

“数学+”跨学科主题学习的 内涵、价值与设计逻辑

仲秋月

(苏州工业园区至和实验学校,江苏 苏州 215127)

【摘要】“数学+”跨学科主题学习是核心素养导向下的新型数学学习方式,应坚守数学学科立场,开展素养导向的学科实践活动,注重学科性、实践性、主体性、社会性、综合性和生成性。通过跨学科主题学习,能够促进整体建构,习得活性知识;基于主题设计,生成整合经验;融通多元要素,提升创造能力;打开培育通道,塑造完整的人。“数学+”跨学科主题学习设计逻辑可以从生长点、聚焦点、整合点、着力点和创新点五个角度把握,依据主题提出真实而有意义的问题;建构评价量表,设定“可见的”学习目标;围绕大概念实现跨学科知识整合;设计主题活动任务,开发学习支架与工具;形成整合性成果,开展多元化评价。

【关键词】“数学+”;跨学科主题学习;学习方式;设计逻辑

【中图分类号】G623.5

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1005-1058.2023.06.011

随着核心素养的深化推进,国家新课程方案中规定,将10%的时间用于跨学科主题学习。《义务教育数学课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)在“综合与实践”这部分课程内容中提出:重在解决实际问题,以跨学科主题学习为主,主要包括主题活动和项目学习等。那么,新课程方案为何提出跨学科主题学习?我们应该如何开展数学学科中的跨学科主题学习?怎样处理好跨学科主题学习中数学学科与其他学科之间的关系?在开展跨学科主题学习时,我们有必要对这些问题进行深入研究,以便正确把握新课程方案和新课标的理念和要求,避免锐意革新中的自我迷失。

一、内涵分析

“数学+”跨学科主题学习是核心素养导向下的新型数学学习方式——教师引导学生从数学的角度提出学习主题,在真实问题情境中运用数学和其他学科的知识、观念、方法与思维方式,经历发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的过程,积极主动地建构知识,引发跨界学习行为,实现对知识的深度理解和自主迁移,提高解决实际问题的能力,感悟数学知识之间、数学与其他学科之间、数学

与科学技术之间、数学和社会生活之间的联系,发展核心素养。为了更好地认识“数学+”跨学科主题学习,我们不妨从学科立场、素养导向和根本属性三个方面进行深入的分析。

(一)坚守数学学科立场

跨学科活动最早出现于20世纪20年代的美国,依据跨学科程度的不同,包括以学科为中心的多学科课程、以各学科共有的学习内容为中心的跨学科课程和以学生的疑问与兴趣为中心的超学科课程^[1]。“新课标”指出,主题活动分为两类:第一类,融入数学知识学习的主题活动。在这类活动中,学生将学习和理解数学知识,感悟知识的意义,主要涉及量、方向与位置、负数等知识的学习。第二类,运用数学知识解决问题,体会数学知识的价值,以及数学与其他学科的关联。与上述课程对照发现,“新课标”所倡导的跨学科主题学习是以数学知识为内容、以数学素养为目标、以数学学习活动为主要方式,因而具有鲜明的学科立场。

知识是相互间融通的,学科这一专门化的知识系统也是开放的,与其他学科知识相互照应、相互渗透、相互支撑、相互促进。国家督学成尚荣先生

【作者简介】仲秋月,教育硕士,苏州市“姑苏教育人才”、苏州市中小学数学学科带头人,中小学高级教师,研究方向:儿童数学学习和教学设计。

说,所谓跨学科主题学习,即是打开学科边界“东张西望”,并主动伸出互助的友谊之手,形成学科知识的大格局,同时,在课程的交叉处、融合处更容易激发人的创新精神和创造能力^[2]。数学是一门基础学科,与物理、化学、生物、地理等科学学科有着紧密的联系;数学的应用十分广泛,与人们的生活和生产息息相关,因而与体育、劳技、信息技术等学科也有关联;数学通过揭示事物间的规律来诠释美、创造美,在美术、音乐等艺术学科中也能找到数学元素。数学学科的基础性和应用的广泛性,使得数学学科得以成为跨学科主题学习中多学科知识的融合点与生长点。因而,教师可以围绕某一主题,有机融入多学科的知识与方法,实现“数学+”。需要说明的是,“数学+”的含义并不仅指数学与其他学科的融合,而是更为宽泛地体现为数学学科内的课程内容融合、数学与科学技术和社会生活之间的联结等,其目的是让学生的数学学习更真实、更丰富、更完整、更主动。

