

跨学科实践教学的底层逻辑与设计框架^{*}

王 强 (四川师范大学物理与电子工程学院 四川 610101)

罗 群^{**} (成都市教育科学研究院 四川 610036)

严 果 (成都市金牛区教育科学研究院 四川 610036)

彭远航 (成都市郫都区绵实外国语学校 四川 611731)

摘 要 跨学科实践教学旨在促进学生物理学科素养和跨学科素养的整体发展。作为一种整体教学,跨学科实践教学是学生具身参与、促成多科融通、聚焦关键要素和实现整体发展的教学,融通性和实践性是其两大特性。探究任务、核心问题和深层知识是跨学科实践教学的关键要素和底层逻辑,目标知识化、知识问题化、问题任务化和任务活动化则是跨学科实践教学设计的基本框架。

关键词 跨学科实践教学 实质内涵 底层逻辑 设计框架

文章编号 1002-0748(2026)10-0034

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

2022 年 4 月,教育部颁布了《义务教育物理课程标准(2022 年版)》,明确提出要“促进学生核心素养的养成和发展”的要求,并把“跨学科实践”作为重要着力点^[1]。自此,学界有关跨学科实践教学的研究如火如荼,实践中也做了大量有益的探索。但仍存在以下两点不足:一是较少深入剖析跨学科实践教学的实质内涵;二是较少系统分析跨学科实践教学的底层逻辑和设计框架。为此,本文希望通过对跨学科实践教学的实质内涵、底层逻辑和设计框架进行贯通式分析,既在学理上深化对跨学科实践教学的研究,又在操作上为跨学科实践教学落地提供框架和方法。

1 跨学科实践教学的实质内涵

众所周知,人的素养具有整体性^[2]。根据素养的整体性,需要进行整体教学。在物理教育中,跨学科实践教学乃是整体教学的一个重要形态。

那么,何谓跨学科实践教学?从概念组成来看,跨学科实践教学包括跨学科和实践两个重要部分。跨学科指不同学科边界的破除与连接、解构与重组。作为一个根基性概念,实践可以通约化理解为与相关学科高度关联的一件真实之事。无论我们如何理解跨学科实践教学,基于实践的多个学科连接与融合乃是其本质所在,属于整体教学。针对物理课堂

的现实不足以及由此造成的学生素养发展问题,所强调的跨学科实践教学,在根本上就是要重构各科分离和跨而未融的教学样态,以构建真正的整体教学样态,从而更好地促成学生素养强而有力的整体发展。由此,跨学科实践教学是指基于实践而超越各科分离且真正具有整体性的教学样态,融通性和实践性是其两大特性。

其中,融通性构成其本质属性,具有学科内、外两个面向。向内表现为知识与知识、知识与心灵、知识与实践之间的融合;向外表现为相关学科外层的知识与经验之融、中层的思想(思维)与方法之融、内层的精神与价值之融。就此而言,跨学科实践教学表面是“跨”,实质却是“融”。实践性构成其存续基础,表明跨学科实践教学的有效展开依赖于实践。虽然融合的内容层出不穷,但万变不离其宗的方略和路径,就是实践。正是通过实践不断打破和超越学科之间的孤立和分离,不断拓展和深化彼此的“亲和性”,既做到了学科内融通,也实现了学科间的融通。

为了更加深入地理解跨学科实践教学,我们还可以从主体(谁在跨)、内容(跨什么)、方式(如何跨)和目的(为何跨)四个维度,对跨学科实践教学进行更加具象的描述。从主体维度看,跨学科实践教学是学生具身参与的教学。跨学科实践教学不仅让学

^{*} 基金项目:本文系 2025 年度四川省学校国有资产与教育装备科研课题“AI 赋能自制仪器研发及其在县中振兴中的应用”(课题编号:GZZB2025008)和四川省研究生教学改革重点项目“AI 赋能的未来物理教师培养的探索”(项目编号:YJGXM25-B069)的阶段性研究成果。

^{**} 通信作者:罗群。

生的身心融入到外部世界之中,而且还让学生与世界、学生与他人、学生与自我不断生成越来越丰富和深入的融合关系。从内容维度看,跨学科实践教学是促成多学科融通的教学。跨学科实践教学不仅能够促成物理学科内部的知识与知识、知识与心灵、知识与实践之间的融通,而且能够促成不同学科间知识与经验、思想(思维)与方法、精神与价值的融通。从方式维度看,跨学科实践是聚焦关键要素的教学。跨学科实践教学需要借助探究任务、核心问题和深层知识这三个关键要素,更有效地将学生多方面的学习内容、多方面的学习过程和多方面的素养发展融为一个有机整体。从目的维度看,跨学科实践教学是实现素养整体发展的教学。跨学科实践教学乃是要促成学生物理学科素养和跨学科素养的整体生成和整体发展。

