

# PLC 视域下的 STEM 教师专业发展：路径与思考

宋 怡, 祁 宇

(南京晓庄学院 环境科学学院, 南京 211171)\*

**摘要:** 推进 STEM 教育逐步成为各国教育改革的重要举措, 而 STEM 教育跨学科整合的特点对 STEM 教师在课程、教学及评价方面都提出了挑战。文章基于教师专业学习共同体的视角, 指出 STEM 教师专业学习共同体(STEM-PLC)是提升 STEM 教师专业水平的有效途径, 有助于 STEM 教师间支持与信任的建立、STEM 教师教学效能感的提升和 STEM 教学质量的改善。在对 STEM-PLC 关键维度和实施模式的分析基础上, 为我国 STEM 教师师资培养策略和专业发展范式构建提出几点建议。

**关键词:** 专业学习共同体; STEM 教师; 专业发展

**doi:** 10.3969/j.issn.2095-5642.2019.01.001

**中图分类号:** G40-03      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-5642(2019)01-0001-06

STEM 是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Math)的简称, 是将这四个领域的知识有机整合, 用以解决真实世界问题的新的课程模式和学习方式。而 STEM 教育跨学科整合的特点从课程、教学和评价诸方面对 STEM 教师提出了挑战。探讨如何基于教师专业学习共同体提高 STEM 教师专业水平, 探索 STEM 教师专业发展的策略和途径, 对我国 STEM 教师培养与 STEM 教育战略目标的实现有着迫切的现实意义。

## 一、STEM 教育对教师提出的挑战

### (一)STEM 教育及发展趋势

STEM 教育是一种跨学科的整合性课程, 强调科学知识、数学知识与技术、工程的结合, 重视运用整合、联系的思维来解决现实问题。在整合性的 STEM 课程中, 学生得以发展创新拓展的思维与合作的精神, 了解 STEM 职业特点, 提高从事 STEM 职业的意愿, 并更好地适应未来公民的角色。

近年来, 许多国家在教育改革中都明确强调了 STEM 教育的重要地位并予以政策性的支持。如, 英国开发了全国性的 STEM 学习网络 STEMNET; 新加坡的科学课程中突出了基于 STEM 的创造性活动; 韩国政府通过推动 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics)教育来促进各学科的融合; 美国联邦政府、各州政府、相关教育机构及非盈利性组织等为 STEM 教育及师资培训提供了大量资源及资金投入, 近年来更是将发展 STEM 教育提升到了国家战略的高度, 并且在报告《STEM2026: STEM 教育创新愿景》中提出 STEM 教育未来十年的愿景及所面临的挑战, 从 STEM 课程、教学及评价的实施都对 STEM 教师提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。

\* 收稿日期: 2018-08-30

**基金项目:** 2018 年度江苏高校哲学社会科学研究基金项目“基于德尔菲法的 STEM 课程特征建构研究”阶段性成果(2018SJA0425); 江苏教育科学“十二五”规划重点资助课题“基于国际视域的科学教师专业发展标准体系建构与实践研究”(B-a/2015/01/050); 南京晓庄学院校级科研项目高层次培育项目“STEM 素养视域下的科学教学重构”(2017NXY04)阶段性成果

