

设计思维:促进 STEM 教育与创客教育的深度融合

王佑镁, 郭静, 宛平, 赵文竹

(温州大学 教育信息化研究所, 浙江 温州 325035)

[摘要] STEM 教育和创客教育的融合是未来教育变革的重要方向,设计思维作为一种培养学习者创造性解决问题的方法或工具,可以促进两种教育形态的深度融合。文章通过概念分析与案例研究,厘清了 STEM 教育和创客教育各自的特征属性及异同点,剖析了学校推进过程中存在的现实问题与融合需求,提出设计思维作为创新思维方法,连接并促进 STEM 教育和创客教育的有效融合,构建了设计思维深度融合模型,并结合实践案例进行应用阐释,提出若干应用方法和策略,以此为各级各类学校开展 STEM 教育、创客教育、综合实践课程的设计和 implementation 提供思路。

[关键词] 设计思维; STEM 教育; 创客教育

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 王佑镁(1974—),男,江西吉安人。教授,博士,主要从事数字化学习,数字青年、创客教育研究。E-mail: wangyoumei@126.com。

一、问题的提出

为了能够在未来的全球经济竞争中获得有利地位,各国纷纷制定学生核心素养发展框架,以培养学生的问题解决、应对挑战和实践创新的能力。“21 世纪的学习目标框架”中明确提出了学生学习目标的三个维度,包括创造性思维、批判性思维、解决问题与策略^[1]。《2017 地平线报告(基础教育版)》提到,未来 1~2 年内驱动基础教育应用技术的要素包括“STEM 学习的兴起”,强调多学科、跨学科等术语,将校内课程与现实世界结合,从一种新的视角让学生通过探索自主地、创造性地解决问题^[2]。2016 年,我国正式发布包括“文化基础、自主发展、社会参与”三模块十八维度的《中国学生发展核心素养》;2018 年,教育部发布关于《普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017 年版)》,强调将创客教育和 STEM 教育显著地融入课程体系。创客教育和 STEM 教育将成为当下教育变革的“关键词”,成为培养学生创新能力和实践能力的最佳路径之一。而在现实中,学校现有课程体系如何适应学生创造能力发展需求,丰富多彩的创客教育与 STEM 教育如何转型并且与学科教学融合,是当下学校教育改革面临的重要问题。

二、STEM 教育与创客教育深度融合的基础

(一)STEM 教育的跨学科整合特性

1986 年,美国国家科学委员会在《本科的科学、数学和工程教育》报告中首次提出 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 的概念^[3]。之后,美国学者格雷特·亚克门(Georgette Yakman)又提出 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^[4]。STEM 本身是为美国学生对理工科知识逐渐失去兴趣而设立的,旨在培养跨学科解决问题的高端人才^[5]。作为一种学习知识的新方式,STEM 教育以项目式学习为实施流程,将科学、技术、工程、艺术及数学等学科知识综合应用于学科教育,旨在推动技术驱动的教学创新^[6]。

余胜泉教授总结了 STEM 教育的特点:跨学科、趣味性、体验性、情境性、协作性、设计性、艺术性、实证性和技术增强性等^[7]。通过跨学科整合教学,STEM 教育强调解决真实问题,强调知识与能力并重,强调创新与创造力培养,注重知识的跨学科迁徙及其与学习者之间的关联。STEM 教育不仅仅指几门学科知识的简单融合,更是将多门学科知识融会贯通应用于学

生感兴趣的项目中,或是解决他们生活中遇到的问题。这要求学生知识的掌握不能仅仅停留在记忆、理解的初级认知阶段,而必须上升到分析、应用、迁移的高级阶段。研究表明,这种跨学科学习知识的方式更能激发学生的学习兴趣^[8]。

