

国内外STEM教育活动类型分析

□ 江丰光 和静雯

【摘要】国内外的STEM教育普遍开展的类型有“基于教室开展的STEM课程”“正式与非正式场馆结合的学习活动”和“基于终身学习概念所设计的学习共同体STEM项目”三大类型。本文梳理了每种类型的教学理念,并提供国内外教学案例与教学建议,针对三种类型中的参与主体、活动时间、实施空间、项目形式、信息交流、课程资源和资金支持,进行了对比分析,希望能为一线教师提供开展STEM教育的思路和可操作性的指导。

【关键词】STEM教育;校馆合作;学习共同体;课程设计

【中图分类号】G434 **【文献标识码】**B

【论文编号】1671-7384(2017)11-0064-07

中国“十三五”规划将STEM纳入教学改革重点,2017年教育部首次把STEM概念融入课程标准。由此STEM教育成为中小学讨论的热点话题。STEM教育融合了跨学科的概念、科学教育中科学探究元素、技术工具等使用、工程设计与数学分析等作为中小学培养未来人才的教育方式。为了实现STEM教育的理念与培养学生综合素养,在实践中就需要借助外部力量来达到对学生知识和能力的培养目标。

目前存在的三种STEM教育类型为“基于教室开展的STEM课程”“正式与非正式场馆结合的学习活动”和“基于终身学习概念所设计的学习共同体STEM项目”三大类型,本文将结合案例具体介绍每种类型的教学理念和教学建议。

基于教室开展的STEM课程

1. 教学理念

基于教室开展的STEM课程是最为常见的STEM教育类型。教师通常使用基于项目的学习(Project-based Learning)进行教学,注重“跨学科”融合的理念,一般针对某个特定主题以工程作为主线,综合数学、科学和技术的学科知识来完成最终的学习成果。在此类STEM课程当中,教师通常以一个主题贯穿整个教学,课堂设计以跨学科整合的学习活动,强调课堂内学生可动手动脑动心完成的任务与作品。相比于传统的分科教学,STEM教育背后的跨学科融合理念更注重培养学生知识运用与可迁移能力,例如,批判性思考、合作、沟通、创造力和信息检索、收集、处理等能力的培养,而

这些能力既是传统的分科教学难以教给学生的,又是21世纪所重视的技能。

2. 国内案例

以北京市望京实验学校七年级学生Scratch与乐高结合的工程教育STEM课程为例,该课程共有八个课时。前两个课时是学习基础Scratch软件与介绍乐高WeDo的基本认识;后六个课时的设计主要通过“衣食住行娱”主题活动进行串接,并在活动中融入数学、力学、电学等工程教育的知识点,例如:齿轮传动、结构稳定性、轮轴系统、马达功率和杠杆滑轮结构等。在教学过程中,学生通过完成课程任务进而了解工程设计的过程,即从明确问题、资料收集、方案设计、选择方案、建构原型、测试修改到分享总结的全流程。在课程的最后,学生小组合作设计出一件创意作品,并进行作品理念的阐述和分享。

除了信息技术课堂上教授的编程,Scratch也可以与其他学科领域进行整合设计。北京市望京实验学校尝试让七年级学生体验了基于Scratch的解方程游戏制作课程。学生在教师的引导下,先体验游戏制作的过程,再将解一元一次方程的知识运用于实践中从而完成游戏的制作,有效提高学生的数学学习态度和 Learning 成效。课程内容分



为三个模块：Scratch基础知识、数学运算游戏以及解方程游戏制作，共13个课时。在Scratch基础知识模块，学生通过分析、模仿游戏案例并尝试制作Scratch游戏来掌握Scratch基础知识，在本阶段会制作一个Scratch游戏作品；在数学游戏模块，学生在所完成的游戏基础上融入数学四则运算知识，体会Scratch与数学知识融合的方式，本阶段会产出一个包含数学运算知识的Scratch作品；在方程游戏制作模块，学生将Scratch游戏与解方程的步骤融合起来，达到巩固解方程知识的目的，这是整个课程的重点内容，学生会融合所学的Scratch知识和解方程知识设计并实现一个Scratch解方程的作品。