综上所述,作为一种整体教学,跨学科实践教学是学生具身参与、促成多科融通、聚焦关键要素和实现整体发展的教学。

2 跨学科实践教学的底层逻辑

实质地看,跨学科实践教学为的就是引导学生在实践中展开更高质量的整体学习,其关键则是探寻出能够将不同学科的多方面学习内容以及学生多方面的学习过程真正融合起来的关键变量及其底层逻辑。

2.1 提炼跨学科实践教学的关键要素

近年来,物理教育界愈发自觉地梳理和挖掘跨学科实践教学的运行逻辑和实践框架。宏观上,人们日益重视探究任务(或实践任务)在跨学科实践教学中的关键作用^[3],并围绕探究任务的特点设计、评价等形成了一系列理论成果和经验方法^[4]。同时,人们回归到对“核心问题”(或驱动问题^[5])及其“问题序列”的探讨,试图从核心问题角度来探寻跨学科实践教学的逻辑和方法。微观上,人们聚焦到对“深层知识”(大概念或共通概念^[6])的关注,认为深层知识在跨学科实践中发挥着纽带性作用,处于跨学科实践教学的灵魂位置。

基于这些研究,并结合中学物理课堂教学的成功经验,我们发现,探究任务、核心问题和深层知识是跨学科实践教学的三个关键要素和底层逻辑。三者对跨学科实践教学的有效展开提供了路径、工具和纽带,构成跨学科实践教学的基本框架和“元机制”。

2.2 阐明关键要素的作用机理

(1) 探究任务是跨学科实践教学的实现载体

探究任务是指植根于知识生产和知识应用的真

实场景,且与学生学习与发展高度关联的任务或事项。探究任务作为一种“元机制”,其核心逻辑在于以直接或间接的方式为跨学科实践教学提供途径和载体。不仅能够将学科内的知识与知识、知识与心灵、知识与实践以及学科间的知识与经验、思想(思维)与方法、精神与价值天然地融通起来,而且还能将学生的多方面学习过程和多方面素养发展融合成一个有机的整体,从而主导着跨学科实践教学的展开方向和基本框架。可以说,探究任务乃是跨学科实践教学的根本途径和实现载体。

(2) 核心问题是跨学科实践教学的驱动工具

核心问题是指来源于现实生活、走向思维深处、对接知识内核,从而促进学生更高质量学习与发展的关键问题。核心问题作为一种“元机制”,其核心逻辑在于为跨学科实践注入强劲的动力和活力,其以自身为中心延伸出一组进阶化问题序列,不仅有力地将多个学科的知识与经验、思想(思维)与方法、精神与价值以及学生多方面的学习过程和多方面的素养发展融为一体,而且还有效地避免学生浅层地完成探究任务,进而将跨学科实践教学引向深入。可以说,核心问题乃是跨学科实践的牵引力量和驱动工具。

(3) 深层知识是跨学科实践的内隐纽带

深层知识指学科或跨学科中位阶更高、反映本质和灵活迁移的概念或观念,即大概念^[7]。深层知识作为跨学科实践教学的一种“元机制”,其核心逻辑在于为跨学科实践教学提供了一条贯穿始终的纽带和主线,不仅能够将跨学科实践教学的多方面内容、多方面过程以及多方面素养发展进行有机融合,进而最大可能地指引学生展开深度学习和强健发展,而且还能够成为观察和检验跨学科实践教学成效的重要标志。可以说,深层知识乃是跨学科实践教学的重要标志和内隐纽带。

因此,探究任务、核心问题和深层知识构成了跨学科实践教学的底层逻辑。

2.3 揭示关键要素的互嵌关系

探究式教学、项目式教学等,它们同样展现出探究任务、核心问题、深层知识的深深烙印。其中,探究式教学的探究任务侧重于验证性或解释性任务,核心问题侧重于“是什么”“如何是”,深层知识侧重于学科大概念;项目式教学的探究任务侧重于改造性或创生性任务,核心问题侧重于“做什么”“怎么做”,深层知识既可以是学科的也可以是跨学科的;而跨学科实践教学在上述三个方面更加侧重于“跨

学科性”。可见,三者在具体教学中的差异性取值,从根本上塑造了物理课堂教学的具体路径和不同形态。

3 跨学科实践教学的设计框架

基于前面对跨学科实践教学底层逻辑的分析,这里的关键是将抽象概括的深层知识转化为高质量的核心问题,进而外显为真实鲜活的探究任务。此外,深层知识又指向顶层的素养目标,而探究任务还需外延为可操作的活动序列。因而,跨学科实践设计的重点就是做好四个转化:目标知识化、知识问题化、问题任务化和任务活动化。下面,我们以“人体颈椎中的力学奥秘:从预防到呵护颈部健康行动”为例,对跨学科实践教学的设计框架进行简要阐述。

