【专题:跨学科学习】

编者按:《义务教育数学课程标准(2022年版)》明确提出“综合与实践”的内容要以跨学科主题学习为主,适当采用主题式学习和项目式学习的方式,引导学生综合运用数学学科和跨学科的知识与方法解决问题.如何理解跨学科学习,如何有效设计跨学科学习任务,成为学者们研究的热点问题.本期专题精选四篇文章,聚焦跨学科主题学习与项目式学习的概念内涵与实践价值分析,并结合具体案例探讨推进小学数学跨学科学习的教学策略,以飨读者.

小学数学跨学科的主题式和项目式学习的实践路径

孔凡哲 赵欣怡

【摘 要】2022年版课标明确提出“综合与实践”的内容要以跨学科主题学习为主,适当采用主题式学习和项目式学习的方式,引导学生综合运用数学学科和跨学科的知识与方法解决问题.改革课程跨学科素养结构,强化课程的综合性与实践性特征成为新时代教育改革的重要趋势.文章结合相关案例阐述了小学数学跨学科的主题式和项目式学习的实践路径.

【关键词】跨学科学习;主题式学习;项目式学习;实践路径

随着信息时代知识的爆炸式增长和知识经济的不断扩张,社会变化加剧.改革教育模式、重塑新一代人才的跨学科素养结构成为教育改革的战略目标.2022年4月《义务教育课程方案(2022年版)》(以下简称“新课程方案”)和各学科课程标准的正式颁布,预示着教育改革进入新时期.新课程方案在“基本原则”中要求“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”,在“科目设置”上强调“综合实践活动侧重跨学科研究性学习、社会实践”,在“课程标准编制”上首次提出“探索主题、项目、任务等内容组织方式.原则上,各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习”.在数学学科,《义务教育数学课程标准(2022年版)》(以下简称2022年版课标)在“课程内容结构”上提出“设立跨学科主题学习活动,加强学科间相互关联,带动课程综合化实施,强化实践性要求”,在“课程内容”上强调综合与实践“以跨学科主题学习为主,适当采用主题式学习和项目式学习的方式……引导学生综合运用数学学科和跨学科的知识与方法解决问题”.也就是说,落实核心素养的课程目标,改革课程跨学科素养结构,强化课程的综合性与实践性特征,是新时代课程改革的重要趋势[1],也是提升人才培养质量的重要举措.

那么,在小学数学教学中,该如何实施跨学科主题式和项目式学习呢?

一、小学数学跨学科的主题式和项目式学习的实践策略

(一)厘清概念

项目式学习与主题式学习(主题式课程)的差别,主要体现在课程的内在结构上:主题式学习比较多地指向“多学科、多领域”.作为一个主题,从不同学科、不同领域的角度来看待这个主题,各学科、各领域之间是割裂的.项目式学习更多地采用跨学科方式,通过学科之间、领域之间不可分割的联系和持续性的探究来达到对问题的解决.就问题的性质而言,项目式学习中所研究的问题更偏向于真实世界,以及在真实世界中如何运用这种思维方式、思维技能来解决问题.而且基于问题的学习和探究学习更加抽象,并不特别强调最后产生人工制品的成果,最后的结论可以是开放的.

艾伦·雷普克在《如何进行跨学科研究》中提出:“跨学科研究是回答问题、解决问题、处理问题的

进程,这些问题太宽泛、太复杂,靠单门学科不足以解决;它以学科为依托,以整合见解、构建更全面的认识为目的."[2]其中,跨学科概念的几大要素为:跨学科以现实问题的研究和解决为依托;跨学科要以学科为依托,但要超出单学科研究的视野,关注复杂问题或课题的全面认识与解决;跨学科要有明确的、整合的研究方法与思维模式;跨学科还旨在推动新认知、新产品的出现,鼓励在跨学科基础上完成创新与创造.

也就是说,不仅仅是把两门学科粘在一起创造一个新产品,更是思想和方法的整合、综合,这才是真正的跨学科. 真正的跨学科主题学习需要从现实情境中提炼出更多的跨学科课程研究的视角,进而整合生成全新的课程. STEM、STEAM 就是项目式学习中的一种,只不过它比较偏向项目式学习中科技、数学整合的领域,而项目式学习还包含其他如人文、历史、语言等更多领域.

