

STEAM教育:我国该如何行动

李小红¹,李玉娇²,武佳妮³

(1.北京师范大学 中国基础教育质量监测协同创新中心,北京 100875;

2.四川天府新区教育科学研究院,四川 成都 610000;3.北京师范大学 教育学部,北京 100875)

摘要:STEAM教育在提高学生的合作学习能力、问题解决能力和实践创新能力方面发挥着巨大作用,是培养综合型创新型人才的关键。我国STEAM教育起步较晚,尚未形成完善的STEAM教育体系。我国应结合世界主要国家STEAM教育发展的先进经验,给予政策支持,提供行动指南;吸纳社会力量,建立合作关系;加强教师培养培训,提高跨学科教学能力;组建跨学科学习共同体,重构教师合作文化;应用信息技术,支持教育教学等,深入推进STEAM教育。

关键词:STEAM教育;跨学科;合作

中图分类号:G420

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2021)03-0029-05

STEAM是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineer)、艺术(Art)和数学(Math)的简称,具有跨学科性、整合性等特征。STEAM教育是培养综合型、创新型人才,增强国家竞争力的关键,受到世界各国的高度重视。近年来,我国学者也非常关注STEAM教育的研究,部分中小学校对STEAM教育的课程开发与实施等也进行了实践探索。但整体来看,我国STEAM教育仍处于初期发展阶段,还存在一些问题亟须厘清。本文结合世界各国的先进经验,对我国如何深入推进STEAM教育进行了分析与思考。

1 给予政策支持,提供行动指南

国家所提供的政策支持是推动STEAM教育的关键力量,它为STEAM教育提供发展方向和行动指南。2017年,教育部在小学科学课程标准中明确提出将科学、技术、工程和数学有机融为一体,倡导跨学科学习。随后,为响应中央号召,中国教育科学研究院STEM教育研究中心正式发布了《中国STEM教育白皮书》。此外,不

少地区和学校也对如何开展STEAM教育进行了积极探索与实践。但从国家层面来看,仍缺乏专门针对STEAM教育的引领政策、实施纲要和统领机构。

从1986年至今,美国颁布的系列政策和文件明确规划了美国STEAM教育发展不同阶段的目标与任务,这为美国构建完善的STEAM教育体系提供了支持和保障^[1]。结合美国的先进经验,世界各国立足本国实际情况也纷纷制定和颁布了推进本国STEAM教育发展的政策文件。如澳大利亚于2015年发布的《国家创新与科学进程》和《科学、技术、工程和数学学校教育国家战略2016—2026》等文件^[2],英国于2015年发布的《创新经济与未来就业》和《创新教育议程》等报告,均从国家战略角度出发,统筹推动STEAM教育的变革,以促进学生创新能力的发展^[3]。另外,建立国家层面的统领机构也成为世界各国推进STEAM教育的重要途径之一。有研究显示,欧洲已有2/3的国家建立了国家层面的STEAM中心,如丹麦的“科学、技术和健康教学中心”、瑞

收稿日期:2021-01-05

基金项目:北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心2019年度基础教育质量监测科研基金项目(2019-01-107-BZK01)

作者简介:李小红(1976-),女,重庆梁平人,教授,博士,主要从事教师发展、综合课程建设、基于数据的教学改进、科学教育与STEAM教育研究等。

士的“MINT 学习中心”^[4]等。

我国若要深入推进 STEAM 教育的发展,就不能仅仅将其视作一种教育理念,而应对其进行全面系统的规划与设计。首先,应强化顶层设计,拟定阶段性规划,明确基础教育和高等教育各阶段 STEAM 教育的发展目标、内容与路径,为我国 STEAM 教育实践提供发展方向和指导意见。其次,加大对 STEAM 教育的财政支持,为 STEAM 教育提供充分的发展条件。再次,建立国家 STEAM 教育指导中心,以协调教育行政部门、学术机构和高校、企业以及非营利机构等力量。最后,应明确不同层面牵头组织的职责和任务,这样可以使相关组织与机构各司其职,最终形成合力,全面发展 STEAM 教育。如教育行政部门可负责协调政府资源投入 STEAM 教育师资的培养培训;学术机构与高校着力于 STEAM 教育的课程与教学、学生评价及教师成长等方面的研究,为 STEAM 教育的发展提供理论支撑与实践指导;一些科技领军企业和非营利机构,如科技馆或博物馆等,则通过发挥自身优势,培育中小学生对 STEAM 领域的兴趣^[5]。

