的教学目标设置应坚定不移地强化育人导向,同时,跨学科协同育人也不容轻视。

2. 融入内容学习,突出学科特征

中小学数学跨学科主题学习是立足数学学科开展的学习活动,学科立场是其重要特

征,融入数学内容的学习和应用是关键。新课标中明确将主题活动分为融入数学知识学习的主题活动与应用数学知识及其他学科知识的主题活动两类,项目式学习重点关注基于数学学科立场的真实问题解决。因此,目标设置要清晰地涵盖数学知识的学习、理解或应用,同时明确所涉及的其他学科在知识、能力上所需要达到的目标。其中,数学知识的学习、理解或应用是关键,融入其他学科的内容学习有助于从跨学科视角加深对数学知识的学习和理解,有助于数学问题的解决。但这都属于锦上添花,绝不可颠倒主次,在跨学科中模糊重点。如新课标中的案例“度量衡的故事”是在第三学段开展的跨学科主题活动,学生在第一、第二学段分别认识了长度、面积、质量、时间等相关量的意义后,通过查找成语中的计量单位、查阅度量衡的发展历史等这些跨学科学习,对日常词语中的计量单位进行溯源和解析,了解度量衡统一的意义和价值,了解古代计量单位和现代计量单位的差别等等。无论是学科学习还是跨学科学习,最终都是为了实现“加深对计量单位意义的理解,丰富并发展数感”这一核心目标。

3. 搭建“目标阶梯”,体现素养进阶

中小学数学跨学科主题学习作为核心素养培养的重要路径和推动知识深层理解的必要环节,其教学目标的设置应具有进阶性,具体体现在两方面:

一是某一个主题活动或项目学习的目标从数学知识学习、应用,到问题解决能力和素养培养,再到跨学科知识的学习和应用,以及创新意识、实践能力、社会担当等综合品质培养,应从低阶目标向高阶目标进阶。比如绘制公园平面地图可作为图形与几何领域的项目活动,涉及数学、美术、地理等多个学科,其活动目标包含“掌握平面直角坐标系的概念,能画出平面直角坐标系”的知识目标;在描述物体位置、绘制平面地图以及实际问题解决中“培养学生运用跨学科知识解决问题的能力”;在活动过程中“经历收集、整理与分析数据的过程,通过测量与估算发展量感”的素养目标以及“培养设计与调整、组织与实施、沟通与表达的能力”等综合素质。

二是在跨学科主题学习的长程培养中,基于核心素养的阶段性、内容学习的阶段性以及学生发展的阶段性,参考新课标中的学段划分及相应教学要求,统筹考虑系列主题活动目标的进阶,搭建“目标阶梯”。如对于量感的培养,新课标在学段目标的制订中层层递进:在第一学段主题活动中“积累数学活动经验,形成初步的量感”;第二、三学段的主题活动目标变成“积累数学活动经验,形成量感”,深度逐渐递进。第一学段主题活动目标仅包含“数感、应用意识”的初步培养;第二学段主题活动目标包含“数感、推理意识和应用意识”的培养;第三学段主题活动目标包含“形成数感、量感、模型意识、应用意识和创新意识”,维度逐渐丰富。

(二) 中小学数学跨学科主题学习的设计与实施

1. 合理选取主题,关注行前方案

主题选取是关键,它可衍生出对学生具有一定挑战的学习活动,也是核心任务的载体。主题选取应贴近学生生活,符合学生年龄特点、认知加工特点。主题要关注对数学和其他学科知识及思想方法的容纳程度,注重对数学与其他学科知识的综合理解与运用;主题要面向参与的多数学生,确保不同水平的学生都能够很好地参与其中。主题选取也要综合考虑学生的水平、活动设施设备、活动分工及流程等,以确保活动的可行性。此外,教师还可以结合现代信息技术、中华优秀传统文化和地方特色,协同不同学科教师,整合校内外资源进行多维度设计和开发适合学生参与的主题。

由于跨学科主题学习的综合性、实践性较强,与现实世界中的真实问题关联密切,大多包含操作性活动,多数活动持续时间长且不连续,学生的发散空间更大,这就增加了活动实施的不确定性。因此,在开展跨学科主题学习前,教师尤其需要对活动方案进行设计,做好行前准备,关注活动方案设计的完整性和可行性、实施的可操作性及灵活性。活动方案需要包含学习目标、核心知识、活动时长、关联学科、教学准备等必要内容,活动可以采取“课内+课外”“校内+校外”“集中+分散”等多种方式灵活进行。教师对驱动问题和关键环节尤

