

核心素养导向下数学实验与跨学科教学应用衔接研究

马娇娇¹ 周晓丽²

(1. 淮阴中学新城校区, 江苏 淮安 223010;

2. 淮阴中学开明分校, 江苏 淮安 223022)

【摘要】在教育改革深入推进的背景下,初中数学教学的出发点和落脚点在于培养学生的核心素养.文章聚焦“数学实验”与“跨学科应用”的衔接教学,其中“数学实验”指通过操作、测量、验证等实践活动探究数学规律的教学方式;“跨学科应用”指将数学知识、方法迁移到物理、化学、工程等学科情境中解决真实问题;“衔接”指构建从实验探究到跨域应用的完整学习路径.首先从多个方面阐述了这种教学的价值,继而提出了相应的实施策略,包括:优化实验设计,搭建学科知识互通桥梁;创新教学流程,构建多维能力培养路径;完善评价体系,驱动素养发展持续进阶等,旨在为初中数学教学改革、创新提供有益的参考、借鉴.

【关键词】初中数学;核心素养;数学实验;跨学科教学

【基金项目】淮安市十四五规划 2023 年度重点课题“指向应用意识发展的初中数学跨学科的教学实践研究”(2023GH027).

引言

以往数学教学模式存在教学手段单一、教学内容碎片化等弊端,这难以满足新时代人才培养需求.因此,教师聚焦核心素养推进初中数学教学改革是必然趋势.其中,数学实验与跨学科教学应用的衔接,能够打破学科壁垒,帮助学生构建多维认知体系,贯通数学应用链路,更契合时代发展对复合型人才的需求.文章主要从多个维度提出了数学实验教学与跨学科应用衔接的策略,旨在推动数学教育向更高效、更全面的方向发展.

一、指向核心素养的数学实验教学与跨学科应用衔接意义

(一)打通实验与应用壁垒,重构数学认知生成路径

数学实验与跨学科应用的衔接本质上是“内化—迁移—应用”的三阶段过程:在实验阶段,学生通过操作将抽象概念具象化(内化);在建模阶

段,学生提炼数学规律形成思维工具(迁移准备);在跨学科应用阶段,学生将数学工具应用于解决其他学科的真实问题(迁移应用).这一衔接机制数学实验与跨学科应用的衔接,本质上是构建“操作探究—概念抽象—跨域迁移”的完整认知链路.在核心素养视域下,初中数学教师推进实验教学,通过测量、建模、验证等实践环节,将数学知识从符号表征转化为可感知的探究过程,引导学生积极参与其中,在实践、探索、互动、交流中加强对概念本质的结构性理解.以核心素养为导向的跨学科应用则将不同学科进行有机衔接,打破学科壁垒,引导学生在跨学科情境中建立数学模型、运用数学方法、实践数学原理,逐渐形成“问题—建模—解证”的立体思维框架.从二者的衔接来说,其主要是为了推动学生在“操作具象—数学抽象—跨域迁移”的循环中,形成基于数学本质的多角度认知能力,实现“知其然更知其所以然”的认知跃升.这种衔接教学突破了传统数学教学“知识讲授—习题巩固”的封闭循

环,构建起“实验探究—知识建构—跨学科迁移”的开放式认知发展体系,使学生在“做数学—懂数学—用数学”的完整过程中实现核心素养的深度培育。

(二)延伸实验成果至跨学科场域,贯通知识应用完整链路

基于核心素养的引领,教师在数学实验教学中可以结合学生的实际学情,创设多元、有趣的问题情境,将理论知识进行有机转化,形成可操作的实践任务,学生在“做中学”的过程中能够逐渐形成逻辑思维、强化问题解决能力.教师推进跨学科应用则是将数学实验教学展开进一步的效能延伸,拓展到多领域中,构建“实验探究—学科建模—跨域应用”的完整链路.从本质层面来说,实验教学和跨学科教学的衔接能够使数学从封闭的符号运算系统转变为开放的问题解决工具,让学生在跨学科情境中通过数据采集、模型构建等,逐渐提升复杂情境下的方案设计与决策能力,实现从“解题”到“解决问题”的能力进阶。