2 吸纳社会力量,建立合作关系

学校是进行 STEAM 教育的主要场所,但由于 STEAM 教育具有较强的实践性和综合性,涉及广泛的知识面且需要特定的人力物力资源。所以,学校有限的能力和资源难以单独支撑 STEAM 教育的发展。而社会力量可以为学校实施 STEAM 教育提供良好的补充和拓展^[6],弥补学校资源有限和教师跨学科教学能力不足等问题。

美国作为 STEAM 教育的领跑者,其完善的社会组织与学术机构为 STEAM 教育注入了强大的力量。如俄勒冈州的“协同效应”(Synergies)计划,就利用社会力量和资源构建起了一个较为完善的 STEAM 教育系统,从而为中低收入家庭的孩子提供 STEAM 学习的机会^[7]。此外,各类科学或艺术场馆也为美国推进 STEAM 教育提供了支持。如匹兹堡儿童博物馆建立的创客商店,就是该博物馆与匹兹堡大学、卡内基梅隆大学合作的一个项目,该项目面向低龄儿童开放,提供了包括木工、缝纫和电路车间等主题的工作坊,儿童可以根据其兴趣爱好自由选择参加^[8]。在政府和基金组织的支持下,英国的 STEM Learning 推

出了“STEM 大使”(STEM Ambassadors)项目,通过与高校、学术机构和企业等合作,建设了各地的 STEM 大使中心。STEM 大使中心主要是为作为志愿者的学校教师、科技教育组织人员、企业、社团、学生及家长等提供服务和支持^[6]。总之,协同多方力量助力 STEAM 教育的发展,已成为各国推动 STEAM 教育发展的共识。对此,我们应该予以重视并充分发挥社会力量的作用。

首先,应建立高校与中小学校的合作关系。发挥高校研究力量和教育资源的作用,为中小学校 STEAM 课程开发和教学实践提供指导。其次,应加强企业与中小学校的合作。企业能够为学生和教师提供学习和发展的机会、环境、资源等方面的支持与服务,如为 STEAM 教育的开展提供创客空间等创新型实验室及相关技术支持服务,为 STEAM 教育提供师资培训服务等^[9]。再次,应加强大学与企业的合作。一方面,企业能够为高校部分 STEAM 教育相关学科学生提供实习机会和资源支持,提高高校学生的 STEAM 素养;另一方面,高校也能为企业输送高质量的 STEAM 相关专业人才。最后,中小学校还应与校外科技馆、艺术场馆等进行合作。各类场馆的资源、空间与服务不仅能够向学生传递知识,帮助学生掌握技能,还能激发学生的学习兴趣,培养探究能力和解决问题的能力。因此,中小学校可以科技馆现有资源为基础,共同研发 STEAM 课程,与场馆工作人员合作授课,把课堂延伸到场馆中,通过调动学生多感官参与,让学生在真实情境中获得跨学科的体验,并将多学科的知识应用于实际问题的解决之中。

3 加强教师培养培训,提高跨学科教学能力

与传统学科教育不同,生成性、综合性和跨学科性是 STEAM 教育的重要特征,因此,只有真正实现学科之间的交融与配合才能保证 STEAM 教育实施的有效性^[10]。而具有 STEAM 专业素养或跨学科素养的教师在其中发挥着重要作用。STEAM 教育的特征要求教师不能仅仅将目光聚焦于某一门学科的教学,而应着眼于数学、科学、工程、技术、艺术等多门学科,同时能找到多门学科之间的融合点,并在教学中向学生渗透跨学科学习的态度与方法,这就要求教师必须具备跨学

科教育的观念和能力。但长期以来我国中小学以分科教学为主,课程设置分门别类;高校作为教师培养的主阵地,也以培养数学、科学、物理、化学等学科教师为目标,尚未开设 STEAM 教育专业,更未培养 STEAM 专业教师,难以为 STEAM 教育储备相应的人才。此外,在职教师的培训也缺乏 STEAM 教育方面的专业指导,如在一些教师培训项目中没有以 STEAM 为主要内容的安排。2018 年 5 月,中国教育科学研究院发布了《STEM 教师能力等级标准(试行)》,对 STEM 教师所应具备的专业知识、专业能力、职业道德等做出了理论性指导,但目前还是缺乏详细明确的 STEM 教师准入制度和教师资格制度,即什么样的教师是合格的 STEM 教师、他们需要满足哪些基本条件、STEM 教师培养应该达到哪些要求等^[11]。

