

# 技术支持的基于创造的学习

## ——美国中小学创客教育的内涵、特征与实施路径

郑燕林<sup>1</sup> 李卢一<sup>2</sup>

(1. 东北师范大学 计算机科学与信息技术学院, 吉林长春 130117;

2. 东北师范大学 教育学部, 吉林长春 130024)

**[摘要]** 近年,技术的快速发展、制造材料的不断丰富及应用成本的逐渐降低,为人们自己动手设计、制作与创造产品提供了更多可能,也推动了美国“创客行动”的兴起与发展。自2013年以来,美国越来越多的中小学开始加入“创客行动”,实施“创客教育”,将“基于创造的学习(Learning by Making)”视作学生真正需要的学习方式。本研究通过对美国中小学实施创客教育的理论研究成果及实践案例的分析,旨在对美国中小学创客教育的内涵、特征与实施路径进行梳理与总结。研究表明:美国中小学“创客教育”认为“基于创造的学习”是人类最基本的学习方式,创造是学习的途径,创造的产品即学习成果;全人发展是创客教育的根本目标,主要通过学生全身心投入到独立或协同创造进程得以实现;技术支持对于创客教育不可或缺,同时技术产品又可成为创造的目标指向。教育目标、情境及资源的整合性,学习过程与教学方式的开放性,教育过程的专业化是美国中小学创客教育的三大关键特征。此外,美国中小学创客教育的实施主要依托于精心设计的创客项目,教师对学生创造过程的专业化指导,以及来自政策、资金、人力、物力等多维度的支持。

**[关键词]** 创客教育;中小学;基于创造的学习;美国

**[中图分类号]** G434

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2014)06-0042-08

“创客行动(Maker Movement)”是美国近年兴起的鼓励人们利用身边各种材料及计算机相关设备(比如3D打印机)、程序及其他技术性资源(比如互联网上的开源软件),通过自己动手或与他人合作创造出独创性产品的一种行动(Cory, 2013)。“创客行动”基于对技术的应用,同时又常常面向技术类产品的生成,在当前技术不断创新、技术产品不断丰富、强调“技术创新是社会进步的驱动力”的宏观背景下,受到了越来越多美国研究者与教育机构的关注。2013年以来,美国众多中小学开始参与“创客行动”,实施“创客教育”(Maker Education),将“基于创造的学习”视作学生真正需要的学习方式,认为“基于创造的学习”指向培养学生创造的兴趣、信心与能力,应是学校教育目标的要旨。技术时代

的创造融合了工程学、设计科学、计算机科学等多种学科方法与资源。科学技术的发展为学生提供了越来越多的新工具、新材料与新技巧,让每位学生都有可能成为真正的创造者,因此有必要在中小学推进创客教育(Martinez & Stager, 2013)。鉴于此,本文探析了美国中小学创客教育的内涵、特征以及实施路径。

### 一、内涵:创造、技术与全人发展

美国中小学创客教育旨在为所有中小学学生提供适宜的用于创造的环境、资源与机会,尤其是借助技术工具与资源让学生能够将学习过程融于创造过程,实现基于创造的学习;能够在创造过程中提升科学学习质量,尤其是提升科学、技术、工程、数学、艺

**[收稿日期]** 2014-09-02

**[修回日期]** 2014-10-24

**[基金项目]** 中国博士后科学基金资助项目“基于境脉感知的虚拟实践社区知识服务模型及机制研究”(2013M530956)。

**[作者简介]** 郑燕林,工学博士,东北师范大学教务处副处长,计算机科学与信息技术学院教授、教育技术学专业博士生导师(yanlinzheng@nenu.edu.cn);李卢一,工学博士,东北师范大学教育学部副教授。

术等学科学习中的自信、创造力与兴趣(Maker Education Initiative, 2014);能够全身心投入到基于创造的学习过程中,培养自己的批判性思维、创新思维与问题解决能力,实现全人发展。创造、技术与全人发展是美国中小学创客教育内涵中最为核心的三个关键词。

