

【专题·跨学科实践】

编者按:首次提出“跨学科实践”并将其作为一级主题,是2022年版课标的重大变化与亮点。新课标实施以来,跨学科实践教学得到了一定程度的发展,但仍存在诸多问题,如教学目标泛化、学习内容拼凑化等等。本期专题选文旨在廓清跨学科实践内涵、梳理适用于跨学科实践的教材内容、探索开展跨学科实践的有效方式以及跨学科实践作业的设计与实施,以供参考。

初中物理课堂中的跨学科实践教学研究

邹丽晖

【摘要】提出跨学科实践是此次义务教育物理课程标准修订的显著变化之一。基于课程标准的要求和跨学科研究的相关进展,跨学科实践活动应具备跨学科整合的特质、真实情境化的任务驱动特点、设计与体验的过程特色以及物化成果的显著特征。现行初中物理教材中已有不少适用于跨学科实践的内容素材。教学实践中,应根据跨学科程度的不同,合理统筹“学以致用”和“用以致学”,使教学内容由分散向系统逐步过渡,使课堂呈现方式由活动向项目逐级递进,更好地发挥跨学科实践的育人价值。

【关键词】跨学科实践;物理教材;初中物理

一、跨学科实践应具备的基本条件

(一)跨学科整合的特质

《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)提出跨学科实践,是促进我国基础教育阶段教学内容与教学方式深度变革的新探索。STEM教育作为一种多学科融合的教育模式,对开展跨学科实践具有借鉴意义。

国内外跨学科教育的整合模式与路径多种多样,能为我们明确跨学科实践的教育目标和实施路径提供参考。理解新课标提出的跨学科实践,应基于立足本学科而跨出本学科的视角。这与STEM教育多学科并行融合的视角有所不同。跨学科实践首先应具备跨学科整合的特质,以便让学生在立足本学科解决实际问题的过程中,整合并内化知识与观念,通过构建学科内部知识间的纵向关联、学科间知识的横向关联,形成跨学科知识间的网状关联,实现对科学概念、科学思维以及价值观念的深度理解。从形式上看,跨学科实践需要“学科跨界”,即对本学科本位边界的突破与跨越。从过程上看,跨学科实践需要综合多学科的知识与方法,让它们处于交互协同状态,使学生在实践过程中理解新知识、产生新见解、生成新思维,提升自身的核心素养。

(二)真实情境化的任务驱动特点

跨学科实践以解决现实生活中的真实问题为目

标,注重学生学习与生活实际之间的联系,以培育具有创新精神的复合型人才。跨学科实践教学需要将抽象的知识与真实的问题相结合,采用超越知识本位的教学模式,实现从知识传授向素养培育的转变。^[1]

真实的任务情境是开展跨学科实践的必备要素。根据方式的不同,跨学科学习可分为基于问题的学习(problem-based learning)、基于项目的学习(project-based learning)等不同种类。无论是哪种方式,其构成要素中都包含情境化的任务。在近些年的中学物理教学研究中,基于项目的新型教学模式方兴未艾。罗莹等人提出,基于项目的教学包括项目载体、项目支架、项目成果和问题驱动的合作探究学习四个要素,其中的项目载体是指为实现课程目标而设计的符合教学要求的项目背景^[2],也就是情境化的任务。董艳等人在厘清“基于问题的学习”和“基于项目的学习”差异的基础上,整合两种教学模式的优势,提出了一种新的教学模式——面向设计的产生式学习,以此促进学生的跨学科学习。^[3]该教学模式也提倡创设包含多学科内容的、复杂真实的问题情境,让学生在实践中不断动手操作以解决问题。