从国际经验来看,美国不仅重视对新入职 STEM 教师的实习考核和入职培训,对 STEM 入职教师培训机构进行问责制评估,还不断致力于为在职教师提供良好的项目和教学实践环境^[12],其目的就是利用这些项目提升教师整合 STEAM 课程知识、巧妙设计 STEAM 教学和灵活评价 STEAM 教学等方面的能力^[13]。如专门设立了“尊重项目”“U Teach”项目等教师培养培训项目^[1],通过不断完善 STEAM 教师培养培训体系,创新培训形式,以培养卓越的 STEAM 专业教师,形成优质稳定的教师队伍。英国推出的“教学转变项目(The Transition to Teaching Programme)”,通过为在职中学数学、科学和信息技术教师及对物理、化学和数学感兴趣的人提供培训课程,来培训 STEM 教师^[4]。墨西哥还为在职教师提供了 STEM 持续专业发展工作坊(Continuous Professional Development),教师通过亲身实践和参与问题解决的过程,不仅对 STEM 教育产生了新的认识,还将实践经验与课堂教学结合,使合作交流、实践操作等学习方式成为课堂的重要组成部分^[14]。韩国科学和创造促进基金会为不同学习需求或处于不同 STEAM 教育水平的教师开设了入门、基础和高级阶段的三阶课程^[15]。

根据上述经验和我国实践中存在的问题,首先,应着重培养专业的 STEAM 教师。一方面,可以在相关高校设置 STEAM 专业,开设 STEAM 课程,同时在高校培养人才为主的基础上,依托企业和社会组织机构,形成共同育人的联动机制;另一

方面,在中小学可以数学或科学学科为主,挑选出具有 STEAM 相关知识或跨学科教学经验与能力的优秀教师进行培养,组建 STEAM 教师团队。其次,应注重对在职教师进行培训,提高教师的综合素养与跨学科教学能力。在培训方式上,以基于实践的、参与式的、案例式的培训为主。在培训内容上,一方面,应加强教师对 STEAM 教育本质的认识。有研究显示,教师对 STEM 教育的理解不一,如认为 STEM 各学科相互孤立、数学是最主要的学科等^[16]。虽然 STEAM 教育涉及科学、技术、工程、艺术和数学等学科,但绝不是这些学科的简单叠加,它强调的是突破学科界限,充分融合形成有机整体。另一方面,还应帮助教师更新和丰富教学方法,学会利用新兴技术,将其与跨学科教学恰当融合。最后,高校还可以尝试为数学、科学等相关学科的师范生开设 STEAM 选修课程,传递 STEAM 教育理念,传授 STEAM 教育方法,提升师范生的 STEAM 教育素养。

4 组建跨学科学习共同体,重构教师合作文化

具有跨学科性和综合性特点的 STEAM 教育,要求不同学科教师之间必须进行合作与交流,即通过合作学习补充多学科知识,提升跨学科教学能力。因此,STEAM 教师需要积极与其他学科教师进行合作与沟通。而我国中小学组建教研组或备课组的方式是将同学科教师组织在一起,如数学教研组等,这种类型的教研组只能实现学科内教师的交流与学习,而不利于教师进行跨学科的交流与学习。因此,若要提高教师的跨学科教学能力,组建跨学科学习共同体是关键。

从世界经验来看,部分国家主要是通过建立专业学习社区来实现教师与其他教师、高校专家及企业人员等之间的交流,这类专业学习社区拥有共同的愿景和完善的管理制度。如泰国在其排名前十的 Khon Kaen Wittayayon (KKW) 学校建立了 STEM 学习社区,参与者包括 Khon Kaen 大学的研究人员、KKW 学校的管理者和教师等。通过基于问题的学习和 STS 方法组织 STEM 教育学习活动,包括教师研讨会、反思及制定课程计划等^[17]。美国 STEM 资助网络(STEM Funders Network)支持的 STEM 生态系统行动计划也组建了一个全国性实践社区^[18],旨在通过资源共享、互

动交流与合作学习,提高教师进行 STEAM 教育实践的能力。德国 STEM 教育也注重与社会力量的有机配合,如“粒子世界网络”,就是由来自多家研究机构的科学家们与欧洲粒子物理研究实验室共同组成的大型学习社区^[19]。

