

数字化时代的 STEM 教育与创客教育

杨晓哲 任友群

(华东师范大学 教育信息技术学系, 上海, 200062)

[摘要] 在数字化时代, 强调跨学科的 STEM 教育与强调创造的创客教育正在悄然改变着教与学。本研究比较了 STEM 教育与创客教育在概念起缘、教育目标、教育内容、教育过程和师生关系的异同, 力求揭示两者在课程设置、评价体系、资源整合和师生能力等面临的问题与挑战。

[关键词] STEM 教育; 创客教育; 创客

[中图分类号] G424.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2015)05-0035-06

随着互联网、物联网、智能硬件的发展, 数字技术正渗透到生活的方方面面, 并不断地与不同领域不同产业紧密结合, 重构产业内部结构, 提升产业效益, 推动人类向数字化时代迈进。互联网是数字化时代关键性技术。十二届全国人大三次会议政府工作报告首次提出“互联网+”行动计划, 指出“将推动云计算、大数据、物联网、移动互联网等与现代制造业结合, 促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展有序发展, 引导互联网企业拓展国际市场”(十二届人大三次会议政府工作报告, 2015)。

数字化时代的到来, 进一步推动教学突破时空限制, 促进教与学的双重革命, 打造了没有围墙的校园, 汇聚海量的知识资源, 为学习者提供更加优质、多样、个性化的学习支持, 推进不同地区、不同群体之间教育的平衡发展, 使得教育公平理念从理想走向现实(任友群, 2015)。这一时代背景为发展 STEM 教育(Science, Technology, Engincer, Math, 简称 STEM)与创客教育提供了良好基础, 并深入地改变着教师的教学模式与学生的学习方式。

一、STEM 教育与创客教育溯源

(一)STEM 教育

STEM 是个多学科交融的领域, 该领域又存在于教育系统中, 因此 STEM 在话语上可以等同于

STEM 教育。STEM 最早影响的是美国高等教育领域, 促进大学打破学科壁垒, 帮助学生运用多门学科知识解决真实情境中的问题, 一直以来受到美国社会各界关注。除了学校, 企业、非营利机构、家长以及社区都投入到 STEM 教育中。STEM 教育不仅把科学、技术、工程和数学知识进行简易叠加, 还特别强调将原本分散的四门学科组成新的整体(Morrison, 2005)。

经过几十年的发展, STEM 教育正在美国不同学段的学校以不同的课程或活动展开。与此同时, STEM 教育比较偏向于理科层面的跨学科融合, 较受教育决策者和学者的重视。美国弗吉尼亚科技大学学者格雷特亚克门(Georgette Yakman)还提出 STEAM 概念, 其中, A 不仅指艺术, 还指美(Fine)、语言(Language)、人文(Liberal)、形体(Physical)艺术等含义(Yakman, 2011)。2011年, 韩国教育科学技术部在 STEM 课程模型中增加人文的概念, 形成了 STEAM 课程模型(金镇洙, 2011)。

总之, 不论是 STEM 教育还是 STEAM 教育, 都是为了更好地帮助学生不被单一学科的知识体系所束缚, 促进教师在教学过程中更好地进行跨学科融合, 鼓励学生跨学科解决问题。科学、技术、工程、艺术和数学等学科的相互结合, 有助于提升学生综合能力和跨学科思维能力。

[收稿日期] 2015-08-17

[修回日期] 2015-08-30

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.05.004

[基金项目] 2013 年度上海市教育科学研究重大项目(长周期)“现代信息技术对教育教学的重大影响研究”(D1304)。

[作者简介] 杨晓哲, 华东师范大学教育信息技术学系博士生, 研究方向: 教育信息化(626980463@qq.com); 任友群, 博士, 教授, 博士生导师, 华东师范大学教育信息技术学系, 研究方向: 教育信息化、学习科学、教育政策。