基于真实情境的任务,是跨学科实践教学的起点。面对复杂多样的问题情境,将抽象的物理学知识转化为具体的研究任务加以解决,不仅可以让学生

生经历遭遇问题、提炼问题、分析问题、解决问题的全过程,还能让他们从中获得更多的社会性成长。

(三)设计与体验的过程特色

相比传统的讲授式教学,跨学科实践承载了“做中学”的功能,试图通过“做”培养学生的核心素养。跨学科实践旨在发展学生跨学科应用知识的能力,分析和解决问题的综合能力,动手实践的操作能力,使他们形成积极认真的学习态度和乐于实践、敢于创新的研究精神。^[4]

跨学科实践要求学生能在解决实际问题的过程中获得足够的参与感,即根据任务的需求,激发学生的思维并推动他们持续开展思维活动。跨学科实践提倡通过设计促进学生跨学科知识的融合理解与迁移运用,通过体验使学生获得成果性知识并习得蕴含在问题解决过程中的过程性知识,让学生亲历探究实践全过程。

以新课标中跨学科实践的学业要求为例,相关内容紧密围绕核心素养的四个维度,要求学生能综合利用所学知识解释日常生活、工程实践、社会发展中的问题;能设计简单的跨学科实践方案,通过收集证据提出自己的观点并加以论证,懂得合作交流;能深化对知识的认识与理解,形成正确的科学态度与责任感。上述学业要求同样凸显了对学生学习过程和过程性知识习得的高度重视。

(四)物化成果的显著特征

从学习结果来看,跨学科实践最显著的特征是有物化的实践成果,即通过作品和成果来外显习得的知识 and 能力,帮助学生获得成功的喜悦,奠定继续学习的信心。这里的“物化”是广义的,不局限于实物作品,还包括论文、汇报等成果形式。

新课标中跨学科实践的教学提示建议重视活动成果的呈现与交流;注重活动总结,以设计作品、制作模型、撰写报告等多种形式呈现成果;根据物化形式的特点,组织开展成果展览、报告会、研讨会等多种方式的交流活动。^[5]

物化成果也是跨学科实践教学评价的重要对象。对学生在实践活动中的表现和成果进行评价,是跨学科实践教学的重要环节。对标学业质量描述和关键行为表现,通过评价发现教学中的不足,有利于促进学生核心素养的持续有效提升。以评促学,以评促教,以核心素养为统领形成教学的正向良性循环,有助于跨学科实践设计意图与教学目标的落实。

二、现行初中物理教材中适用于跨学科实践的内容梳理

教材是教师教学的重要依据,也是教学资源的

重要来源。^[6]研读现行教材,深入挖掘与充分利用其中的有益素材,可为跨学科实践提供有效的教学资源。笔者从新课标中跨学科实践的内容要求出发,对照前述跨学科实践应具备的基本条件,全面梳理了现行人教版初中物理教材,对其中适用于跨学科实践的素材进行了统计分析,以期为教师在新教材出版前开展跨学科实践活动提供资源支持与设计引导。

(一)跨学科实践的课标要求

新课标中的跨学科实践包括三个二级主题,即物理学与日常生活、物理学与工程实践、物理学与社会发展。^[5]这三个二级主题各有侧重,体现出物理课程的基础性、实践性与发展性特点。与化学课程标准中设计了包括产品制作、行动改进、调查研究、模型建构等在内的具体的跨学科实践活动^[7]不同,物理新课标并未给出具体活动,而是针对三个二级主题分别给出内容要求,强调立足本学科跨向日常生活、工程实践、社会发展。这为实际教学增加了灵活度,有利于教师以跨学科实践为手段,以这10%的示范性课程内容撬动另外90%的课程内容及其教学方式的变革,真正实现减负增效。

(二)现行教材中适用于跨学科实践的内容统计分析

首先,从课程标准主题视角来看,按照新课标中跨学科实践的二级主题分类统计,现行教材中跨学科实践素材的分布情况如表1所示。

表1 现行教材中跨学科实践素材的主题分布情况

统计项目	主题		
	日常生活	工程实践	社会发展
数量	85	19	22
占比	67.46%	15.08%	17.46%

可以看到,现行教材中已存在大量与日常生活相联系的素材,这与教材重视联系实际的编写理念有很大关系。例如,在介绍声现象时以“音乐和乐器”作为联系生活实际的素材;在介绍密度时专设一节“密度与社会生活”来研究密度与物质鉴别的关系。现行教材中关于工程实践和社会发展主题的跨学科实践素材相对较少。其中,与工程实践相关的素材集中在工程技术应用部分,如自制模型照相机、水果电池、电磁铁、电动机等动手实践活动;与社会发展相关的素材集中在科技成就介绍部分。