(三)深化实验与应用协同育人,涵养复合创新素养生态

从初中数学实验教学来看,其出发点和落脚点在于引导学生通过观察猜想、误差分析、方案优化等,历经知识生成的过程,于潜移默化中孕育批判性思维与创新意识.从跨学科应用来说,其主要能够为实验教学提供多元化的实践场域,使学生在学科交叉碰撞中突破思维定式,形成“数学思维为基、多元视角为翼”的创新生态.不可忽视的是,二者的协同能够从多个维度、多个层面助力学生养成严谨的科学态度与实证精神,形成开放包容的思维格局,提升适应未来复杂挑战的复合素养,为后续的成长、发展奠定基石。

二、指向核心素养的数学实验教学与跨学科应用衔接策略

(一)优化实验设计,搭建学科知识互通桥梁

教师作为初中数学教学的组织者、引导者,在数学实验与跨学科应用衔接教学中,以数学核心素养为导向,综合考量学生的兴趣爱好、认知基础、思维水平等要素,聚焦初中数学核心概念,挖掘其与美术、化学、物理等学科的知识联结点,打破学科壁垒,对初中数学实验目标与内容进行重,并设置系列任务、衔接问题链,引导学生经历

“建模—验证—应用”的完整过程.由此,学生在跨学科实验探究中能够加深对数学知识的理解,并建立“用数学眼光观察世界、用数学思维分析世界”的跨学科认知视角,从而进一步探索数学规律,挖掘数学本质。

以苏科版八年级上册第一章第一节“全等三角形”为例,在教学实践中,教师应该明确全等三角形教学的落脚点在于引导学生理解“对应边相等、对应角相等”的判定本质,形成“图形全等与位置无关”的空间观念.在目标的引领下,教师需关联美术、化学、物理等多学科知识本质,列出“数学核心概念—学科联结点”对照表(如表1),引导学生明确全等在不同领域的共性特征。

表1 “数学核心概念—学科联结点”对照表

数学核心概念	跨学科联结点	学科应用场景
全等三角形的定义	图形变换中的不变性	美术中的图案设计
全等三角形的判定	边与角的数量关系匹配	物理中的桥梁结构
全等三角形的性质	对应元素的等量关系	化学中的分子结构模型

第一,融合美术学科,以建筑设计验证全等判定.教师可以展示某建筑立面的对称窗户设计图,提出问题:“如何确保左右两侧的三角形窗户完全一致?”要求学生以小组为单位测量图纸上的边长和角度数据,记录在表格中,然后根据SSS、SAS、ASA等判定定理验证两个三角形是否全等.在测量验证环节,教师可以提出以下问题:(1)若只测量两条边和一个角,能否确定两个窗户全等?这个角必须是什么角?(2)若建筑师只提供三条边的数据,是否足以保证施工时两侧窗户完全一致?问题(1)(2)旨在引导学生观察纸片的边长和角度关系,初步建立“形状、大小完全相同”的全等概念.在此基础上,教师可以要求学生设计一组对称书架的三角形支撑架,给定两边和夹角,计算第三边长度,并用硬纸板制作模型验证设计的两个支架是否全等,体会SAS判定在实际设计中的应用价值.,以此引导学生理解全等三角形在不同变换下的图形特征,体会美术构图中“保持图形一致性”的原理与数学全等概念的内在关联。

第二,结合物理学科,以杠杆实验验证全等判定.教师设计“等效杠杆”实验:准备两套杠杆装置,要求学生设计两个能产生相同力矩的三角

形杠杆(支点到力点形成三角形).学生需要测量并记录:支点位置、力臂长度、夹角等数据.实验问题:(1)若两个杠杆的两条力臂长度相等,夹角也相等,它们的力矩是否相等?(2)这两个三角形杠杆是否全等?符合哪个判定定理?通过实验验证,学生发现满足 SAS 条件的两个三角形杠杆产生相同力矩,从而理解全等判定在物理中的应用.教师进一步引入桥梁钢架案例:展示某桁架桥的设计图,指出工程师要求所有三角形钢架必须全等.提问:“为什么不能有的三角形边长 10 cm、有的 12 cm?”引导学生理解:全等保证受力均匀,若三角形不全等,会导致某些节点应力集中而损坏.学生需用全等判定知识检验图纸上的钢架是否符合设计要求.

