·初中园地·

指向素养发展的初中物理跨学科项目式教学

——以“防洪堤坝的设计”为例

周 艳[1] 王 涛[2] 张 静[1]
(1. 长江大学物理教育研究所,湖北 荆州 434023; 2. 荆州市东方红中学,湖北 荆州 434023)

摘 要: 探索促进学生物理核心素养全面发展的跨学科实践活动的设计,是当前物理教育界亟待研究和解决的重要问题.基于项目式学习的相关理论,设计了核心素养导向下跨学科项目式学习模式,并以围绕初中物理“液体的压强”展开的“防洪堤坝的设计”这一项目为例,展现了该教学模式在初中物理跨学科实践教学中的应用实践.

关键词: 跨学科实践;项目式学习;液体压强;核心素养

2022 年 4 月新修订的《义务教育物理课程标准(2022 年版)》(以下简称 2022 版初中课标)强调发展学生核心素养,同时将跨学科实践新增为一级主题,规定用不少于本学科总课时的 10%开展跨学科实践活动,旨在发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决实际问题的综合能力、动手操作的实践能力和乐于实践创新的精神.[1]为有效落实跨学科实践要求,促进学生核心素养的全面发展,本文基于项目式学习的相关理论,设计了核心素养导向下跨学科项目式学习模式,并围绕人教版初中物理 8 年级“液体的压强”的相关内容,以“防洪堤坝的设计”项目活动为例,系统阐述该教学模式在初中物理跨学科实践中的应用.

1 核心素养导向下跨学科项目式学习模式

初中物理跨学科实践是基于学生对物理学习发展的需求,立足物理学科视角,以某一议题、任务为研究主题,运用并整合其他学科的知识与方法,开展综合实践学习的一种方式.[2]项目式学习则是一种建构式教学模式,教师将学生的学习任务项目化,指导学生基于真实情境提出问题,并利用相关知识与信息资料开展研究、设计和实践操作、最终解决并展示和分享项目成果.[3]项目式学习具有较强的跨学科性和实践性,其特点和内涵与跨学科实践的要求相契合,能够作为初中物理跨学科实践的有效教学模式.

以促进学生核心素养的全面发展为目标导向,基于项目式学习的设计、实施和评价要素,[4]结合 2022 版初中课标关于跨学科实践的特点描述,本文设计了核心素养导向下跨学科项目式学习模式(见图 1),包含确定项目主题、设计驱动问题、拆解驱动问题、实施项目活动、展示项目成果和开展项目评价 6 个环节.

首先,聚焦真实情境,围绕“日常生活”“工程实践”“社会发展”等与物理学有关的实际问题确定项目主题.确定主题后,设计具备开放性、综合性和实践性的整体驱动问题,激发学生内在学习需求和问题解决的意识.接着,引导学生将驱动性问题拆解为若干连贯的子问题,通过拆解的子问题有效串联和引领不同阶段的活动和任务,驱动学生在不断持续地应用多学科知识寻找解决问题办法的过程中,发展跨学科运用知识的能力和分析解决问题的能力.在实施项目活动中,立足学科本位,以物理学科知识为主体,联动其他学科知识来开展项目活动,并依据学生不同的能力水平,设计多种不同难度的成果物化形式,多层次、多维度发展学生分析解决问题的能力和动手操作的能力.接下来,引导学生进行活动总结,以小组交流的形式呈现和交流项目成果,学生在展示过程中获得成就感,培养乐于实践、敢于创新的精神.最后结合学生在实践活动过程中的行为表现,以项目成果为

基金项目: 本文系教育部人文社会科学研究规划基金项目“科学核心素养导向下中小学进阶式实践性作业设计与增值性评价研究”(项目编号:23YJA880074);湖北省教育科学规划项目重点课题“科学核心素养导向下跨学科项目化学习的实践路径与评价研究”(项目编号:2022GA029)研究成果.

通信作者: 张静(1982—),女,湖北荆州人,长江大学物理教育研究所教授,博士,研究方向为物理课程与教学论,E-mail:zhangjingjz@126.com.

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

导向开展项目评价，注重评价主体的多元化，可将其他学科教师和学生纳入评价主体当中，评价方式则可采用表现性评价、过程性评价、终结性评价等多种方式.