(二) 创客教育

创客教育(Maker Education)的兴起与创客运动发展密切相关。创客一词来自英文单词Maker。首次提出Web 2.0概念的戴尔·多尔蒂(Dougherty, 2011)将那些愿意通过动手实践,努力将各种不同想法变成现实的群体称为“创客”。《连线》(WIRED)杂志前主编克里斯·安德森(Anderson, 2012)在《创客:新工业革命》一书中将创客描述为:“首先,他们运用数字化工具,在屏幕上进行设计,并越来越多地用多种制造工具设计产品;其次,他们同时也是互联网的新一代,因而本能地会通过互联网分享各自的创意成果,将互联网文化与合作精神带入到整个制造过程中,他们一起联手创造着DIY的未来,其规模之大前所未有的。”

学术界关于创客的研究刚刚起步,对于创客的分析也有着不同视角,对创客没有公认的学术界定。一种视角认为,创客文化是一种反主流文化。他们将创客运动追溯到二十世纪九十年代欧洲黑客(Hacker)运动。另一种视角认为,创客与DIY有密切联系(徐思彦等,2014)。

“创客运动”(Maker Movement)是美国近几年兴起的鼓励人们利用身边材料、计算机相关设备(如三维打印机)、程序及其它技术资源(如互联网上的开源软件),通过自己或与他人合作创造出独创性产品的运动(Corry, 2013)。克里斯·安德森认为,“创客运动”是让数字世界真正颠覆实体世界的助推器,将掀起一场真正的“新工业革命”。美国耶鲁大学犹采·本科尔(Yochai Benkler)教授提出“大众生产”(peer production)概念,将“创客运动”定义为一种基于“大众生产”的创新模式。

美国的创客空间一部分受到早期德国创客空间的影响,并与美国自身的车库文化相结合而取得进一步发展。在我国,2010年初已经出现了少数创客空间,包括“新车间”、小小创客、鸟巢空间、创客大爆炸等。2015年1月28日,国务院常务会议提出“健全创业辅导指导制度,支持举办创业训练营、创业创新大赛等活动,培育创客文化,让创业创新蔚然成风”。同年3月,政府报告首次出现“创客”一词,并将“大力发展众创空间”作为“大众创新,万众创业”的重要支持。

创客、创客运动和创客空间的兴起使得创客教

育应运而生。2014年的《地平线报告·高等教育版》指出,未来3-5年,美国高校学生有着从知识消费者转为创造者的趋势。创客、创客运动和创客空间在这一转变中将起到关键作用。

然而,刚刚起步的创客教育没有明确的学术定义,也没有形成严谨的课程体系和有效的教学实施措施。我们认为,虽然创客教育未必能成为一个持续的热点或教育领域,但创客教育所强调的学习者也是创造者、学习过程也是创造过程、注重将学习者不同的想法变成现实等,与现代教育理念不谋而合。其次,创客同时也是一种业余爱好,广义上不存在所谓的创客教育,只能说是创客培养;广义的创客培养重点强调创造创新精神。第三,如今所倡导的创客教育更多是以数字化工具为基础,创客更集中体现在数字化创客上。

在这个意义上,本文尝试定义狭义(数字)的创客教育,即通过鼓励学生进行创造,在创造过程中有效地使用数字化工具(包括开源硬件、三维打印、计算机、小型车床、激光切割机等),培养学生动手实践的能力,让学生在发现问题、探索问题、解决问题中将自己的想法作品化,并具备独立的创造思维与解决问题的综合能力的一种教育方式。

二、STEM教育与创客教育的异同

由上可知,STEM教育和创客教育有各自的理念和实施策略,也不乏相似之处。为了更好地辨析,笔者梳理了它们的异同(见表一)。

表一 STEM教育与创客教育比较

	STEM教育(或STEAM)	创客教育
主要来源	教育系统发起,社会参与	社会文化引起,教育参与
是否需要引入社会参与	需要	需要
是否跨学科	强调跨学科	创作过程经常需要跨学科
是否解决真实情境的问题	强调真实情境的问题 多数来自教师预设	强调真实情境的问题 学生自己发现问题
学生是否要有产出	并非必须	一定要有
是否需要使用数字化工具	并非必须	大部分情况下需要
主要培养的品质	跨学科的思维能力 解决问题的综合能力	独立的创造思维 解决问题的综合能力
教师主要角色	设计者、组织者 讲授者、引导者	支持者
学生主要角色	参与者	创造者

