

落实核心素养的高中物理教学资源开发

——基于STEM项目学习框架的策略

林冰冰¹ 郑健² 邱晓峰³

(1. 福建教育学院, 福建 福州 350001; 2. 福州格致中学鼓山校区, 福建 福州 350014;

3. 福州第三中学, 福建 福州 350001)

摘要 STEM项目学习强调在真实问题情境中打破学科壁垒,通过项目作品的设计制作开展跨学科知识的学习与应用,是落实核心素养的有力措施,亦是深化课堂教学改革推进普通高中育人方式改革的有价值的研究方向。基于STEM项目学习的素材挖掘与课程开发对于教师探索互动式、启发式、探究式等课堂教学有着重要的意义。文章基于T.J.Moore和K.A.Smith提出的STEM教育情境整合理念,以“核电站”主题为例,通过以跨学科概念图横向搭建资源挖掘框架,以美国生物科学协会5E模型纵向挖掘素材资源,给出相关教学素材挖掘的具体流程和课程设计案例。

关键词 STEM项目学习;跨学科概念图;5E模型;情境整合

2019年6月,国务院发布《国务院办公厅关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》(国办发〔2019〕29号)一文中,明确指出要“深化课堂教学改革”,并进一步明确要求“积极探索基于情境、问题导向的互动式、启发式、探究式、体验式等课堂教学,注重加强课题研究、项目设计、研究性学习等跨学科综合性教学”。再则,现行的《高中物理课程标准(2020年修订版)》中要求教师在物理教学中要注重科学精神的渗透,关注学生终身能力发展,同样强调增强学生创新意识和实践能力。而现国际上流行的STEM课程是一门跨学科的应用型课程,是以解决现实问题和积累经验为基础的学习模式,在解决问题或者完成任务的过程中,激发学生学习兴趣,引导学生在探索过程中应用或者更好地掌握学科核心概念、原理知识等。如此看来,“深化课堂教学改革”“核心素养的要求”以及“STEM教育理念”不谋而合。

采用如何的教学方式在传统的物理分科教学中融进STEM素养教育,是值得广大物理学科教师去认真研究和实践的。^[1]而在落实STEM教育中,相关的教学资源开发和课程设计又是必备且是至关重要的前提。在中国长时间分科教学的背景下,有必要进一步寻求基于STEM教育理念的教材挖掘和课程设计,开展相关STEM项目学习研究以实现在中学物理教育中渗透STEM素养教育,落实核心素养培育,推进普通高中育人方式。

一、“STEM项目学习”的内涵理解

STEM课程是强调基于现实生活情境的跨学科知识应用型课程。文章采用T.J.Moore和K.A.Smith提出的情境整合模式,^[2]即课程中以基于现实生活问题的工程设计为学习情境,将科学、数学等知识有机地融合并运用到工程中去,在工程过程中达到STEM素养培养。在情境整合模式中,工程设计并不是课程目的所在,而是作为学习情境存在。

项目学习(Project-Based Learning,缩写为PBL)作为一种普通的教育教学方法,在美国公立校中的历史可追溯至19世纪,其强调的重点是解决“现实世界中的真实问题”,主张学生通过一定的小组合作方式(自主探究),来获得真实世界问题解决的经验,并最终能够将学习结果投入到生活应用中去,有利于学生在探索过程中应用或者更好地掌握学科核心概念、原理知识。在PBL中强调STEM教育,同时结合中学教育实践,可以说是一种新的尝试。STEM理念契合PBL,因为“科学”“技术”“工程”和“数学”之间本就有千丝万缕的交叠。再则,PBL强调的是“现实世界中的真实问题”,解决真实问题过程本就不是在某个孤立的学科开展,同样也是要求学生在STEM领域中开展跨学科的探究活动。

简而言之,STEM项目学习要求学生通过完成的项目作品呈现其对真实问题的解决情况,同时提供给教师衡量学生在“STEM”所涉及学科概念知识和原理

基金项目:福建省教育科学“十三五”规划2019年度教育教学改革专项课题“STEM项目式学习在高中物理实验教学中的设计与实践”(课题编号:Fjjgzx19-056)。

等方面掌握情况的依据。可见,STEM项目学习在帮助学生打破学科知识碎片化、建立高阶思维、落实STEM素养教育上有着得天独厚的优势。

二、指向STEM项目学习的教学素材挖掘

随着课程改革的不断深入推进,教材不断更新,在中国长时间的分科教学背景下,教材编写目前仍是以分科编写为主,能够直接用于开展STEM项目学习的教材几乎没有,因此开展相关STEM项目学习的教学资源挖掘显得十分必要。优秀的学科教材资源,特别是作为科学学科的物理,其本身就有着与数学、技术以及工程的诸多潜在关联,其多方面功能依旧可以为广大一线教师开发所用。例如在学习完“能的转化与守恒”后,设计相关“核电站”主题的STEM项目学习课程,在学习完“力的分解”之后设计相关“桥”主题的STEM项目学习课程,等等。