第三,关联科学学科,以晶体结构模型验证全等性质.教师展示食盐晶体的平面投影图,指出晶体由重复的基本单元构成.实验任务:用等边三角形卡片搭建“晶体平面模型”,要求相邻单元必须全等才能无缝拼接.学生在操作中发现:(1)若三角形边长不等,无法拼成规则图形;(2)只有满足 SSS 条件(三边对应相等)的三角形才能构成稳定晶格.教师追问:“自然界中晶体为何如此规则?”引导学生理解全等性是物质微观结构稳定性的数学基础,将数学判定与科学现象建立联系,引导学生观察模型中三角形结构的特点.为此,学生可以通过对比模型中的键长(对应三角形边长)、键角(对应三角形角度),理解化学结构中“全等”是分子对称性和稳定性的基础.在此基础上,教师可以设计“分子拼图”实验,提供不同类型的三角形卡片,要求学生拼接出稳定的分子结构.在此过程中,教师可以提出以下问题:如果三角形不全等,分子结构会发生什么变化?以此引导学生思考化学性质可能因结构差异而改变,从而体会数学全等概念在解释物质微观结构中的基础作用.

(二)创新教学流程,构建多维能力培养路径

教师在初中数学跨学科实验教学中,应该突破填鸭式、灌输式教学模式的桎梏,将实验探究、知识建构、迁移应用等多个环节进行有机整合,重构教学流程,着重培养学生的数学核心素养.以苏科版九年级上册第二章第五节“直线与圆的位置关系”为例,教师可从实验探究、知识建构、迁移应用三个环节创新教学流程,构建高质、高效的初中数学课堂.

1.实验探究环节:基于项目式学习,设定综合性任务

在此环节,教师围绕“直线与圆的位置关系”设定跨学科项目任务:“为圆形社区广场设计直线排水管道”.任务背景:某小区有一个半径为 20 米的圆形广场,需要铺设直线地下排水管,要求学生根据不同位置关系(相离、相切、相交)设计三套方案,并从数学、工程、经济等角度分析优劣.在任务的驱动下,学生可以综合运用已学的数学知识规划实验项目方案,具体实施步骤如下:第一步,学生分组讨论三种方案的数学特征与工程意义:方案一(相离):管道与广场边缘距离 $d > 20$ m,数学特征是点到直线距离大于半径,工程意义是管道不穿过广场,但需绕行,管道长度较长.方案二(相切):管道与广场边缘相切, $d = 20$ m,数学特征是有唯一切点,工程意义是管道长度最短,施工成本最低,但切点处需特殊处理.方案三(相交):管道穿过广场, $d < 20$ m,数学特征是有两个交点,工程意义是排水效率高(穿过广场中心区域),但需开挖广场,破坏景观.第二步,小组学生可以从物理学科角度分析不同位置关系下道路上车辆的行驶速度、流量等对交通的影响,从地理角度出发结合城市的地形、人口分布等因素,判断哪种位置关系更适合特定区域的城市规划,然后根据讨论结果,设计具体的实验方案,包括选择合适的测量工具、确定数据收集的方法等,模拟实际的城市布局.

在实验探究过程中,如学生在计算点到直线的距离时出现错误,教师可以找准切入点,引导学生回顾相关的数学公式,并通过举例说明如何正确应用公式,以此帮助学生解决遇到的问题,多维度、多层面培养学生的团队合作能力、问题解决能力等.

2.知识建构环节:融合数学与信息技术,转化数据为模型

在此环节,教师可以鼓励学生基于数学实验所收集到的相关数据,将其与信息技术课程知识进行有机融合,借助几何画板、Excel 等将跨学科数据转化为数学模型.

第一步,学生可以将不同位置下的距离、交点数量等实验数据输入到 Excel 表格中,然后使用 Excel 的图表功能,绘制出距离与位置关系的折线图或散点图,直观地看到直线与圆的位置关系随距离变化的规律:(1)当距离大于圆的半径

时,直线与圆相离.(2)当距离等于圆的半径时,直线与圆相切.(3)当距离小于圆的半径时,直线与圆相交.

