

DOI: 10.13718/j.cnki.jsjy.2023.06.006

中小学科学教育一体化实施的现实困境与突破路径

张文超

(西南大学附属小学, 重庆 400700)

摘要: 中小学科学教育一体化既是加强新时代科学教育工作的核心理念,也是服务国家科技强国建设、构建高质量科学教育体系、发展学生科学素养的创新举措。推进中小学科学教育一体化实施,需要实施主体的多元协同、实施内容的有机衔接、实施行动的逻辑一致和实施评价的相互关联。受观念、制度和惯习等因素影响,中小学科学教育一体化实施面临主体的协同机制不够健全、内容的衔接贯通不够完善、行动的逻辑链条不够完整和评价的关联保障不够到位等困境。破解现实困境,需要在实施主体层面完善顶层设计,细化协同育人机制;在实施内容层面重构课程体系,推进内容有序进阶;在实行动层层面理顺行动逻辑,保障教学链条连贯;在实施结果层面完善评价体系,形成统一评价格局。以此,切实推进中小学科学教育一体化建设,助推中小学科学教育高质量发展。

关键词: 中小学;科学教育;一体化实施;现实困境;突破路径

中图分类号: G622.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8129(2023)06-0047-09

基金项目: 2023年度全国教育科学规划教育部重点课题“人机协同评课赋能小学数学教师专业发展的策略研究”(DHA230394),项目负责人:张文超。

作者简介: 张文超,教育博士,西南大学附属小学高级教师。

科学作为立德树人的重要课程,不仅在促进学生全面发展方面具有重要的价值和意义,而且对拔尖人才的早期培养也发挥着重要的启蒙与奠基作用。为提升中小学科学教育的质量和成效,2023年5月,《教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》发布,指出要“做好相关改革衔接”“重视体系化设计安排,助力不同阶段有机衔接”“促进家校社协同育人”等,其主旨是以系统理念、整合思维为指引,统筹推进中小学科学教育一体化实施。在此背景下,深刻理解中小学科学教育一体化实施的价值意蕴,深入把握中小学科学教育一体化实施的核心内容,科学审视中小学科学教育一体化实施面临的现实困境,有效探明中小学科学教育一体化实施的突破路径,对推进中小学科学教育的高质量实施、落实“在教育‘双减’中做好科学教育加法”的时代使命

具有重要意义。

一、中小学科学教育一体化实施的价值意蕴

作为近年来在多领域广泛使用的概念,“一体化”在中小学科学教育实施中有其特殊的指向,即:把中小学科学教育作为一个宏观系统,从立德树人的整体视角出发,整合校内与校外不同主体、课内与课外不同内容、中学与小学不同学段资源,形成横向贯通、纵向衔接、有机整合的中小学科学教育体系。推进中小学科学教育一体化实施,既是服务科技强国建设的时代之需、构建高质量科学教育体系的题中之义,也是发展中小学生学习科学素养的创新之举,对国家、学校和个人均具有重要的意义。

(一)服务科技强国建设的时代之需

建设科技强国是推进中国式现代化的重

要战略部署。党的二十大报告指出,教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。在教育、科技、人才三位一体的国家战略布局中,科技是推进中国式现代化的第一生产力。当前,我国面临的国际环境日益错综复杂,培养拔尖创新人才、实现高水平科技自立自强成为破解国家发展困局的关键,迫切需要加大科技人才培养体系的系统性变革。基础教育在科技人才培养中发挥着奠基性作用,中小学科学教育的高质量实施对科技人才的培养至关重要。然而,长期以来,我国中小学科学教育由中学和小学分段实施,中小学教育教学的独立性在一定程度上造成了中小学科学教育的割裂、断层和缺位,不利于创新拔尖人才的培养。中小学科学教育一体化实施是基础教育科技人才培养体系变革的一种尝试,它将科学教育的实施阶段作为一个整体,从科技人才培养的角度,打通中小学乃至大学的学段壁垒,通过课程体系、教材体系、教学体系和教师队伍等要素的一体规划与建设,提升科学教育质量,培养更多具有科学好奇心、探究欲和研究志向的科技后备人才。从长远看,能够为科技强国建设提供人才支撑。