(一)两者缘起不同,但都需要社会的共同参与

STEM 教育最早来自于美国国家科学委员会的报告,后来出现在美国大学以及 K-12 的报告和文件中。相比于 STEM 教育的起源,创客教育则不同。创客一词由来已久,创客群体也非常庞大。只不过近年来随着开源硬件、三维打印机、互联网等技术的成熟,创客门槛的大幅降低,创客运动才在社会范围得到长足发展。而后,创客运动受到教育工作者的关注,希望借此培养更多具备创客意识的学生,提升将想法变成现实的能力。因此,创客教育先由社会文化引起,后来引介到教育体系并受到重视。

但两者在实践中都需要社会的共同参与。创客教育不仅仅是让学校拥有创客空间,更是通过它激发学生的创客意识,鼓励学生创建自己的家庭创客空间。这些创客空间可以与社区创客空间、创业孵化中心等通过网络空间进行联动,形成整个创客教育的有序链条与创客文化的良好生态(见图 1)。

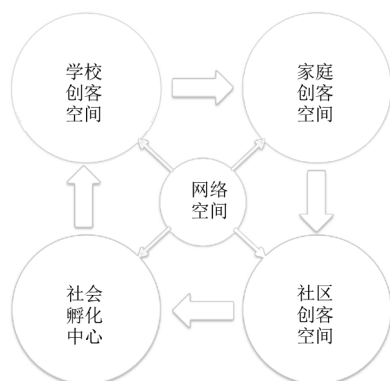


图 1 创客空间的联动

(二)STEM 教育强调跨学科,创客教育则强调创造

STEM 教育强调跨学科,强调不同学科的整合。创客教育的核心是创造,它会涉及不同的学科知识,但其本身不强调学科。也正因为传统教育过程中出现了分科教育的弊端,学科阻隔不利于探索真实情境的问题,才出现了 STEM。因此,跨学科是 STEM 教学的核心要义。

创客教育过程往往需要运用不同学科的知识,而且好的创客作品背后也一定有跨学科知识的支撑。例如,设计一个远程控制门锁,就需要用到简单的科学、数学、技术和工程学知识。如果这个控制装置要美观大方,可能还要用到工艺美术相关的知识。因此,跨学科对创客教育来说是根据需要的选择,而

产品的创造性才是它的核心。

(三)两者都强调真实情境问题,但创客教育问题主要来自学生

STEM 教育和创客教育都倾向于指向真实情境问题的解决。大多数情况下,STEM 教育的问题多来自教师的设定和引导,即便学生提出自己的问题,也常在共同讨论的专题内。STEM 教学过程往往会提供综合的复杂情境问题,由学生运用多学科知识开展不同侧面的学习。但创客教育中的问题更倾向于学生自己提出的。创客教育是帮助学生将想法变成现实,而非让所有学生探索相同的问题。

(四)创客教育强调真实作品的产出,而 STEM 关注动手实验

创客教育强调学生要设计和制作自己的作品或产品。在这一过程中,学生们可以借助开源硬件的多种模块功能进行组装和改造,也可以借助三维打印机制造自己需要的零部件或特殊外形,还可以借助互联网与其他创客交流互动,进行产品设计。STEM 教育虽然注重实践,关注动手实验,但不强调学生一定要有自己的作品或产品。

(五)两者都关注学生解决问题的综合能力培养,但侧重点不同

STEM 与创客教育都关注在学生在学习过程中培养解决问题的综合能力,都基于真实情境的问题进行学习。不同的是,STEM 除培养学生综合解决问题的能力外,更强调培养学生跨学科的多元思维。创客教育更看重学生独立的创造思维的培养,学生需要有自己的创意,并努力实现。