### (一)基于创造的学习是人类最基本的学习方式

美国中小学创客教育不但承认基于杜威“学校即社会、教育即生活”教育思想的“做中学(Learning by doing)”的价值,还进一步强调通过学生主动思考、主动设计、主动制作实现全身心参与的“基于创造的学习”。有研究者(Shapiro, 2014)认为,人类的学习方式虽然多种多样,但基于创造的学习是人类自身最需要、最偏好的,也是最人性化的学习方式,因为创造或制作本身就是学习发生的直接证据;人类从出生就有创造的需求与天性,从远古时代利用石头制作工具解决问题到如今各种新技术、新产品的创生,无不是人类创造的结果;创造激情是人类发展的最为原始的驱动力;工具与产品的创造与创新,尤其是技术的发展与创新是人类文明发展与社会进步的重要动力。由此,人类学习在本质上应该顺应自身的创造特质以及社会对创造与创新的需求。

另一方面,社会的不断进步往往会带来更为复杂的问题情境,人类需要在新的问题情境下通过基于创造的学习面对新的问题,探寻新的问题解决途径。未来的学习要求学生用心、用手与用脑全身心参与,而不仅仅只关注大脑的投入(Martinez & Stager, 2013)。在基于创造的学习过程中,学生不再是被动的信息与知识的接受者和消费者,而应是主动的知识应用者与创造者。教师需要思考如何摒弃将学生置于被动地位的教学方式与思维方式,重新思考如何真正尊重学生的主体性与主动性,开发学生的创造力,提升学生利用技术工具与方法创造产品与工具以解决问题的潜力(Stager & Martinez, 2014)。

基于创造的学习一般包括四个基本阶段(Allen & Yokana, 2014):一是准备阶段,即学生对自己的创造目标与过程有初步设计,确保自己对创造项目保持兴趣与热情,能够以开放的头脑去设想问题解决的多种途径,积极参与头脑风暴,并且具有一定的

判断力,愿意投入时间思考、分析不明的问题情境;二是实验阶段,即学生通过反复的实验逐步明确自己创造设计的合理性,从最初可能出现的不知所措走向思路的清晰化,这需要学生灵活、批判性地研究、反思自己的实验过程;三是原型制作阶段,即学生管理用于创造的材料与时间,在复杂的问题情境中做出合理的判断与选择,在各种变量关系中找到问题解决的可能性,并根据自己的设计创造出原型产品;四是整合反馈阶段,即学生评价、反思、分享自己的作品,提出改进建议等。

### (二)技术的发展与介入激发学生的创造热情并为基于创造的学习提供条件

技术介入教育有其必然性,技术的适切中介对教育的长远发展有重要意义。美国教育部教育技术办公室发布的《2010 国家教育技术规划》明确提出:现代教育面临的一大挑战,是如何有效利用技术,创设可以真实体现学生日常生活并促进他们对未来生活形成科学理解与合理预期的学习体验,而一个国家的教育体系必须考虑将 21 世纪的技术无缝融于学生的学习,以一种切实有意义的方式激发不同年龄层次学习者的学习兴趣、维持其学习动力,因为这些技术对学生未来的真实生活不可或缺。一方面,技术不断革新,新技术与基于新技术的智能化产品层出不穷,为学生展示了多种多样的创意空间,为学生更加有效地感受、学习与分享更多的创意思维提供了可能,有利于激发学生的创造热情,学生也有可能获得更多利于创意的启示。

另一方面,越来越多技术的使用成本随技术本身的成熟、推广甚至普及得以大幅下降,无论是学校还是学生本人都可以越来越便捷、经济实惠地获得技术工具与资源以支持创造过程。其中有些技术是专门用于支持创造设计与创造成果生成的建构性技术,比如 3D 打印技术、机器人技术、可穿戴计算技术、智能材料技术及更为简捷的编程语言等正在赋予人类更强的创造发明的力量(Cory, 2013)。创造主体不再仅限于专职从事创造设计与开发工作或有创造发明经验的成人,中小學生也可以利用这些工具让自己从被动的知识接受者转变为真实世界的创造者。学生不需要在专门的工厂车间也可以利用计算机相关设备与材料、网上各种开源软件与资源设计创造出有一定创新性的产品。