(二)建设高质量科学教育体系的题中之义

高质量科学教育体系是高质量学校课程体系的重要组成部分。我国“十四五”规划和2035年远景规划均提出了建设高质量教育体系的目标,落实到学校学科层面,建设高质量科学教育体系则成为学校科学教育内涵式发展的突破口。高质量科学教育体系是以学生发展为中心,既涵盖学校教育环境中的教育,也涵盖校外教育环境中的教育活动和自主学习^[1]。这就要求学校在建构科学教育体系时,须将科学教育置于更加宏大的教育场景中,从系统的视角打破传统学校科学教育主体与要素边界,以高质量的发展要求优化科学教育课程结构与功能,以发挥不同主体优势,实现单一主体和要素无法达成的整体协同效应。中小学科学教育一体化即是对建设高质量科学教育体系的呼应,其把科学教育实施的不同主体作为一个整体,从科学教育实施空间的角度,拓宽科学教育实施场域,通过改进校内科学教

学与服务以及衔接社会大课堂,不断整合家庭、学校和社会多元主体资源,优化科学知识、科学实践和科学项目式学习等课程教学形态,进而建构内涵丰富、结构合理的学校科学教育课程体系。总的来说,能够满足学校高质量课程体系建设和高质量发展的双重需要。

(三)发展中小学生学习科学素养的创新之举

科学素养是近年来新一轮科学课程改革的目标指向,指的是“个体对科学知识、科学方法和科学精神的理解和掌握程度”^[2]。其中,科学知识是科学学科独有的理念、概念及由此形成的概念体系,科学方法是探究科学知识过程中所采用的各种途径和手段,科学精神则是学生在学习、理解、运用科学知识和技能等方面所形成的价值标准、思维方式及行为表现^[3]。发展学生科学素养,中小学科学教育是重要的途径。受传统科学教育知识中心倾向的影响,中小学校科学教育长期存在“重知不重行”和“习而不用”的弊病^[4],使其虽然在发展学生科学知识方面具有一定的优势,但在科学方法和科学精神培育方面则略显不足,不利于学生科学素养的培育。中小学科学教育一体化实施立足学生科学素养的发展,强调科学教育不是培养学生的“解题能力”,而是培养学生“解决问题的能力”,在此理念下,把课内课外科学学习视为一个整体,通过课后学习任务设计与课内教学设计衔接和时空优化,整合课内课外学习资源,着力让学生在真实的场景中学习体验,进而形成高阶的科学思维与方法、正确的价值观和从事科学活动所需的科学精神、科学品质。从本质上而言,能够满足科学素养培育的内在需求。

二、中小学科学教育一体化实施的核心内容

加强中小学科学教育一体化实施,是一项规模巨大、队伍庞大、内容宏大的系统复杂工程,涉及多元主体的融合、多方要素的重构、多种行为的调适和多重保障的创建。从实施的角度而言,需要厘清谁来实施、实施什么、如何实施、实施结果如何评价等核心内容,形成对中小学科学教育一体化实施的科学认知。

（一）主体的多元协同

从实施主体角度看,中小学科学教育一体化实施要求学校、家庭、社会等多元主体协同。学校、家庭和社会是科学教育实施的主体,在科学教育实施中发挥着不同的作用。其中,中小学校是科学教育实施的主渠道,为科学教育实施提供专业的师资、专用的教室和专门的设施设备,并按照科学教材循序渐进地开展科学教学;家庭是科学教育实施的基础阵地,为科学教育实施提供物质支持和智力投入,在科学启蒙、科学环境营造中发挥着重要作用;社会是一个宽泛的概念,既包括科技馆、科技企业、科研院所等专业机构,也包括社区、政府等行政力量,是科学教育实施的重要组成部分,为科学教育实施提供实践场域、专业人员和组织管理协调等支持。中小学科学教育一体化实施即是要“各主体在政策引导和市场的共同作用下,形成相互关联共赢共生的体系结构”^[1],这需要解决三个方面的核心问题。(1)作为科学教育实施的“实体”,在开展科学教育活动时如何相互协调,避免内容的重复和时间的冲突,让学生接受到更为完整的科学活动教育。(2)作为科学教育实施的“场域”,各主体如何互相配合,以发挥各自科学教育实施的“资源”优势,实现资源合理配置,增强学生科学学习的沉浸感、体验感和参与度,提高科学教育的实效。(3)作为科学教育实施的“师资”,如何发挥家长、科技工作者、科学家和学校科学教师的专业优势,让学生获得更优质的科学教育。以上问题最终指向科学教育多元主体协同机制的建立与运行,是科学教育一体化实施的先决条件。

（二）内容的有机衔接

从实施内容层面看,科学教育一体化实施涉及中学、小学不同学段科学教育内容的整合。中小学科学教育具有丰富的意蕴,既包括科学、物理、生物、地理、化学、通用技术等学科课程,也包括以科普讲座、宣传、展演为主要形式的科普活动和以小发明、小创造、小制作、小论文等为载体的科技活动以及以真实问题解决为目的的项目学习、跨学科实践、科技社团活动等课程。中小学科学教育一体化实