(二)素养导向的学科实践

“数学+”跨学科主题学习并非浅表意义上的“跨界”“拼组”或“点缀”,而应深层地理解为素养导向的学科实践活动,这是数学学习方式迭代发展的必然趋势,也是新时期深化教育综合改革、优化育人方式的重要切入点和突破口^[3]。

学习不只是一种认知活动,它更应该是实践活动——只有通过亲自参与实践,在实践中亲身经历知识产生的历程,“学了”才能变成“学会了”,书本上的命题、理论才能变成真正被理解的、属于自己的知识;另一方面,学习知识又是为了更好地参与实践,通过参与实践又可以进一步反思、重构学科知识^[4]。中小学课程与教学中的“跨学科”不是为了传授专门的跨学科知识,而应理解为“跨学科的”,即指一种学习方式——“跨学科学习”^[5]。“数学+”跨学科主题学习既要通过学科实践综合运用数学知识,也要通过学科实践获取数学新知,这正是实践育人理念在学科课程中的进一步深化。可见,“新课标”倡导以主题活动的学科实践变革数学学习方式,将静态的知识转化为动态的学习活动过程,鼓励“从本源学习”“做中学”,让学生更多地获得直接经验、感性经验,积累数学活动经验,从而实现从传统的“事实本位”的知识观向“理解本位”的知识观的转向,自主建构数学知识体系。同时,“数学+”跨学科主题学习让学生有机会“像学科专

家一样思考与实践”,培养积极的学习态度和实践创新精神,发展学科素养和跨学科素养,将外在的知识转化为学生内在的关键能力和必备品格,为核心素养时代学科育人提供了实现路径。

(三)“数学+”跨学科主题学习的根本属性

1. 实践学习的学科性与学科学习的实践性

“数学+”跨学科主题学习将主题引领的探究学习(体验学习)与学科深度融合,依据具体的学科素养目标创设知识境域并设计相应的实践活动,这样既避免了实践学习的空泛,又能将数学学科的知识传授转向整合实践下的意义创生,实现知识的本源教学。

2. 学习个体的主体性与学习群体的社会性

只有当学生在主题活动中真正成为活动者、实践者的时候,他们的能动性、自主性和自为性才能得以培育、展示和发展,他们的知识、能力、态度、情感和价值观才能得以交织,也只有这样,学生的主体性才能得以彰显。在主题活动的学习历程中,学生不仅获得个体性的具身体验,也在与团队成员的多向互动和协作中获得社会性经验。

3. 课程内容的综合性与学习历程的生成性

核心素养是跨学科的、综合性的,是对于知识、能力、态度的综合与超越^[6]。“数学+”跨学科主题学习作为素养导向学习方式变革的先导,应以主题引领而非知识引领的方式,综合课程内容,联结学科知识与生活世界,运用跨学科思维培育学生整体认知世界的能力,其学习过程和结果的生成性恰到好处地对现实和未来的不确定性作出了回应。

二、价值探寻

学生的生活是完整的,但科学的发展是分科的,跨学科学习连通了学生的生活与学习;核心素养是综合的,而学科的知识结构及其教学又是相对独立封闭的,跨学科学习解决了核心素养与学科素养分离的问题,缝合了核心素养体系。“数学+”跨学科主题学习重在培养学生对基础知识的深度理解和体验,发展基本技能、批判性思考能力、解决现实问题能力、整合信息资源能力、应用意识和创新思维能力,并通过跨学科实践活动,使学生从中领悟数学抽象、数学推理和数学模型相关的核心素养,学会使用归纳、演绎的思维方法阐明一个或一系列问题。这能有效促进学生学习的综合化,使他们习得的知识结构化、系统化,形成整体的学习意识和生活意识,从而更好地面对与解决实际问题,