基于此,组建跨学科学习社区,形成社会合力,将成为 STEAM 教育发展的重要支撑。首先,应帮助教师认识到建立跨学科教师学习共同体的必要性,即让教师深刻意识到,STEAM 教育对其知识储备与能力水平提出了巨大挑战,仅靠个人的力量难以较快理解与掌握其他学科的专业知识与技能,只有通过跨学科合作才能获得快速成长,进而顺利有效地开展跨学科教学。其次,应建立校内与校际的跨学科教研组,为不同学校/学科教师之间相互学习与合作提供平台,通过校内或校际教师合作备课、合作授课、互相评课,实现知识、技能与经验共享。最后,还需吸纳社会力量,包括高校或学术机构与教研机构等,组建专业支持团队或学习社区,为教师提供学习与交流的平台。同时,通过资源共享,使教师接触到更多成功的 STEAM 教学案例,帮助教师快速提高 STEAM 教育教学的实效。

5 应用信息技术,支持教育教学

STEAM 教育中的“T”强调了“技术(Technology)”的重要地位,这就意味着在 STEAM 教育中学生不仅需要具备应用信息技术的意识,还必须具备一定的信息技术素养,能够利用新兴技术手段解决实际生活中的问题^[20]。在我国,随着教育信息化水平的不断提高,信息技术与学校教育的联系越来越紧密。3D 打印、虚拟现实、增强现实等技术通过为学生提供现实逼真的视觉体验,为课堂教学提供了巨大助力。但目前主要局限于学科教学,还需进一步思考如何利用新兴技术促进教师的跨学科教学与学生的跨学科学习等问题。

目前,部分国家已做出基于信息技术支持的 STEAM 教育探索。如欧盟委员会资助建立了一个大规模的 STEM 教育在线实验室,由探究学习空间和个性化两大部分组成。探究学习空间是一个包含研究性学习、教师和学习者的社区,教师处于在线空间内,根据学生实际情况设计与实时调整学习活动;个性化主要包括对现有探究学习空间的重新定位、资源分类、活动与资源结合等,学

生将获取到更有助于提升自己跨学科学习兴趣与效果的资源^[21]。美国伊利诺伊大学芝加哥分校开发了一项名为 Wallcology 的项目,旨在现实课堂环境中创设基于计算机的模拟仿真系统,利用 iButtons 和模拟温度计等技术,配合平板电脑,为学生创设多个探究场景,帮助学生完成一系列 STEM 科学探究活动和获得科学研究的真实体验^[22]。另外,国际上的一项以项目和目标为导向的教育机器人竞赛——机器人杯,也旨在通过融入新兴技术,提升参与者的 STEM 知识学习和能力,激发学生在 STEM 或 STEM 相关领域进一步探索的兴趣^[23]。可见,虚拟现实、人工智能等新兴技术已成为发展 STEAM 教育的强大推力。

为充分发挥信息技术在我国 STEAM 教育中的作用,可从如下方面入手:首先,在教师培训中,应引导教师意识到信息技术在跨学科教学中的重要价值,如可以案例的形式向教师展示基于信息化的 STEAM 教育方法,培养教师运用信息技术进行跨学科教育的意识;其次,注重为师生提供与教育实践紧密相关的技术培训和服務,如帮助教师了解 STEAM 教育实施中相关技术的应用及技术设备和信息资源的维护与更新,帮助师生在了解与掌握相关技术知识的基础上,利用信息技术创新教学方法与学习过程、开展团队合作、分享创新成果等^[24];再次,为教师提供将信息技术与课程设计、教学创新及学生评价相结合的专业支持与培训,促进教学与技术深度融合;最后,为 STEAM 教育建立信息技术支持下的学习平台,如慕课、模拟实验室等,为 STEAM 教育者与学习者提供学习的资源及全方位、多感官的个人体验。

参考文献:

- [1] 李小红,李玉娇.美国推进 STEM 教育的策略[J].比较教育研究,2019(12):87-93.
- [2] 陈强,赵一青,常旭华.世界主要国家的 STEM 教育及实施策略[J].中国科技论坛,2017(10):168-176.
- [3] 王小栋,王璐,孙河川.从 STEM 到 STEAM:英国教育创新之路[J].比较教育研究,2017(10):3-9.
- [4] 孙维,马永红,朱秀丽.欧洲 STEM 教育推进政策研究及启示[J].中国电化教育,2018(3):131-139.
- [5] 蔡苏,王沛文.美国 STEM 教育中社会组织的作用及对我国的启示[J].中国电化教育,2016(10):74-78.
- [6] 樊文强,张海燕.如何吸引社会力量开展 STEM 教育——英国“STEM 大使”项目解析[J].现代教育技

