基于项目式学习的跨学科实践教学案例研究

——以“探究桥梁的科学、人文和艺术之美”为例

李 军[1] 王较过[2]

(1. 西安市第三十中学,陕西 西安 710004; 2. 陕西师范大学物理学与信息技术学院,陕西 西安 710119)

摘 要:“跨学科实践”是义务教育物理课程内容的一级主题之一,具有明确的内容要求、学业要求和教学提示.项目式学习是实施跨学科实践的有效教学方式之一.本文以生活中的桥梁为研究对象,基于项目式学习,从项目设计、项目细化、项目实施和评价反思等方面,融合科学、人文和艺术对跨学科实践教学进行探索,为跨学科实践教学提供了有参考价值的教学案例.

关键词: 项目式学习; 跨学科实践; 中学物理; 桥梁

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》,首次将“跨学科实践”作为课程内容的一级主题之一,这是落实物理课程的育人功能的重大改革举措之一.虽然以往的物理教育工作者对跨学科实践教学进行了理论研究和实践探索,并取得了一些研究成果,然而,作为课程内容主题之一的“跨学科实践”教学与以往自发进行的跨学科教学显然是不完全相同的.因为“跨学科实践”作为课程标准规定的内容主题并不是随意的,它有明确的课程目标、内容要求、学业要求、教学提示等规范要求.[1]因此,初中物理的“跨学科实践”教学实施必须依据相应的课程标准,符合课程标准的规范.

首次作为课程内容主题的“跨学科实践”,强化了课程协同育人功能,这对教学一线的物理教师是一个很大的挑战,如何开展“跨学科实践”教学是教师面临的最大困惑.化解困惑除了要深刻理解“跨学科实践”的内涵,还应该创新教学方式.笔者认为,项目式学习是“跨学科实践”教学实施的有效教学方式之一.本文以“探究桥梁的科技、人文和艺术之美”为例,基于项目式学习,从项目设计、项目细化、项目实施和评价与反思等方面,对跨学科实践教学中实施科学、人文和艺术的融合教学做以讨论.

1 项目设计

西安自古有八水绕长安之说,桥在西安人的生活中随处可见,关于桥的实践教学内容有丰富的资源,例如:有气势恢宏的灞渭桥,有诗情画意的广运桥,有风情浪漫的鹊桥,有婉约秀丽的虹明桥,这些桥不仅展现了科技文明,蕴含包括物理学在内的科学、技术成果,而且凝结了西安古城深厚的文化和艺术底蕴.因此,桥梁除了方便交通的实用价值,还是人们审美的对象.选取桥梁实施跨学科实践教学,能够激发学生的好奇心和求知欲.首先,桥梁贴近学生的日常生活,容易引起情感共鸣;其次,桥梁涉及科学、技术、工程、文化、艺术、交通等多学科知识,有利于形成学生感兴趣的真实问题,便于以问题驱动开展项目式学习,实施跨学科实践教学.

笔者通过与物理、数学、语文、艺术等学科教师讨论,将“探究桥梁的科学、人文和艺术之美”作为主题,基于项目式学习实施跨学科实践教学,让学生感受科学、人文和艺术的关系.以“如何探索桥梁的科学美、人文美和艺术美?”作为驱动性问题,不仅有利于跨学科,而且有利于引导学生实践,既能把学科相关知识整合串联起来,又能够聚焦于学生核心素养的养成和发展.本项目以 4 个驱动性任务(探究桥梁的科学美、探究桥梁的人文和艺术美、探究桥梁的工程建造方法和数学美、研究成果展示与交流)引导项目式学习的展开.项目主题与驱动性任务如图 1 所示.

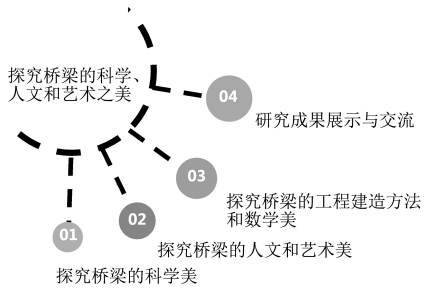

图 1 项目主题与驱动性任务

基金项目:本文系陕西省 2022 年基础教育教学改革与发展专项课题“指向科学素养的物理项目化教学模式探索”(项目编号: JYTYB2022-53)阶段研究成果之一.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 项目细化

“探究桥梁的科学、人文和艺术之美”是基于生产生活的跨学科实践，综合性是其最本质的特征. 依据驱动性任务，我们把项目细化为各有侧重的 4 个方面.