### (三) 创客教育指向以创造力发展为核心的“全人发展”

首先,基于创造的学习本身是指向全人发展的全人学习(whole learning)。全人学习包含六个基本要素(Basnage, 2014):一是学科知识,即学习者能有效地建构内容性知识并应用这些知识,将事实性、概念性知识发展成高级规则类知识,实现从陈述性知识到程序性知识的转变;二是创新与创造,即学习者能通过实验、实践与创造,将失败当作促进成长的新机会以生成新的创意与问题解决办法;三是自我认知,即学习者能认识到自己在情意发展、体能发展、知识与技能学习方面的需求,灵活地进行自我调适,从而保持饱满的学习动力与最佳学习状态,最终促进自身成长;四是合作,即学习者能与他人共享知识与资源、多样化观点与经验,共同达成小组目标并形成积极互赖的协同关系;五是有效沟通,即学习者能通过不同方式有效阐述自己的见解,积极倾听,理解听众并且建立连接;六是有责任感,即学习者能对自己的行为负责,理解自己的影响力,培养承担责任的热情并采取积极行动。

通过分析全人学习的六个构成要素可知,创造教育情境下的全人发展不但体现为知识的积累、基于实践的创新能力的发展,也内含了对学生自我认知能力的培养、协作能力的发展、沟通能力的提升、责任感的培养。

与此同时,虽然创客教育的关注点聚集于对学生创造力的培养,并且创造力常常被视作与“智力”相关的话题,但实质上人的创造力水平虽与“智力”相关却不完全由智力决定。创造力是内含了人的兴趣与动机、情感与意志等多种非智力因素的综合能力。例如,在教育心理学视域下,创造力强的人一般有五个方面的表现:面对解决起来困难的问题常保持乐观与幽默;即使面对单调乏味的问题情境或别人认为没有价值的物件也会乐意发现其中的乐趣与价值;遇到困难更愿意坚持;更容易或更习惯在复杂情境中发现问题;在日常生活中较普通人有更多的梦想(张春兴, 1996)。可见,创客教育所强调的创造力的生成与发挥不但需要学生智力的积极参与,也需要学生情感的投入与意志的坚持,这也是全人发展的重要体现。

## 二、特征:整合、开放与专业化

### (一) 整合

一方面,如前所述,由于美国中小学创客教育指向全人发展,其目标具有整合性。创客教育情境下的学生致力于设计并创造某一种产品,积极思考、乐于实践并全身心地投入到创造过程中,学习重心不再是去学那些将来可能永远用不到的知识,而是在创造中体验基于创造的生活;学生不再被固定在教室环境听教师的讲授,而是在创造过程中不断发现自己、他人和世界,与他人、自己、世界进行积极交流、对话与协作;教师关注的重心不再是学生不会什么,而是关注学生会做什么,致力于寻找学生隐藏的天赋,提升他们参与创造的自信心与动机水平;教师在实施创客教育的同时也创新了发现学生学习需求、特征、特长与能力的新方式(Shapiro, 2014)。因此,创客教育的目标具有多维性与多层次性,整合指向发展学生在现实生活情境下的生存能力。

另一方面,美国中小学创客教育的情境与资源具有整合性。创客教育情境下的学习基于真实的创造需求,涉及的任务与问题往往是模糊、跨学科的劣构问题,需要学生从不同学科的视角去分析,进而深入分析创造过程涉及的核心任务与关键问题;需要学生整合性地利用各种物质、技术与人力的资源与工具,不断与各类资源进行有效互动,积极投入到创造过程中,并生成创新性产品。正因为如此,创客教育情境无疑比传统教育情境更强调对话与整合,是一种包括正式学习与非正式学习、独立探究与协作探究、线上学习与线下学习等不同学习方式,包含了多种多样工具与资源的整合性学习情境。

### (二) 开放

一方面,基于创造的学习本身具有开放性。学生面对的是开放的创造情境与资源,不但要有开放、发散性思维的参与,同时也有与环境、他人及自身的开放性对话。开放、发散性思维包括三个重要的心理特质,即面对复杂问题情境能在短时间内提取、利用或提出一些不同的观点及问题解决思路的流畅性,思维灵活、能够举一反三的变通性,以及体现为观点新颖、视角独特的独创性(张春兴, 1996)。开放性的对话要求学生能以开放的视角去学习、评价、借鉴他人的观点,能与协作者进行有效的对话;能比