**作者简介:** 宋怡(1977—), 女, 江苏南通人, 副教授, 博士, 研究方向: 化学课程与教学论、科学教育;  
祁宇(1996—), 女, 江苏靖江人, 本科, 研究方向: 化学(师范)。

## (二)对 STEM 教师的要求与挑战

STEM 教师的专业水平是实现 STEM 教育目标,提升学生 STEM 素养和 21 世纪关键能力的核心因素,而 STEM 教师专业发展现状往往不足以支撑高质量的 STEM 教学。STEM 教育在美国已有 30 多年发展历史,但美国 STEM 师资仍存在教师数量短缺、教师行业人口流失严重、教师专业背景不强、教学资源不足等问题<sup>[2]</sup>。为强调 STEM 教师培养的重要性,近年来国家教学与美国未来委员会(NCTAF)已将培养并支持高水平 STEM 教师列为其优先工作;科学与技术总统咨询委员会(PCAST)2010 年的报告《培养和启发:为了美国未来的 K-12STEM 教育》中提出未来十年美国将培养 10 万名 STEM 教师,并正式启动优秀 STEM 教师的认证机制<sup>[3]</sup>;美国政府设立奖学金制度来支持 STEM 教师的专业培养,通过实施选择性教师资格认证制度在培养专业师范生的同时挖掘具有潜力的、非教育类背景的教师<sup>[4]</sup>。

从 STEM 教师的视角来看,其教学实践中面临的最突出的问题在于,传统教师教育课程学习经验使他们缺乏跨学科视野,难以打破学科壁垒;又因缺乏足够的、针对性的在职专业发展培训,导致其 STEM 教学效能感低,难以胜任以跨学科整合为本质特征的 STEM 教学。基于此,在 STEM 教师培养的宏观教育改革之外,鼓励 STEM 教师间通过合作,开展跨学科教学的研究与实践,探究基于共同体的 STEM 教师专业发展有效路径与机制就显得尤为重要<sup>[5]</sup><sup>1848</sup>。

## 二、教师专业学习共同体的产生与发展

### (一)教师专业学习共同体的产生

1990 年,美国学者彼得·圣吉(Peter M. Senge)提出了学习型组织(Learning Organization)的概念,认为“在那里,可以不断扩大自己的能力以实现自己真正追求的结果,可以集思广益,孕育新的思维模式,可以不断地认识到如何去学习”<sup>[6]</sup>。

随着教师专业化运动的兴起,教育者意识到教师专业发展是有效提高教师素养及教学质量的途径之一,萌生了在学校实施“学习型组织”这一形式的想法。1997 年,美国西南教育发展中心(Southwest Educational Development Laboratory)首次将在教师间开展的学习型组织称为教师专业学习共同体(Professional Learning Community, PLC),将其描述为:专业学习共同体是由具有共同理念的管理者与教师构成的进行合作性、持续性学习的团队,是促进学生学习和教师专业发展的有力途径,是学校变革与改善的有效策略。

### (二)教师专业学习共同体的发展

“专业学习共同体”一词很快成为教育领域研究热点,教师专业学习共同体强调教师间的共同愿景和价值观,呼唤支持性的组织结构、人际关系,重视对学生需求的关注,鼓励教师在共享经验、共享知识的基础上,实现专业发展<sup>[7]</sup>。

21 世纪以来,教师专业学习共同体迅速发展,并在提高教学质量、改善学生学习、降低教师职业倦怠和促进专业发展方面成效显著。2001 年美国师资发展委员会(National Staff Development Council, NSDC)在指导中小学的校本师资发展的三类标准中指出:教师最有力的专业发展形式就是建立一个学习小组,该学习小组的成员一周见几次面,目的是共同学习、计划课程安排及解决实际问题等等<sup>[8]</sup>,这个学习小组就是教师专业学习共同体。此外,信息技术的迅猛发展也对教师专业学习共同体起到助推作用,出现了“在线学习共同体”模式,利用网络平台开展学习交流,较之传统模式,为成员间的沟通提供了时间、空间上的便利,更好实现资源共享。

## 三、基于 PLC 的 STEM 教师专业发展

由于 STEM 教育跨学科整合的特点,STEM 教师有显著的特殊性,因此也常常在实际教学过程中面临着许多问题:如何加强各科教师间的配合?如何巧妙地融合各科知识?怎样实现合作与资源共享等等。在 STEM 教师间建立专业学习共同体,是解决问题的现实与可行的途径。

STEM 教师专业学习共同体(以下简称 STEM-PLC)相比于一般的教师专业学习共同体,关注学生

STEM领域的学习,更强调知识内容的发展性。STEM教师在共同体中讨论并确定教学策略,指导学生参与STEM学习项目,并引领学生将STEM学习与未来生活、职业相关联。