(二)小学数学实施跨学科的主题式和项目式学习的策略

1. 素养立意,体现全面性、阶段性和可操作性.

教师设计数学教学目标时,要坚持核心素养("三会")导向,充分关注核心素养目标在学生数学学习中的落实情况,以体现数学学科特有的育人价值,促进数学课程全面育人培养目标的达成. 指向核心素养的数学教学目标要体现全面性、阶段性和可操作性. "全面性"指结合具体的数学教学内容,全面分析主题、单元、课时的特征;"阶段性"指在基于主题、单元整体设计教学目标的基础上,将单元目标细化为具体的课时教学目标;"可操作性"指知识转化为素养所必须经历的过程应该明确、具体. 同时,教师在教学目标的设计中要融入信息技术的相关内容,注重现代信息技术在教学中的应用,促进信息技术与数学教学深度融合.

2. 策略创新,改变学习组织形式.

国外已有研究[3]证实,项目式学习对不同内容领域、不同类型学生的影响程度不一,对数学学习的影响更多地体现在非智力因素层面. 因而,项目式学习可以作为小学数学辅助性的学习组织形式,特别是可以作为"综合与实践"等领域的学习组织形式,还可以作为改善特殊人群(如数学焦虑、兴趣缺失等)数学学习的有效手段:可以用来实施小学数学"数与代数"领域、"图形与几何"领域的综合类内容的教学,如乘法学习、加减乘除混合运算、设计大楼模型;可以用来实施"统计与概率"领域大部分内容的教学,诸如数据统计过程、平均数、中位数等主题下的四季、小区垃圾知多少;更可以实施"综合与实践"领域的所有内容.

3. 融合贯穿,注重高阶思维能力的培养.

数学项目式学习与传统的数学知识、技能教学的不同之处在于,它是以项目的推进过程为主线,而数学知识的学习则贯穿其中. 换言之,项目本身的发展是数学教学的"明线",而数学知识的发生、发展则是数学教学的"暗线". 我们大可不必"为了项目而设计项目",事实上,项目情境可以被适当弱化,而数学知识本身即可看作一个(特殊的)"项目",数学知识"打开"的过程即项目的推进过程[4].

4. 建构情境,设计问题驱动.

课堂情境脉络在核心素养导向的数学跨学科活动中具备两种功能:一是让学生进一步理解并能够应用学到的知识和技能;二是依托真实情境脉络的安排与铺垫,发展学生对相应的数学新知的理解,提升学生的数学思维水平,发展学生的数学核心素养[5].

具体来讲,真实情境的创设以 2022 年版课标的重点知识为出发点,可选择日常生活中的实际问题,或利用网络形成自己的跨学科研究选题,或结合一些非营利机构、公司、学校等需求形成研究主题. 此外,根据真实情境设计驱动性问题,对整个项目式学习至关重要. 根据项目的不同特点,可以只设计一个主驱动性问题,也可以在此基础上由主驱动性问题分解出若干个次驱动性问题.

5. 转化评价,实现以评促学.

主题式和项目式学习的教学评价,不仅要考查学生对数学知识、技能的掌握情况,而且要考查学生活动体验的获得状况和情感态度的发展状况. 深刻、完整的数学实践所带来的真实体验,是学生核心素养形成的基础. 为此,教师要赋予数学学习任务形成性评价的功能. 教师可以通过学生完成学习任务的过程洞察学生的学习状况,确认学生的学习起点与学习目标之间的差距,以此为基础,统筹规划后续的

教学,以促进学生学习真实发生.

6. 提升专业发展,保障活动开展.

跨学科主题式和项目式学习的实施效果,取决于教师的认识程度、实践能力和重视态度. 正如哈德逊(Hudson)指出的[6]:教师在数学项目式学习过程中应对阶段任务及其目标有清晰认识,不要忘记在项目活动之后进行必要的知识讲解,不要忘记就学生的项目活动进行即时评价. 教师是数学项目式学习的践行者,数学项目式学习真正走进一线的小学数学课堂,还需要理念先行,后续研究应着眼于相应的教师培训.