其次,从物理学领域视角来看,按照力学、热学、光学、电学、近代物理等不同领域分类统计,结合主题分类结果,现行教材中跨学科实践素材的分布情况如下页表2所示。

表2 现行教材中跨学科实践素材的领域分布情况

主题类别	领域				
	力学	热学	光学	电学	近代物理
日常生活	56	8	7	14	0
工程实践	9	1	2	7	0
社会发展	10	2	1	5	4

可以看到,力学领域中的跨学科实践素材数量较多,这与力学内容在教材中所占比例较大有关。与其他领域相比,电学领域中与日常生活相关的跨学科实践素材占比相对偏低,有待进一步挖掘和开发。近代物理领域适用于跨学科实践的素材全部属于社会发展主题,这与近代物理内容的特点密切相关。值得注意的是,现行教材最后一章以整章篇幅介绍“能源与可持续发展”,与新课标中“物理学与社会发展”主题的内容要求非常契合。同时,“能量”主题的课程内容具有一定的综合性和跨学科性,与生产生活和社会发展密切相关。该章内容可作为重要的跨学科实践素材,结合实例引导学生从物理学视角认识能量,了解能量的不同形式,认识能量守恒与转化的普遍规律,了解节约能源与可持续发展的重要性,初步形成能量观念,发展学生综合分析问题和解决问题的能力,培养他们为可持续发展作贡献的责任感与使命感。

最后,从呈现形式视角来看,按照跨学科实践素材在教材中的呈现形式分类统计,其分布情况如图1所示。

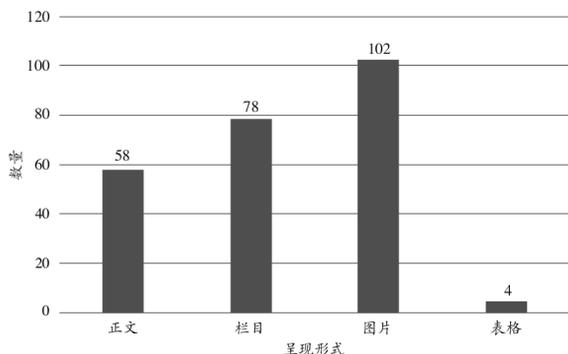


图1 现行教材中跨学科实践素材的呈现形式分布情况

可以看到,图片是跨学科实践素材最主要的呈现形式,栏目和正文形式的跨学科实践素材也占有一定比例,以表格形式呈现的跨学科实践素材相对较少。实际上,大部分跨学科实践素材的呈现形式是多样化的,主要是正文与图片或栏目与图片的结合,单一形式的素材并不多见。值得关注的是,教材中的栏目作为一种重要的呈现手段相对独立,不同栏目定位不同,承担的教学功能往往也不同。对栏

目中涉及的跨学科实践素材进一步统计发现,“动手动脑学物理”栏目中的素材数量最多。该栏目定位为课内或课后的学习检测与实践活动,包括问题讨论、练习、实验、社会实践以及小论文写作等内容。这样的栏目定位突出了问题解决与实践探索,用于跨学科实践时具有天然优势。

三、初中物理课堂中开展跨学科实践教学的建议

如何利用现行教材开展跨学科实践活动,是当前教研领域关注的重要问题。根据学情合理设定基于真实情境的任务目标,设计有吸引力的驱动性问题,分解目标并提供学习支架,实施具有指导性的过程与结果评价等,是成功开展跨学科实践教学的关键因素。针对现行教材中适用于跨学科实践的素材,可以尝试转换视角、重新整合,深入挖掘素材中的实际问题,进而形成任务,让学生提出解决方案,从问题解决的角度出发精心设计与组织跨学科实践教学。为此,笔者提出以下三个方面的教学建议。