以上两个案例都是将Scratch作为教学辅助工具并通过教师设计好的课程，让学生进行探究解决问题最后产出小组作品。课堂评估发现基于教室内开展的STEM课程能有效促进学习者的学习动机与学习态度，并能显著提高学习成绩和学习成效。因此，在教室内开展的STEM课程需要教师明确的跨学科课程设计、学生动手探究、小组制品展示交流，教学材料大多数由学校提供，此类型的STEM教育注重系统的STEM课程设计与目标明确地培养学生。

3. 国外案例

美国Project Lead The Way, 简称PLTW项目，主要是基于教室内开展的STEM课程。PLTW提供了与STEM有关的教育，通过学生亲自参与、亲自动手的课程，培养学生问题解决能力、批判思维、创造性、创新推理能力。弗吉尼亚大学研究员Robert Tai博士及其团队收集并分析了超过30项有关PLTW的研究和报告，发现PLTW有助于对学生数学和科学成就产生积极影响，对学生的职业兴趣和继续教育的可能性有积极的影响，为学生提供了进入科学和工程学习的途径。该项目依据不同领域的知识，将其课程分为PLTW入门、PLTW计算机科学、PLTW工程和PLTW生物医学，具体内容见表1。

以PLTW入门（6-8年级）的飞行和太空单元为例，本单元包括三节课。

第一节课学习飞行和太空的历史。学生通过实际操作的活动、研究和借助不同媒体的展示介绍其历史。第二节课学习航空学。为了设计飞机或航天器，工程师必须了解空气动力学、推进、材料、结构以及稳定性和控制的要素，学生在这节课中会看到所有这些元素，他们会学习飞

行的科学知识，设计和测试推进系统，创建翼型在风洞中测试，并利用他们的知识来设计、构建和测试机翼。第三节课关于太空旅行和空间生活，包括由机械工程师设计的航天器组件和生物医学工程师设计的照顾宇航员在太空旅行时的健康方案。从设计航天器，安全地让人类到月球，建立工具帮助人类有一天在月球上生活，到工程师在太空旅行、太空发现和空间生活中发挥重要作用。学生通过互动模拟体验太空旅行和航天器创新。

4. 教学建议

STEM教育中四门学科的教学必须紧密相连，以整合的教学方式培养学生掌握知识和技能，并能进行灵活迁移应用解决真实世界的问题。基于教室内开展的STEM课程，教师在设计教学时应当始终明确STEM教育的目标与问题解决，重视为过程性任务完成提供适当支架，注意小组合作分工与合作问题，明确学科知识点，强调学习过程中学科间的连结与运用。例如，为了培养学生解决问题的能力，就要为学生提供解决问题的机会，让学生尽早进行科学研究项目，在做中学，才能调动跨学科的知识，以批判性的视角对自我和他人做出评价，并在这个过程中锻炼合作沟通能力。

表1 PLTW课程设置框架

PLTW入门（6-8年级）	PLTW计算机科学（9-12年级）	PLTW工程（9-12年级）	PLTW生物医学（9-12年级）
设计和建模	计算机科学导论	工程设计简介	生物医学科学原理
自动化和机器人	计算机科学基础	工程课程原理	人体系统
能量和环境	计算机科学原理	航空航天工程	医疗干预
飞行和太空	计算机科学A	土木工程与建筑	生物医学创新
绿色建筑	网络安全（2018年实行）	计算机集成制造	
神奇的电子		计算机科学原理	
医学探测		数字电子	
技术科学		环境可持续发展	
创客的计算机科学		工程设计与开发	
应用程序创作			

正式与非正式场馆结合的学习活动

1. 教学理念

非正式学习是在不直接依赖教师或课程的前提下,学习者在情境中发生的有意或内隐的学习。非正式学习无处不在,随时随地发生,既可以有明确目的也可以是偶然性的。非正式学习通过非正规教学性质的社会交往来传递和渗透知识。最常见的形式包括公众教育、社区教育、展览教育、博物馆及科学中心教育。参与主体包括学生、教师、校外教育性机构,有时也包括学生家长。班杜拉的交互决定论提出,环境、人和行为的相互关系和作用,是一种交互决定的过程。环境有利于学生建立自我调节功能,从而建立和发展自我反应的能力。Lisa M. Bouillion, Louis M. Gomez 提出当学生看不到在学校学习的科学知识在生活中有什么价值,而学校也没有看到孩子们的生活经验能够帮助他们学习科学知识的时候,就要将现实世界的问题和学校社区伙伴关系作为背景支架来弥合这种脱节。研究发现,多种形式的知识能够改善学习,提高技能和增加科学兴趣。由此可见,引入课外有教育功能的机构,让学生的学习在现实的场景中实现调节是十分必要的。

