

【专题:STEM 教育】

编者按:近年来,STEM(科学、技术、工程和数学)教育在全球范围内受到了广泛关注,成为教育改革与创新的重要方向。为了深入探讨 STEM 教育的内涵、价值和实践路径,本期特别策划了 STEM 教育专题,汇集了多位专家学者的最新研究成果,以飨读者。

论 STEM 教育的本土化建构: 内涵、价值及实践探索

杨明全

【摘要】STEM 教育很早就被引入国内并成为我国科技与工程教育的重要教育理念和方式。但是作为一个“舶来品”,在我国面向未来的教育改革中,STEM 教育必须进行本土化建构,才能更好地服务于我国科技创新人才培养的需求。内涵上,在我国中小学教育领域,“STEM 教育”这个术语有着多种既相互关联又兼具不同指向的多元内涵:它既是一个研究领域、一种育人理念,又是一种课程形态、一种教学方式。价值上,我国 STEM 教育有着自己的教育实践土壤,必须通过本土化改造,突出育人方式变革,聚焦核心素养发展,培植现代化的教育生态,才能发挥其育人价值,真正成为我国学校教育的重要表征。虽然 STEM 教育自 21 世纪初被引入后日趋与我国教育改革实践相融合,但当前仍然面临教学方式固化、教育目标不清、教师能力不足等现实问题。在推动教育现代化发展和教育数字化战略行动的大背景下,唯有将 STEM 教育研究及其本土化改造与创新融入我国教育改革的内在构成之中,才能使其在我国发挥持久的生命力。

【关键词】STEM 教育;本土化;教育内涵;育人价值;核心素养

【作者简介】杨明全,博士,北京师范大学国际与比较教育研究院教授,博士生导师(北京 100875)。

【原文出处】摘自《现代远程教育研究》(成都),2024.1.39~45,53

【基金项目】教育部人文社会科学重点研究基地“十四五”重大项目“中国教育经验的国际传播研究”(22JJD880007)。

通俗地说,STEM(Science、Technology、Engineering、Mathematics)教育指的就是有关科学、技术、工程、数学这四个学科领域的教育。“STEM 教育起源于美国,是美国为了应对未来社会发展挑战而提出的国家发展战略”(郑葳,2017)。这一概念提出之后,很快被引入国内并成为我国科技与工程教育的重要教育理念和方式。作为一个“舶来品”,离开西方教育的实践场景和具体语境之后,在我国中小学教育领域,“STEM 教育”这个术语有着多种既相互关联又兼具不同指向的内涵;其育人价值也需要因应我国教育改革的需求而做出调整,从而更好地发展学生核心素养,落实立德树人根本任务。这是 STEM 教育面临的本土化建构使命。

一、STEM 教育的多元内涵

1. 作为一个研究领域的 STEM 教育

从研究领域的视角来看,STEM 教育体现出如

下基本的内涵:

其一,出现现代科技发展特征,强调四个学科在促进科技创新和人才培养中的共同价值。尽管经历了两次世界大战,20 世纪仍然是一个科技蓬勃发展的世纪,人类取得的科技成就比以往任何时代都要大得多。这些科技领域的突出成就主要都依赖于理工科的突破性发展,这促使人们思考在人类文化的宝库中哪些知识更有助于科技创新。显然,科学、技术、工程和数学这四大学科对科技创新的贡献居功至伟,人们将教育的目光聚焦 STEM 领域也就不足为奇了。

其二,形成新兴的跨学科领域,强调四个学科之间的关联与整合。从诞生之初,STEM 就致力于将四个领域整合起来,形成多学科交叉领域。由于 STEM 涵盖了科学类知识的核心要素,因此它又被称为“元学科”(Meta-Discipline)。既然将其作为

一个大的学科来看待,那么这个学科就应该具有自身的显著特征和学科属性。总体而言,“STEM教育并不是科学、技术、工程和数学教育的简单叠加,而是要将四门学科内容组合形成有机整体,以更好地培养学生的创新精神与实践能力”(余胜泉等,2015)。

2. 作为一种育人理念的 STEM 教育

从学校育人的角度看,STEM教育可以看作是一种不同于传统教育观念的育人理念。作为一种育人理念,它聚焦科技创新人才培养,致力于发展学生的STEM素养。STEM素养是一种复合型的素养,除了包含相关知识、科学精神、科学思维和方法之外,还包含了如何整合概念、过程和思维的方式以及将其应用于解决现实世界问题的整体性理解。