### (一)STEM-PLC的优势

#### 1.有利于STEM教师间支持与信任的建立

STEM-PLC为STEM教师专业发展提供了一种共同体文化氛围,教师间基于这个沟通平台,分享收获与困惑,建立默契与信任;明晰自己的教学角色,认知作为共同体成员的角色定位,逐渐形成跨学科视角;在共同体内提升从事STEM教学的信念与责任感,为达到STEM教师间良好的教学合作奠定基础。

#### 2.有助于STEM教师教学效能感的提升

通过参加专业学习共同体,STEM教师得以弥补自身学科知识的狭隘性,通过对STEM学习内容的讨论,从多学科角度加深理解,从而确保知识的整合性。2008年,美国国家教学与美国未来委员会(National Commission on Teaching and America's Future, NCTAF)资助了一项关于专业学习共同体对K-12阶段STEM教与学的影响的研究,结果表明,STEM教师在参与学习共同体之后,对学生的理解和关注度都有提升,教师更愿意运用多样化的方法去解决学生的问题,实施STEM跨学科整合性教学的效能感有明显提升<sup>[9]</sup>。

#### 3.有助于STEM教学质量的改善

STEM学习具有基于活动、基于项目的和基于问题解决的特点,突出学生主动思考与动手实践,对教学方法与策略提出更高要求。例如,开展情境化的STEM学习时,怎样选取情境,融合各学科知识,既要有可行性又要富有挑战性?如何引导学生发现问题并积极思考,让学生能够在与真实世界联结的情境中积累应用性的学习经验?STEM-PLC能够为教师提供多种思考角度,开拓新的教学思路,发现并纠正教学中的错误,促进学生STEM学习能力的发展,最终提高STEM教学有效性。

### (二)STEM-PLC实施的关键维度

在一般教师专业学习共同体需遵循的原则基础上,STEM-PLC的有效机制还体现出STEM教学的特殊性。概括起来,其实施过程中的关键维度包括:

#### 1.具有共同的目标和愿景

共同愿景可以理解为共同体成员在STEM教育教学中一致的使命与目标,而这种共同愿景是针对于“什么是有价值的STEM教与学”这一定义的理解。共同愿景是建立STEM-PLC的基础,是专业学习共同体持续开展并发挥作用的动力和维持系统。经过成员间的沟通磨合,共同体成员不仅要理解专业学习共同体存在的必要性与重要性,而且要坚守STEM-PLC的共同目标。设定成员自我负责和对彼此负责的共同体规范与期待,要求成员间共享专业知识,对支持和促进学生STEM学习具有责任感。

#### 2.重视教学数据的分析与评估

建立STEM-PLC的首要目标是提高STEM教学质量,最终提升学生的STEM学习兴趣与学业表现。STEM-PLC的工作侧重于支持和服务学生学习,为了促进学生参与STEM学习,发展STEM素养,提高从事STEM领域职业的意愿,共同体成员运用各种真实的测量数据来衡量学生学习和教学效果的变化。通过观察彼此的教学,实时分析学生数据并加以评估,能够及时反馈教学实践中存在的问题,并对教学策略与方法进行调整和完善。

#### 3.建立完善的工作开展流程

STEM-PLC成员共同建立团体规范、期望和流程,构建专业学习共同体的通用语言和规范,以便建立起成员之间的信任,对自身、对彼此以及学校负责。专业学习共同体具有持续时间较长的特性,长期的讨论互助对STEM教师的影响是潜移默化的,短暂的松散的沟通可能流于形式,很难达到预期效果。因此保证STEM-PLC活动的持续性,设定共同体成员参与专业学习活动的最小阈限值非常重要。在每一次互动结束后,共同体的教师进行及时地记录与反思,有利于总结经验、寻求改进,在吸取彼此经验教训的同时,改善自身的教学方法,弥补不足。