(一)合理统筹“学以致用”和“用以致学”

作为一种教学方式,跨学科实践既可用于巩固和应用已学知识,实现“学以致用”,又可用于学习新的知识,实现“用以致学”。新课标要求,至少安排10%的课时用于开展跨学科实践的主题学习活动。以北京市的课程设置为例,初中物理共169学时,则应至少分配17学时用于开展跨学科实践。如果将课时全部用于“学以致用”,在总体课程要求不变的前提下,学习新知的课时将非常紧张。因此,在实际教学中势必要统筹兼顾“学以致用”和“用以致学”。

“学以致用”的跨学科实践可以分为“验证”“探究”“制造”“创造”等不同层次。从初级阶段的“验证”,到过渡阶段的“探究”,再到高级阶段的“制造”,直到终极阶段的“创造”,可逐步实现从技能型人才到创造型人才的发展。例如,在学习平面镜成像规律时,可以让学生在了解规律内容后,从验证规律正确与否的角度来设计实验,或根据已有认知提出合理猜想,并通过实验进行探究,进而结合平面镜成像规律完成制作潜望镜的任务,最终创造性地设想平面镜的更多应用,实现从“验证”到“创造”的发展。

“用以致学”的跨学科实践以学习新知为主要目的,即通过提出与物理学科有关的综合性实践问题,在重点学习物理学科知识的同时观照对所“跨”学科知识的应用。因此,要注意学科间知识的纵横衔接问题。例如,“声现象”这一内容与生物学等学科有着较为密切的关系,学生通过七年级的生物学课程已经了解了人耳和听觉等有关知识,可将它们作为

“声现象”一章跨学科实践教学的基础。

(二) 教学内容组织由分散向系统逐步过渡

从此前的课程改革经验来看,学界对科学探究的认识经历了从模糊到清晰的过程。可以预见,教师、学生对跨学科实践同样会经历这样一个逐步认识和接受的过程。在跨学科实践的教学内容组织上,建议由分散向系统逐步过渡。同时,对于不同的教学内容,侧重的能力要素也应有所不同。有的侧重问题提出,有的侧重问题分析和解决,有的侧重动手操作,有的侧重跨学科知识应用,有的则兼而有之。这样,前期各有侧重的教学内容可为后期系统化的跨学科实践教学作好能力准备。

适合以分散形式呈现的跨学科实践素材通常相对独立,学科跨度较小,如基于跨学科视角通过制作水果电池让学生体会电压的概念。教师可以利用分散的跨学科实践活动适时地向学生渗透跨学科理念,为他们完成系统化的跨学科实践作好能力和心理上的铺垫。适合系统规划的跨学科实践素材的学科跨度通常较大。在教学初期,须根据学生学情和教学适切性加以取舍,并不是所有的大跨度主题都适合进行系统性设计。例如,以地球水循环为线索的物态变化主题与日常生活和社会发展联系紧密。但是,对于物理学科来说,升华和凝华等知识不易合理地纳入地球水循环的研究范畴之中,且这一主题更多地以地理学科知识为支撑。因此,有关物态变化的跨学科实践更适合以分散的形式呈现,让学生在日常生活中体会熔化和凝固、气化和液化、升华和凝华的特点及其应用。此外,教师还应根据跨学科实践素材的跨度大小进行合理安排,平衡日常生活、工程实践、社会发展各主题的跨学科实践活动比例。