作为一种育人理念,STEM教育致力于培养综合型人才和应用型人才,致力于培养学生的综合素养和实践创新能力;旨在综合把握科学、技术、工程和数学等理工科知识的基础上培养学生独立提问、设计、分析、推断和运算的能力,其所培养的素养是一种独立分析问题、解决问题的综合素养。显然,这种理念迎合了当今时代科技创新与发展的趋势,是对传统的以分科教学为主导的科技教育的一种超越。

3. 作为一种课程形态的 STEM 教育

在科技教育的实践中,STEM往往又被看作是一种课程形态。在形式上,这种课程形态不同于传统的科学类分科课程(如物理、化学、生物等),而是以综合课程的方式将科学、技术、工程、数学这四个学科有机整合在一起,由此形成具有特定育人价值的STEM课程体系。

从育人效果来看,综合课程具有一定的优势,包括:打破了学科间的界限,有利于培养学生对事物的整体认识能力;减少了课程的门类,有利于减轻学生的负担;从生活、社会的实际出发,具有较强的实践性,有利于培养学生的动手能力。

在STEM课程中,四个学科有着明确的分工,但又不是简单拼合在一起。从各学科的功能来看,科学本身就是一种综合课程,涵盖了物理、化学、生物和地球空间科学等具体学科,旨在发展学生的科学核心素养,如科学知识、科学思维、科学方法和科学精神等。技术是一门基础性和通用性的学科,尽管它不同于传统的有着明确知识边界的普通学科,但随着当今时代各个领域科学技术的迅猛发展,它承担了越来越重要的学科功能。工程学是一门解决实际问题的应用学科,它可以通过问题解决、设计、制作、构建等方式,切实实现人们的科技构想。数学则是研究数量、结构、变化、空间以及信息等概念的一门学科,它可以作为技术与工程学科的基础工

具。在STEM课程中,这些不同的学科根据主题进行融合,体现了STEM的跨学科育人价值。

4. 作为一种教学方式的 STEM 教育

STEM教育代表着一种现代的理科教学方式,旨在培养学生的批判思维、逻辑思维、创造性解决问题的能力,以及合作沟通能力和动手操作能力。作为一种教学方式,STEM教育的精髓在于推动学生的“探究式学习”。教师不再进行单方面的知识输出,简单地告诉学生理论知识,而是引导他们自主探索、提出疑惑、探寻结论。

近年来,项目式学习(Project-Based Learning, PBL)成为开展STEM教育的主要方式。项目式学习主要包括科学探究、社会调查、设计开发、综合应用这四种基本类型。

把STEM教育作为一种教学方式,看重的就是STEM教育可以改变传统课堂教学模式,促进学生多样化学习这一特点。

二、STEM 教育的价值重构

1. 强化本土化改造

我国的STEM教育有着自己的教育实践土壤,它需要植根于本土实践情境。

2001年,我国启动了全国第八次基础教育课程改革,提出“为了每位学生的发展”这一口号,力图确立学生的主体地位,促进学生个性化发展,让每位学生都成为学习的主人。为此,新课程改革确立“三级课程”管理体制,鼓励中小学校根据学生的学习需求开发校本课程,突出课程的多样化和可选择性;引入综合实践活动课程,注重学生的自主体验和活动经验;变革学习方式,开展研究性学习,注重自主学习、探究学习、合作学习;等等。可以说,2001年发起的新课程改革是我国新世纪教育现代化发展的第一次思想启蒙运动,它也开启了持续的课程变革过程。2012年党的十八大提出,把立德树人作为社会主义教育的根本任务。为深入落实这一任务,新一轮的高中课程修订首先启动,并于2017年完成初步修订工作,其最大的突破就是凝练了高中学科核心素养,使学生发展核心素养成为课程与教学改革的基本抓手。2019年新一轮义务教育课程修订启动,并于2022年完成。这次义务教育课程修订进一步强化了“课程育人”思想,突出了课程综合化理念以及育人方式变革,引领基础教育走向新的发展。

基础教育课程改革的这一历程说明,我国的学校教育正在经历一场深刻的系统性变革。STEM教育作为一种外来的教育方式,必须服务于国家教育改革的实际需要,通过本土化改造,融入我国教育改

革的时代大潮中。STEM 教育的本土化改造,重点方向在于将 STEM 教育纳入我国课程改革的总体框架,尤其是纳入理科课程改革的范畴,在达成科学素养培养目标的同时,突出 STEM 综合素养。STEM 教育的本土化改造应聚焦弥补我国原有科学教育的不足,体现国际科学教育的最新理念,最终服务于我国面向未来的科技创新人才培养这一根本目的。

2. 突出育人方式变革

作为一种新的科技教育方式,STEM 教育的引进和推广要有助于推动我国中小学的育人方式变革,这也是与其自身的特征分不开的。总体而言,STEM 教育具有综合性、情境性、实践性、合作性的特征。