其需要进行精心设计,对活动开展中各种突发情况做好预设和应急准备,充分考虑活动实施的可行性,设计弹性化的活动方案。

2. 突出学生主体,优化教师指导

跨学科主题学习设计与实施中学生不是被动参与,而是在教师指导下主动思考探究。首先,教师应在实践探究中给予学生自由支配的“空白时间带”,为学生营造发现问题、分析问题、解决问题的“思维缓冲带”,为学生实践、探究留出时空,为学生自主探究、解决问题创造时空。这些留白并非放任自流,而是需要教师综合考虑内容学习、学科跨度、问题解决、教学形式等多维度进行精心策划。其次,活动是学生参与研究与学习的逻辑起点,复数主体活动具有一定的整体性,很容易掩盖个体的作用,而这也很有可能造成个体的盲从^[16]。因此,实践性、综合性较强的跨学科主题学习作为复数主体活动在面向全体学生的基础上,需要合理分配时间将学生的个体活动、小组活动以及班集体活动有机结合,在合作互助中提升学生的自主参与意识和沟通交流能力。活动前,教师要深入了解学生的思维特点和认知水平,引导学生发现问题、提出问题以及提出解决问题的思路;活动中,教师需要对学生面临的问题给予适时点拨与指导,鼓励学生主动参与,同时理解并尊重学生的情感体验,积极主动地为学生营造一种平等的活动氛围;活动后,教师须指导学生对学习成果进行适度提炼、升华,对学习过程及结果展开评价,帮助学生进行总结和反思。

3. 注重教学活动的持续开展

学生核心素养的发展不是一蹴而就的,需要长期、持续培养,具有明显的连续性、阶段性特征。因此,通过跨学科主题学习实现对学生核心素养的培养不能拘泥于某一个学习主题和某一个独立活动。跨学科主题学习中关于内容学习的探究过程是由浅入深、循序渐进的,跨学科项目式学习中“问题解决”的周期一般较长,可以是几周、几个月,也可以跨学期甚至跨学段。教师在设计及实施时要注重教学活动的连续性,关注学时的规划、内容的衔接和问题解决的策略。对于学时规划,新课标指出“主题活动的设计提倡多学时的长程学习”,

同时新课标也给出了范例和建议。关于每个活动的具体时间划分新课标并未强制要求,教师可以依据主题和学生实际灵活设计。如第二学段中主题学习案例“曹冲称象”设计5学时完成;第三学段中项目学习案例“营养午餐”设计6学时完成。主题内容需要关照不同学段、多学科跨度的拓展,内容衔接可以通过围绕某个主题设计系列活动,也可以整体设计系列主题,划分多个课程开展。此外,教学活动中,教师要特别关注学生参与发现问题、查阅资料、探求问题解决策略的过程,帮助学生体会在不同的学习任务 and 活动中,解决问题的一般策略和方法。教师可为学生提供与主题活动或项目学习相关的拓展资料、获取和收集信息的渠道、模型设计和检验的技术等,从而进一步实现跨学科主题学习在内容学习、理解与应用上的连续性。

(三) 中小学数学跨学科主题学习的评价

评价是跨学科主题学习实施的重要环节,教学目标一经确定,后续的教、学、评都需要围绕教学目标展开,教学目标的落实程度需要通过教学评价来衡量。目前关于综合实践教学的教学还缺乏成熟、有效的评价机制,还需要在理论和实践层面进行不断的摸索^[17]。跨学科主题学习伴随着复杂化的问题解决、思维能力发展及素养培养,在评价中提倡评价主体多元化、评价内容多维化、评价方式多样化、评价手段数字化。

1. 评价主体多元化

数学跨学科主题学习是以学生为主体的连贯性学习,实施过程复杂。因此,跨学科主题学习的评价应考虑多主体参与,这样才能较好地打破“教师一人较难全面且准确地开展评价”这一局限。跨学科主题学习评价可邀请教师、学生和家长共同参与,也可以依据实际情况邀请相关主题领域、相关部门的专家参与,还可吸纳与活动主题相关的志愿者共同参与到评价活动中来,综合应用教师评价、学生自评及互评、家长评价、社会评价等方式。此外,不同的评价主体可以同时参与评价,也可以依据学习的需求,分阶段参与评价。

2. 评价内容多维化

数学跨学科主题学习涉及内容学习、密切

联系现实生活等多个方面,综合性与实践性较强。因此,评价内容应多维化,评价时不应只关注数学知识目标的达成,评价内容也应从跨学科知识及方法的获得、学生参与程度、成果物化、核心素养的达成、情感体验等多维度展开。所有维度不适宜在同一个活动中同时纳入评价范围,教师可根据数学综合与实践主题活动的整体设计进行安排,在不同学段、不同类型的主题活动中,对不同的评价维度进行取舍。

3. 评价方式多样化

数学跨学科主题学习的评价伴随活动全程,不仅要关注结果也要关注过程,同时还要观照学生个体差异。对应的评价形式不能只拘泥于传统纸笔测试这样的终结性评价,还要对照教学目标,将终结性评价与形成性评价相结合,恰当选取评价方式,如活动报告、成长记录、作品展示等。同时,也要适当加入创新性评价,鼓励学生个体和小组在解决问题的过程中提出独特的策略和方法,以激发学生的创造热情,培养他们的创新意识。