基于正式与非正式活动结合的STEM教学活动中,参观访问是最为传统、频繁、常见的博物馆和学校的合作形式,一般是在教师的组织下参访博物馆、科技馆。这种方式可以最大程度地利用场馆的软硬件资源,学生能够更加直观地感受、操作、探索,但需要双方做好前期计划与教学活动的设计等引导工作。Janette Griffin, David

Symington提出了参观访问的有效策略,以学习者为中心,将博物馆参观整合到一个以课堂为基础的学习单位,鼓励学生在博物馆收集更多问题。将非正式团体(如家庭)使用的自然学习方法和行为应用于为学校开发的课程,制定认识到社会互动重要性的学习风格、方法和策略,并认识到学生和教师需要适应这种不同类型的学习环境。学校拓展则是将博物馆教育职能延伸到学校,与学生主动参观相反,博物馆人员进驻课堂,协助学生学习。科技馆的资源是正式与非正式场馆结合的核心特色,不仅提供了通过“实践”和“探究”获得知识的条件,同时也为师生了解掌握“跨学科概念”提供了便利。

2. 国内案例

北京市建华实验学校对七年级学生水净化教学进行了三周基于馆校结合环境下的STEM教学案例设计。课程主要包含两部分,一是通过多学科方法研究水污染问题和水净化方案,二是将知识和经验运用到实践中。学校先组织学生完成课内整合学科的学习。课程以“水的净化”项目为核心学习能力的培养,让学生初步调查水的质量,收集一些废水脏水带进课堂,讲解溶液、悬浊液、乳浊液的核心基本概念。随后,教师提出问题:在实验室如何进行水的净化?展示沉淀、过滤、吸附、蒸馏、检测的过程,根据教材内容详细讲解。课后,让学生动手自制净化器,各组可介绍和分析自己的设计原理。

课内学习后,学生进行社会实践。学校提前联系北京市自来水博物馆进行实地参观,让教师和学生亲身体验水净化处理的过程。透过展馆的实物与教育活动让学生了

解了自来水发展历史,同时也认识到科学技术的发展促进了自来水事业,提高了人们的生活质量。自来水探秘之旅为学校提供了场馆教学环节支持,不仅在馆内有自来水知识讲授与实用的节水方式的展示、窍门,也间接地增强了中学生的节水意识。根据学习和参观的内容,回到校内学生要制作自来水厂模型,进一步巩固水净化流程与方法,最终进行汇报,教师根据学生表现依据标准考核。

该课程和非正式博物馆活动的组合具有许多优点。首先,学生在博物馆参观期间扩大了知识面。博物馆展示的大量与水相关的知识和文化是无法在课堂获取的,也让学生感觉到新鲜。其次,博物馆展品展项以生动、具体的方式呈现知识而非单纯讲授的灌输。展出了很多当地的水资源利用条件、水文化和水资源利用分布情况,学生们置身其中就会明白,他们学习的知识与他们的生活是密切相关的。不论学生原先对水资源相关知识的了解程度如何,在参观学习之后,不仅对数据和缺水现状有更直观准确的认知,在情感态度上也与只在课堂内学习有较大改进,学生乐于参观,也表现出较高的学习动机与兴趣。

3. 国外案例

国外的SOS项目(Science Of Sustainability)更加成熟。这个项目聚集了华盛顿东部和爱达荷州北部的农村青少年家庭,来探讨STEM概念在可持续建筑设计中的重要性。该项目由美国国家科学基金会(National Science Foundation)创建,主要领导机构包括帕卢斯发现科学中心、华盛顿州立大学和爱达荷大学,参与者包括社区家庭、青少年以及场馆或非