3.1 目标知识化

在跨学科实践教学设计中,首先需要做的就是目标设计。跨学科实践教学的目标设计应遵循以下三个原则:以核心素养为导向;以教材理解为依托和以学情分析为基础。在本课例中,需要着力培育的核心素养是物理观念、科学思维、科学探究以及科学态度与责任。课例融合了多个学科的内容。而学生在前期学习的基础上,能够较好地把握人体颈部骨骼和肌肉结构。在此基础上,可以将教学目标具体化为四个方面:(1)知道什么。即学生要知道人体颈部肌肉和颈椎结构背后的杠杆模型。(2)理解什么。即学生要理解人体颈椎结构与人体颈椎功能要相匹配。(3)能做什么。即学生要能够制作人体头部杠杆实物模型。(4)成为什么。即学生要成为“保护颈部健康,拒做低头族”的宣传者和践行者。

为了达成上述目标,就需要遴选和确定知识内容,即目标的知识化。目标的知识化需要重点思考三个问题:第一,什么样的知识才更有利于跨学科实践教学的展开?第二,什么样的知识对学生的学习与发展更有价值?第三,选择什么样的知识才最有利于达成学习目标?目前,具有较大共识的答案是跨学科大概念(即深层知识)。在本课例中,无论怎样引导学生去探究人体颈椎中的力学奥秘,“结构决定功能”乃是需要学生建构的跨学科大概念,其核心内涵是指人体颈椎结构决定了人体颈椎功能,人体颈椎结构的改变会影响人体颈椎功能的发挥,而“杠杆、力的合成与分解”(物理)、“人体颈部骨骼与肌肉、健康生活”(生物)、“勾股定理、平行四边形”(数学)、“绘制与制作”(工程技术)则是这个跨学科大概念的下位概念,即小概念。由此,便确定了本课例的学习内容。

3.2 知识问题化

此时精选出来的知识内容,还是一种外在于学生的静态化知识,尚未与学生发生实质性联系,因而需要将其重新置入孕育它的问题情境之中,进而转化为一种与学生高度关联的活态化知识。于是就存在知识内容问题化的必要。所谓知识的问题化,就是将静态的知识放回到其产生或应用的实际场景中,进而转化为核心问题。那么,如何将精选的知识转化成一个核心问题?其关键有三:一是对接精选的深层知识;二是触及学生的心灵深处;三是指向真实的生产生活情境。在本课例中,可以基于“人们长时间过度低头造成颈椎疾病”这个真实情境,并根据“结构决定功能”这一深层知识来设计核心问题:为什么长期持久低头会对颈部肌肉造成损伤?进而,我们还可以分解出“人体颈部是怎样实现低头动作的?”“选择什么样的物理模型来表征低头过程?”“利用物理模型又该如何解释后颈肌肉劳损?”“怎样将物理模型转化为实物模型?”“如何预防和缓解颈部健康问题?”等五个子问题。

3.3 问题任务化

在知识问题化的基础上,还需要将核心问题转化成既有一定挑战度和真实度又切合学生经验和兴趣的探究任务。由于整个世界都是跨学科实践的场域,于其中会遇到各种“解释世界”与“改变世界”的探究任务。因而,我们可以抽取出两类主要的探究任务:以“解释世界”为中心的课题式任务和以“改变世界”为中心的项目式任务。而在操作上,可以采用“大课题+小任务”或“大项目+小任务”两种模式。在本课例中,可以将“为什么长期低头会对颈部肌肉造成损伤?”这个核心问题转化为“以颈部肌肉劳损为背景,制作一套能直观呈现人低头时后肌肉拉力变化的人体头部杠杆实物模型”这个项目式探究任务,进而对应五个子问题,将其分解成等待学生完成的五个小任务:探索低头动作中颈部骨骼和肌肉的变化情况、绘制不同低头角度人体头部杠杆模型、探究为何长期低头导致后颈肌肉劳损、制作一套能仿真模拟人体头部杠杆实物模型、寻找预防和缓解颈部健康问题的方法。

3.4 任务活动化

为了开启学生的学习进程,持续地推进跨学科实践教学,还需做好第四个设计,即探究任务的活动化。所谓探究任务的活动化,就是将若干小任务自然而然地转化为有待学生完成且具有一定逻辑关联的活动序列(学习环节)。在本课例中,可以根据前

(下转第 42 页)