2.1 探究桥梁的科学美

在观察的基础上，分析桥梁设计中涉及的物理知识. 指导学生设计并制作桥梁模型，运用数字实验手段探究不同结构的桥梁承重，体会桥梁结构在设计时要遵循的力学原理. 了解对力学研究的深入，促进了桥梁设计理念不断创新的发展历程，从而感受和发现桥梁外在形式和内在结构蕴含的科学美.

2.2 探究桥梁的人文和艺术美

以西安市昆明湖七夕公园的鹊桥为例，引导学生从外形、色彩、环境和人文 4 个方面探究桥梁的艺术美和文化美，探讨、分析、总结影响桥梁审美的因素，并依据这些因素分组寻找身边“最美的桥”，体会桥梁的人文美和艺术美.

2.3 探究桥梁的工程建造和数学美

引导学生观察桥梁的典型设计和形状，认识桥梁形状遵循的数学原理，了解桥梁工程建造流程. 设计并动手建造简易木桥，体验应用三角形结构加固木桥的方法，分析拱桥过船问题，感悟桥梁建造中的数学美.

2.4 研究成果展示与交流

引导学生以短视频的形式展示桥梁模型的设计理念和制作过程，从科学、人文和艺术的角度阐述自己对桥梁的审美感受，体现跨学科的理念. 教师指导学生依据量表进行自评和互评.

本项目实施安排 4 个课时，涉及的学科知识、内容要求和学业要求如表 1 所示.

表 1 学科知识、内容要求和学业要求

项目任务	学科知识	内容要求	学业要求	核心素养
1. 探究桥梁的科学美	物理：力的分解，应用力传感器测量压力的大小	1. 了解桥梁结构，观察压力作用对桥梁产生的效果； 2. 通过实验探究不同形状的桥梁的承重能力； 3. 桥梁承重受力分析	1. 能在真实、综合情境中发现与物理及其他学科有关的问题，提出解决方案. 2. 能利用归纳和演绎的方法对跨学科问题进行推理，获得结论；能基于证据说明操作的合理性. 3. 能设计简单的跨学科实践方案，开展科学探究，能从跨学科视角撰写简单的活动报告. 4. 体会物理学对人类生活、工程实践和社会发展的影响，培养多学科融合的思维，乐于思考与实践	人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新
2. 探究桥梁的人文艺术美	语文和艺术：鉴赏、表达、交流、探究； 色彩和构图带来的美感	1. 认识桥梁外在美学特点； 2. 品味桥梁的人文底蕴； 3. 通过鉴赏、表达、交流、探究，培养高雅的审美情趣，积累丰厚的文化底蕴		
3. 探究桥梁的工程建造与数学美	数学和工程：三角形的稳定性，圆和抛物线的知识	1. 学会制作简易桥梁； 2. 通过对简易木桥的加固，体会三角形稳定性的实际应用； 3. 探究拱桥过船问题，体验数学的实际应用		
4. 研究成果展示与交流	从对桥梁科学美、人文美和艺术美的感受中形成科学、人文和艺术融合的理念，认识其本质是对人类文明发展和社会进步的追求			

3 项目实施

项目实施过程可以划分为查阅资料、主题教学、应用和实践 3 个环节.[2] 在查阅资料环节，教师引导学生明确主题内容和预期成果，组织学生成立项目学习小组，通过实地考察拍照、上网搜索浏览、查阅相关书籍和交流讨论等多种方式收集桥梁资料. 在应用和实践环节，学生通过制作手抄报、短视频、模型以及撰写科技小论文和绘画等多种形式呈现研究成果.

3.1 探究桥梁的科学美

任务 1：从力学视角认识桥梁的结构美.

活动 1：组织学生观察在生活环境中拍摄的各种式样的桥，启发引导他们认识桥梁设计既要满足跨越障碍的功能，又要与文化和环境相协调. 因此，桥梁的美要从科学、人文和艺术等多角度欣赏. 科学美的表现之一就在于桥梁结构遵循的力学原理，基于此提出驱动性问题.