施即是要在科学教育不同课程类型间和同一课程内进行内容统整,以形成结构合理、内容有序、有机衔接且适合学生学习的内容体系。具体而言,内容的衔接需要关注两个方面的问题。(1)基于学科特性,如何整合科学教育中的学科课程与活动课程,实现以科学本质为连接点,推动科学观念、科学思维、探究实践与态度责任等科学素养培育的横向贯通。(2)基于学生特点,如何定位中小学学段目标,并基于目标,遵循学科规律和学习规律,科学设计小学科学学科领域和中学科学学科课程内容层次,实现以学科核心概念为连接点,推动中小学不同学段、不同科学学科课程内容层次设计由浅至深、由表及里、由简单到综合的有机衔接。以上问题涉及目标体系、教材体系和课程体系的一体化,是中小学科学教育一体化实施的核心任务。

（三）行动的逻辑一致

从实施过程角度看,中小学科学教育一体化实施的关键在于学校行动的逻辑一致。中小学课程实施是否有效主要取决于三个方面:课堂教学、教学研究、教学管理,通俗地讲即“教学”“教研”“教管”。其中,教学是核心,教研是关键,教管是保障。中小学科学教育一体化实施需要教学、教研和教管三种行为的内在逻辑一致,相互协调支撑,形成基于学生科学素养发展的一体化行动方案。由此,行动的逻辑一致主要涉及三个方面的任务。(1)教学方面,如何从整体思维出发,以科学素养为牵引整体设计教学目标,整合教学内容,突出实施成效,注重教学评价,形成闭合的教学实施链条,提升教学成效。(2)教研方面,如何以协同思维为指引,打破中小学相对独立的教研格局,创新管理机制,形成中小学科学教师联合教研模式,有效支撑教学的纵向衔接。(3)教管方面,如何以课程思想为牵引,加强科学课程管理,统筹课内科学教学、课后服务科学社团及课外实践、科学研究等课程形式,形成“基础—兴趣—专业”有序发展的科学人才培养体系,助推科学教育质量的提升。三种行动指向教学体系与管理体系统一,是中小学科学教育一体化实施的关键环节。

(四) 评价的相互关联

从实施结果角度看,中小学科学教育一体化实施要求科学教育评价相互关联。传统的科学教育也有评价,但主要是政府等外部机构对学校科学教育质量进行评价,目的是考评学校办学质量。而中小学一体化科学教育,在实施主体上进行了拓展、在实施学段上进行了统筹、在实施内容上进行了补充,保障其实施效果的评价也必然需要整体设计、相互关联。这需要重点关注两个方面的内容。(1)在评价对象上,基于形成科学教育协同育人合力,如何将家庭、社会、学校等主体纳入统一的评价体系,构建一致性与差异性相统一的评价制度,以激发不同主体实施科学教育的积极性。(2)在学生科学素养评价上,如何打破中小学学段差异,兼顾科学知识、科学思维和科学精神等科学素养,形成中小学统一的一体化评价体系与平台体系,以促进科学素养的有序进阶。以上内容指向一体化评价制度体系的完善,是中小学科学教育一体化实施的重要保障。

三、中小学科学教育一体化实施的现实困境

中小学科学教育一体化实施是新时代提升科学教育质量的创新举措,需要改变传统科学教育实施的理念、制度和行为。但审视现实,中小学科学教育一体化实施从政策设计到具体落地尚面临一系列困境。

(一) 主体的协同机制不够健全

完善的机制是有效行为的保障。在实施主体层面,中小学科学教育一体化实施所涉及的家庭、学校和社会等多重主体尚没有形成协同共育的机制^[5]。具体表现在三个方面。(1)各主体的“科学教育活动”未能实现有效衔接。作为行为主体,学校、家庭及政府、科技场馆、科研院所等在科学教育上均不同程度地开展了各种活动,但活动间缺乏统一规划和衔接,尚处于完成各自任务的阶段。同时,现有政策中也缺少涉及跨部门统筹协调科学教育资源的体制机制,致使丰富多彩的科学教育活动缺乏衔接,未能形成育人合力。(2)各主体的“资源”未能达成有效整合。学校、家庭、社会分属

不同的场域,拥有不同的科学教育资源。从课程有效实施角度而言,科学教育需要借助不同资源,让学生在具体场景中去实践体验,以形成探究实践的能力。但目前,社会资源参与科学教育还不够充分^[5],科学教育更多停留于“校园里的科学教育”和“课堂里的科学教育”,“全社会的科学教育”资源尚没有得到充分整合^[6]。(3)各主体的“师资”尚未实现有效协同。尽管学校科学教师是科学教育的关键力量,但家庭、社会中也有许多科技人才、行业专家。目前,由于缺乏统一的协调机制,家庭和社会的科学“师资”进入学校并不理想,导致学校科学教育出现孤岛现象,难以发挥多元主体协同育人功效。总体而言,中小学科学教育各主体协同机制仍未建立,育人合力有待加强。