(六)师生角色定位不同

在 STEM 教学中,教师角色更多的是教学设计者、活动组织者、知识讲授者和学习引导者等。教师角色多元,且需要不同教师相互配合,共同引导学生完成某个具体项目。学生则是积极的参与者,独立参与整个项目,或是在小组合作中共同学习跨学科的综合知识。在创客教育中,学生更倾向于独立创造者的角色,他们需要有自己的独特的想法,并借助有效的手段加以实现。在这个过程中,学生虽然也会和其他成员合作,但是为了实现不同的创意,教师则扮演着支持者的角色,不会过多干预学生的想法,不需要预设太多具体的问题以及讲授固定的知识体系。

综上所述,STEM 教育与创客教育之间既有相同之处,也有差异。广义的创客教育重点在于培养创新精神,狭义(数字)的创客教育重点是通过数字化工具,使得学生将创意作品化。STEM 教育强调跨学科融合,鼓励学生跨学科解决真实情境中的问题,三者关系见图 2。广义的创客教育中有一部分含有跨学科的 STEM 教育内容,狭义(数字)的创客教育也有与 STEM 教育交叉的部分,不同学者的分歧在于狭义(数字)创客教育中创造不一样想法的作品是否必须跨学科。

在为数不多的研究中,有观点认为,狭义(数字)创客教育中使用数字化工具创造不一样想法的作品必然会涉及技术,做出作品不可避免地运用到部分工程的思想或科学与数学的知识。STEM 教育里的多学科和跨学科的素养是创客教育中不可或缺的。好的创客作品往往需要用到跨学科知识,并且校园创客活动正在成为 STEM 和其他学科的学习方法(DaraghByne, 2015)(见图 2 左图)。

另一种观点认为,并非所有狭义(数字)创客教育都需要涉及跨学科的运用,也可以是专注于单一领域作品的实现。也有人认为 STEM 教育需要有一定的课程结构,涉及系统的知识体系,这与创客教育有明显区别。还有人指出不能稍微涉及跨学科的创客教育就将其归到 STEM 教育,避免 STEM 教育泛化。因此,STEM 教育并没有完全涵盖所有狭义(数字)创客教育。两者之间不存在直接的包含关系(见图 2 右图)。

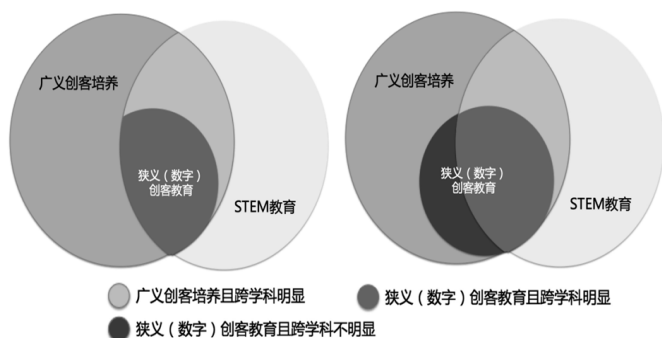


图 2 STEM 教育与创客教育的关系

三、STEM 与创客教育面临的挑战

无论是 STEM 还是创客教育都还处于发展的起步阶段。我国在推进 STEM 与创客教育的过程中也面临不同的挑战。

(一) 给予 STEM 教育一定的课程空间,而创客教育更需要实体的创客空间

毫无疑问,STEM 教育应在基础教育课程体系占一席之地。它可以有三种形式:一是在不同学科课程的必修部分开设短期的 STEM 单元或模块,以提高学生的基本学科素养和问题解决能力。二是在不同学科的选修课中独立开设 STEM 课程,以加强各自学科的应用性和拓展性。例如,信息技术课程鼓励学生从事数据加工、信息系统的操作和开发设计,从中学会识别问题和确定任务目标,运用计算思维,选择工具和技术,制订恰当的解决方案和算法,促进个人知识和集体知识的建构,从个体、社会、全球等视角体验并反思信息行为对社会系统运行、伦理与道德以及自然和人文环境的影响。三是尝试在综合实践活动或校本选修课中开设 STEM 课程,打破学科边界,培养学生专注探究某一专题的习惯。我国课程体系相对固定,分科教育由来已久,这是客观事实。如何有效地在不同学科之间实现贯通,给 STEM 教育留有空间是一大挑战。