4. 评价手段数字化

数学跨学科主题学习的评价视角须投向活动的全过程。由于过程长、内容多,如只依赖于评价主体,评价活动难以全面、准确地开展;同时,活动开展中学生展现出的情感、兴趣、创造力等非智力因素仅靠传统的评价方式难以精确评价。现代技术手段的融入能够更好地赋能于教学评价的开展,对学生的活动参与、学习状态等给予更全面、更精准的反馈。如通过获取眼动数据、面部表情数据等形成的数字画像,能更客观分析学生的活动参与状态;再如利用信息技术能够深挖数据,对涉及学生情感、认知等复杂问题可以深入探究,从而更好地实现对活动过程的监控与预警。在主题活动实施中生成的电子评价报告,也为教师精准改进教学提供了数字化依据,让评价直面复杂问题、评价内容深化有了更优手段。

2022年新课程方案和新课标的颁布,已为中小学数学跨学科主题学习的推行和实施厚植了制度土壤。但如何在一线教学实践中具体实施、落实,中小学校在课程设置和管理、跨学科课程资源开发、教师观念和专业素养提升

等多方面仍然面临很大的挑战。未来,广大研究者应持续在理论和实践层面不断探索和改进,推动跨学科主题学习在一线数学教学中的落实和优化。

参考文献:

- [1] 刘玥,沈晓敏. 21世纪型能力:日本核心素养建构新动向[J]. 比较教育学报,2020(1):23-34.
- [2] 余文森. 新课标呼唤新教学——新时代教学改革的方向与路径[J]. 教师教育学报,2023(2):43-49.
- [3] 田娟,孙振东. 跨学科教学的误区及理性回归[J]. 中国教育学报,2019(4):63-67.
- [4] 张廷艳,胡娜. 中国基础教育跨学科研究二十年:总体态势、热点主题及变革趋势——基于中国知网(2000-2020年)载文分析[J]. 教育理论与实践,2023(5):17-20.
- [5] 中华人民共和国教育部. 全日制义务教育数学课程标准(实验稿)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2001:6.
- [6] 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)[M]. 2版. 北京:人民教育出版社,2020:69-73.
- [7] 赵慧臣,陆晓婷. 开展 STEAM 教育,提高学生创新能力:访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J]. 开放教育研究,2016(5):4-10.
- [8] 李霞. 数学课程“实践与综合应用”教学平衡点略探[J]. 教学与管理,2005(33):64-65.
- [9] 张玉华. 核心素养视域下跨学科学习的内涵认识与实践路径[J]. 上海教育科研,2022(5):57-63.
- [10] 张华. 论理解本位跨学科学习[J]. 基础教育课程,2018(22):7-13.
- [11] 孟臻. 跨学科主题学习的何为与可为[J]. 基础教育课程,2022(11):4-9.
- [12] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022年版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022:5.
- [13] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022:11.
- [14] 于泽元,马祝敏. 义务教育新课标的精神内核与实践逻辑——《义务教育课程方案和课程标准(2022年版)》解读[J]. 教师教育学报,2022(3):84-91.
- [15] 张廷艳. 对数学教育人文性的再认识[J]. 课程·教材·教法,2015(6):68-72.
- [16] 王升. 论学生主体参与教学[J]. 教育研究,2001(2):39-43.
- [17] 黄友初. 小学数学综合与实践教学的内在逻辑与实施要点[J]. 数学教育学报,2022(5):24-28.

Interdisciplinary Thematic Learning in Mathematics Education for Primary and Secondary Schools: Changes, Connotations, and Implementation

ZHANG Tingyan¹, SUN Xiaotian², HU Na³

(1. College of Teacher Education, Southwest University, Chongqing, 400715, China;

2. College of Science, Minzu University of China, Beijing, 100081, China;

3. Hongfan School Attached to Chongqing No.8 Secondary School, Chongqing, 400021, China)

Abstract: Interdisciplinary thematic learning in mathematics education for primary and secondary schools is considered an important approach to promote educational reforms. However, implementing this approach in teaching practice poses challenges. Looking back at the history of mathematics curriculum reforms in China since the establishment of the People's Republic of China, we can trace the origins of interdisciplinary thematic learning in mathematics education for primary and secondary schools to the early years of the country. This study analyzes the changes and development of interdisciplinary thematic learning in mathematics education in Chinese primary and secondary schools over the years, which can be categorized into the initial stage, exploratory stage, and development stage. The study clarifies the connotation of interdisciplinary thematic learning in mathematics education and proposes eight key characteristics of “educational, authentic, exploratory, disciplinary, interdisciplinary, subjective, open, and generative”. Furthermore, it puts forward the implementation guidelines for interdisciplinary thematic learning in mathematics education from three aspects: goal setting, activity design and implementation, and assessment. In implementing interdisciplinary thematic learning in mathematics education, we should emphasize the educational orientation, highlight disciplinary features, and reflect the progression of competencies in goal setting. In terms of activity design and implementation, we should optimize pre-activity plans, enhance student subjectivity, and focus on continuity. In assessment, it is advocated to have diversified assessment subjects, multidimensional assessment content, diverse assessment methods, and digital assessment tools.

Key words: mathematics curriculum standards; synthesis and practice; interdisciplinary thematic learning; key competence; interdisciplinary

责任编辑 谭小军