正式学习领域的专家。学习内容涵盖生态学、林业、农业、工程学、物理学和技术。目的是希望孩子对学科之间的交叉有基本的理解，帮助学生学会合作学习，提高参与者对STEM的理解力和兴趣，希望人们建立环保意识，保护环境。SOS项目对于学生的终身学习、农村教育、STEM教育和可持续发展教育都有意义，它能够提高参与者对STEM领域的理解和兴趣；为农村和欠发达地区的孩子提供了一个非正式学习的环境，学生在该学习环境下，通过所学知识来解决实际问题，提高知识的转移性；向公众和教育工作者提供了创新性的资源；并让学生了解热传递背后的科学知识，以在控制建筑的热量损失方面做出明智的决定。

SOS项目的受众是青少年(11-15岁)和他们的监护人。项目分为两天，第一天学习科学知识，第二天参观帕卢斯发现科学中心。具体内容见表2。

最终的项目评价采用过程性评价的方式，将评价标准由低到高分为无相关信息(No relevant info)、新手(Novice)、学

徒(Apprentice)、实践者(Practitioner)和见多识广者(Informed)，根据学生对问题、原理等的熟悉程度进行评价。项目工作人员分析活动中的音视频资料，分析交互活动的有效性，并且进行项目前后的调查记录对比，判断孩子是否在该项目中加深了对建筑物中和环境中能量转移机制的认识。利用真实情境下的问题进行提问，让孩子进行基于问题的学习。

4. 教学建议

科技场馆依托自身资源，能够创新活动形式，提供专业的技术支持和教师团队。资源是连接正式与非正式活动的桥梁，包括空间资源、技术资源和人力资源。社会场馆完善了STEM学习生态，STEM教育丰富了社会场馆活动的价值。对于学校而言，这些资源能够寓教于乐，提升学生学习兴趣，加强学科教师之间的合作。教师在非正式活动中可以吸收自身不熟悉领域的知识和讲解技巧，应用于未来的教学中。因此，在课程开发方面，学校与教师要主动寻找当地非正式学习与场馆教育的合作伙伴与教学资源整合，分析课程内容与社会机构

资源的整合，精心设计学生在校学习中的活动环节和过程中使用的学习单，中小学教师与场馆专业人员合作开发设计，并鼓励亲自共同参与非正式学习的交流与活动。

基于终身学习概念所设计的学习共同体STEM项目

1. 教学理念

学习共同体(Learning community)体现了人们对超越学校班级教学情境的社会化学习形态的重视，反映出了对知识社会性建构的价值追求。学习共同体的思想内核是知识建构的社会性、文化场域、主体互动、智慧共享和环境给养。美国国家研究理事会提出STEM学习生态系统观，以学习者为中心，将与学习相关的各种要素视为一个系统，强调学习者、多样场景、学习共同体及文化要素之间的动态互动关系。陈舒、刘新阳认为，学习生态系统观统筹了学校和各类校外机构的功能，加强学习者STEM学习经验的累积，转变结果导向、静态孤立的评价取向；重视各类场景在STEM素养培育方面的突出特征，建立适应场景的弹性评

表2 SOS项目活动开展过程

时间	环节	教学方式	学习内容
第一天	展览教学活动	演示，动画，动手实践，团队活动	项目工作人员介绍三种热传递(传导，对流和辐射)在日常生活中是如何工作的。
	交互性展示	小组讨论	传导——在你的家里，哪种材料是导体，哪种是绝缘体呢? 对流——热空气在屋子里是怎样流动的呢? 辐射——你怎么样可以检测出物体发出的热能呢?
	实践活动	触摸实物(砖头、金属、木头)	每种材料都有不同的导热性，通过触摸，一些孩子们能够识别这些特性。
	房屋模型改进	动手实践 团队活动	分为若干小组，每个小组六个人(其中两个为热传递方面的小专家)，青少年使用不同的材料和工具来改造他们的样板房，并进行展示和测试，看改进后的房屋模型能否更有效地保持热量。
第二天	免费参观活动	团体讨论	1. 他们在自己家中发现的房屋材料有哪些? 2. 如何利用当地的电力公司免费提供的防寒保暖材料，来改进房屋，以便提高能源的利用效率?