彻底转向了“学生要思考什么、如何思考”。这样的反思,在参与教师中颇具代表性。

(3) 教研层面。该模式为区域教研活动提供了强有力的抓手和共同话语体系。集体备课不再流于形式,而是围绕“如何设计更有思维价值的留白?”“如何在反馈环节更好地促进学生元认知?”等专业议题展开深度研讨,显著提升了教研活动的效能。

4.3 面临的挑战与未来展望

尽管取得了显著成效,但模式的深化推广仍面临挑战:

挑战一:教师的“设计力”瓶颈。初期,教师设计的留白常停留在知识回忆层面。解决方案是提供更丰富的“批注语料库”和设计案例,并通过“设计—实践—反思”的循环进行实战训练。

挑战二:学校的“时空”制约。深度探究与反馈必然耗时更多。未来需要进一步研究模式的“微变式”,探索在常规 40~45 分钟课堂内实现核心思维训练的最优时间分配方案。

挑战三:模式的“课型”适应性。目前模式在规律探究课中效果最为显著,下一步将研究其在概念引入课、单元复习课、习题讲评课等不同课型中的适应性调整与创新应用。

在应对上述挑战时,我们深切体会到,尤其需要关注学材的差异化设计,为不同认知水平的学生提供个性化的思维支架,这是模式在复杂真实学情中有效实施的关键。

(上接第 36 页)

述五个小任务对应设计出五个活动序列:深入情境,探索动作——独立尝试,绘制模型——理性认识,揭示根源——提出创意,共制实物——交流分享,汇集方略。此外,在跨学科实践教学过程中,我们还应关注学生的外在表现和对深层知识的调用情况。在本课例中,可以让学生继续探寻人体中存在的其他杠杆,并通过小组合作研制实物模型。

4 结 语

物理学科教学与跨学科教学只有功用的区分而无地位的优劣。前者有助于学生更深入地把握物理学科的本质和规律,后者有助于学生整体认识的跃升和扩充,两者并非对立的关系,而是呈现出一种循环递进的关系,共同服务于学生对事物本质的理解和对实际问题的解决。如何设计,则是跨学科实践教学的一个关键之处。在核心素养的导向下,跨学

5 结 论

本研究构建的“S-T-F”教学模式及其“学材化”实施策略,从实践层面有力地证明了:核心素养的培育并非要推翻重来,它完全可以根植于我们熟悉的教材,生长于我们每日的常态课堂。该模式的根本价值在于,它通过一套专业的“转化工具”(学材模板),将宏大的素养目标“翻译”成了教师可理解、可执行、可评估的课堂教学行为,并将教材从“知识的仓库”激活为“思维的体操房”。

当学生通过我们设计的学材,亲历了从迷茫困惑到豁然开朗的科学发现之旅时,他们所收获的将不仅仅是浮力的公式,更可能是伴随其终身的科学思维方式与探究未知世界的勇气。而这,正是我们作为教育研究者和实践者,共同肩负的使命与荣光。

参考文献

- [1] 李友兴. 从“问题”和“活动”的视角践行高中物理高阶思维教学[J]. 物理教学, 2024(10): 7—12.
- [2] 毕记朋. 基于“新课标”初中物理科学素养“三三三”培育模式的 10 年实践[J]. 中学物理, 2024(18): 32—37.
- [3] 毕记朋. “折出一留白”教学策略在初中物理概念教学中的应用研究——以“速度”教学为例[J]. 中学物理, 2026(2): 6—9.
- [4] 山东青岛市普通教育研究室. 小循环多反馈教学法[J]. 中学物理教学参考, 1998(Z1): 4—5.
- [5] 郭宝仙. 英语教材“学材化”特征及其教学转化[J]. 课程·教材·教法, 2025(2): 48—54.

科实践教学设计的重心是应做好四个转化,即目标知识化、知识问题化、问题任务化和任务活动化。

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: 5.
- [2] 王强, 游春蓉. 以学科实践为基石的整体性教学[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2025(5): 45—50.
- [3] 邹丽晖. 初中物理课堂中的跨学科实践教学研究[J]. 课程·教材·教法, 2023(10): 111—117.
- [4] 许静, 于海波. 物理跨学科实践教学的内涵价值、现实困境与优化策略[J]. 物理教学, 2024(1): 12—15, 61.
- [5] 杨杰, 郭晨跃, 冯秀梅. 跨学科实践中驱动问题的设计方法与实施策略[J]. 物理教师, 2023(3): 44—48, 52.
- [6] 游佳雪, 邓磊. 物理学科背景下的跨学科实践研究——基于美国跨学科教学活动案例的探索[J]. 物理教学, 2023(11): 72—76, 80.
- [7] 王强, 罗群, 叶超. 再论学科大概念: 内涵、提取与建构——以物理学科为例[J]. 上海教育科研, 2025(10): 1—6.