(三) 课堂呈现方式由活动向项目逐级递进

跨学科实践活动涉及的学科范畴有大有小,对其他学科知识的需求有多有少。考虑到问题解决的学科间跨度,跨学科实践的课堂呈现方式宜由小型体验活动向整节设计乃至整章或独立课题逐级递进。前期,首选以课堂活动形式隐性化渗透跨学科实践的理念;随后,根据章节内容适当放宽步伐,以整节课形式设计跨学科实践活动;最后,逐步走向显性化项目驱动的教学单元。这样逐级递进的课堂呈现方式,能够给教师教学和学生学习留下充分的转变与适应空间。

一是课堂活动。适合以课堂活动形式呈现的跨学科实践多是相对简单、易于学生自主开展的活动。例如,在“声音的特性”一节中,学生已经了解了音调、响度、音色等概念,教师可让学生结合已学知识和生活经验,应用物理学原理制作一件简单乐器,并

以音乐会的形式进行交流。这样的课堂活动聚焦“学以致用”,与音乐等相关学科间的跨度相对较小,物理知识体系相对独立,侧重物化成果的课堂交流与展示。

二是整节设计。以整节为单位设计的跨学科实践相比课堂活动更为复杂,需要教师引领学生学习相关知识内容,并对学习思路进行适当启发。教学中,应重点关注以下三个方面:在育人价值方面,要紧密联系生活实际,设计富有真实意义的任务情境;在素养落实方面,要从有利于形成物理观念、提升科学探究能力、培养科学思维、深化科学态度与责任的角度出发,综合应用技术与工程思想;在实际操作方面,要考虑课时因素,把握教学节奏,将教学重点放在问题发现、分析与解决的思路上。

以“测量物质的密度”一节为例,学生在课前已经了解和掌握了质量、质量的测量、密度等基础知识与基本技能。该节课是学生必做实验,可以教材章首图中“苗银饰物”为情境提出问题:“苗银饰物精美华丽,富有民族特色,使苗族姑娘更显美丽动人。你知道这些白色的饰物是由什么材料制成的吗?它们是纯银的吗?怎样才能鉴别呢?”由此,从日常生活角度建立跨学科联系。通过一系列教学活动(见图2),引导学生从密度角度讨论鉴别物质的思路,使用量筒解决不规则固体体积测量的问题,进一步拓展至液体密度的测量,最终让学生完成物质鉴别的任务并从中领悟遇到问题时应如何制定解决方案。

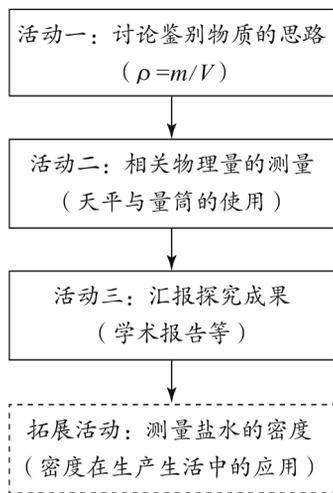


图2 “测量物质的密度”活动拆解

上述以整节为单位设计的跨学科实践以任务为驱动,侧重培养学生分析和解决问题的综合能力以及动手实践的操作能力。通过合理设计任务目标、制定解决方案,一些类似的实验也可尝试以跨学科实践的形式完成。这提示教师可以对跨学科实践与实验探究等主题的教学进行一体化设计,使跨学科

实践成为物理课程的有机组成部分。

三是整章设计。与前两种呈现方式相比,以整章为单位设计的跨学科实践更具系统性与综合性,所跨学科和领域更为广泛,适合以项目式学习的形式组织开展。由于整章设计的跨学科实践实施周期长,面临与常规教学的融合问题,除了要考虑育人价值、素养落实、实际操作等层面的需求,还应进行明确的任务拆解并保证任务之间的逻辑结构相对清晰。