(二) 内容的衔接贯通不够完善

内容的衔接贯通是中小学科学教育一体化实施的重心。从实践来看,在内容衔接层面,中小学科学教育一体化贯通设计还不够完善。主要表现在三个方面。(1)在课程结构设计上,存在实验课程、实践课程弱化的现象。目前,中小学校基本能够按照国家课程标准要求“开齐开足”科学课,但由于实验器材、耗材缺失,实践活动安全隐患等问题,实验课程、实践课程实际上形同虚设。有调研显示,较高比例的学生表示,无论动手实验还是外出实践,频次都很低^[7],致使科学教育课程结构不完整,不利于学生探究实践素养的培育。(2)在课程内容设计上,中小学不同学段科学教材部分内容存在低效和重复问题。目前,中小学科学教材存在“一纲多本”现象,不同版本的小学科学和中学物理、化学、生物、地理等学科教材在内容层次上存在一定的重复。比如,小学科学和中学化学中的“铁钉生锈”内容基本相差无几,都是让学生做一组对比实验得出结论。这不利于学生的认知发展。(3)在课程内容难度上,部分中小学教材存在难易失调现象。有调查显示,小学科学教材内容较为简单,普遍存在减课时现象;而中学物理、化学等教材内容难度过大,普遍存在加课时现象。其中,初中阶段有65.8%的班级在物理课程上超课时,59.3%的班级在化学课程上超课时,19.0%的

班级在生物课程上超课时；而小学科学课程却有35.9%的班级存在缺课时的状况^[8]。总的来说，在科学教育内容上，中小学不同学段间仍存在着壁垒，未能形成有效的衔接。

（三）行动的逻辑链条不够完整

学校行动是落实科学教育一体化的关键。高质量的科学教育一体化既需要课堂阵地与培养目标的契合，也需要教学关键要素的闭合，但从实践来看，科学教育一体化的教学行动还存在逻辑链条不够完整的问题。具体表现在三个方面。（1）教学方面，科学教学的教学目标、教学内容、教学方式和教学评价等要素内在一致性不够，学段间割裂较为明显。从课堂观察来看，中小学科学课堂教学目标定位的连续性和差异性不够明显，教学内容与生活实践关联度较低，教学方式探究性不足，教学评价匹配性不高，显示出教、学、评一致的逻辑链条还不够完善。（2）教研方面，中小学科学教学联合教研还比较缺乏。中小学科学教学联合教研是促进科学内容衔接、提升科学教学质量的主要途径，但从科学教师访谈来看，区域内基本没有实施跨越中小学学段的联合教研，这种教研仅在九年一贯制的个别优质学校存在^[9]。（3）教管层面，科学教育课内教学、课后服务和课外实践一体化管理不足。笔者调研发现，许多学校仅有科学课堂阵地，课后服务阵地中鲜有开设科学教育课程，课外实践活动出于安全考虑，也基本处于停滞状态，致使学校科学教育大多只能满足学生基本科学素养培育需要，对于拔尖人才的培养则难以兼顾，科学课程管理存在一定的盲区。以上总体反映出，学校在落实中小学科学教育一体化中行动逻辑还不够清晰，存在一定程度上的断链行为。

（四）评价的关联保障不够到位

评价既是检验行动效果的必要手段，也是提升行动质量的动力源泉。但科学教育一体化实施评价还存在制度缺失等突出问题。具体表现在三个方面。（1）缺少对社会、家庭等主体参与科学教育的评价与激励。应该说，在全社会重视科技教育的大环境下，社会主体和家庭对科技教育的重视及参与程度都越来越高。如，2002年由中国科学院联合中宣部、教

育部、科技部、中国工程院、中国科协等共同发起的“科学与中国”院士专家巡讲活动，至今已在全国开展科普活动两千多场次^[10]，各级政府每年也组织开展“科技月”等活动。但目前，仍缺乏对政府及科技工作者参与科技教育工作的评价和激励措施，不利于各相关主体持续性参与科学教育。（2）缺少对学生科学素养全面统一的评价。目前，对于中小学生学习科学素养的评价，基本上采用的是纸笔考试。此种评价形式虽然便于考查学生的科学知识掌握情况，但不利于检测学生的科学实践能力。（3）尚未建立统一的科技拔尖人才竞技平台。目前，基于拔尖创新人才培养，小学阶段围绕科技小发明、小制作、小创造等举办了各类竞技活动，中学阶段则主要围绕学科“强基计划”，组建各类科技竞赛平台，而中小学统一的、具有品牌标识和影响力的科技竞技平台则尚未建立，不利于科技拔尖人才的选拔与培养。以上问题反映出中小学科学教育一体化的评价体系尚未建立，关联保障还不够到位。