较客观地评价、选择各种物质的与技术的资源;能不断反思为什么要创造、创造什么以及怎么创造的思维与行为。随着创造过程的推进,对话的对象、方式、范围与深度都在动态变化。

另一方面,美国中小学创客教育开展的对象范围、学科领域与实施方式具有开放性。首先,提倡创客教育的研究者与实践者认为不管是针对高中生还是幼儿园学生,只要教师精心设计出适当的创客教育目标并提供相应的情境与支持,就可以有效地开展创客教育。第二,美国中小学创客教育初期往往基于机器人俱乐部、手工俱乐部等,但现在越来越多的教育者呼吁将创客教育带入教室,并且认为各个学科都可以开展创客教育而不仅仅是工程技术类或艺术设计类学科(Thompson, 2014)。有研究者认为,创客教育可以发生在任何一个学科、任何一间教室,提倡最终应将创客教育整合于学校的课程体系,并认为创客教育的推进应像计算机的应用推广一样,不能仅局限于计算机课程的开设而应整合于各个学科的教与学过程。尤其是随着数字制造时代的到来,多种多样的制造技术拓展了学生的创作工具箱,同时能将真实情境通过技术方式与产品带入教室,即使不用昂贵的材料,每间教室仍可以成为创客空间,师生在此空间一起讨论交流、利用技术含量高或低的材料完成创造过程并获取直接经验(Martinez & Stager, 2013)。由此,越来越多的学区与学校认识到基于创造的学习在中小学任何学科、任何教室都可以推进,用于创客教育的项目也可以设计得多种多样,学生可以自主决定参与何种创造项目,自由选择参与的方式与时间。

### (三)专业化

创客教育虽然起源于对课外非正式学习的关注,但不意味着创客教育的实施是松散的,不需要精心的专业化设计。随着美国中小学创客教育的不断发展,越来越多的学校、研究机构与教师进一步意识到创客教育的有效实施首先需要教师具备专业化策略性技能。实施创客教育的教师同时需要多视角、深层次地反思创客教育的本质需求。在创客教育情境下,教师的教学重点不再像传统课堂教学环境下那样告知学生事实性知识,向学生解释原理或向学生展示原理的应用过程,而重在激发学生创造的兴趣与激情(Martinez & Stager, 2013)。ARCS 动机模

型认为,要激发学生学习的主动性,不但需要基于对学习特征的分析以把握学生学习动机的机制,也需要系统的动机设计与激发程序,还需要具体的激发方略,将动机激发策略有效、无缝地整合于学习环境(Keller, 1999)。

专业化特征决定了创客教育的设计者与实施者需要切实明了创客教育的本质内涵、深刻意义和根本目标,合理预期通过创客教育发展学生何种知识与技能,熟悉创客教育的实施原理与技巧,理性看待技术在创客教育中的角色与地位,有效地设计创客教育活动,保障创客教育效果、效率与效益。比如,教师推进创客教育需要特别注意(Hlubinka, 2013):一是需要准备特定的工具;二是选择这些特定的工具需要特定的知识;三是了解创客教育背景下的教育学原理;四是注意创客教育中的安全因素;五是要认识到创客教育发展面临的重要挑战在于,创客教育目前还不是美国科技课程标准中的内容,因此需要重视如何将创客教育融合到已有的学科教学内容中。由此可见,在广义上,创客教育的专业化特征不但体现在教师专业化素养上,也体现为教育目标、资源与途径的专业化。虽然在明确提出创客教育之前的教育教学实践也或多或少地支持学生的创造活动,但创客教育作为一种将基于创造的学习视作最根本学习方式、充分重视技术工具与资源利用的新型教育模式,显然需要更为专业的设计与支持。