第二步,学生可以利用几何画板软件,动态演示直线与圆的位置关系变化过程.具体来说,学生可以通过拖动直线或改变圆的半径,实时观察直线与圆的位置关系的变化,以及相应的数学参数的变化.如学生可以结合物理中的运动学知识,想象直线代表车辆行驶的路线,圆代表公园,当车辆行驶路线(直线)与公园(圆)的位置关系发生变化时,车辆经过公园附近时的噪音、行驶时间等物理量也会相应发生变化.

3. 迁移应用环节:立足生活视域,开展问题解决工作坊

在此环节,教师设计“跨学科工作坊”:某学校需在圆形操场(半径50米)外围安装一圈照明灯,灯光照射范围是以灯为端点的直线光束.问题:若要求光束与操场边缘相切(不照到操场内),灯应该安装在距圆心多远的位置?(需用勾股定理计算)若灯距圆心40米,光束会穿过操场吗?穿过部分的弦长是多少?(需判断位置关系并计算)从节能角度,相切方案和相交方案哪个更省电?(需结合物理光学知识)同时考虑体育学科中跑步的规则、运动安全等因素,以及工程学中的场地设计原理.第一步,学生需要在分组讨论中,确定不同的位置关系方案,如跑道与足球场相离、相切等,然后从不同学科的角度分析每种方案的优缺点:(1)从数学角度,计算不同位置关系下跑道与足球场之间的距离、周长等数据.(2)从体育角度,考虑运动员跑步的便利性和安全性,如相交方案中跑道穿过足球场的部分是否会影响足球比赛的进行.(3)从工程学角度,评估不同方案的施工难度和成本.

第二步,小组学生根据分析结果,选择最优方案,并制定详细的设计方案,包括绘制设计图纸、标注相关数据等.在这个过程中,学生需通过距离判断位置关系,将实际问题抽象为数学模型.

教师在此环节,则需扮演引导者和评价者的角色,鼓励学生大胆提出创新方案,并对学生的方案进行点评、反馈,指出存在的问题和改进的方向,以此多维度、多层面培养学生的综合能力、创新思维、实践能力等,提高学生的核心素养.

(三)完善评价体系,驱动素养发展持续进阶
评价是初中数学教学中不可或缺的环节之

一,教师作为评价的核心人物,应避免以考试成绩为单一评价标准的评价模式,从评价内容、评价方式两个维度着手,建立“数学核心素养—跨学科应用能力”双维度评价体系,科学评估、精准诊断学生的核心素养发展水平.第一,从评价内容来说,教师既关注学生数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算、数据分析六大核心素养的进阶情况,也重视学生“问题表征能力”“知识整合能力”“实践创新能力”的发展水平.第二,从评价方式来说,教师可以将过程性评价与项目成果评价进行有机融合,即:教师可以采用课堂观察等过程性评价方式,评估学生在实验小组中的分工协作、跨学科知识调用记录、模型修正轨迹等,分析其思维发展脉络.同时,教师可以通过审阅实验报告、跨学科解决方案、创新展示等项目成果评价方式,多维度评估学生的综合运用能力.在评价的基础上,教师可以通过反馈会议、成长档案等形式引导学生明确提升方向,形成“评价—反思—改进”的良性循环,为学生核心素养的形成与发展提供推波助澜的力量.

结 语

综上所述,教师身处教育一线,应该将素养培养贯穿于数学实验与跨学科应用衔接教学的始终,这是提升数学教学质量、培育学生核心素养的重要举措.具体来说,教师可以优化跨学科实验设计,以实验活动为载体,为学生搭建学科知识互通桥梁.同时,教师应该创新跨学科实验教学流程,让学生通过实验探究、知识建构、迁移应用等多个环节形成多维能力.再者,教师应该完善评价体系,为学生素养发展持续进阶提供助力.这一系列策略相辅相成、相互支撑,能够为学生的成长与发展奠定坚实基础,推动初中数学教育迈向新的高度.

【参考文献】

- [1] 邹勤城.跨学科背景下初中数学融合教学的策略探索[J].读写算,2025(13):27-29.
- [2] 张佳丽.初中数学实验教学中学生探究能力的培养策略[J].数学学习与研究,2025(13):54-57.
- [3] 葛呦呦.基于核心素养背景下的初中数学跨学科主题学习[J].数理化解题研究,2025(11):14-16.