对于创客教育而言,突出的挑战在于学校自身需要有一定的创客空间。创客教育是“在实践中教学”的,需要学生动手完成作品。一个具备开源硬件、三维打印、计算机、小型车床、激光切割机等硬件和软件设施的创造实践空间,对推进创客教育无疑非常重要。

(二) 调整教育评价体系,匹配 STEM 教育与创客教育需求

STEM 侧重评估学生的跨学科思维品质,创客教育更注重学生的创意思法和整个设计过程的改进。传统的纸笔考试不适合 STEM 教育和创客教育,因为两者的学习结果不是知识点,所学的专题也更加开放。这就需要教育者在评价体系上有所调整。STEM 教育更需要采用过程性评价,有效地通过评价引导学生跨学科思维;创客教育可以更多地采取作品评价、小组互评、个人自评等,有效地引导学生学习,着重于考量学生是否有创意,是否不断地完善自己的创意,是否为实现自己的创意而不断改进设计而完成作品。

(三) 整合多方资源,提升 STEM 和创客教育的课程水平

STEM 教育具有跨学科性和综合性,而创客教

育具有开放性和灵活性,这些都需要学校与社会的共同参与。中小学STEM教育可以通过与企业、大学、社区等单位或组织合作,合力打造多方资源,促进课程水平的提升;还可以通过短期聘请不同领域的人员,拓展学生的接触面。创客教育可以邀请社会上的创客、黑客、极客进行分享,甚至请他们与学生共同完成项目,提升学生的设计与创造水平。

(四)加强STEM教育中教师之间的紧密合作,培养创客教育中学生发现、探索和解决问题的能力

教师过去钻研的往往是某一学科的知识体系,很少打破学科边界进行跨学科互动交流。STEM对教师提出了更高要求,需要教师提升跨学科综合能力,并与不同学科教师开展项目合作;需要关注学生所需的跨学科知识、帮助及方式方法;需要更加关注学生学习的途径,支持或帮助学生更好跨学科地分析与解决问题。

对于学生来说,创客教育要求学生更主动地学习,成为学习的主人,主动地发现问题、探索问题和解决问题,而不是等老师给出问题、方法和步骤。学生需要不断地尝试,在试错中创生出自己的想法,在改进中完善设计和作品。

四、结语与展望

数字化技术已经深刻影响了人类的学习、工作、思维和交往方式,催生了现实世界与虚拟世界并存的社会形态,创造出更为丰富的文化生态。未来,通过STEM教育培养学生的跨学科思维方式将成为他们日常生活学习的基本思维方式。学生利用互联网进行学科知识学习,利用各种数字化工具探究跨学科问题将成为常态。另一方面,学校的创客教育仅仅是创客培养的一方面,它的价值在于通过创客教育激活学生的创造思维与创新意识。学生在校内的创客体验可以延伸到家庭创客空间、社区创客空间及社会的创业孵化中心。学生将更有效地运用数字化技术,通过数字化工具降低制作产品的门槛,将自己的创意尽可能地实现。创客教育将有助于更多学生打开学习视野,让他们不仅是学习者,也可以是整

个创客运动、创新经济的一份子。

STEM教育和创客教育都是新兴领域,它们的关系和面临的挑战与问题仍然处于不断变化之中。在数字化时代背景下,STEM教育与创客教育正在成为已有教育体系中积极应对教育所面临时代挑战的关键组成部分,正在深度影响着教师的教学方式,改变着学生的学习方式,重构着教学组织和对应的评价体系。

(致谢:感谢华东师范大学教育学部博士生吴旻瑜、华东师范大学软件学院博士生张逸中、北京景山学校教师吴俊杰对本文的贡献。)

[参考文献]