四、中小学科学教育一体化实施的突破路径

中小学科学教育一体化实施面临的现实困境有观念、制度和惯习等多方面原因。破解中小学科学教育一体化实施难题，需要在系统观念、整合思维指引下，在实施主体上完善顶层设计，细化协同育人机制，在实施内容上重构课程体系，推进内容的有序进阶，在实施行动上理顺行动逻辑，保障教学链条连贯，在实施效果上完善评价体系，形成统一评价格局。

（一）完善顶层设计，细化协同育人机制

其一，重叠共识，形成协同育人的价值观念。所谓“重叠共识”，是指在多元价值选择基础上，克服各种分歧和对立之后达成的一种共识^[11]。在科学教育实施中，政府、学校和家庭等主体因为角色定位、价值立场和利益诉求的不同，使其在科学教育实施中认识、行为也有所差异。但三者在职育人的目标上具有一致性，这为多元主体重叠共识，形成协同育人的价值观念提供了可能。一方面，要形成科学教育的价值共识。要站在科技强国建设的战略高度

宣传科学教育的重要性,使学校、社会、家庭等各主体明晰科学教育是百年未有之大变局背景下,教育强国、科技强国和人才强国建设的重要环节,是中华民族伟大复兴的重要支撑,形成全社会重视科学教育、支持科学教育的良好育人环境。另一方面,要形成科学教育的共育共识。科学教育的开展不是学校单方面的使命,而是全社会的共同职责。各主体在开展科学教育活动时,要主动与其他主体协同,变单项奔赴为多项合作,形成校内外相互沟通、资源高度共享的科学教育新格局。

其二,明晰定位,构建分工合作的运行机制。清晰的定位,是科学教育各主体有序运行的基础。在科学教育实施中,各主体各自为政,本质上是各主体仍按照传统的职责定位、行为逻辑开展工作。在科学教育一体化的新理念下,需要进一步拓展功能定位,在相对分工发挥各主体优势的同时,强化彼此间合作,形成顺畅的运行机制。一方面,社会组织中的政府组织要从监管者转变为统筹者,把协调好学校、科研院所、科技场馆、工厂企业作为科学教育实施的主责。比如,可以以区县为单位,设置跨越科技管理部门、教育管理部门的科技协调部门,统筹科学教育的实施与管理。另一方面,学校要强化科学教育实施的主导者角色定位,把科学教育作为主业主责,并主动对接家庭、社会等主体,优化课程设置、改进教学服务,提高科学教育质量。同时,家庭也要积极承担责任,从传统的科学教育边缘人转变为参与者,支持学生参与各种类型的科学教育活动,主动走向科学教育中心,成为科学教育力量中的重要一极。

其三,有效沟通,形成跨界融合的创新举措。沟通是科学教育协同实施的关键环节,也是破解多元主体资源、师资协同困境的主要策略。有效沟通需要跳出主体利益的窠臼,在形成科学育人共识的基础上创新举措。一方面,在资源上打破行业壁垒,实现科学教育资源的“高度共享”。学校要基于科学教育的需要,主动对接所在地的科研院所、工厂企业、科技场馆等,深入挖掘其科技资源,形成服务科学教育的高度共享的资源库,促进学生的深层次科

学体验和动手实践。另一方面,在师资管理上创新机制,实行科学教师“多向互聘”制度。学校可以依托家庭和社会资源,主动聘请科学家以及科研院所、科技场馆、科技企业的专业人员作为学校的师资,通过在科学相关内容教学中充分利用校外师资和资源,让学生多向度地参与科学研究,体悟科学家精神。

(二)重构课程体系,推进内容有序进阶

其一,优化课程形态,形成互相耦合的科学课程体系。一体化设计科学课程,需要整合科学知识、科学实验和科学实践三种课程形态,使其相互耦合、同频共振,发挥其整体育人的功能。(1)做好课程内容的“减法”。科学实验和科学实践是在课程知识基础上的拓展与提升,有效高质完成科学实验操作课和开展课外实践活动必然会挤占科学知识教学时间,因此,需要基于一体化理念,精简科学课程内容。这要求围绕科学核心概念,对教学内容进行整合,将指向科学本质的核心知识作为科学知识教学的主要内容。(2)做好课程形态的“加法”。进一步强化科学实验课程和科学实践活动,做好两类课程的设计开发与实施,使科学实验与科学实践课程反哺知识教学,形成理实一体的课程结构体系,促进学生科学素养的整体提升。比如,在学生学习有关植物种子的科学知识后,为加深理解,可以安排实验课程“解剖种子”,同时,为扩大视野,可以安排主题为“生活中的种子”的科学调查,以使建立科学知识、动手能力和生活经验的关联,形成对植物种子的完整认知。