驱动性问题 1：桥梁按照结构形式可分为哪些类型？

驱动性问题 2：桥梁承重或桥面受到压力会产生哪些效果？

驱动性问题 3：不同结构的桥梁受力特点是什么？

教师展示几种典型的桥梁模型，演示说明各自

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的受力特点,引导学生对桥梁结构进行简单的受力分析.教师展示自制典型桥梁模型如图 2 所示.



图 2　自制典型桥梁模型

教学提示:在项目式学习中,教师作为协助者,要有预见性地为学生提供及时的学习支架.[3]应用力学知识分析具体问题一直是物理教学的难点,需要结合学生的已有经验和认知水平设计多种学习活动,为学生思维的发展搭好脚手架.例如,引导学生观察典型桥梁模型的结构特点,分析桥梁承重或桥体受压情况,用纸板做成平面桥、凸面桥和凹面桥,进行承压实验,让学生解释力作用在桥体上产生的不同效果,培养学生科学思维能力.

任务 2:应用力传感器测量自制纸桥能承受的最大压力.

活动 2:教师简单介绍纸桥的制作方法,引导学生观察、了解准备好的朗威无线数据采集器和力传感器,明确实验的目的是应用力传感器测量纸桥承受的最大压力,提出驱动性问题启发学生思考.

驱动性问题 1:如何使用朗威无线数据采集器和力传感器测量压力?

驱动性问题 2:如何制作简单的纸桥?采用哪些措施可以增强纸桥的稳固性?

驱动性问题 3:如何测量纸桥的承压大小?

学生针对问题设计实验方案,制作纸桥、测量纸桥承受的最大压力.学生操作情况如图 3 所示.

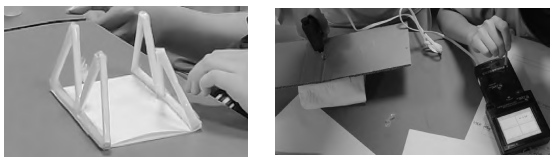

图 3　学生操作情况图

教学提示:教师提前准备好 A4 纸、胶带、无线数据采集器和力传感器.多数学生在小学科学课上有过做纸桥承重实验的经历,因而实验侧重于了解数字化实验的应用,激发学生进行科学探究的兴趣.实施时要求学生思考和设计实验方案,撰写简单的实验报告,这样能够矫正学生“玩”的心态,培养严谨认真、实事求是的科学态度.

任务 3:展示自制纸桥,对探究过程和结果进行交流讨论.

活动 3:学生分组展示交流纸桥制作,从桥梁设计及其特点、测量结果、得出的结论、知识应用方面进行交流和反思,教师引导学生思考驱动性问题.

驱动性问题 1:设计时,你是如何提高桥梁稳定性的?

驱动性问题 2:实验测量结果是否达到了设计要求?存在的问题及其原因?

驱动性问题 3:你认为物理知识在桥梁设计中的应用体现在哪些方面?说一说你对物理美的认识.

教学提示:组织学生在组间对实验过程和实验结果进行评估与交流,培养学生交流合作、评估反思的能力,激发学生参与探究活动的积极性和主动性,引导学生思考对物理美的认识,体会物理学对人类生活、工程实践和社会发展的意义.

3.2　探究桥梁的人文艺术美

活动 4:师生交流桥梁的相关资料,了解桥梁设计在考虑方便人们出行的同时,也承载了城市文化与艺术发展的成就.欣赏诗句“你在桥上看风景/看风景的人在楼上看你/明月装饰了你的窗子/你装饰了别人的梦”,启发学生思考如何欣赏桥梁的美?然后以西安昆明池七夕公园的鹊桥为例,引导学生具体分析.

驱动性问题 1:如何认识鹊桥的外在美、品味桥梁的底蕴文化美?

驱动性问题 2:通过探究活动,你体会到桥梁的人文美和艺术美表现在哪些方面?

驱动性问题 3:如果请你设计一座桥,你会如何兼顾它的功能、外观与周围环境的关系?

教师引导学生从 4 个方面探究桥梁的外在美、文化美,如图 4 所示.分组讨论“寻找自己认为最美的桥”,并说明理由.