#### 4. 确立明确的领导与组织结构

有研究表明,教师专业学习共同体的成功关键因素之一在于校长,“把对话推向学生学习和教学的关键是与校长的联系,有校长长期参与的专业学习共同体,讨论的内容会更丰富,那些没有完备领导体制的共同体往往是缺乏良好结构的”。学校中 STEM-PLC 的开展必须得到校长及其他学校领导的支持,提供组织保障,为教师共同体成员提供专门的活动空间和时间,授予共同体根据学生 STEM 学习需求做出教学决策的自主权。

#### 5. 提供参与 STEM-PLC 的相关培训

STEM 教师在自身学科专业基础上,还具备一定的科学、工程、技术、环境、数学等相关基础,对于传统教师来说已经可算得上“万能”。但对于参与 STEM-PLC,为共同体贡献教学智慧来说,还有欠缺。STEM-PLC 绝不仅实现备课组或教研室等组织的功能,STEM-PLC 成员在满足 STEM 教师的要求之外,还要学习合作探究、共享实践、联合备课、在线协作、网络学习等专业能力。因此 STEM 教师需要接受由共同体开展的有关 STEM-PLC 工作流程的培训,共同建立规范的专业学习共同体,同时共同体领导要负责监督实施过程和最终预期的达成。

#### 6. 鼓励模式的多样性

在传统的面对面交流之外,在线 PLC 平台或线上线下相结合的模式,都使得 STEM 教师间的分享更加便捷、有效,也为教师共同体与 STEM 领域专家的联系提供了可能。同时,在 STEM-PLC 的基础上,适当建立以单学科为单位的 PLC,以便对学科问题进行更深入地探讨,也是对跨学科的教师专业学习共同体的有益补充。

此外,教师要意识到 PLC 是动态的,它是一个连续的演化过程。有研究倡导学生也参与到其中,及时关注学生的学习情况。如果 PLC 不关注于学生的学习,那么教师仅仅是进行大量的交谈和分享,共同体没有可使用的数据作为支持。因此要打破孤立的状态而进行更为深刻的对话,在师生对话中处理 STEM 教学过程中的各种问题。

### (三)STEM-PLC 的实施模式

各国在 STEM-PLC 实践中出现了一些典型案例,也探索出一些有效的实施模式。美国国家教学与美国未来委员会(NCTAF)一直致力于发展 STEM 学习团队(STEM learning teams),团队强调跨课程的融合,组织数学、科学及技术等学科教师,还邀请科学家和工程师参与,专家和教师紧密合作,建立起互相信任与合作的关系,共同设计和实施基于项目的 STEM 学习活动,扩大教师视野,解决教师团队面临的重要挑战。之后团队教师再将关键内容分享给其他的团队,形成资源共享及流动。韩国自 2011 年以来实施了许多 STEM 教师在职培训计划,其中以 STEAM 教师研究小组(STEAM research group of teachers, STEM-RGT)最为典型,它是基于实践共同体的 STEAM 教师专业发展项目,强调 STEAM 教师教育成功的关键维度是互动参与、合作计划和资源共享<sup>[5]1860</sup>。不同国家 STEM-PLC 的发展形式各有特色,其中,传统的面对面模式最为基础和普遍,但随着信息技术的发展,更多的 STEM 教师愿意选择在线 PLC 的模式。在参与主体上,学科专家、行业专家也越来越多的参与进来,并逐渐关注到教师专业学习共同体的职前、职后一体化。

#### 1. 传统面对面互动模式

传统的 PLC 模式,即在 STEM-PLC 成立之后,每个成员按照约定的时间和地点聚集,成员面对面提出问题,共同商议,在综合了所有人的想法后统一出一个最好的解决方案。

这种模式一定程度上能够倾听所有人的想法,民主性比较强,也能够讨论中暴露最根本的问题。但是,从便利性角度考虑,这种传统的见面模式在时间和地点的选择上都不够灵活。因此,利用网络的便捷,“线上专业学习共同体”的模式受到众多教师的青睐。