STEM项目学习强调教师在开展教学中要基于真实情境中的问题,以现行的鲁科版《普通高中课程标准实验教科书物理2》中的第二章“能的转化与守恒”为例,开篇通过“从水车到核电站”展开导入,并提出“能源的开发给人类带来了什么正面与负面的影响?”等现实问题,激发学生兴趣,引导学生进行思考,再娓娓道出相关物理知识、规律等。如此,教师可以首尾呼应,在学习完“能的转化与守恒”一章后,可直接利用章节前的真实问题导入,以符合学生知识结构的任务清单(问题链)为辅助引导,开发设计出相关“核电站”主题的STEM项目学习。而这当中,采用如何的方式进行有效的教学资源挖掘就显得十分重要。

(一)以跨学科概念图横向搭建资源挖掘框架

跨学科概念图的应用在相关课程设计和教材开发编排、教学研究中有重要的指导意义。^[3]在教学资源的挖掘过程中,有效利用跨学科概念图,可以让教师在课程开发初期很好地明确课程所需要涵盖的学习范围,以及课程所需要达到的学习目标。^[4]

相关“核电站”主题的跨学科概念图(如图1)。

在选定的主题下,教师应基于学生已有的生活经验、已学习的课本知识作为基础来初步搭建跨学科概念框架图,并通过相关主题的现实工程以及模拟真实情境的启发式问题逐步丰富学科概念图,组织开展跨学科学习。在“核电站”核心主题下,学生对于“能源开发和可持续发展”有一定的生活经验,同时对于“能的转化与守恒(核裂变、核聚变)”有了概念性知识基础,以此为依托进行概念图的左右横向初步建立。再引导学生对“我国核电站布局与工作流程”现实工程

问题进行调研、考察、学习,进而引出“如何自制核辐射检测仪器(盖革计数器)”“世界现有能源还能供人类使用多少年(世界人口增长与能源消耗)”等真实情境的启发式问题进行跨学科概念图丰富与完善,最终以明晰所设计STEM项目学习课程的学习范围,以及所需要达到的学习目标。

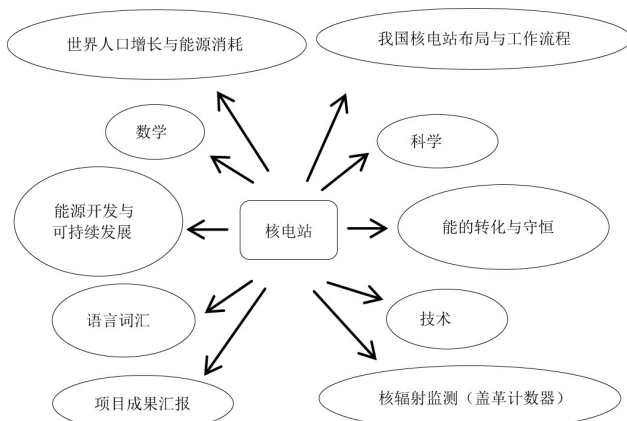


图1 “核电站”主题STEM项目学习

(二)以BSCS 5E模型步骤纵向挖掘教材资源

BSCS 5E模型是美国生物科学协会(BSCS)基于建构主义学习理念编写的生物教材中所提出的教学模式,目的在于培养学生进入社会时所需的生物科学领域的基本技能,在教材出版后就广受认可。该模型主要包含“约定(Engagement)”“探究(Exploration)”“解释(Explanation)”“拓展(Elaboration)”“评价(Evaluation)”五个步骤。^[5]在各国基于时代发展对人才需求所提出的核心素养要求之后,又有不少学者将5E模型应用到核心素养培养上进行研究。^[6]

本课题在实施STEM项目学习研究中,将5E教学模式迁移到对高中物理教材中相关“核电站”主题资源的挖掘与编排上,以期能够得到效用(见表1)。

表1 5E模型下“核电站”主题STEM项目学习资源挖掘与编排设计

5E 步骤	对学生的期望(学习目标)设计	教学实践活动设计	STEM 元素分析
约定(Engagement)	科学态度与责任	1. 引入问题: 查询资料并阐述核能发电的前景和挑战; 1979年,美国的三哩岛核电站发生辐射外泄事件; 1986年,乌克兰的切尔诺贝利核电站发生火灾的后续处理; 2011年,日本福岛核电站受地震等影响发生核泄漏的后续发展。	T: 信息检索与收集 S: 以史为鉴,科学理性审视能源开发的利弊,思考问题应对策略。
探究(Exploration)	物理观念 科学思维 科学探究 科学态度与责任	2. 调查研究与解析问题: 参观核电站,了解我国现有的核能发电站布局以及工作流程; 认识核辐射中的放射性物质; 估算放射性污染的剂量; 思考如何让核辐射无害化;	E: 了解核电工程布局与工作流程; S: 正确认识核辐射(放射性污染); M: 物理量之间的数学函数关系(能的转换与守恒); 描述放射性污染的物理方法。