## 三、实施路径:项目驱动、专业指导、多方支持

### (一)精心设计的创客项目:创客教育的载体

一个项目常常包括若干相互关联的任务、内涵复杂的问题情境。其中也可能包含一些按一定程序性思维就可解决的良构问题,但更多的是情境不明确、影响因素也不确定且难以找到问题解决线索的劣构问题,甚至还包括一些带有情绪色彩与立场的争论性问题(张春兴, 1996)。学生正是在分析创客项目任务、设计解决方案、实施项目过程中实现基于创造的学习,形成创造性作品。

优质创客项目往往由教师精心设计。一个优秀、能够有效支持学生进行基于创造的学习的创客项目具有八个关键特征(Martinez & Stager, 2014): 1)有明确的目标指向并与学生自身需求相关,主要考虑项目对学生个体的意义,如能否激发学生的学

习兴趣,使其愿意投入时间、智慧与努力;2)能给学生充裕的时间,让其有机会计划、执行、调试、改变、扩展、编辑自己的项目;3)有一定复杂性,涉及多学科领域,挑战学生的高阶思维,需要学生综合先前的多领域知识与经验,同时又为学生留下空间与线索使其有机会利用自己的假设与偶然的发现生成有创意的观点;4)有一定强度和挑战,又具趣味性,确实能激学生的学习兴趣,确保学生在实践过程中体验快乐、感觉乐趣,让学生在艰难却时有惊喜发现的探索过程中学有所获;5)具有多维关联性,允许学生与其他学习伙伴互联,与专家、多个学科领域、强有力的观点关联;6)允许学生随时随地接入有价值的资源,如学生除利用个人电脑获取数据资源外,也需要一些手工材料、书籍、软件、硬件、网络支持以及以前完成的创造作品等,因为只有提供丰富的接入各种资源的机会才可能让学生去探寻一些教师没有想到或设计过的创造路径;7)能够生成可分享的成果,即创客项目的结果应该是可与他人共享的,基于共享的动机会促使学生更愿意共享、参与互惠学习、提出并分享自己的创见;8)具有新颖性,即每届学生完成的项目应不同。

### (二)专业化教学策略:创客教育的关键

创客教育的专业化特征决定了其需要专业化教学策略。比如,基于创造的学习包括四个基本阶段,教师应针对不同阶段设计不同的教学目标与教学策略(Allen & Yokana, 2014):1)在准备阶段,教师的工作重点在于激发学生的创造兴趣,让学生有信心参与创造过程,因为学生刚介入创造过程时,往往会紧张、兴奋或对未知充满恐惧,此时教师需要设法鼓励学生参与;2)在实验阶段,教师的工作重心在于了解不同学生在实验过程中的不同学习特征并提供相应支持,以让学生坚定信心,维持创造动机。比如,有些学生需要安静地思考,有些需要讨论,有些可能在反复失败的实验过程中感到沮丧,有些则可能感觉兴奋,教师需要针对不同学生提供不同的指导与鼓励,让学生知道实验本身具有反复性的特征;3)在原型制作阶段,教师需要重点培养学生的胆量、自信心、毅力、资源管理能力,让学生知道创造本身是一个需要全身心投入的复杂过程;4)在整合反馈阶段,教师需要重点关注如何培养学生包括交流、深度理解、对反馈的开放接纳、反思、批判性思维、倾

听等关键技巧。

目前美国参与“创客行动”的众多中小学主要利用《基于创造的学习:教室中的制作、修补与工程学》一书来指导创客教育(Martinez & Stager, 2013)。全书分十四章,就创客教育的意义与价值、专业化设计与实践提供了详实、专业化的指导,其中追溯了人类基于制作与创造的学习与生存的历史起源,讨论了学习的创造本质,探析了创造的思维原理与基本过程;重点分析了如何有效地设计创造项目;全方位指导教师如何创建适宜的包括物理、情感与智力等在内的环境,如何在教室环境中实施创客教育活动并应掌握哪些教育技巧;系统介绍了可能用到的包括网站、书籍、套件、零件、软件与在线商店等在内的各种材料与资源;如何在创客教育中培养学生的领导力;如何享受与分享自己作为创客的快乐;怎样积累案例、总结与推广以让别人了解并信服自己学校的发明、创造与创客空间;教师在创客教育活动中怎样才能教那些自己从未学过的东西。