#### 2. 线上 STEM-PLC 平台模式

线上 STEM-PLC 模式中,成员可以通过在线平台随时随地进行互动,参与的成员不再拘泥于同校的教师,可以是来自不同校的、不同地区的甚至不同国家的相关教师,共同针对于某个教学主题展开讨论。教师

可以根据其自身发展需求,同时选择参加多个在线 PLC。专家可以作为协助者,在线提供咨询,给予专业性知识的支持。

在线 STEM-PLC 平台可以作为一个中央信息库,实现资源共享。如,提供课程录像,教师在观察录像后进行反思和讨论,对于某个细节再做协作设计;或是基于之前的某项议题继续进行深入对话和讨论。它可能是不同国家、不同领域的资源集合,内容更多,覆盖面也更广阔。

### 3. 线上一线下一体化混合模式

在线模式与传统面对面互动模式并不对立,两者结合是现在大多数国家比较认可的方法。例如,韩国为解决 STEM 教师受困于学校 STEM 教育时间少、缺乏教育资源和经验、缺乏 STEM 教学信心等问题,大力开展 STEM 教师的专业培训。共 60 个小时的培训以线下线上 PLC 混合模式进行,包含 10 小时的线上研讨,40 小时的线下集中培训、讲座,5 小时实地观摩、考察和 5 小时 STEM 经验分享。这种混合式 PLC 可以鼓励 STEM 教师不断寻求适合自身的专业发展模式。

### 4. 职前一职后一体化模式

由于意识到职前教师成为了教师专业发展中缺失的一环,各国开始进行教师专业发展职前职后一体化的改革,职前教师也开始融入教师专业学习共同体之中。例如,美国宇航局(NASA)与 K-8 年级的 STEM 教师及职前 STEM 教师进行专业发展合作,让职前教师提前进入学习共同体之中,作为 STEM-PLC 的共同体成员,尽早熟悉 STEM 教育教学。采用“专家参与”的形式,NASA 的技术专家以及在职专家型教师都参与到职前 STEM 教师的培训之中,在兼顾各个 STEM 学科领域的基础上针对不同年级的 STEM 教学,共同分析所需要的专业知识,加强对职前 STEM 教师的专业引领<sup>[10]</sup>。

## 四、思考

STEM 教育已经纳入我国创新型人才培养战略。2017 年 6 月中国教育科学研究院颁布的《2017 中国 STEM 教育白皮书》中明确指出,我国 STEM 教育目前在学校实施中面临的瓶颈就是教师问题,并将建设教师培训平台列入中国 STEM 教育 2029 创新行动计划,在江苏、浙江、成都等地已经出台了相关政策并实施教师培训。

笔者结合其他国家 STEM-PLC 的已有研究与实践案例,对鼓励我国 STEM 教师参与基于专业学习共同体的专业发展,构建职前教育与职后培训中的 STEM-PLC 模式,提出以下几点思考,旨在为我国 STEM 教师师资培养策略和专业发展范式构建提供有益建议。

#### (一) 转变观念,增强共同体文化氛围

为学校领导提供必要的专业共同体经验与培训,使其充分理解 STEM-PLC 的意义、动力和挑战,将其作为改善学校整体教学情况的重要途径。从而敦促每个老师意识到参与专业学习共同体是工作的基本组成部分,在学校内营造合作的氛围,创设合作的组织架构,进行合作的时间和空间协调,在学校日程安排中预留出专业共同体学习时间,将 STEM-PLC 作为持续的 STEM 教师专业发展形式之一,并提供经费支持,对共同体的有效性进行持续的数据收集与监控。但同时,要让教师对其专业学习发挥自主性,从而充分实现其教学潜能。