二、跨学科项目式学习的案例分析

项目式学习从一个需要解决的真实问题开始,以产品的形式结束,整个过程包括确定学习目标、创设真实或接近真实的问题情境、分析项目(广泛利用社会及专业人士资源)、执行项目(发挥学生自主权、创建学习共同体)及项目评价这五个核心要素. 贯穿项目式学习全过程的突出特征是生成和体验.

实施跨学科项目式学习的基本流程是:(1)项目提出. 项目式学习的关键是发掘合适的项目,发现、提出与项目相关的问题. (2)创设情境. 选题上要注重现实情境下真实问题的研究与解决. (3)建立联系. ①项目分析——规划项目(广泛利用社会及专业人士资源);②设计高阶认知策略,确认主要的学习实践. (4)项目执行、个性化表达. ①探究协作(发挥学生自主权);②明确最终成果形式和公开方式. (5)项目评价. 设计过程性评价和总结性评价,验收项目、成果运用、反思改进.

下面以第三学段“综合与实践”中“自行车里的秘密”为内容,开展项目式学习活动研究.

(一)项目提出——选定项目、确定学习目标

1. 数学目标.

(1)运用圆、比例等知识解决自行车的速度问题、内在结构问题,经历“提出问题—分析问题—建立模型—求解—解释与应用”的过程.

(2)在活动中,积累合作解决问题的活动经验,获得运用数学解决实际问题的思考方法,培养合作交流与创新能力,加深对所学不同学科知识及其相互关系的理解和应用,体会数学与生活的广泛联系.

2. 主题目标.

(1)在对自行车进行收集、查阅资料时,通过骑行感受真实自行车的运动过程,获得科学、真实的数据和经验,弄清自行车的基本结构和前进原理.

(2)结合自身经验和认识,围绕自行车这一项目提出感兴趣的研究问题,并将相关问题进行分类、整合,选择更有价值和连贯性的问题进行研究,自主选择研究小组,参与设计实践活动项目方案.

(3)设计班级自行车比赛,通过骑行自行车验证学生活动方案的相关结论,激发有氧运动、低碳出行的兴趣和热情,培养学生对科学知识的探究兴趣,体会严谨的科学态度和认真的实践探索精神.

(二)创设(真实或接近真实的问题)情境

自行车里蕴含着丰富的数学内容,变速自行车的发明让车手可以通过调整前、后齿轮的齿数来调整自行车的车速,大大满足了我们面对不同路况时的需要.

(三)建立联系——项目分析、规划项目

这部分内容需要 6 课时完成,课时安排如下页表 1 所示.

(四)项目执行——探究协作(发挥学生自主权)

活动内容:第 5 课时——分享自行车.

1. 活动任务 1 汇报.

(1)A 小组汇报:普通自行车蹬 1 圈,能走多远呢?

我们小组开始制订的研究方案是直接测量. 我们将脚踏板蹬 1 圈,直接测量前进的距离,但是我们进行了 4 次测量,发现每次测量的结果都不相同,直接测量误差较大.

随即我们小组进行了多次讨论,决定换一种方法找出自行车蹬 1 圈能走多远. 我们通过找出前、后齿轮的转动关系,计算出蹬 1 圈车子能走多远.

我们制订了方案二(如下页图 1),通过前期分析和转动自行车的脚踏板,发现自行车蹬 1 圈走的距离 = 车轮的周长 × 后轮转的圈数,车轮的周长容易求,于是我们把研究的重点放在了后轮转的圈数上,着重研究自行车脚踏板蹬 1 圈,前齿轮转 1 圈,后齿轮转几圈. 通过不断地转动踏板,我们发现链条上的孔与前、后两个齿轮的每个齿对应,前齿轮转过几个齿,后齿轮也要转过几个齿. 同一时间内,前齿