全面认识现实世界。因而,跨学科主题学习是落实核心素养、培育“完整的人”的重要路径。

(一)“知识+”:促进整体建构,习得活性知识

学科知识并非外在于世界的实体,而是理解自我与世界的“材料”和“方式”。跨学科主题学习打破了学科藩篱,软化了学科边界,解决了学科知识碎片化、孤立化以及知识与应用疏离等问题,从而能关联不同学科,以整体视角探索知识的来龙去脉,在跨学科知识的综合运用中发展深度理解,在学科间的交融与碰撞中深入数学本质,自主建构学科知识体系。再者,“数学+”跨学科主题学习以主题为引领,让学生通过自主、合作、探究解决真实情景中的数学问题,习得蕴藏于主题之中的学科知识,体验多学科知识的获取和整合过程,促进元认知能力的发展,形成解决问题的技能以及对知识进行社会性、情境性的迁移运用能力。这样习得的知识就不再是教师直接讲授、学生刻意记忆、孤立抽象地储存于头脑中的惰性知识,而是自主建构的、能充分调动并能用于解决真实情境中实际问题的活性知识。

(二)“经验+”:基于主题设计,生成整合经验

教育是在经验中、由于经验和为着经验的(杜威)。教育的发生就在经验当中,而不是远离经验的,经验是教育的来源,教育的目的就是经验的不断生长。人们对自己和世界所形成的观念都来自经验的建构,进而成为未来应对问题、议题和情境的资源,已经存在的学习经验及基于此而建构的意义在人们心中是富有生成性的,并非静止的。“新方案”要求:加强课程内容与学生经验、社会生活的联系,强化学科内知识整合,统筹设计综合课程和跨学科主题学习。“数学+”跨学科主题学习基于主题(项目、任务、课题)进行结构化设计,以活动设计与学科实践为载体,让学生在体验和完成活动任务的过程中,将学术性学科知识转化为可解决实际问题的生活性知识,习得蕴含于任务中的多学科知识与技能。其“本质仍是为实践而学习、在实践中学习,综合各种知识研究问题、解决问题,开辟学习实践的新领域和新形态”^[7]这种以知识关联学生主体经验的综合性学习方式,重构了课程内容组织形式,整合了学生的新旧知识经验、生活经验、认知经验,体现了课程综合化的性质,成为现有综合课程形态的补充与深化。

(三)“创新+”:融通多元要素,提升创造能力

首先,跨学科主题学习打破了传统学科教学的分化与割裂,实现不同学科间的交叉与融合,对课程进行创新设计、渗透多元文化,这种非常规的教育思维与理念本身对学生创新素养的培养和发展具有深远影响。其次,跨学科主题学习为学生提供了自主探索的环境与平台,注重创新实践、注重实际问题的解决、鼓励学生独立思考和创新设计,将未来的社会实践提前到了学习阶段,成为培育学生创新素养的有效途径。再者,不同学科的知识范畴和育人价值存在差异,跨学科主题学习寻找学科间共同或相似的深层根源促进学科整合,彼此借鉴、互为补益,最终共同指向高阶思维、跨学科思维和创造能力的提高,形成优化的创新机制。“数学+”跨学科主题学习以主题(项目)驱动,即学生在把课程内容变为心理逻辑之后,再要把抽象的知识以作品的形式表达出来,形成带有个人色彩的学习经验,这就是培养复合型创新人才的认知基础。

(四)“素养+”:打开培育通道,塑造完整的人

“坚持素养导向,体现育人为本”是本轮课程方案和课程标准修订的基本原则。学习者是一个完整的人,学生发展核心素养是一个综合的、开放的育人体系,而学科的知识结构及其教学却是相对独立的、封闭的。因此,核心素养的培育需要一个通道,“这个通道既能够连接学生的生活,又能够把学生的生活提高到科学的高度的通道。我们就选择通过跨学科的学习让学生能够进入学科”^[8]。“数学+”跨学科主题学习给予学生实践、探究、体验、反思、合作、交流的机会,通过在真实情景中的迁移运用,促进学科理解,提升学科核心素养;在综合解决问题的过程中把不同学科素养彼此关联起来,形成立足学科、关联学科的素养体系,形成跨学科理解;在深度参与的学习活动中,聚焦创新精神、实践能力和责任感培育,实现教学观从知识本位到素养本位的确切转向。

三、设计逻辑

“数学+”跨学科主题学习应坚守数学学科立场,以学生核心素养发展为导向,遵循“教学评”一体化设计逻辑,支持学生对真实问题空间的整体感知,完整经历问题解决过程,建立自主的数学及相关知识的理解,积累丰富的学习体验,提升数学思维、跨学科思维、审辨式思维等高阶思维能力和综合素养(见图1)。本文将以三年级开展的“数学+”跨学科主题活动“年、月、日的秘密”为例,从生长点、