解释 (Explanation)	科学思维 科学探究 科学态度 与责任	3. 项目设计(规划步骤和工程方案) 根据问题解析,设计工程项目研究方案; 开展所需的知识与技能准备;	E: 确定工程主题、规划方案; S: 过程所需学科知识准备; 科学认识世界人口增长与能源消耗关系,深化可持续发展观念; T: 过程所需技能准备。
拓展 (Elaboration)	物理观念 科学思维 科学探究 科学态度 与责任	4. 拓展迁移(创新实践)与应用 自制盖革计数器:放射性污染的剂量估算; 盖革计数器的现实生活应用;选择现实生活场景(例如新装修房屋)的辐射污染程度; 国际能源组织出版的最新世界能源报告,计算地球可用能源还剩下多少?根据世界人口成长与能源消耗总量之间的关系图,计算剩余能量可供人类使用多少年?	S: 过程所需的知识应用; T: 过程所需的技能应用; E: 盖革计数器的制作与现实生活应用; M: 数学建模与运算
评价 (Evaluation)	物理观念 科学探究 科学思维	5. 评价 自制盖革计数器的现场测量展示; 评估简易盖革计数器的精确度、灵敏度、应用范围等。	E: 工程设计成果展示 M: 数学建模与估算

在 BSCS 5E 模型步骤中,“约定(Engagement)”至关重要,如何在现有教材知识基础上挖掘出学生感兴趣的且是与现实情境问题、工程设计等相关主题,是学科教师作为教材、学生、课程三者桥梁的重要作用体现之一。在“约定”环节中,学生的兴趣固然重要,但教师在这个过程中如何正确引导学生“像科学家一样思考”感兴趣的话题更为重要。“探索(Exploration)”是在明确项目主题之后的研究阶段,引导学生在研究过程中明确项目相关的课程目标和制约因素,并在此过程中建立起项目相关的概念与思维等。“解释(Explanation)”和“拓展(Elaboration)”环节应当给予学生充足的时间来根据问题解析进行项目设计与实施,并实现知识的迁移应用。“评价(Evaluation)”依据为先前明确的课程目标,以项目对现实问题的解决情况开展测量和反思,评价方式可以是自我评价、同伴评价、教师评价等多种方式。

在“核电站”主题 STEM 项目学习课程设计中,有意识地引导学生通过历史事件开展反思,了解现有我国核能发电站布局并引导思考相应工程问题发生时的应急对策,再进一步针对“放射性污染的监测”开展“简易盖革计数器”项目的制作,在项目拓展中再次通过数学建模和运算深刻了解当前能源的匮乏,在真实问题情境中帮助学生从各学科概念层面重新审视当前能源开发利用所面临的境况,发展学生解析问题以及反思能力等,深刻地体会科学、技术、社会与环境协调发展的重要性,让 STEM 素养教育在章末通过问题解决过程得以体现。

三、基于 STEM 项目学习的中学物理教学资源开发的反思与建议

(一)用跨学科概念图明晰教学资源开发的范围
跨学科教学在基础科学学科教育中的重要地位

日益凸显,相关跨学科知识的整合是重点亦是难点。在强调跨学科概念的 STEM 项目学习中,借助跨学科概念图,不仅能够提高跨学科知识的整合效率,也能够提升整合者的创造力。在进行教学资源挖掘时,借由相关主题的跨学科概念图,让人从视觉上直观地了解到跨学科所有可能涉及的知识内容,给人以明晰的范围框架,也有利于教师在课程设计之初明晰跨学科的 STEM 项目学习目标。

(二)用工程思维纵向拓展教学资源挖掘的深度

在我国传统的基础教育中,有着优秀的科学和数学学科教育,但是在技术和工程上的教育却显得较为苍白。STEM 教育中的“工程”落实同样是我国在相关探索实践方面的薄弱点,而工程思维又是提升项目质量的命脉所在,因此在 STEM 项目学习设计中用 5E 模型步骤模拟工程设计,用以提供学习情境,在学习过程中深深的将工程思维贯穿其中。

(三)用工程项目结果支撑教材资源挖掘的有效性

STEM 项目学习作为应用型的课程,以项目作品的完成情况来衡量课程实施的有效性。因此在课程资源挖掘的过程中,在契合课程标准之上,要注重设计有明确可行的项目作品,亦是有益于学生呈现其解决问题的思维,让思维可视化,也是提供给教师以评价依据的重点。

参考文献:

- [1]谢丽,李春密.物理课程融入 STEM 教育理念的研究与实践[J].物理教师,2017(4):2-4.
- [2]T J Moore, K A Smith. Advancing the state of the art of STEM Integration [J]. Journal of STEM Education, 2014(1):5-10.
- [3]靳冬雪,刘恩山.跨学科概念“尺度”的含义及特征[J].基础教育课程,2019(23):30-36.
- [4]陈英和,张淳俊.基于跨学科概念图的跨学科知识整合模型[J].北京师范大学学报(社会科学版),2010(1):37-44.
- [5]Owens, Alexandra D. The BSCS 5E Instructional Model[J]. Science Scope, 2015(1).
- [6]刘欣颜,麦纪青,刘恩山.运用 5E 教学模式发展学生的核心素养——聚焦生物学核心素养的教学取向[J].教育导刊,2017(6):48-53.

(责任编辑:周志平)