要想通过 STEM 教育促进中小学育人方式的变革,需要注意如下方面:

首先,STEM 教育要有助于推动实践育人。学校教育改革强调通过开展各类主题实践、劳动实践、研学旅行、志愿服务等,增强学生的社会责任感、创新精神和实践能力。在这一背景下,STEM 教育应体现国际科技教育的先进做法,把科学、技术、工程和数学四个领域有机关联,开展形式丰富多彩的各种活动,要求学生通过设计制作、实验探究、模型建构等进行学习,促进学生动手能力和实践操作能力的发展。

其次,STEM 教育要有助于推动跨学科育人。STEM 教育的优势就在于以跨学科的视角整合了多个领域的知识,各种 STEM 学习活动能够很好地培养学生的科学素养和动手能力,具有跨学科育人的优越性。

最后,STEM 教育要有助于落实项目式学习。项目式学习就是一种建构性的教与学方式,教师将学生的学习任务项目化,指导学生基于真实情境而提出问题,并利用相关知识与信息资料开展研究、设计和实践操作,最终解决问题并展示和分享项目成果(杨明全,2021)。项目式学习有助于 STEM 教育实现其育人价值。

3. 聚焦核心素养发展

中国学生发展核心素养以培养“全面发展的人”为核心,分为文化基础、自主发展、社会参与3个维度,由此构建起6大素养、18个具体素养的完整体系。STEM 教育要培养的相关素养不仅要与核心素养体系相适应,并且需要进一步扩大二者的“交集”,使 STEM 教育更好地服务于国家教育的培养目标。应该说,STEM 素养在文化基础、社会参与、自主发展这3个维度都有体现。在文化基础维度,STEM 素养要与“科学精神”这一大类素养相契合,着力培养学生的理性思维、批判精神和探究能

力;在社会参与维度,STEM 素养要与“实践创新”这一大类素养相契合,着力培养学生的劳动意识、问题解决和技术应用能力;在自主发展维度,STEM 素养要与“学会学习”这一大类素养相契合,着力培养学生乐学善学和勤于反思的态度以及信息意识。除此之外,在“人文底蕴”“责任担当”“健康生活”等大类素养上,STEM 教育也要拓展育人功能,全面体现对学生发展核心素养的支持。

4. 培植现代化的教育生态

根据生态学的观点,学校内不同要素之间也存在类似的相互作用的关系,也会形成一种较为稳固的教育生态系统。从这个角度来看,教育生态主要是一种环境和氛围,指的是学校的文化环境和心理氛围。

为适应未来教育发展的需要,学校教育应积极构建符合未来发展需求的新的教育生态。这就需要把 STEM 教育蕴含的育人理念渗透到学校的课程、教学、管理和评价各个环节中,实现学校自身的生态变革。这既是未来社会对学校教育的变革要求,也是师生全面健康发展的必然要求。

在学校教育生态中,“课程—教学—管理—评价”这四个要素构成的链条式互联关系是教育生态的主要方面,而由课程与教学构建的育人环境是学校教育生态的集中体现。STEM 教育可以从课程与教学领域的变革出发,带动学校整体的生态性变化。这种新型教育生态的构建,至少需要进行如下努力:一是改变传统的“死记硬背”和机械练习,在教育方式方面体现调查探究、设计制作、合作学习等更加生动多样的教与学方式;二是通过 STEM 课程的开发,为学生的学习提供多样化的课程形式,满足学生个性化学习需求,丰富科技教育的资源;三是通过 STEM 教育的设计,营造充满科技色彩和现代感的校园氛围,助力学生创造性思维、动手能力和科学精神的培养。

三、STEM 教育在我国的实践探索

我国于21世纪早期在教育领域正式引入 STEM,这既符合当时国家科技和社会发展要求,也迎合了当时教育发展的实际需求。2001 年我国掀起面向21世纪的基础教育课程改革运动,一系列新的教育思想和课程理念开始重构旧有的教育传统,教育实践中日益突出情境性、个性化和生活化,尤其强调课程教学与信息技术的整合。STEM 教育理念与基础教育课改革思路很契合,为引入 STEM 教育铺平了道路。

2012 年党的十八大以来,我国把“立德树人”作为社会主义教育的根本任务,中小学教育开始致力于促进学生核心素养的发展。在“素养导向”下,

学校教育调整课程内容、变革育人方式。一方面,在中小学的科学教育领域,突出课程的跨学科和综合化趋势;另一方面,在教学实践领域,强化科学探究和项目式学习,突出做中学。