价目标。

从某种意义上，学习共同体也可以看作区域和国家层面的馆校合作。传统的馆校合作大多是学校和博物馆直接联系，而区域内部合作大大发挥了学区的教育职能，联合多个博物馆、植物园等教育性场馆，将资源开放并普及整个学区的公立教育系统，帮助学生更好地完成科学探究。国内的STEM教育起步较晚，尚无大型的结合商业、政府等多主体的学习共同体项目。而美国已经开展了20多年，项目成熟度更高，因此学习共同体的STEM项目以美国国家能源教育发展项目为代表。

2. 国外案例

2009年，纪录片制片人Harry Lynch和地质学家Scott Tinker博士开始为能源转型拍摄电影。拍摄目的是如何实现基于科学调查和现实情况确定能源转型。他们发现的结果是利用“开关”。在拍摄和后期制作的3年中，这部电影扩展到了开关能源项目（Switch Energy

Project）。为了让新一代人理解能源，为未来做出明智的决定，他们共同创建了教育部分，旨在建立人们对能源的基础理解，将能源问题可操作化并提高效率和节约意识。

该课程由非营利合作伙伴国家能源教育发展项目（National Energy Education Development Project）提供，NEED课程将促进实际操作，以问题为导向的学习，学生将探索能源资源的机遇和挑战。课程分为三个阶段K-4，5-8，9-12，每个阶段都要学习电、化石燃料（石油、天然气、煤）、核能、可再生能源（太阳能、氢能、生物质和生物燃料、地热能、风能）和其他能源。

NEED项目为教师提供了大量教学指导，例如，教学资源、教师培训和教师奖励。NEED项目提供了教师专业发展机会，而且指导教师的课堂教学。无论是参加为期一天的研讨会，还是参加为期五天的教育工作者国家能源大会，教师都可以与同行交流和分享想法。当地

和国家能源组织的发言人会分享有关能源行业的信息，以及当今激动人心的能源技术。

该项目的教学资源方面，“开关能源项目”网站为教育者提供了丰富的课程资源，例如能源实验视频、能源文章、节约能源的小点子、地球日能源挑战等。视频资料可以用于翻转课堂、学生教学生、课堂教学。丰富的课程资源利于教师构建翻转课堂，让学生有更多的时间进行课上探索。在上课时，教师旨在促进批判性思维、讨论和STEM延伸的活动。

教学评价方面，NEED项目为教师提供了各种评价工具，包括：前后测量表，可用于评估学生的基本能源知识以及他们对能源的看法；问题库，NEED的问题库使教育工作者针对学生定制问题，问题按主题划分，每个主题中包括各种形式的问题，如知识、理解、多选和考查高阶思维；评价表，科学技术清单、科学流程评价、基于项目工作评价，以主题为中心的评价，

表3 NEED课程简介

课程板块	内容	目的
能源科学	能源，光，运动，声音，核能，电能。	强调科学进程，能源，发电等方面的实践探索。
可再生与不可再生能源	例如，煤炭的形成和化学性质，煤矿开采，煤炭的用途，煤炭作为能源的作用以及与使用煤炭相关的环境问题。	了解能源全面、客观的信息和活动，包括其对经济和环境的影响。学生探索当前能源的历史，并考虑未来的能源发展机遇和挑战。
电	原子和粒子，电子及其移动，建造电池和电磁铁，电路，电力的产生和测量，融合和裂变，光伏和超导体，电力监管，政治和政策，清洁煤技术，可再生电力和天然气发电，电力和天然气仪表在全国公用事业中的使用情况。	NEED将新技术的讨论推向课堂。学生学习之后再教给身边的人，影响整个社区。
运输	汽油，柴油，混合动力汽车和插电式混合动力车，氢能，石油及其用途，运输方式的优缺点。	了解目前使用的运输燃料和车辆以及未来的燃料和车辆。
效率与节约	阅读电表，使用光度计，调查储用功率，可编程恒温器等。在建筑科学中，了解如何以最大的能源效率建造住宅和建筑物。	学生学会明智的使用能源，学会监测能源消耗并探索如何减少能源消耗。
能源信息综合	学生进行基于问题的学习活动，探索许多能源决策的可能机遇和挑战。	进行综合能源信息的活动，并在科学与社会科学之间建立有价值的联系以及将知识应用于决策。