表 1 “自行车里的秘密”项目式学习课时安排

活动名称	活动内容	学习方式	完成课时
走进自行车	初步认识自行车,了解自行车的前进原理. 引导学生广泛查阅、收集自行车相关资料,实地骑行感受真实的自行车运动过程,完成课前学习任务单,弄清自行车的基本结构和前进原理.	课外完成	1 课时
了解自行车	分享、整理信息,提出项目式学习需要解决的问题. 学生收集、分享关于自行车的知识,教师引导学生提出围绕自行车想要深入研究的问题,分类整合问题,聚焦 2 个有价值和连贯性的主要问题,全班分组研究,学生自主选择加入感兴趣的小组,设计实践活动项目方案.	课内完成	1 课时
研究自行车	制订有效活动方案,按照方案解决问题. 分小组制订活动方案,教师对方案思路进行指导,确保小组内有明确的活动目的、清晰的活动设计、人人参与的活动分工、具体实施的活动步骤,小组能有效进行实践研究,积累项目式学习的活动经验,学生获得综合运用所学的圆、比例、排列与组合、滑轮等知识解决自行车中实际问题的方法和能力.	课内+校内完成	1 课时
分享自行车	总结研究过程,汇报、分享研究成果. 结合项目式学习过程中通过理论和实践研究获得的信息,总结研究过程,分小组进行研究成果的汇报,并分享感悟,提出健康生活的倡议.	课内完成	1 课时
爱上自行车	拓展:单车操场见,快乐每一天. 在操场上进行自行车竞速比赛,激发学生理论和实践相互结合、相互验证的求真务实的探索精神,深度激发学生对有氧运动、低碳出行的热情.	校内完成	1 课时

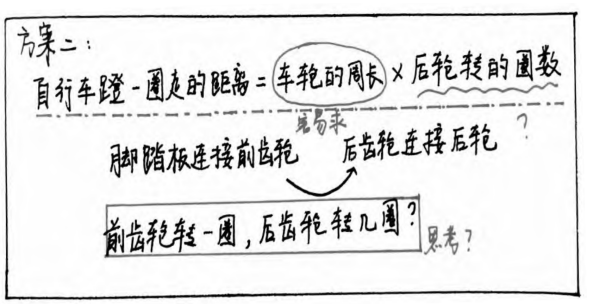

图 1

轮转过的总齿数与后齿轮转过的总齿数是一样的.

前齿轮大齿数多,后齿轮小齿数少,所以前齿轮转 1 圈,后齿轮会转好几圈. 举个例子:如果前齿轮转 100 个齿是 1 圈,当后齿轮齿数是 50 时,就要转 2 圈;当后齿轮齿数是 25 时,就要转 4 圈. 即:前齿轮齿数×前齿轮转的圈数=后齿轮齿数×后齿轮转的圈数.

当前齿轮转 1 圈时,通过等式变形可以求得:后齿轮转的圈数=前齿轮齿数÷后齿轮齿数=$\frac{\text{前齿轮齿数}}{\text{后齿轮齿数}}$,于是,自行车蹬 1 圈走的距离=车轮周长×$\frac{\text{前齿轮齿数}}{\text{后齿轮齿数}}$.

[**设计意图与教学策略**]在活动的过程中,学生经历了方案的完善和调整过程,如学生发现直接测量的方法误差较大(同型号自行车各小组数据可以进行对比),就会调整策略,通过推导、计算寻找答案. 此时教师要关注的是学生思考问题的方式以及如何进行方案的调整.

(2)B 小组汇报:蹬 1 圈哪辆自行车走得远?

我们小组利用前面得到的关系式“前齿轮转 1 圈时,后齿轮转的圈数=前齿轮齿数÷后齿轮齿数”,先算出蹬 1 圈后轮转动的圈数.

儿童自行车:40÷10=4(圈),儿童自行车蹬 1 圈车轮向前滚动 4 圈.

成人自行车:32 ÷ 16 = 2(圈),成人自行车蹬 1 圈车轮向前滚动 2 圈.

再通过圆的周长计算公式,求出车轮的周长,然后利用车轮转的圈数 × 车轮的周长算出自行车蹬 1 圈前进的距离.