### (三)多方位支持:创客教育的保障

首先,创客教育在美国能够得以发展与美国重视科学技术发展、推动教育深入改革的大背景直接相关,也得到了美国相关政策与规划的支持。一方面,美国一直非常重视科学技术的发展与应用。比如,美国1993年11月成立了国家科学与技术委员会,旨在帮助联邦政府规划国家科学技术发展,为联邦政府的科学技术投入提供数据与咨询。美国联邦政府设置的科学与技术政策办公室主要为总统提供发展、处理国内乃至国际上与科学技术发展相关事宜的支持。对科学技术发展与应用的充分重视无疑为美国创客教育的长远发展提供了最好的支持。另一方面,美国也非常重视“科学、技术、工程与数学”教育(Science, Technology, Engineering, and Mathematics, 简称STEM)教育,并在教育改革过程中非常重视对学生创造力与实践动手能力的培养,这为美国创客教育的实施与推广提供了宏观背景。例如,美国高中教育发展的一个重要导向是整合学区、高等教育机构、企业、工厂、非营利组织、社区组织等力量联手重新设计高中教育,高度重视如何让高中教育切实与学生未来的生活与工作相关(US Department of Education, 2013)。美国教育部统计数据表明,仅有44%的高中生在校学习保持高投入状态,

重要原因之一在于:许多高中生在学校缺乏学习与未来学习、工作与生活相关的知识与技能的机会,尤其缺乏学习科学、技术、工程与数学领域实践性知识的机会。美国总统奥巴马在2013年2月(US Department of Education, 2013)提出“要重新设计美国高中的发展,以更好地保障学生毕业后习得的知识与技能能满足高技术经济的发展需求”,鼓励高中与大学、用人单位合作,开设与科学、技术、工程与数学相关的课程,并提供相应的资金支持。创客教育不但可以有效激发学生学习的主动性、提升学生学习的参与度,同时又能有效地将学校学习与基于发现、设计与创造的生活和工作关联起来,让学生有机会创造生活,为未来的生活与工作做好准备。创客教育的推进可以说与美国教育改革的步伐具有一致性,与美国教育发展和改革的需求相吻合,因此得到美国政府教育资金、人力与物力资源方面的支持。

与此同时,美国中小学创客教育得到了各种教育机构、企业与基金会的资助。比如,谷歌、英特尔、PXAR动画制作公司等企业,以及专门关注创新的麦克阿瑟基金会(MacArthur Foundation)不但为美国中小学创客教育的发展提供资金资助,还提供相关的技术产品支持。2005年创办的《创客杂志》(MAKE Magazine),为参与创客行动的人们提供创意产品信息,推介创客行动活动、工具与资源,促进创客之间的合作与交流等,希望更多的人了解创客行动的意义与现状,在现实世界中借助互联网资源设计、开发和制作产品;发起了目前世界上最大规模的关于发明、创造力与创造资源应用的创客大会(Maker Faire);通过在线商店提供用于创造自己动手的电子产品、工具、套件以及相关的指导用书。

“创客教育计划”(Maker Education Initiative)为了推动创客教育,提出其努力目标是全方位支持教育者、教育机构与社区整合资源与力量实施与优化创客教育,具体包括:1)加强师资建设,让教师有相应的教育能力,即为教师提供支持,让其在实践创客教育的过程中有资源可用,能够及时获取相关支持,从而切实促进学生推进有意义的创造并获取有意义的创造经验;2)加强教育环境建设,让教育机构有能力为年轻人正式或非正式的基于创造的学习提供适宜的环境;3)加强支撑环境建设,让社区拥有用于支持创客行动的装备和软硬件条件,从而引导、动

员、倡议不同年龄层次、教育背景的年轻人参与创客行动(Maker Education Initiative, 2014)。

“创客空间”(Makerspace)作为专业的创客行动网站提供了专门的创客空间建设指导说明书,用于指导那些希望在学校或社区设置创客空间的创客教育实施者(Makerspace, 2014)。指导说明书详细提供了创客教育所涉及的12方面的操作性建议,包括建设创客空间的原因与起源;创客空间物理环境的选择与建设;创客空间所需要的工具与材料;如何确保创客空间的安全性;教师、学生、材料提供者、导师在创客空间应扮演的角色;创客教育实践的理论设计与途径选择;有创客教育经验的教师所推荐的教育经验与技巧;如何指导新手创客将技能、相关工具与资源充分用于创客项目;如何参与创客空间共同体;典型的创客项目以及基于这些创客项目的创客故事;基于学校的创客行动掠影;创客行动资源列表、表格与模板。