表4 三种STEM教育类型对比

对比项目	教室内的STEM课程	正式与非正式活动结合	学习共同体的STEM项目
参与主体	教师-学生	教师-学生, 家长, 博物馆/科学中心/展览馆/公众或社区	教师-学生、家长、学校、社区、高校、企业、政府等
活动时间	以单个项目为单位 (一节课或几次的课程)	以单个项目为单位 (校内课程结合校外参访活动)	长期(一学期或一学年)
实施空间	校内	校内和校外教育性场馆	校内、校际间合作、校外跨地区的活动
项目形式	课堂教学	课堂教学, 参观场馆	课堂教学、学生调研、教师培训、举办主题活动、举办师生表彰、举办研讨会交流等
信息交流	信息来源单一交流限于课堂内	信息源于课内和场馆间的交流	信息来源丰富, 交流平台多
课程资源	学科教学内容, 课堂使用的教具	学科教学内容, 场馆内资源	学科教学内容、专题网站与媒体资源、高校教学资源、课程内容与评价体系完整
资金支持	较少, 来源于学校	较少, 来源于学校	较多, 来源于多方面, 通常政府主导

与课程内容相关的评价。

教师奖项方面, 该项目提供了鲍勃汤普森能源教育卓越奖, 这些被提名者代表NEED的使命和理念, 引导学生进行能源探索, 帮助教师学习如何有效地实现课堂教学, 并花费大量的时间精力支持项目。每年NEED项目选择一位参与项目至少10年, 对其成功产生重大影响的获奖者颁予杰出服务奖。过去的获奖者包括NEED教师, 能源行业内的专业人员, 为能源机构工作的公务员等等。

对学生而言, NEED项目提供了科学展览会项目, 帮助学生找到与能源有关的研究议题; 提供能源信息手册、游戏活动; 提供学生领导力培训, 即青年能源成就奖, 奖励学生的领导和创新能力。参加NEED项目的学校提交他们的能源活动文件, 表现杰出的教师和学生将受到国家表彰, 并被邀请参加每年六月在华盛顿举行的NEED国家认可仪式。在会议期间, 学生们与同龄人一起探索新能源活动, 而教师也会被激励为新的一年项目活动做准备。

3. 教学建议

学习共同体以一个主题贯穿不同学习者, 从小学到高中甚至到成人的学习过程, 逐渐加深学习的难度和广度, 配套各年龄段课程资源和评价体系, 追求人的终身学习和社会教育。通过联合区域共同体的力量, 打破了时空界限, 资源提供更加全面, 参与主体数量和类型有所增加, 一些活动甚至联合商业组织和政府共同举办。

在学习共同体中, 教师不再是单纯的“教学者”, 他们也和学生一样不断汲取知识, 参与教师专业STEM培训课程。构建学习共同体无论是对学生的进步还是教师的专业成长都有裨益。

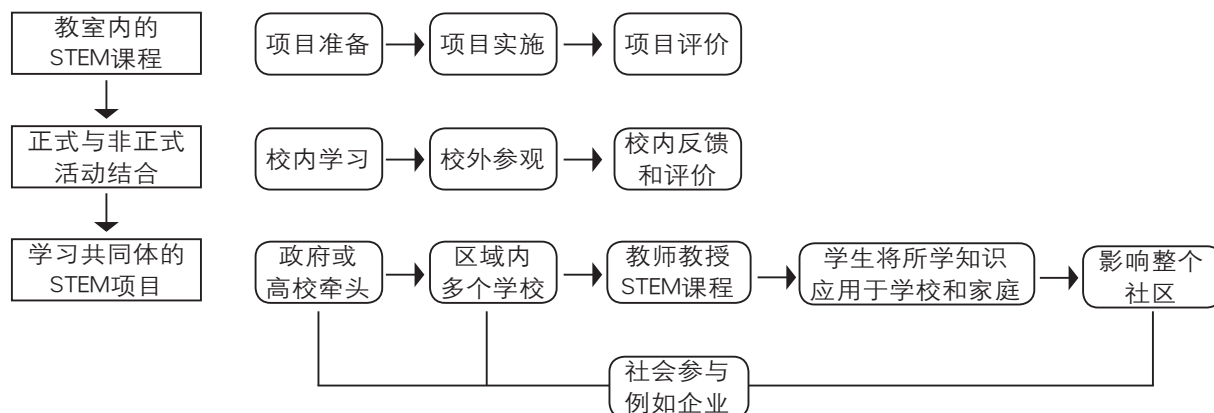
三种STEM教育类型对比

“基于教室开展的STEM课程”“正式与非正式场馆结合的学习活动”和“基于终身学习概念所设计的学习共同体STEM项目”的核心都是以学习者为主体的学习, 目的都是在STEM教育中培养解决问题的能力、批判性思维、合作沟通能力等, 但