其二,强化课程关联,形成功能互补的学科课程体系。综合性既是培育学生核心素养的需要,也是国际科学课程改革的趋势,更是科学课程典型的学科特征^[12]。作为一门综合性课程,科学既有内部相对独立的学科体系,又与其他课程紧密关联,相关课程素养发展程度深刻影响科学课程的实施效果。因此,需要从整体视角出发,加强科学与相关课程的关联,形成以科学为核心的课程谱系。可以通过两种途径去实现这一目标。(1)以概念为牵引,厘清关联课程,形成课程图谱。科学学科作为一门自然科学,其自身涵盖多个领域,同

时与人文科学在相关概念和价值观念上也具有相通之处,这以为“大概念”为引领进行跨学科整合提供了可能。比如,以“结构与功能”概念为例,其涉及物质领域的物质的性能与内部结构、生物领域的特殊结构带来稳定性、地理领域的地球内部结构导致地壳运动、技术工程领域的设计结构实现特定的功能,同时在文学创作领域也涉及写作结构与功能,由此,可以实现课程关联。(2)以任务为导向,建立任务与知识的关联,构建课程群落。以“制作矿石小车”为例,其涉及“小车的设计”“小车的制作”“小车的优化”三大任务,需要用到物理中的升降自卸的力学知识,技术方面应用 CAD 软件的制图知识,工程方面运用物理工程思维和美学思维对矿石小车进行设计,数学方面计算车斗、车身和各配件尺寸大小的运算知识等,对相关学科知识的理解程度决定着任务的完成程度。基于此,可在任务中建构课程群落,形成跨学科的课程体系。

其三,细化课程内容,形成有序递进的学段课程体系。基于学生的认知水平和知识经验,科学安排学习进阶是现代课程理念的要求。这要求进一步细化课程内容,形成中小学学段分明同时又有效衔接的课程体系。(1)依据课程标准,做好中小学教材内容的衔接。进一步按照新修订的课程标准,以核心概念为统领,精选教学内容,并按照内容由简单到复杂、活动由单一到综合的逻辑组织教学内容,形成序列渐进的课程内容体系。比如,对于物质世界的概念,可以拉通中小学相关知识点,同时结合学生学段特点筛选内容,在遵循学习规律和学科规律的基础上,做到适应学生认知水平、知识经验和兴趣特点。(2)基于拔尖人才培养,做好中小学课程设计的衔接。整合中小学不同学段的科学课程,使其在保持差异性的基础上,呈现出进阶的序列性。为此,需要特别做好中小学科学社团课程的衔接与设计。要根据科技进展需要,在中小学统一设置相关课程并做到有序衔接。比如,对于通用技术,小学阶段可以开设趣味编程课程,定位于编程兴趣培养;初中阶段可开设中级编程课程,引导学生使用高级语言进行程序设计;高中阶段

则可进阶为专业编程,引领学生设计自动化程序等,由此促进学生编程能力的有序进阶,疏通拔尖人才培养课程的堵点。

(三)理顺行动逻辑,保障教学链条连贯

其一,理顺科学教学逻辑,夯实教学链条薄弱环节。目标、内容、实施和评价是课堂教学的基本要素,也是科学教学链条的关键环节,其功能发挥既受单个要素的影响,也受要素之间的关联结构影响,因此需要理顺教学的运行逻辑。具体而言,需要在教、学、评一致性的逻辑下,夯实教学链条的薄弱环节,以扬长补短,增强教学链条的韧性。(1)在教学目标上强化一致性。结合中小学生学习心理特点,统筹规划中小学科学教学的目标,并向幼儿园阶段和大学阶段延展,形成“小学侧重科学兴趣、初中侧重科学能力、高中侧重科学志向”的目标进阶体系,凸显教学目标的阶段性和连续性。(2)在教学内容上注重衔接性。基于科学学科“大概念”,整合科学学科知识、关联学科知识和生活实际问题,形成内在承上启下、外在相互关联的内容架构。(3)在教学实施上凸显实践性。注重科学教学方式的变革。一方面,加强科学课内实践,升级科学功能室,配齐科学实验设备,在常态化科学课程内强化动手实操的科学实验,实现科学知识和科学实验的融合;另一方面,加强科学课外实践,统筹科普活动、科技比赛、科技节等校内外科学课外实践活动,使不同学段学生都能参与不同类型的科学课外实践,以有效落实“做中学”“用中学”“创中学”的教学理念。(4)在教学评价上强调针对性。科学课堂教学检测和评价方式聚焦科学素养,以素养是否达成、达成到什么程度为目标,科学设计测试试题、科学实验及其他测评方式,实现教、学、评的内在一致。以此,通过科学教学相关教学要素的纵横关联、一体化设计,增强科学教学链条的韧性,为高质量科学教学实施提供动能。