以“透镜及其应用”一章为例,在现行教材中该内容被安排在“光的折射”知识之后,是折射知识的重要应用。从物理学角度来看,眼睛可视作一种光学仪器——凸透镜,且相关知识与生物学科紧密关联,是开展生命安全与健康教育的重要素材,因此具备作为跨学科实践主题的基本条件。由此,该章内容的教学可以围绕近视眼手术这一议题,提出一系列问题:“近视眼是怎样产生的?应该怎样积极预防与矫正?近视眼手术的原理是什么?有何利弊?”教学中,可将该主题进一步拆解为若干个子任务(见图3),先从眼睛的成像原理入手,引导学生学习透镜的类型及其对光的作用,由此拓展至实际生活中的各种“眼睛”,对照相机、投影仪、放大镜、显微镜和望远镜等其他光学设备开展研究;再通过探究的方式认识凸透镜成像的规律,了解近视眼(或远视眼)的成因,利用自制简易变焦水透镜模拟演示睫状体对晶状体调节的过程;最后讨论视力矫正的方法并分析其利弊,利用辩论赛或壁报展览等形式进行展示交流。

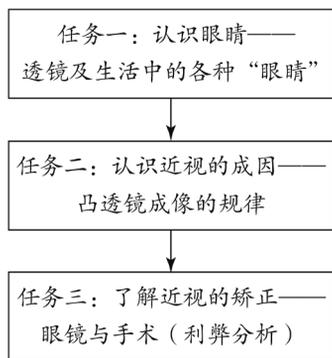


图3 “近视手术的利与弊”任务拆解

上述以整章为单位设计的跨学科实践打破了原有的教材编排逻辑,基于问题解决的视角,以“眼睛”为线索,围绕近视与视力保护的议题驱动学生学习,通过对项目任务的合理拆解,深入浅出地向学生介绍眼睛的成像原理、近视眼和远视眼的成因及其矫正方法,使学生在学物理知识的同时发展各方面能力,提升学生保护视力的意识。

四、总结与展望

跨学科实践密切联系实际,突出真实情境下的问题解决,将其融入初中物理课堂,是新时代物理教学的新尝试。利用好现行教材中适用于跨学科实践的素材,充分挖掘它们的育人价值,创设具有综合性、实践性和开放性的真实问题情境,引导学生运用跨学科知识和方法解决问题,不断提升学生的问题解决能力和实践创新能力,是新时代物理教学面对的新挑战。教学实践中,应注意突出问题导向,重视迁移能力的培养,积极践行“从生活走向物理,从物理走向社会”的理念,培养学生的创新意识与实践能力。

随着一线教师对新课标理解的逐步深入,初中物理课堂教学对教材内容综合性、跨学科性与实践性的需求会逐步凸显。对于学科跨度更大的跨学科实践主题,多学科交叉或将成为教材编写的探索方向,以大概念为核心的跨学科概念整合将是多学科协同的有效途径。未来,可遵循“聚合问题—确立主题—学科关联—方案设计—迭代改进—评估反思”的路径,选取各学科的共通主题素材,用大概念整合各学科知识,完成跨学科知识框架构建,以便更好地开展跨学科实践的教材编写与教学实践。

参考文献:

- [1]华子荀,肖化.我国跨学科教育的新特征与实践模式研究[J].广东第二师范学院学报,2021(6).
- [2]罗莹,谢晓雨,韩思思,等.中学物理教学新模式:基于项目的教学[J].课程·教材·教法,2021(6).
- [3]董艳,孙巍.促进跨学科学习的产生式学习(DoPBL)模式研究:基于问题式PBL和项目式PBL的整合视角[J].远程教育杂志,2019(2).
- [4]廖伯琴.提炼核心素养,凸显课程育人价值:义务教育物理课程标准(2022年版)解读[J].基础教育课程,2022(5下).
- [5]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,2022:37-38,34-36.
- [6]赵占良.试论教材的功能定位[J].课程·教材·教法,2021(12).
- [7]胡久华,张恺琦.《义务教育化学课程标准(2022年版)》解读:化学与社会·跨学科实践[J].化学教育,2022(15).

【作者简介】邹丽晖,人民教育出版社物理编辑室副编审,工学博士(北京 100081)。

【原文出处】摘自《课程·教材·教法》(京),2023.10.111~117