儿童自行车:3.14 × 30 × 4 = 376.8(厘米).

成人自行车:3.14 × 50 × 2 = 314(厘米).

376.8 厘米 > 314 厘米.

经过计算,我们发现儿童自行车蹬 1 圈走得更远.

我们发现:并不是车轮大的自行车蹬 1 圈走得就一定远,自行车蹬 1 圈能走多远不仅和车轮的大小有关,还和前齿轮与后齿轮之间齿数的比值,也就是它们的倍数关系有关.

[**设计意图与教学策略**]解决实际问题前,先引导学生猜一猜:蹬 1 圈哪辆自行车骑得更远?再验证猜想,让学生思考并感受自行车骑行快慢不止和轮子大小有关.

2. 活动任务 2 汇报.

(1)C 小组汇报:这辆变速自行车一共有多少种变速组合?

我们组在变速自行车上收集到了前齿轮和后齿轮齿数的相关数据.

前齿轮有 2 个齿盘,后齿轮有 6 个齿盘,一共是 2 × 6 = 12(种)变速组合.

[**设计意图与教学策略**]可以让 2 ~ 3 个小组进行简单分享,让学生感受变速自行车有多少种变速组合是由变速自行车本身的前、后齿轮齿盘数的多少决定的,如变速自行车的前齿轮有 3 个齿盘、后齿轮有 9 个齿盘,则共有 27 种变速组合.

(2)D 小组汇报:蹬同样的圈数,哪种组合使自行车走得更远?

我们通过计算发现:前、后齿轮齿数的比值都大于 1,说明蹬 1 圈,后轮转的圈数都大于 1.

同一辆自行车,车轮周长一定,齿数比越大,蹬 1 圈,后轮转的圈数越多,车子也就走得越远. 比如,我们这辆变速自行车的前齿轮齿数最大是 48,后齿轮齿数最小是 11,齿数比最大时,蹬同样的圈数,自行车走得最远.

我们得出的结论:前齿轮齿数与后齿轮齿数的比值最大时,蹬 1 圈,自行车走得最远.

我们组试着调整变速自行车的前、后齿轮齿数比并在操场上骑行,验证了我们的猜想.

[**设计意图与教学策略**]学生结合前面的经验和结论得到新的结论,并通过真实实践骑行验证理论推导.

(五)项目评价——验收项目、成果运用、反思改进

整个项目式学习设计采取了螺旋上升的方式,体现了项目式学习的“自主性、开放性、实践性、合作性、综合性和长程性”,符合学生的认知规律,适合学生探究. 整个研究过程注重研究结果的形成过程,重视学生直接经验的形成,有效促进学生深度学习,培养学生跨学科思维习惯和整体思维能力,促进学生核心素养的发展.

参考文献:

[1]安桂清. 论义务教育课程的综合性与实践性[J]. 全球教育展望,2022(5):14 - 26.

[2]艾伦·雷普克,里克·斯佐斯塔克. 如何进行跨学科研究[M]. 2 版. 傅存良,译. 北京:北京大学出版社,2021.

[3]何声清. 国外项目学习对数学学习的影响研究述评[J]. 外国中小学教育,2017(6):63 - 71,40.

[4]何声清,綦春霞. 国外数学项目学习研究的新议题及其启示[J]. 外国中小学教育,2018(1):64 - 72.

[5]孔凡哲,史宁中.《义务教育数学课程标准(2022 年版)》教学活动标准解读[J]. 天津师范大学学报(基础教育版),2022(6):21 - 25.

[6]Hudson R A. Statistics argumentation in project - based learning environments[D]. Doctor's Dissertation of Indiana University,2010:65 - 171,191.

【作者简介】孔凡哲,中南民族大学教育学院,湖北民族教育研究中心;赵欣怡,中南民族大学教育学院.

【原文出处】《小学教学》(郑州),2024. 3 下. 9 ~ 14

【基金项目】本文系国家社会科学基金“十四五”规划 2021 年度教育学国家一般项目“基于国家事权的基础教育教材质量监控和评价指标体系研究”(课题批准号:BFA210071)的研究成果.