聚焦点、整合点、着力点和创新点五个方面呈现实施过程,连点成线,形成完整的设计路径。

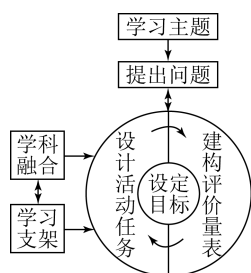


图1 “数学+”跨学科主题学习设计框架图

(一)生长点:依据主题提出真实而有意义的问题

“新课标”中提出的跨学科主题活动主要有两类——“融入数学知识学习的主题活动”和“运用数学知识及其他学科知识的主题活动”,可见“数学+”跨学科主题活动的主题既可以来自数学学科内部,即数学核心内容,也可以来自数学学科外部,即学生生活实际。主题的选择应贴合学生的认知经验、生活经验和活动经验。“年、月、日的秘密”这一主题活动意在让学生通过跨学科主题学习认识时间单位“年、月、日”及其关系,了解有关的数学文

化,这一主题来自数学学科核心概念——常见的量。主题学习活动需要有“大问题”或“大任务”引领,教师应帮助学生在解决问题或完成任务的过程中,细化问题或任务,拓展知识领域,从更广的视角、在更真实的情境中开展跨学科学习与探究,实现深层次认知和持久性理解,进而反哺学科学习,更好地落实学科课程标准。笔者在教学实践中向学生提出“如何编制一份年历?”这一真实而有意义的问题,引发了学生的深度思考和主动探索,他们结合已有的生活经验和学习经验,将“如何编制一份年历”这个大问题分解细化为一些小问题,在——解决这些小问题的过程中,逐渐弄清了“年、月、日”这些时间单位之间的关系,了解了年历编制的规则和发展历史,拓展了关于“农历”“节气”和“节假日”的文化知识。当然,有些问题是学生一开始没有预想到的。比如在研究“每个月分别有多少天?”这个问题时,学生发现二月的天数不是固定不变的,这又是为什么呢?从而引出对于平年和闰年的进一步研究。将学生在活动前预设的问题和活动中拓展的问题进行整理,就形成如下问题结构图(见图2):

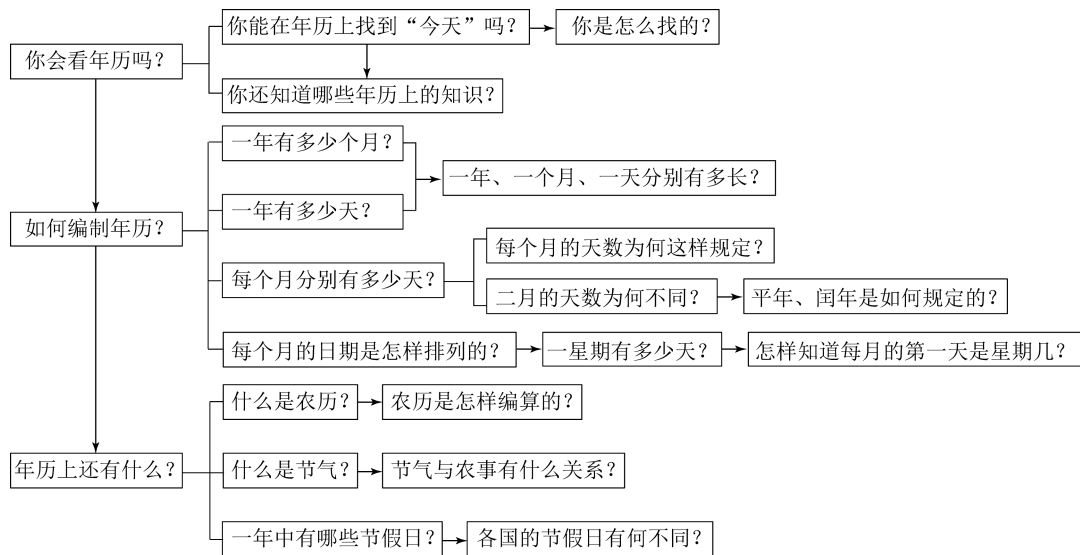


图2 “年、月、日的秘密”之“编年历”问题结构图

(二)聚焦点:建构评价量表,设定“可见的”学习目标

评价应该“镶嵌于教学—学习过程之中”“成为教—学过程的一个有机组成部分”^[9],反之亦然。重视学习过程的评价,应在主题任务确定后,基于学习目标设计学习任务,与此同时预测学习结果,