2017年党的十九大之后,我国基础教育改革进一步提速,高质量教育发展成为新时代国家发展的基本目标和愿景。在这一背景下,我国有关STEM教育的研究和实践开始进入爆发期。该时期我国学术界有关STEM教育的研究成果数量迅速增多,有关STEM教育的重量级报告也纷纷发布。例如,2017年,中国教育科学研究院发布《中国STEM教育白皮书》;同年,教育部教育管理信息中心、北京师范大学、北京国信世教信息技术研究院联合发布《中国STEAM教育发展报告》;2018年中国教育科学研究院发布《中国STEM教育2029行动计划》《STEM教师能力等级标准(试行)》(范佳午等,2018)。显然,这些研究对我国STEM教育整体发展发挥了重要的推动作用。

此外,2022年新一轮义务教育课程修订的完成,新的课程方案和各科课程标准都对变革育人方式、推动跨学科育人和实践育人提出了要求,跨学科主题学习、项目式学习等成为未来教育实践的重要形式。

四、STEM教育面临的挑战与展望

1. 我国STEM教育发展面临的挑战

STEM教育是西方教育改革和实践探索的产物,它迎合了世界范围内科技人才培养的现实需求,体现了当代理工科教育发展的趋势。20世纪末以来我国的素质教育改革与发展为STEM教育的扎根和蓬勃发展奠定了丰厚的实践土壤。进入21世纪后,随着新一轮基础教育课程改革的推进,由于STEM教育与新课程改革所倡导的相关理念和举措非常契合,这进一步推动了STEM教育在我国的本土化发展。我国的STEM教育实践并不是完全移植西方的做法,而是在具体情境下根据本土的实际需求进行设计,从而体现对STEM教育价值的重构。

STEM教育的引入和发展为丰富我国中小学教育形式、推动育人方式变革带来了新的契机。但总体而言,目前这方面的研究和实践都还存在一定的问题和挑战。比如,目前的STEM教育在实施上仍然强调对STEM内容的记忆,忽视了更高层次的思维技能,而且在课堂中教授低阶技能的教学占主导地位,未能形成以深刻的概念理解为目的的新的教学模式等;此外,教师的相关认知和实施能力也存在不足,教师本身的STEM素养有待提升,在STEM的活动设计、课程开发、评价评估等方面的能力表

现并不能令人满意。可见,中小学教师在STEM教育领域的专业发展仍有很大空间,需要在未来的教育教学实践中逐步改进和提高。

2. STEM教育的发展展望

作为20世纪末才真正成熟并不断得到发展的概念,STEM教育的价值已经在全世界范围内得到认可。发达国家首先看到了STEM教育的价值,尤其是美国把投资STEM教育看作是提升其全球经济竞争力的关键。为了保持这种竞争优势,其非常重视STEM教育,以确保未来有一支具备STEM能力的劳动力队伍。美国有学者发现,STEM教育可以给个体学生带来更高的收入和更好的工作保障。在他们对收入中值最高的10个大学专业的分析中,有8个是工程专业,其余2个专业也属于STEM领域(Saxton et al., 2014)。

STEM作为一种跨学科的教育理念,它将现实生活中的事件与科学、技术、工程和数学联系起来,帮助人们发展21世纪必需的技能。它不仅强调专业的概念知识和过程能力,还强调处理突发状况或问题的能力。STEM教育通过让学生参与工程设计过程,可以让学生获得真实世界的问题解决技能,以及相关的科学和数学知识。当前,STEM教育已成为一个国家在科技、社会、经济和国际竞争方面发展的重要推动力。

总之,尽管我国中小学校引入STEM教育已经有很多年,但如何让其体现我国教育的特色仍是值得持续探索的课题。尤其在推动教育现代化发展和教育数字化战略行动的大背景下,STEM教育的研究及其本土化改造与创新必将成为我国面向未来的教育改革的内在构成部分。因为,只有将STEM教育融入我国教育改革的实践中,它才能发挥出持久的生命力。

参考文献:

- [1] 范佳午, 李正福(2018). STEM教育在中国的发展[J]. 中国民族教育, (7): 13-15.
- [2] 杨明全(2021). 核心素养时代的项目式学习: 内涵重塑与价值重建[J]. 课程·教材·教法, 41(2): 57-63.
- [3] 余胜泉, 胡翔(2015). STEM教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 21(4): 13-21.
- [4] 郑葳(2017). 中国STEAM教育发展报告[M]. 北京: 科学出版社: 29.
- [5] Saxton, E., Burns, R., & Holveck, S. et al. (2014). A Common Measurement System for K-12 STEM Education: Adopting an Educational Evaluation Methodology That Elevates Theoretical Foundations and Systems Thinking[J]. Studies in Educational Evaluation, 40: 18-35.