#### 四、认识与思考

新技术的出现、技术功能的不断发展、技术应用成本的降低、物质材料获取的便捷化等因素使得学生可以实现基于创造的学习,学校有机会实施创客教育。近几年美国中小学教育领域兴起的技术支持的创客教育行动虽然暂时并未像虚拟学校、电子书包、翻转课堂等技术中介的教育教学活动那样受到全方位关注与大面积推广,但由于其内核在于深度审视技术时代学习的“创造”本质、探求教育面向学生创造能力培养的实践意蕴,并且顺应了当前美国重视学生学习投入度提升、创造力培养与发展的教育变革大趋势,受到了越来越多美国教育研究者、实践者甚至是管理者的推崇。创客教育所提倡的“基于创造的学习”是一种强调学习者融入创造情境、投入创造过程的学习方式,被视为人类最基本的学习方式。杜威的“做中学”教育思想对美国当代教育的改革与发展仍有深刻影响,创客教育既与“做中学”有着不可分割的渊源关联,同时又更强调技术资源背景下基于学生自主设计与创造过程的学习实践;既认同“做中学”理念下基于生活、基于体验的学习方式,又重视学生通过独立或协同的创造过程建构自己的经验与生活,强调生成有创意的学习产品;不排斥“做中学”过程中可能隐含的教师提

供的做的程序与指导,同时更强调学生在全身心投入状态下对问题的自主发现、探究与解决过程;不仅仅指向培养学生的创新思维与创造能力,而且也指向培养学生在实践中创造切实服务于生活的产品的信心甚至是习惯。

基于此,创客教育的兴起本质上有助于促进教育者深入反思包括教育的最终目标究竟是什么(是仅仅为了让学生了解与体验生活还是为了促进学生创造生活)、学习过程究竟是怎样的(是被动知识吸收还是主动创造成果)、学生在学习过程中的角色是什么(是知识的消费者还是创造者)、教师在学生学习过程中应扮演什么角色(是知识的提供者还是知识创造的帮促者)、学校在学生在学习过程中可以提供什么(是供学生提取知识的仓库还是支持知识创造的空间)、技术在学习过程中的功用是什么(除提供学习资源之外是否还可以成为创造的工具与成果)等涉及技术时代背景下教育本质的一系列问题。为了有效地推进创客教育,也需要创客教育的实施者能够在教育观念层面形成对上述问题的科学认识,在教学设计层面能够深入把握创客教育的特征,在教育实践层面具有专业化技能,有效利用各种创客教育资源并为学生提供有效的创客学习空间与相应支持。

本文较为系统地探析了美国中小学创客教育的内涵、特征与推进路径,期望可以为我们自身深思教育的本质与形成未来教育改革的愿景与实践规划提供一些有益参考。当然,我们也需要看到,由于创客教育的实施对于环境、工具、材料、教师素养等有一定要求,还尚未形成系统、成熟、具体、有全面推广价值的学校创客教育教学内容与方法体系,深入推进创客教育还需要较长时间的探索。

#### [参考文献]

[1] Allen, G., & Yokana, L. (2014). 4 steps to becoming a maker teacher [EB/OL]. [2014-06-30]. <http://gettingsmart.com/2014/05/4-steps-becoming-maker-teacher>.

[2] Basnage, M. (2014). Making learning meaningful: 6 priorities for whole learning [EB/OL]. [2014-06-28]. <http://www.teachtought.com/learning/6-priorities-whole-learning>.

[3] Cory, J. (2013). What does maker movement mean [EB/OL]. [2014-07-12]. <http://www.techopedia.com/definition/28408/maker-movement>.

[4] Hlubinka, M. (2013). Five problems of the maker movement in schools [EB/OL]. [2014-06-06]. <http://hackthe classroom.ca/2013/10/five-problems-of-the-maker-movement-in-schools>.