拟定针对学习任务的评价量表,帮助学习者在学习过程中借助评价来促进学习。可以说,设定学习目标、设计学习任务和设置学习评价这三者应是同时进行的,即“教—学—评”一体化。

“数学+”跨学科主题学习具有多层次的目标指向,其中课程标准和相应的能力指标是主要目标

来源,主要体现为学业质量标准。除此之外,还应关注跨学科创新意识与实践能力的培养要求——问题提出与分析能力、跨学科知识理解与运用能力、设计思维、实践操作与记录能力、创造性问题解决能力、复杂合作共情能力、交流反思与评价能力等。传统的学科学习评价方式显然不能满足对跨学科主题学习多层次目标进行评价的需要,必须将核心素养转换为可观察的外显表现,进而开发出相应的测量工具和量规,评判学习者内在能力或倾向的发展,实现对学习者清晰的评价和对学习过程全面的分析。表现性评价量表能让学生在开展主题学习之前理解、明确学习任务完成的基本要求,是促进学生学习的有力工具,成为一种“可见的”学习目标。

“年、月、日的秘密”主题学习旨在使学生认识年、月、日,知道它们之间的关系,以及相关的简单历法知识;能运用年、月、日的知识解释生活中的问题,提高初步的应用意识;通过查阅资料、合作探究、交流分享等学习活动,经历探求解决问题的过程,丰富数学学习的经验,发展数学思维和跨学科综合素养,培养创新意识和实践能力;感受数学的源远流长以及与其他学科之间的密切联系,了解中华优秀传统文化。将这些学习目标具体化为表现性评价量表中的评价要素,令其成为学生参与主题学习活动的一份学习指南(见表1)。表现性评价量表可以由教师预先设定,也可以由教师和学生共同商定,还能通过征求家长意见的方式协同家长共同参与评价,以助力学生更好地开展学习活动。

表1 “年、月、日的秘密”表现性评价量表

评价指标	内容要素	评价	
		自己	教师
学习准备	收集了丰富的与主题相关的资料,且资料对主题学习有较强的支持	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
学习过程	对学习主题有浓厚兴趣,积极参与各项活动,主动与组内同伴合作、交流、分享,能认真倾听他人的想法	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	能紧紧围绕主题展开学习,积极思考,提出与主题学习相关的问题	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	能运用数学及其他学科知识探索问题解决的方法,敢于表达自己的想法	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	能主动参与并坚持进行观察、收集、操作、记录、设计、分享等学习活动	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	对本主题有进一步学习和探索的愿望	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
学习结果	了解24小时计时法,记录一天生活,编制一份周末时间规划表	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	掌握年、月、日之间的关系,知道大月、小月、平年和闰年,了解简单的历法知识及其由来;设计并编制一份年历卡,做到正确、美观、有创意	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	分享一份主题学习资料	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
	完成“立杆测影”记录表,设计并制作一份主题学习小报	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆

(三)整合点:围绕大概念实现跨学科知识整合
如前所述,跨学科主题学习打通了学科间的界限,使得核心素养的培育得以在各学科间互通而澄清,而“大概念”正是跨学科知识得以整合的枢纽,它将分散的知识、技能、观念等联结成为整体,并且赋予它们意义。大概念的生发不是单向的、直抵终点的,而是网状的、循环互通的,由这个概念出发可以推导、触发其他新概念,新概念的生成又可以激活并丰富旧的概念,由此主题网络不断生长,通过这个网络,核心素养既进入学生的头脑中,也跨过

各自学科彼此关联起来,形成立足学科、关联学科的素养体系。
“年、月、日”是数学学科中“常见的量”,其产生则与星象运动有关,源自地球的自转和公转,而历法则 是人为规定的,不同国家、不同历史时期有着不同的规定,为了交流的方便,国际上通用统一的公历历法。于是,“时间”这个“大概念”便是数学、地理(科学、天文)、历史等学科联结的枢纽,而编制年历的活动则可以有机融入美术学科中的设计思维。当学生在讨论“一年、一个月、一天有多长?”这