- [1] Cory, J. (2013). What does maker movement mean [EB/OL]. [2014-07-12]. <http://www.techopedia.com/definition/28408/maker-movement>.
- [2] Daragh Byne, Catherine Davidson. (2015). Makeschools Higher Education Alliance State of Making Report [DB/OL]. <http://www.higheredcompliance.org/matrix/>.
- [3] Dougherty, D. (2011). WeAreMakers, TEDTalk [EB/OL]. <http://www.ted.com/speakers/dale-dougherty>.
- [4] 金镇洙(2011). STEAM教育中的三维模型[C]. 韩国技术教育学会集,(1):14.
- [5] 克里斯·安德森(2012). 创客:新工业革命[M]. 北京:中信出版社,251-255.
- [6] Morrison, J. (2005). Workforce and school [A] Briefing book. SEEK-6 Conference [C]. Washington, D. C: National Academy of Engineering,4-5.
- [7] New Media Consortium (2014). New Horizon Report (Higher Education Edition) [DB/OL]. <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf>,2014-10-08.
- [8] 任友群(2015).《青岛宣言》解读:信息时代教育公平的新内涵[N]. 中国教育报. 2015-6-16,第8版.
- [9] 十二届全国人大三次会议政府工作报告[DB/OL]. <http://www.chinanews.com/gn/2015/03-05/7103283.shtml>,2015-3-5.
- [10] 徐思彦,李正凤(2014). 公众参与创新的社会网络:创客运动与创客空间[J]. 科学学研究,(12):32.
- [11] Yakman, G. (2011). Introducing Teaching STEAM as a Practical Educational Framework for Korea.

(编辑:李学书)

STEM Education and Maker Education in the Digital Age

YANG Xiaozhe & REN Youqun

(Department of Education Information Technology of East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Because of the impact of digital age, STEM education that emphasizes interdisciplinary learning and maker education focusing on the creation of artifacts are changing the means and methods of teaching and learning. This article compares the differences between STEM education and maker education in terms of concept origin, educational goals, instructional process, and teacher-student relationship.

In STEM education, teachers need to pay more attention to the students' learning path and support or help students acquire better analysis and problem solving skills. Maker education requires students to study more actively and to become the master of learning, rather than passively waiting for the teachers' guidance. Students need to take the initiative to find, explore, and solve the problem using different digital tools.

This article is to uncover the issues and challenges associated with these two types of education in terms of curriculum setting, evaluation, resources as well as abilities of teachers and students.

In the future, students will often solve problems using interdisciplinary knowledge in STEM education. Students will also be more effective in using digital technologies and digital tools to create artifacts based on their own innovative ideas. Maker education will help more students expand learning vision and enhance creator roles.

Both STEM education and maker education are emerging fields. Their relationship, challenges, and problems are still in constant change. In the digital age, STEM education and maker education are becoming the key parts of the existing education system, which may challenge the traditional education system fundamentally.

Key words: STEM education; maker education; maker

(上接第 56 页)

movement stimulates individual makers' creativity and integrates the spirit of the makers with four elements, DIY, innovation, self-organization, and the Internet. Makerspace is a carrier which supports open sharing, co-creation and cross-border innovation. The makers typically have the following behavior characteristics: constant pursuit of creating changes, willing to share, making good use of tools, and integrating play with learning. Through the process of acculturation and enculturation, the making culture has become a mainstream leading innovation and entrepreneurship. To establish a new ecosystem of making education, we need to clearly describe the framework that integrates making elements into education system. The framework should be able to embed opening resources, curriculum reconstruction, and knowledge innovation, and have three progressive levels of makers-enhanced instruction, makers-infused courses, makers-centered learning to enhance learners' DIY (T), cross-literacy and makers' knowledge and skills. The ultimate goal of the framework is to cultivate a group of makers with innovative entrepreneurial consciousness and abilities, as well as to develop a new culture of making education, so as to provide the source and stream of entrepreneurship and innovation for mass entrepreneurship and crowning innovation.

Key words: new industrial revolution; makers culture; innovation 2.0; crowning innovation space; makers education