[5] Keller, J. M. (1999). Using the ARCS Motivational Process in Computer-based instruction and distance education [J]. *New Directions for Teaching and Learning*, 78:37-47.

[6] Maker Education Initiative (2014). The Maker Education Initiative's mission [EB/OL]. [2014-06-30]. <http://makered.org/about-us/mission>.

[7] Makerspace (2014). Makerspace playbook [EB/OL]. [2014-06-30]. <http://makerspace.com>.

[8] Martinez, S., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering the classroom* [M]. California: Constructing Modern Knowledge Press.

[9] Martinez, S., & Stager, G. (2014). 8 elements of a good maker project [EB/OL]. [2014-06-30]. <http://www.weareteachers.com/hot-topics/special-reports/how-the-maker-movement-is-transforming-education/8-elements-of-a-good-maker-project>.

[10] Shapiro, P. (2014). Learning by making is more humane [EB/OL]. [2014-06-30]. <http://makezine.com/2014/01/22/learning-by-making-is-more-humane>.

[11] Stager, G., & Martinez, S. (2014). The maker movement: A learning revolution [EB/OL]. [2014-07-16]. <http://www.iste.org/learn/publications/learning-leading/issues/1-1-may-2014/feature-the-maker-movement-a-learning-revolution>.

[12] Thompson, G. (2014) The maker movement conquers the classroom [EB/OL]. [2014-06-22]. <http://thejournal.com/Articles/2014/04/30/The-Maker-Movement-Conquers-the-Classroom.aspx?Page=2#TyWCLl2buiLGVBYO.99>.

[13] US Department of Education (2013). High schools and career readiness: Strengthening the pipeline to the middle class [EB/OL]. [2014-05-06]. <http://www.ed.gov/highschool>.

[14] 张春兴(1996). 教育心理学[M]. 杭州:浙江教育出版社.

(编辑:魏志慧)

## Connotation, Characteristics and Implementation Path of K-12 Learning by Making in the USA

ZHENG Yanlin<sup>1</sup> & LI Luyi<sup>2</sup>

(1. School of Computer Science and Information Technology, Northeast Normal University, Changchun 130117, China; 2. School of Educational Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

**Abstract:** *Involvement in the creation process is the most fundamental method for human beings to feel, perceive and discover the world. With the development of multiple technologies, the enrichment of various materials for creating, and the inducement of the cost for the access to these technologies and materials, such as 3D printing technology and materials, it is possible for more and more people to independently or collaboratively design, make and create their own original artifacts and products. In recent years, ‘Making Movement’ is widely advocated and promoted in many fields in the United States, which is recognized as a significant path to recognize and explore human beings’ potentials for making and improving the real world. Since 2013, more and more American K-12 schools began to take part in ‘Making Movement’ and initiated ‘Maker Education’, which is substantially focused on the development of students’ creative attitudes and abilities.*

*Based on literature review and case study, this research discusses the connotation, characteristics and implementation approaches of Maker Education in K-12 schools in the USA. Within the context of Maker Education, ‘Learning by Making’ is regarded as the most primary approach of human learning, while making is highlighted as the most important path to learning, and the created products are perceived as learning achievements. Whole-person development is the final goal of Maker Education which is mainly based on students’ deep engagement in independent or collaborative making processes, and is aimed at the whole development of students from multiple aspects, like social development, knowledge enhancement, skill improvement, etc. Technologies not only are indispensable supports for making, but also can turn to be the products of making. Maker Education includes three key characteristics: integration of educational objectives, contexts and resources, open in learning processes and teaching methods, and professional strategies and skills in implementation. The implementation of Maker Education fundamentally depends on well-designed making projects, teachers’ professional instructions and all-around support from policy, financial, human and material resources dimensions. Maker Education provides an innovative viewpoint for educators to rethink the essence, needs and methods of effective education. In the light of Maker Education, involvement in a real creation context and engagement in a real creation task are indispensable to effective learning. Correspondingly, in modern schools, it is necessary to introduce and utilize appropriate technical tools, programs and materials to mediate and promote students’ learning by making*

**Key words:** *maker education; K-12; learning by making*