- 术,2019(6):5-11.
- [7] 杨全印,卓泽林.美国非正式 STEM 教育探究:地位、标准和影响[J].全球教育展望,2016(12):25-35.
- [8] 马莹华.青少年科技教育的创新路径探索——基于科技馆情境下创客教育与 STEAM 教育的融合与创新[C]//中国科普研究所,江苏省科学技术协会.中国科普理论与实践探索——第二十三届全国科普理论研讨会论文集.北京:科学普及出版社,2016.
- [9] 蒋家傅,张嘉敏,孔晶.我国 STEM 教育生态系统与发展路径研究——基于美国开展 STEM 教育经验的启示[J].现代教育技术,2017(12):31-37.
- [10] 叶兆宁,杨元魁.构建 STEM 教育的课程观——STEM 教师专业发展的必由之路[J].人民教育,2018(8):63-67.
- [11] 罗琪.我国 STEM 教师培养中的问题及其应对策略[J].教学与管理,2018(24):58-61.
- [12] 上官剑,李天露.美国 STEM 教育政策文本述评[J].高等教育研究学报,2015(2):64-72.
- [13] 王秀成,赵东顺.STEAM 教育理念下教师的教育能力影响因素与保障[J].中国成人教育,2020(20):79-82.
- [14] FERNANDEZ-LIMON C, FERNANDEZ-CARDENAS J M, GALINDO A G. The Role of Non-Formal Contexts in Teacher Education for STEM: the Case of Horno Science and Technology Interactive Centre[J]. Journal of Education for Teaching,2018(1):71-89.
- [15] 刘军,陈文沛,王小金.韩国 STEM 教师专业发展路径研究[J].江苏高职教育,2020(1):36-40.
- [16] RADLOFF J, SELCEN G. Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education[J]. Journal of Science Education and Technology, 2016(5):759-774.
- [17] THANA A, SIRIPUN K, YUENYONG C. Building Up STEM Education Professional Learning Community in School Setting: Case of Khon Kaen Wittayayon School [C].AIP Conference Proceedings,2018:1-5.
- [18] 祝智庭,雷云鹤.STEAM 教育的国策分析与实践模式[J].电化教育研究,2018(1):75-85.
- [19] 袁磊,金群.在 STEM 教育中走向未来——德国 STEM 教育政策及启示[J].电化教育研究,2020(12):122-128.
- [20] 唐烨伟,郭丽婷,解月光,等.基于教育人工智能支持下的 STEM 跨学科融合模式研究[J].中国电化教育,2017(8):46-52.
- [21] GILLET D, DE JONG T, SOTIROU S, et al. Personalised Learning Spaces and Federated Online Labs for STEM Education at School[C]. IEEE Global Engineering Education Conference, 2013:769-773.
- [22] 蔡慧英,顾小清.设计学习技术支持 STEM 课堂教学的案例分析研究[J].电化教育研究,2016(3):93-100.
- [23] EGUCHI A. RoboCupJunior for Promoting STEM Education, 21st Century Skills, and Technological Advancement through Robotics Competition[J].Robotics and Autonomous Systems,2016,75:692-699.
- [24] 赵慧臣.美国北卡罗来纳州中学 STEM 学校的教学设计及其启示[J].中国电化教育,2017(2):47-54.

STEAM Education: How to Take Action in China

LI Xiaohong^a, LI Yujiao^b, WU Jiani^c

(a. Collaborative Innovation Center of Assessment for Basic Education Quality, Beijing Normal University, Beijing 100875;

b. Chengdu Tianfu New Area Institute of Education Science, Chengdu 610000;

c. Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing100875, China)

Abstract: STEAM education plays an important role in improving students' cooperative learning ability, problem solving ability and practical innovation ability, which are the key to cultivate comprehensive innovative talents. China's STEAM education started late and has not yet formed a perfect STEAM education system. Based on the advanced experience of STEAM education development in the world's major countries, this paper puts forward some ideas for further promoting STEAM education in China: formulating policies to provide guidance for action; absorbing social forces to establish cooperative relationship; strengthening teacher training to improve interdisciplinary teaching ability; establishing interdisciplinary learning community to reconstruct teachers' cooperative culture; applying information technology to support STEAM education and teaching, etc.

Keywords: STEAM education; interdisciplinary; cooperation

(责任校对 莫秀珍)