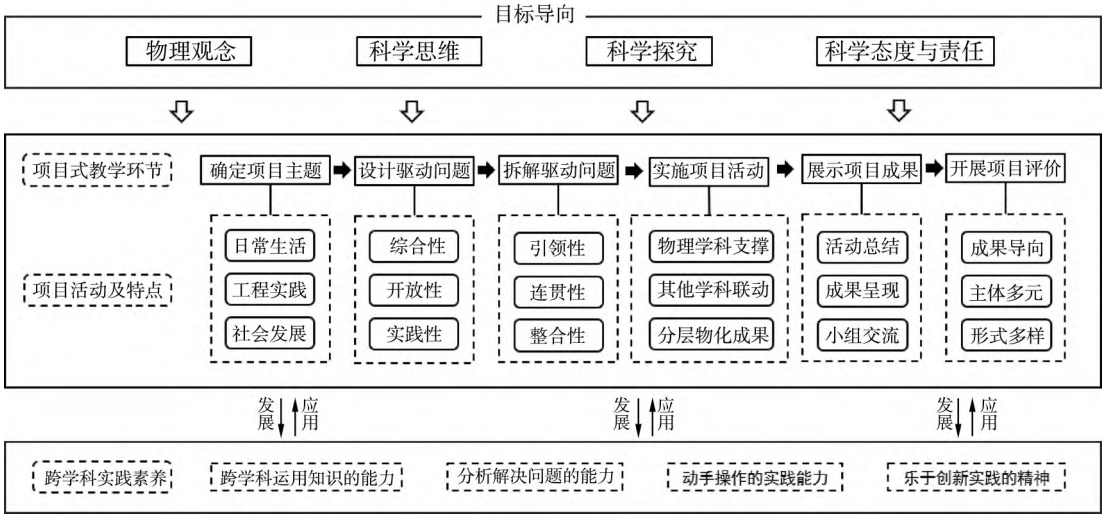

图 1　核心素养导向下跨学科项目式学习模式

2　“防洪堤坝的设计”教学案例

本文围绕人教版初中物理第 9 章第 2 节“液体的压强”的相关内容展开跨学科项目式学习设计，展示基于核心素养导向下的初中物理跨学科项目式学习的教学过程.

2.1　确定项目主题

人教版教材在“液体的压强”中的“科学世界”栏目专门介绍了三峡船闸，并且在这节知识的学习中，防洪堤坝、船闸常作为题目情境来考查学生对“液体压强的特点”“连通器”等知识的掌握情况.本次参与跨学科实践活动的学生为荆州市某中学的 8 年级学生，即将学习 8 年级下册的“液体的压强”，且这些学生常年居住在荆州，熟悉荆州市的地理环境，亲身经历过荆州市往年发生过的暴雨洪涝，参观过荆江大堤，并且在本学期初始，该中学确定该学期学生的研学之旅为“参观三峡大坝水利枢纽工程”.因此，确定以“防洪堤坝的设计”为项目主题，结合学生的研学之旅开展为期一个月的跨学科实践活动.

设计意图：“防洪堤坝的设计”同时涉及“日常生活”“工程实践”“社会发展”3 个跨学科实践主题，能够整合物理、地理、工程学、语文等多学科知识，通过设计实地调研、方案策划、动手制作等活动，可以培养学生动手操作、分析解决实际问题等实践能力，全面发展学生物理核心素养.

2.2　设计驱动问题

教师首先让学生从气候特点、地理环境等方面分享自己对家乡的印象，并回顾往年荆州市发生暴雨、洪涝时的场景，随后播放《记住乡愁》“荆州——铁肩担家国的荆楚传奇”视频，介绍 1998 年荆州沙市发生特大洪水时，荆州人民抗洪的英勇事迹.在学生直观感受到洪水暴发时的凶猛和强大破坏力时，教师提出问题：如果现在荆州市政府决定修建一座防洪堤坝，你是此次工程建设的总设计师，你将如何完成这项任务？

设计意图：增强学生的家乡荣誉感，激发学生参与实践活动的内在需要.引导学生从工程师的角度，思考“防洪堤坝的设计”，可以初步激发学生自主探究和问题解决的意识，有效引导和联结后续的实践活动.