些问题时,能够联想到“日升日落是一天”“月缺月圆是一个月”“四季轮回是一年”,那么“年、月、日”的产生是否就与太阳、地球、月球的运动有关呢?此时,教师能够很自然地引入有关地球自转和公转的科学知识。值得关注的是,“数学+”跨学科主题学习中融入其他学科,绝非仅仅补充数学学科以外的知识,而应通过跨界借用其他学科的知识和方法解决问题、探索未知。在这里,教师通过科学知识“地球的自转和公转”揭示了“年、月、日”的产生,不仅如此,还介绍了回归年的意义,给出了科学家发现的一个精确的天文数据——回归年的时间 365 天 5 小时 48 分 46 秒。正是这个天文数据决定了一年的时间 365 天或 366 天,并能够推算出“四年一闰”的规律,也蕴伏了“百年不闰,四百年又闰”的缘由,因而成为这个主题学习活动探索过程中的重要基石。

(四)着力点:设计主题活动任务,开发学习支架与工具

相应课程实践证明,缺少结构化的活动设计会影响学习效果,引发学习困难及自我效能感减弱等一系列问题。在“教学评”一体化设计的过程中,教师应依据解决问题的线索分解主题活动任务,按照学生活动需要提供相应的学习支持工具,促进学生完成活动任务,实现在真实的问题情境中将对新知识的深入理解进行知识迁移并应用。

《年、月、日的秘密》这一跨学科主题学习,能将原来教材中“认识 24 小时制”“认识年、月、日”“认识平年和闰年”等较为零散的知识点有机整合起来,加强与生活实际的联系,弱化学科之间的边界,让学科的视野更宏阔,让文化的底蕴更深厚。开展主题活动之前,教师应按主题活动线索,分解主题、设计活动任务和学习支架与工具,确定活动形式,形成一个整体的主题式学习架构,如设计活动任务“我的一天时间规划”“编年历”“年、月、日知多少”“农历与节气”“土圭之法”等。

(五)突破点:形成整合性成果,开展多元化评价

评价是学习的指挥棒,也是学习的导航仪。学生在活动过程中收集的资料、理解的知识、完成的作品、参与活动的体验、感受的数学思想和文化以及提升的综合素养,这些构成了“数学+”跨学科主题学习的整合性成果。开展多元化评价首先体现

在评价维度多元,即不仅评价学生的学习成果,也要评价学生的学习准备和学习过程(见表1);其次体现在评价方式多元,如表现性评价量表、作品评价表、活动评价表等;还体现在评价主体多元,既有学生自评,也有教师评价和学生互评,也可以邀请家长一起参与评价活动。在贯穿活动始终、丰富多元的评价活动中,学生的知识技能、学习过程、情感态度、学习成果等各个方面都得到了充分的关注,以学生在各项活动任务中的真实表现、活动过程取得的成果为评价依据,设计表现性评价量表,不仅明确了各项活动任务的要求,而且让学生知道了“要做什么”和“要做得怎样”,以表现性评价引导学生进行自我分析、反思学习行为、改进学习策略,真正做到以“评”导“学”、以“评”促“学”。当有效的自我认知能力提高时,学生就会更乐意花精力去完成高质量的学习成果,从而自觉进入“不需要教”的自主学习环,实现自我认知的突破。

跨学科主题学习赋予学习者一种认知现实世界的向度和支架,让实践育人成为一种可能,在核心素养导向的课程改革中,必将掀起一场前所未有的学习方式变革浪潮。“数学+”跨学科主题学习的实践探索刚刚起步,本文尝试回答了一些相关的基本问题,通过实践提炼了跨学科主题学习设计逻辑,在内容上仍有一定局限,希望能成为跨学科主题学习研究的有益参考。▲

参考文献:

- [1] 林春福,杨天平.美国中小学跨学科课程模式:主要类型、教师角色及其启示[J].课程·教材·教法,2010,30(2):109-110.
- [2] [7] 成尚荣.实践育人的理论基础、核心要义与基本形态[J].中国教育学报,2022(10):60.
- [3] 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.
- [4] 崔允漭,张紫红,郭洪瑞.溯源与解读:学科实践即学习方式变革的新方向[J].教育研究,2021,42(12):60.
- [5] 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):59.
- [6] 褚宏启.核心素养的概念与本质[J].华东师范大学学报(教育科学版),2016,34(1):1.
- [8] 郭华.跨学科学习的学科立场[A/OL].(2021-11-24)[2022-04-26].<https://mp.weixin.qq.com/s/VCOSLbAWhxpfEVfYakjvw>.
- [9] 杨向东,崔允漭.课堂评价:促进学生的学习和发展[M].上海:华东师范大学出版社,2012:30.