三者的不同之处就在于实现的学习途径, 从单维的课堂教学发展到多维的社会学习共同体, 关键在于资源不同, 资源不同就会带来视野不同(表4)。资源包括人、财、物、事、时间、空间、信息。从参与主体上, 教室内的STEM课程就是教师和学生二元主体, 而学习共同体包括了多利益主体, 主体之间也有层级关系; 资金支持上, 前两者资金来源于学校, 而学习共同体有专门的赞助伙伴, 并辅以明确的财政规划; 课程资源差距不大, 但是学习共同体会提供更多元的媒体形式与专题网站等辅助资源, 而且对所有用户开放, 不需要申请就可以获得第一手资源; 在项目形式上, 除了核心的课堂教学, 后两者能够提供更加丰富的活动, 实现时间、空间和信息交流的多元。

结论

由于三种STEM教育类型的资源不同, 因此各自的侧重点也不同。课堂内的教学重点是正式学习



三种STEM教育类型中教师教学开展路径图

中的学科整合，正式与非正式活动更重视馆校合作的资源共享，学习共同体则提供了更大的社会教育平台，让学习者能够实现终身学习。教育将越来越重视培养学生的创新能力和批判性思维，作为STEM教师，应当思考“教什么”“怎么教”与“如何评价”等问题。教师利用资源支持，积极与校内外教师、专家共同合作推进STEM教育，通过STEM课程培养学生21世纪核心素养，促进学生交流、合作、思考、创新。

除了重视资源，这三种STEM教育活动也为教师开展STEM教育提供了新路径。教育不仅可以发生在课堂内，教师也可以积极向校外的教育性场馆寻求合作，例如各类博物馆、动植物园、名胜古迹、公园等。从学校走出去，再回到学校，场馆的加入为教师和学生都带来了新鲜的学习体验。除此以外，还有通过政府与企业力量营造全社会的学习共同体，通过政府或高校牵头，企业支持推进，以区域内的学校为单位开展可持续的主题教育，教师作为学习共同体中最基础也是最重要的环节，不仅可以影响一个班级的学生，其影响力也可以

扩大到家庭和社区，甚至是其他学校和整个区域。在学习共同体中，教师不但能够收获自身快速的专业

成长，也可以借助平台表达自己的想法，和同行共同探讨，提高自身的影响力。☑

参考文献

- [1] [美]阿尔伯特·班杜拉. 社会学习理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社 2015: 168.
- [2] 陈舒, 刘新阳. 美国校外STEM教育成效评价: 视角、框架与指标[J]. 开放教育研究, 2017(2):102-110.
- [3] 冯锐, 金婧. 学习共同体的思想形成与发展[J]. 电化教育研究, 2007(3): 72-75.
- [4] 江丰光. 连接正式与非正式学习的STEM教育——第四届STEM国际教育大会述评[J]. 电化教育研究, 2017(2): 53-61.
- [5] 赵蒙成. “非正式学习”论纲[J]. 比较教育研究, 2008(10): 51-54.
- [6] Janette Griffin, David Symington.(1997).Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums[J]. Science Education,6:763-779.
- [7] Lisa M. Bouillion, Louis M. Gomez.(2010).Connecting school and community with science learning: Real world problems and school-community partnerships as contextual scaffolds[J]. Journal of Research in Science Teaching,38(8):878-898.
- [8] Robert H. Tai, ED.D.(2012). An Examination of the Research Literature on PROJECT LEAD THE WAY[DB/OL].[2012-11-1]. <https://www.pltw.org/dr-robert-tai-report>.
- [9] The National Science Foundation.(2010). Toward a Science of Sustainability [DB/OL].[2010-3-30].<https://www.nsf.gov/mps/dms/documents/SustainabilityWorkshopReport.pdf>.
- [10] YANG DAN, XIAOLIN ZHANG, LUYAO WANG.(2017).The Teaching Case Design of STEM Based on the Environment of Combining Museum and School - Water Resources Project[J]. International Journal of Engineering Education,33(3):1117 - 1123.

(作者单位: 上海师范大学教育学院教育技术系 北京师范大学未来教育高精尖创新中心)