其二,优化科学教学管理,拓宽科学教育阵地。长期以来,科学国家课程是落实科学教育的主要阵地。随着科学教育理念的不断发展更新、科学教育意义的日益凸显,科学国家课程的课时不足、时长固定等,已经不能满足

对于科学教育丰富内容和灵活实施的需求,需要中小学校与时俱进,优化教学管理,拓宽科学教育实施阵地。(1)完善国家课程阵地,提高科学教育的教学质量。加强对科学课程的质量监控,使科学课在开足开齐的基本要求下力争更好,成为中小学的“主科”。(2)开辟课后服务阵地,使科学教育成为课后服务的主要内容。利用课后服务阵地,可以围绕与科学教育相关的人工智能、3D打印、STEAM、航天模型等内容,开设科学社团,发展学生科学兴趣,为科学拔尖人才培养奠定基础。(3)盘活线上科学教育资源。随着教育数字化转型的推进,线上教学资源逐步丰富,网络平台成为科学教育的重要阵地。一方面,需要通过国家力量建立分门别类的科学教育网络资源平台,发挥菜单式线上资源优势,满足学生的学习需求;另一方面,学校要集成各类科学教育资源并主动与线下教学融合,使其能够精准服务教学,满足科学特色课程的教学需求。以此,形成线上线下相融合、课内课外相结合的立体式科学教育阵地,为科学教学有效实施奠定基础。

其三,加强科学教研创新,提升科学师资水平。科学师资是提升中小学科学教育质量的关键力量。提升科学师资水平需要发挥中小学校本教研的优势,加强科学教师的教研创新。一体化理念下,中小学科学教师的教研需要改变传统的中小学独立教研模式,推进中小学科学教师联合教研。(1)创新管理体制。借助集团化办学教育发展趋势,优化集团化办学格局。在推进集团化办学的过程中,可以改变过去以学段为标准的集团划分模式,转向以地域为标准、中小学一体捆绑的集团化办学模式,方便集团内中小学科学教师实现联合教研,为中小学联合教研奠定体制基础。(2)创新联合教研形式。基于科学素养、围绕相关核心概念,推行“同题异构”的教研方式,使中小学科学教师围绕科学相关主题进行课例展示和研讨,促进科学教师专业能力的提升。(3)创新集体备课形式。鼓励中小学科学教师集体备课、共同研讨分析教材,对能够衔接的知识内容进行深度挖掘,并结合科学课程标准,对中学阶段的重难点问题,在小学阶段即提前

进行铺垫、渗透,以有效解决教材内容难易度失衡等问题。以此,通过中小学联合教研的模式创新,促进科学课程实施的有效衔接,助推科学教师的专业成长。

(四)完善评价体系,形成统一评价格局

其一,完善评价制度,激发各主体参与科学教育的积极性。有什么样的评价指挥棒,就有什么样的办学导向。教育评价是促进科学教育质量提升的重要保障。2020年,中共中央、国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》,提出对“政府、学校、教师和学生”等主体的教育评价,但基本停留在保障基本教育教学的行为规范评价层面,对于新时代科学教育一体化实施所需的多元主体协同则未有涉及。此外,2023年5月出台的《教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,提出了科学教育一体化的思路、措施,但对相关评价也涉及不深。推进科学教育一体化需要各地政府进一步落实相关政策意见,聚焦科学教育的协同实施,出台激励性评价制度。一方面,强化学校科学教育质量意识,通过优化学校评价指标体系,进一步突出科学教育在学校总体评价中的地位,以评价倒逼科学在中小学中“副科”地位的改变,提升科学教育在学校教育中的影响力;另一方面,激励多元主体积极参与科学教育,将实施中小学科学教育纳入政府履职考核内容,鼓励政府所辖相关科研院所、科技企业、科技场馆及家庭积极参与中小学科学教育实施,形成全社会重视科学教育、参与科学教育的良好氛围。