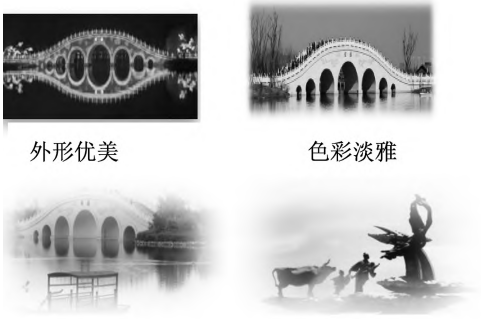

图 4　桥梁的外在美

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

教学提示：对人文和艺术美的探究，设计阅读、讨论、探究、演讲、写作等多种学习活动，引导学生学习发现、思考和探究问题的思路和方法，鼓励学生借助现代信息技术，自主收集和利用学习资源，基于证据论证自己的观点.[4]在课前鼓励学生通过实地访谈、从互联网上收集整理资料等形式，感受桥梁本身就是生活美的一部分. 在探究活动中，通过师生讨论，完成表 2，再思考和运用这些观点分组寻找身边最美的桥，体会这种美是功能美、形式美和环境协调美的融合.

表 2　桥梁审美的因素

艺术美	人文美	我们的认识
造型	时代	
色彩	人文	
景观亮化	自然环境	
……	……	

3.3　探究桥梁的工程建造与数学美

活动 5：师生观察桥梁图片，简单介绍桥梁建造的流程，画出其中的拱形和三角形，认识这些形状遵循的数学原理，认识比例与尺寸在桥梁设计中的应用，讨论三角形的稳定性和拱桥过船问题在桥梁建筑中的应用，认识建筑之美与数学密不可分，感受桥梁建造的数学美.

驱动性问题 1：如何应用三角形的稳定性增强桥体的承重能力？

驱动性问题 2：制作拱桥时如何设计拱宽和拱高？

驱动性问题 3：如何认识桥梁建造中的数学美？

小组合作开展实践探索，用木棍搭建简易桥梁，应用三角形稳定性加固桥梁，小组分享展示.

教学提示：对数学美的探究，要以问题解决为导向，让学生感悟如何从数学的角度发现问题和提出问题，感受数学与科学、艺术的融合.[5]教学中应用数学知识分析桥梁结构中的几何形状，了解黄金比例方法在桥梁设计中的应用，培养学生“学会用数学的眼光观察现实世界”的核心素养.

3.4　研究成果展示与交流

活动 6：应用如表 3 所示的评价量表，引导学生展示、交流和评价项目实施过程及其成果.

表 3　评价量表

维度	优秀（88～100）	良好（75～88）	发展（60～75）
语言表述	视频图文结合较好，表述时举止大方，条理清晰	视频能够图文结合，表述简洁清晰	有视频，语言表达或文字和配图呈现方式比较单一
过程展示	模型设计有创意，能够从多个学科的角度描述桥梁的特点	模型形象、稳固，能够说出桥梁的科学、人文与艺术特点	能设计和制作模型，表述不够清晰、全面
小组合作	组员分工明确，有具体的活动方案，能积极参与并完成任务	组员分工明确，能够制订活动方案，能组内合作完成任务	有口头方案，能共同参与活动，按照要求完成任务

各小组提前制作短视频展示成果，展示时结合评价量表要求做补充说明. 各小组依据量表对展示评分，并提出建议.

教学提示：制订评价量表，可以帮助学生积极主动地对学习成果进行评价并提出改进建议. 用短视频展示学生参与活动过程，提高了学生的活动效率和学习兴趣. 例如学生的短视频作品《纸沟桥》，从作品名称“纸”和“沟”的由来讲起，展示了桥梁设计的科学性和艺术特点，同时还呈现了组员间相互合作，共同完成活动的过程. 从作品中不难看出，跨学科实践是学生跨学科应用知识、发展和形成分析解决问题的综合能力以及动手操作的实践能力的有效载体，其教学是培养物理核心素养的重要途径之一.

4　评价与反思

实施跨学科实践教学应准确把握学生对相关学科知识的现有水平和潜在的发展水平，设计合理的教学方案，以提高学生参与学习活动的能力.[6]设计学习评价量表，可以帮助教师及时了解学生的实际学习状况，协调好教师指导与学生自主学习的关系. 例如，在成果展示交流环节，我们依据学业质量标准，结合学生的行为表现，设计了跨学科实践评价量表，从语言表述、过程展示和小组合作 3 个方面制订评价标准，将学生的行为表现划分为优秀、良好和发展等级. 根据观察和记录，了解学生的实际需求、生成性问题和典型行为表现，引导学生对照评价量表进行自评和同伴互评，将“教—学—评”较好地衔接起来.