#### (二) 充分利用信息技术支持,探索 STEM-PLC 新模式

鼓励采用线上线下混合模式,充分利用网络平台和资源来拓展传统模式中的教师专业学习的内容和形式。积极探索基于网络环境的 STEM-PLC 的实施策略,重视通过移动教学技术,实现共同体学习可随时随地地开展。打造中国 STEM 教师专业学习的平台,开发更多在线功能,加强与各地区、各国家之间的联系和合作。

开展基于证据的 STEM 教师专业发展效果的研究,同时,在对相关课题支撑的 STEM-PLC 项目的研究以外,我们还应对 STEM 教师在自然情境下开展的基于专业学习共同体的讨论、学习等活动的价值与影响予以重视。

### (三)结合教师教育改革,养成参与专业学习共同体的习惯

STEM教育在我国的发展面临的突出的问题之一是接受多年分科教育的STEM教师不具备进行多学科整合的能力,难以实现STEM跨学科的本质特点。结合教师教育改革,鼓励和支持更多STEM-PLC的建立,敦促STEM教师参与专业学习共同体,将其作为实现自身专业发展的重要依托,是目前STEM教师专业发展有效、可行的途径。

在师范生阶段的教师教育课程中加强、普及PLC的运用,探索在教师教育阶段,参与STEM-PLC及相关共同体的学习经验对师范生的影响,从职前阶段开始,培养未来的STEM教师积极参与教师专业学习共同体的习惯,在共同体中分享经验、解答困惑、贡献智慧、实现成长。

### 参考文献:

- [1] 宋怡,马宏佳,祁宇.STEM教育愿景中的课程、教学与评价——基于美国《STEM2026:STEM教育创新愿景》报告[J].现代教育科学,2017(11):126-131.
- [2] American Association of Colleges for Teacher Education (NJ). Preparing STEM Teachers: The Key to Global Competitiveness.[J]. American Association of Colleges for Teacher Education, 2007(6):110.
- [3] P-DEC V N. Prepare and Inspire: K-12 Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future.[J]. Education Digest, 2010(76):42-46.
- [4] 王新燕,陈晨.美国STEM教师培养的主要经验及其启示[J].上海教育科研,2017(4):80-83.
- [5] JHO H, HONG O, SONG J. An Analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a Case Study of Two Schools from a Community of Practice Perspective.[J]. Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education, 2016, 12(7):1843-1862.
- [6] SENGE P M. The fifth discipline: The art and practice of the learning organization[J]. Performance Improvement, 2010, 30(5):37-37.
- [7] DELONG L A. Leading professional learning communities that focus on student learning[J]. Dissertations & Theses-Gradworks, 2014:123.
- [8] 崔迪,姚伟.美国教师专业学习共同体的历史演进及发展趋势[J].现代教育管理,2017(5):112-117.
- [9] FULTON K, BRITTON T. STEM Teachers in Professional Learning Communities: From Good Teachers to Great Teaching.[J]. National Commission on Teaching & America's Future, 2011(11):32.
- [10] FELICITEMAURICE E, CAHILLANE M, HEVLIGER D, et al. NASA Professional Development for STEM: Engaging Pre-and In-Service Teachers in Research Integrated Teaching[J]. Optical Engineering, 2011, 46(2):025802.

## STEM Teachers' Professional Development in the Perspective of PLC: Paths and Reflections

SONG Yi, QI Yu

(School of Environmental Science, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 211171, China)

**Abstract:** Promoting STEM education has gradually become an important initiative of educational reform in many countries, while the interdisciplinary integration of STEM education challenges STEM teachers in curriculum, teaching and assessment. The STEM teachers' professional learning community (STEM-PLC), as an effective way to improve the professional level of STEM teachers, contributes to the establishment of support and trust among STEM teachers, the improvement of STEM teachers' teaching efficacy and the quality of STEM teaching. By analyzing and reflecting on key dimensions and the implementation modes of STEM-PLC, suggestions on how to develop preparation strategy and establish professional development format for STEM teachers in China are put forward.

**Key words:** professional learning community; STEM teacher; professional development

(实习编辑:杨晓玲 责任校对:曲比)