2.3　拆解驱动问题

教师针对“如何修建一座防洪堤坝？”这一整体驱动性问题，首先将其拆解为“为什么荆州市极易发生洪涝”“设计什么样的防洪堤坝”“如何设计方案并制作出堤坝模型”3 个子问题，为学生搭建问题支架.随后引导学生围绕这 3 个问题进行讨论，将其进一步拆解成层层递进的 7 个子问题，并设计相对应的子项目（见表 1）.整个项目涉及物理、信息科技、地理、语文、工程学等多学科知识，其中信息科技、地理、语文直接应用学生已有的知识与能力，物理、工程学则是以知识和技能的学习为主.针对成果的物化形式，共设计了实地调研报告、方案策划书、堤坝模型制作等 3 种不同难度的物化形式，并对难度进行赋值，其中实地调研报告难度为一颗星、方案策划书为两颗星、堤坝模型制作为三颗星.学生依据自身需求

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

和能力水平，选择其中一个任务完成，最后共组　　成 6 个实践小组.

表 1　子问题和子项目的整体设计

子问题		子项目			学科知识/能力
为什么荆州市极易发生洪涝？	荆州市的年降水量情况如何？	调查研究	调查荆州市近 10 年的年降水量，并对比全国的年降水量		信息科技：使用互联网搜索、遴选有价值的数据和资源（应用）. 地理：阅读某地区气温、降水数据资料（应用）
	荆州市的地理位置、气候有什么特点？		了解荆州市的地理位置和气候特点，解释荆州市降水充沛的原因		
设计什么样的防洪堤坝？	哪种结构的堤坝防洪效果最佳？	实践探究	实地观察三峡大坝结构设计，探究三峡大坝结构设计原理		物理：液体压强的特点、连通器的原理与应用（学习）
	堤坝如何保障船只的正常通航？		体验游轮过闸，探究三峡大坝船闸的设计原理		
如何设计方案并制作出堤坝模型？	三峡大坝是如何修建的？	物化成果	观察：实地调研报告	介绍三峡大坝的修建历史、结构组成，分析三峡大坝建设的利与弊	物理：压强、液体压强、连通器、重力势能、动能（应用、学习）. 语文：在项目活动参与过程中记录活动过程、书写报告、作品简介（应用）. 工程学：了解工程师职业，体会工程师工作中使用的技术、技能和工具（学习、应用）
	如何撰写堤坝设计的方案策划书？		策划：方案策划书	了解方案策划书的基本格式和内容，对堤坝建设进行整体规划和设计	
	制作堤坝模型需要使用哪些材料和技术？		制作：堤坝、船闸模型	选择和购买模型制作的材料，学习并使用相关技术制作出模型，并撰写作品简介报告	

设计意图：引导学生对驱动问题进行拆解，设计具体、可操作的项目任务，促使学生深入了解项目活动的全过程，提升学生分析问题、设计策划、归纳概括等思维能力.由于在项目实施之前，对学生关于项目成果形式、存在的困难等方面开展了问卷调查，调查发现学生具有不同的实践能力水平，因此设计不同难度的成果物化形式，能够满足不同层次学生的学习需求，有效调动全体学生参与活动的积极性.

2.4　实施项目活动

2.4.1　调查研究：为什么荆州市极易发生洪涝灾害？

在 8 年级上册地理学科的学习中，学生已经学过“气候”“河流”“自然灾害”等地理知识，能够阅读某地区的气温、降水数据资料，并且知道地理位置、地形等对气候的影响以及洪涝灾害发生的主要因素.因此教师直接引导学生利用课外时间自主上网查阅资料，调查荆州市近 10 年的年降水量，了解荆州市的地理位置和气候特点，解释荆州市极易发生洪涝灾害的原因，说明建设防洪堤坝的重要性.

设计意图：运用并整合学生已有的地理知识和地理实践力，能够帮助学生体会知识的有用性.学生自主调查荆州市极易发生洪涝的原因，能够深刻意识到此次实践活动的重要意义，进而激发内在的学习动机，为后续的实践探究奠定基础.

2.4.2　实践探究：设计什么样的防洪堤坝？

在研学旅行中，学生实地参观了三峡大坝，近距离观看了堤坝泄洪，体验了游轮过船闸.因此这一环节围绕学生的研学经历，从堤坝结构、船闸设计两方面进行探讨.