（下转第 44 页）

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

安全意识等科学思维、科学态度与责任维度质疑创新并提出改进或建议，得 2 分.

2 对物理教学的启示

基于情境的探究性试题要求学生对真实情境进行观察、分析、归纳、迁移、推理等环节，去解决真实情境下的问题. 试题体现了物理学科“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念，能够让学生经历“问题探究和解决”的全过程，在应用知识的同时，提高解决问题的能力. 考试评价的方向引导了一线物理课堂需要落实基于真实情境的主题教学.

2.1 指向核心素养的目标设计

课堂教学目标应该是立体的. 不仅包括科学内容，还包括科学探究和科学思维. 其中内容是课堂学习的载体，探究是路径，思维是指向. 课堂教学目标是在大单元的基础上，结合课堂内容，依据进阶型原则，从学生学习的角度，规范地阐述学生需要认识的事实，需要经历的探究过程，需要学会的解决问题能力.

2.2 基于主题情境的内容设计

课堂教学设计应以生活生产、社会发展以及科技进步等内容为主题情境，[6] 引领教学设计模块. 各模块围绕情境、相互关联、逐步进阶，指向教学目标的完成，落实“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念.

2.3 追求深度理解的教学过程

基于情境，指向目标，教学过程强调学生深度理解的发生. 围绕情境、分析问题、解决问题、落实探究是驱动学生深度理解的有效路径.

探究过程，注重问题链的设计，凸显科学探究的过程. 从主题情境到问题的提出、证据的获取、过程的设计、结论的总结、解释以及交流评估，都指向能力和思维的培养.

2.4 指向问题解决的教学评价

课堂教学评价是贯穿课堂教学始终的. 评价不仅是知识的应用、现象的解释，更是指向真实问题的解决，对实践的改进和创新. 让课堂教学的过程从“解题”向“解决问题”方向转变，让课堂教学的目标从“知识的掌握”向“素养的培养”方向调整.

基于情境的学习过程设计和评价方向引领，是落实学科育人、新教学体系建构的有效途径.

参考文献：

1 左祥胜，唐双虎，袁加兴. 基于情境为载体的高考评价体系落地探析——以 2021 年广东高考物理试题的“情境”设置为例[J]. 物理教师，2022，43(2)：82－86.
2 张红洋，张婧婧. 高考物理试题的情境化特征研究[J]. 物理教师，2022，43(3)：75－79.
3 袁张瑾，梁旭. 真实情境试题的功能、来源与命制原则[J]. 物理教学，2021，43(5)：56－61.
4 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
5 朱行健. 高考物理探究性试题的主要类型及解决策略[J]. 物理通报，2017(5)：2－5.
6 戴亮，须萍. 基于情境类型学的高考物理试题情境的比较研究——以 2021 年各省市高考物理试题为例[J]. 物理教师，2021，42(12)：75－78.

(收稿日期：2023－07－08)

(上接第 40 页)

以“探究桥梁的科学、人文和艺术之美”为主题实施跨学科实践教学，可以让学生感悟到“现代科学技术为艺术发展提供了丰富的创意和表现手段，艺术的发展也为科学技术的进步从想象、和谐、美感等方面提供了创意”.[7] 学生对参与跨学科学习表现出了极大的兴趣，并且能够有深度、有见解地发表自己的观点，能够有创意地合作完成作品，学生在活动中的表现往往超过了教师的预期.

实施跨学科实践教学教师不但要把握好跨学科实践在物理课程中的定位，而且要有更加宽阔的视野，除了具备扎实的物理教学功底，也要提高自身的人文和艺术素养，还要善于在教学中应用信息技术、创新教学方式和提高教学效率，以适应培养学生发展核心素养的需要.

参考文献：

1 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
2 冯爽. 中学物理课程跨学科实践主题的模型建构及实施路径[J]. 物理教师，2022(5)：59－65.
3 王秀英，万欣欣. 基于项目式学习的教学设计——以圆周运动为例[J]. 物理教学，2022(3)：2－8.
4 中华人民共和国教育部. 义务教育语文课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
5 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
6 谢佳宏，王较过. “静电场”主题的学习进阶研究[J]. 物理教师，2018(12)：26－29.
7 中华人民共和国教育部. 普通高中艺术课程标准(2017 年版)[S]. 北京：人民教育出出版社，2017.

(收稿日期：2023－08－20)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net