其二,丰富评价形式,形成涵盖全面的科学教育评价格局。从学生学业发展来看,评价应全面反映学生科学素养发展情况,由此需要丰富学生科学素养评价形式。中小学科学教育一体化评价需要改变中小学科学学业评价割裂的局面,将中小学两个学段拉通,从纵横两个方面考量,统一评价形式,全面考查学生素养。一方面,在横向层面,基于学生科学素养,全面考查学生的科学知识、科学实践能力,这需要综合运用纸笔测试、实验操作和作品考察等形式;另一方面,在纵向层面,中小学拉通,科学使用评价结果,建立基于评价结果的

进阶奖励机制,发挥评价的激励和导向功能,形成涵盖全面素养的中小学一体化评价格局。

其三,统一竞技平台,构建中小学一致与关联的评价展示平台。科学教育竞赛平台既对学生某一方面的科学素养进行检验,也对学生的科学学习具有激励作用。一体化理念下,需要统一中小学的科学竞赛平台,形成良性进阶的通道,以利于科技人才的选拔与培养。一方面,面向全体学生,中小学一体化设计科学教育成果展示平台。比如,中小学可以在每年的“科技月”活动中,设计科技节,按照学段特点规划科幻画、科技制作、发明、论文等展示交流活动,以激发学生的科学兴趣,使其树立科学志向。另一方面,面向部分学生,统一中小学科技竞赛平台。比如,可以以教育部公布的科学类竞赛白名单为基础,搭建“国家—省—市—县(区)—校”五级竞赛平台,以赛反哺科学教育,形成中小学贯通的创新拔尖人才培养体系。

参考文献:

[1] 郑永和,杨宣洋,袁正,等. 高质量科学教育体系:内涵和框

架[J]. 中国教育学报,2022(10):12-18.

[2] 董裕华. 科学教育的核心内涵价值及县中实践路径探析[J]. 中国教师,2023(7):35-38.

[3] 核心素养研究课题组. 中国学生发展核心素养[J]. 中国教育学报,2016(10):1-3.

[4] 肖思汉. 论科学素养的“日常实践”转向[J]. 全球教育展望,2017(11):12-20.

[5] 周建中,向小微. 加强科学教育夯实科技创新人才培养根基[J]. 科技中国,2023(5):17-21.

[6] 曹培杰. 新时代科学教育的价值意蕴与实践路径[J]. 现代教育技术,2023(8):5-11.

[7] 田伟,辛涛,胡卫平. 义务教育阶段的科学教育:关键问题与对策建议[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),2021(3):82-91.

[8] 雷浩,毛玮洁,吕胜男. 义务教育阶段课程实施监测研究——以科学类课程为例[J]. 教育发展研究,2021(4):33-41.

[9] 刘媛. 中小学科学课程一体化建构研究[J]. 创新人才教育,2021(4):12-16.

[10] 吴月辉,喻思南,刘诗瑶,等. 播撒更多科学的种子[EB/OL]. (2023-08-18)[2023-09-22]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202308/t20230818_1074922.html.

[11] 高成军. 宪法共识:价值多元社会的认同共识[J]. 甘肃社会科学,2018(4):166-172.

[12] 胡卫平. 在探究实践中培育科学素养——义务教育科学课程标准(2022年版)解读[J]. 基础教育课程,2022(10):39-45.

Realistic Predicament and Breakthrough Pathways to Integration of Science Education in Primary and Secondary Schools

ZHANG Wenchao

(The Primary School Attached to Southwest University, Chongqing 400700, China)

Abstract: The integration of science education in primary and secondary schools is not only the core concept for strengthening science education in the new era, but also an innovative measure to serve the national strategy of building a strong science and technology country, develop high-quality science education systems in schools, and enhance students' scientific literacy. Promoting the integrated implementation of science education requires collaboration of diverse implementation subjects, organic connections in content delivery, logical consistency in actions, and interrelated evaluations. However, influenced by factors such as ideology, institutional constraints, and established practice, the implementation of integrated primary and secondary science education faces challenges such as insufficient coordination mechanisms among subjects, inconsistent content integration, incomplete logical chains of actions, and inadequate evaluation coordination. To overcome these challenges, it is necessary to improve the top-level design at the implementation subjects level, refine the collaborative education mechanism, reconstruct the curriculum system at the implementation content level, promote the orderly and advanced content, straighten out the logic of action at the level of implementing actions to ensure the continuity of teaching chain, improve the evaluation system at the level of implementation results and form a unified evaluation pattern. In this way, we will effectively promote the integrated construction of science education and enhance the high-quality development of science education in primary and secondary schools.

Key words: primary and secondary schools; science education; integrated implementation; realistic predicament; breakthrough pathways

责任编辑 邓香蓉