（1）探究堤坝结构的设计原理.学生参观三峡大坝时，观察到三峡大坝结构为上窄下宽，并联想到荆江大堤、葛洲坝等堤坝结构也是上窄下宽，因此产生疑问：为什么堤坝结构需要设计为上窄下宽？基于此，教师首先播放学生现场拍摄的“堤坝泄洪”图片和视频，提出问题：为什么洪水可以从侧面泄出？这说明了什么？如果水位上涨，泄出的洪水流速有何变化？引导学生作出猜想：水对侧面有压强，并且压强大小还与水位高度有关，水位越高，压强越大.接着教师便引导学生利用实验中测量液体内部压强的实验仪器来探究液体压强的特点，并对堤坝结构设计为上窄下宽作出解释：液体向各个方向都有压强，同一深度各方向的压强相等，深度越深，液体压强越大，所以当堤坝的水库蓄满水时，水会对堤坝施加巨大的压力，由于深度越深，液体压强越大，堤坝底部承受水的压力更大，因此堤坝结构需要设计为上窄下宽.

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

(2) 探究三峡船闸的设计原理.学生乘坐游轮过船闸,体验了“水涨船高”,知道船闸在帮助船舶克服航道上下游巨大水位差时起到重要作用,但关于船闸为什么可以帮助船舶克服水位差依旧存在困惑.针对这一疑问,教师首先利用自制的连通器教具(如图 2),帮助学生深度探究连通器的原理和特点,接着引导学生阅读教材中“三峡船闸——世界上最大的连通器”,详细了解三峡船闸的组成部分,并组织学生讨论:轮船从下游驶往上游的过程中,船闸的哪些部分可以构成一个连通器?

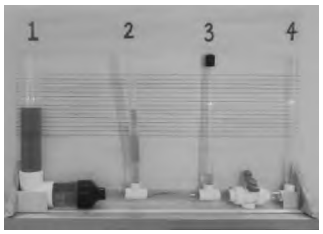

图 2 自制连通器教具

设计意图:引导学生在真实情境中提出问题,并对问题进行思维加工,进而对堤坝结构和三峡船闸的设计作出解释,可以帮助学生深化对物理概念的理解,发展质疑创新的思维能力,同时让学生体会到物理对工程技术发展的促进作用,感受中国基建的力量,增强爱国情怀.

2.4.3 物化成果:如何设计方案并制作出堤坝模型?

在这一环节,教师主要引导学生分析总结在调研和实践中收集的数据资料和学习成果,帮助学生确定调研报告、方案策划书撰写的具体内容以及堤坝、船闸制作的具体模型和材料,并指导学生完成任务.例如针对方案策划书的设计与撰写,首先让学生上网查阅已有的“防洪堤坝的建设”方案策划书,了解方案策划书的基本格式和内容,并对案例进行简化,最终确定方案策划书的撰写内容包含“综合说明”“堤坝建设的必要性”“堤坝模型和船闸模型的设计”“堤坝建设可能遇到的困难和解决方案”等部分.部分小组完成的作品如图 3 所示.

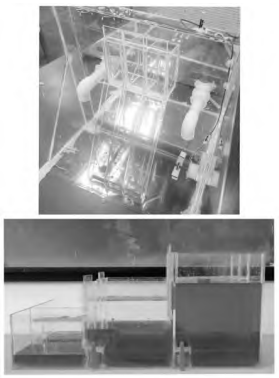
图 3 学生物化成果(堤坝、船闸模型)

设计意图:引导学生经历“资料总结→信息加工→迁移应用→确定内容→技术学习→成品制作”等物化过程,锻炼学生的归纳概括、模型建构、设计策划、动手操作等实践能力,让学生真切体会到工程的复杂性和系统性,感受物理学对工程制作的指导和对社会发展的影响.

2.5 展示项目成果

通过成果展览和研讨会两种形式进行展示交流,学生以小组为单位,分别从小组分工、项目成果介绍、学科知识应用、活动过程中的精彩时刻等方面进行展示,分享活动收获.每个小组展示完之后,其他小组同学进行点评,并提出问题,展示小组需要加以回答.

设计意图:学生通过展示和交流项目成果,可以增强学习的成就感.各小组互相交流评价,学生能够感受同行评议、团体交流的重要意义,发展质疑创新、基于证据进行分析和论证的思维能力.[5]

2.6 开展项目评价

此次项目评价主要采用表现性评价和终结性评价两种方式,评价主体分别为授课教师和学生.针对学生物化出的项目成果,教师在学生初次完成成果之后,教师依据不同任务成果的评分标准进行评价打分,其中调研报告主要关注数据的收集与分析、报告撰写等方面,方案策划书侧重关注设计规划、策划书撰写等方面,模型制作则主要关注成品的制作技术、外观设计、简介报告等方面,以方案策划书的评分标准为例(见表 2).教师在初次评价之后,将评价反馈和评分标准一起发放给学生,学生针对性地进行修改与改进,最后教师对修改后的版本再次进行评价.学生在项目结束后,填写自评表,对自己在项目活动中的行为表现进行评价,例如能否应用物理原理去解决项目过程中遇到的实际问题,是否可以用自己的语言解释小组设计的堤坝模型,以及是否为实现项目目标而努力等.

设计意图:及时给予学生反馈,以评促学,有效激励学生完成项目任务,同时帮助教师对学生的表现进行重复性、持续性的测量和证据收集,详细了解学生在不同阶段核心素养的发展状况.学生对自己在项目活动中的行为表现进行自评,有助于总结和反思自己的学习成果,深化对物理知识、科学思维、科学探究、实践活动的本质认识.

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

表 2 方案策划书评分标准(示例)

评价内容		评价规则	满分
内容部分	综合说明	……	20
	项目建设的必要性		20
	工程设计	水平 1(0～5 分):未按要求进行填写,未绘制防洪堤坝模型图. 水平 2(6～10 分):能根据已有的水利工程绘制简单的防洪堤坝模型图(模型建构). 水平 3(11～15):能根据已有的水利工程绘制简单的防洪堤坝模型图,绘制的模型图结构较为完整(模型建构),图形较为美观,标注了各线段长度和角度,对设计图进行了说明(解释). 水平 4(16～20 分):能根据已有的水利工程绘制简单的防洪堤坝模型图,绘制的模型图结构图十分完整(模型建构),图形美观,标注了各线段长度和角度,对设计图进行了说明(解释),并且对设计的防洪堤坝模型中涉及的物理原理进行详细介绍(物理观念、解释)	20
	项目建设可能遇到的困难和解决方案	……	20
	投资预算		10
书面格式			10

3 结语

探索落实跨学科实践要求,有效促进核心素养全面发展的初中物理教学方式,是新课标在初中物理教学中落地亟待解决的关键问题.[6]本文构建的核心素养导向下跨学科项目式学习模式并据此开发的"防洪堤坝的设计"案例,以促进学生核心素养全面发展为目标,结合跨学科实践的具体要求,围绕项目式学习的基本教学环节来设计和组织教学.它聚焦了"日常生活""工程实践""社会发展"3 个跨学科实践主题相关的实际问题,同时立足物理学科本位,整合了信息技术、地理、工程学、语文等学科知识,加强了学科间的相互联系,体现了整合与发展的教育理念.

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 荆鹏,侯恕.初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J].物理教师,2022,43(10):32－36.
3 杨明全.核心素养时代的项目式学习:内涵重塑与价值重建[J].课程·教材·教法,2021,41(2):57－63.
4 桑国元,叶碧欣,黄嘉莉,等.构建指向中国学生发展核心素养的项目式学习标准模型[J].中国远程教育,2023,43(6):49－55.
5 韩思思,杨杰.基于项目的初中物理与工程跨学科实践——以"制作潜水艇模型"项目为例[J].物理教师,2023,44(1):40－43.
6 罗莹,蔡天娇.从科学探究到跨学科实践:初中物理教学的新变革——基于新旧课标的比较分析[J].物理教师,2023,44(2):38－43.

(收稿日期:2023－10－12)

(上接第 37 页)

取得成果,在平面版扬声器的基础上加入了新想法,并在实验过程中大胆地提出了新见解,高级工程实践能力得到了实质性的培育.

参考文献:

1 States N L. Next generation sciences standards: For states, by states[M]. Washington DC: The national Academies Press, 2013.
2 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.
3 曾涛,符吉霞,徐冉冉,等."科－工整合"实践对初中生工程实践能力影响的实证研究[J].化学教学,2020(5):23－28.
4 徐冉冉. 科学整合工程视角下发展初中生工程实践能力的理论设计和实证研究[D].上海:华东师范大学,2018.
5 任虎虎.指向深度学习的任务驱动教学研究——以人教版"力的分解"为例[J].物理教师,2020,41(7):28－30.
6 魏萌,吴钒,徐嘉凯,等.基于核心素养培育学生的高水平质疑创新能力——以"自制扬声器"自主创新实验为例[J].实验教学与仪器,2022,39(2):5－8.
7 冯爽.中学物理课程跨学科实践主题的模型构建及实施路径[J].物理教师,2022,43(5):59－62,65.
8 王兆军.扬声器和动圈式话筒演示器[J].物理教师,2010,31(41):41.

(收稿日期:2023－09－08)

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