(二)创客教育的创新思维特性

“创客”(Maker)产生于西方20世纪60年代的DIY文化,泛指那些勇于创新,努力将自己的创意变为现实的人^[9]。创客运动倡导自己动手或与他人合作制造产品,是一场全球性的技术和创新学习革命,对世界教育产生了重要而深远的影响^[10]。作为创客文化与教育结合的产物,创客教育本质上是一种素质教育,强调基于学生兴趣、以项目学习的方式、使用数字化工具,倡导造物并鼓励分享,目的在于培养跨学科解决问题能力、团队协作能力和创新能力^[11]。

从内涵上看,创客教育是一种贯穿终生的、面向全人发展的,培养个体DIY、分享精神与创造能力的教育取向^[12]。Martinez S.和Staler G.认为,新工具、新材料和新技术的出现,可以让每一位学习者都有可能成为真正的创造者,有必要在中小学推进创客教育。对中小学来说,创客教育可以弥补中小学教育体制中创新能力培养不足等问题^[13]。创客教育可以实现一种学习知识的新方式:利用数字技术、综合运用跨学科知识、动手创造人工制品,从而学习和掌握面向真实问题的解决过程和方法,培养和提升创意设计能力、团队合作能力、问题分析与解决能力和实践创新能力^[14]。当前,创客教育以新兴科技为技术基础,以创客空间重构学习环境,以创造性实践活动为主要学习过程,融合了建构主义学习理论、基于问题的学习、项目学习法、自主学习等多种教育理念,真正实现了“做中学”^[15]。

(三)STEM教育与创客教育深度融合的需求

综上分析,STEM教育和创客教育在理念、培养目标、认知方式等方面既有区别又相互关联。在起源上,STEM教育是起源于美国高等教育领域发现理工人才学习兴趣衰减而提出的一种战略,后来逐步迁移至基础教育领域,形成一种跨学科学习方式,目的是为学生的学科知识学习服务;创客教育产生于社会化的DIY文化,教育者将其引入教育教学体系中,目的是为提升学生的动手能力和创新能力服务。在过程上,STEM教育是以学科知识为基础,以项目式教学为学习方式,教师组织学生参与的形式进行;创客教育本身不强调学科知识,主要强调动手制作,一般是以学生发起、教师支持的形式进行。在学习产出上,

STEM教育主要强调跨学科知识的掌握,不在乎是否使用工具或有无作品产出;创客教育不强调对学科知识的学习,但过程中一定会用到工具并有作品产出。由此可见,STEM教育强调整合不同学科领域的内容,将知识获取、方法探究与创新生产的过程进行有机统一,对培养学生的问题解决和综合能力具有重要价值;创客教育则重视让学生运用多种学科知识及数字化工具,通过开展行动、分享与合作将创意作品化,为学生创新能力发展提供了有效途径^[16]。

同时也发现,STEM教育主要注重学科课程之间的融合,促进学生对综合知识的学习,构建跨学科的、综合的课程体系,这就决定了STEM课程设计大多是围绕着学科知识而展开;虽然相比于单科课程的学习,STEM课程能更有效地促进知识的相互链接,方便回忆提取,但一定程度上只是培养了学生对知识的记忆与理解能力,对于未来人才的核心竞争力——批判性思维、创新思维、问题解决能力和创造力关注较少;而创客教育强调学习者综合利用身边资源和相关知识,动手将自己的创意变成现实,但在实施过程中可能存在着过分强调动手能力而忽略了学科知识学习的特点,这不利于学生的持续发展。因此,在学校教育中,深度融合STEM教育和创客教育,对于培养学生核心竞争力更加重要。研究者认为,创客教育正是STEM教育战略的延伸与拓展^[17]。通过深度融合,两者可以相互促进,以螺旋式上升的形式促进学生对知识的记忆和理解,同时,培养学生的批判性思维、创新思维、问题解决能力、创造能力和动手能力。

那么如何促进两者的深度融合呢?通过提取STEM教育与创客教育的要素特质,创新思维成为融合两者的可能中介。近几年,设计思维(Design Thinking)成为风靡欧美中小学的一种创造力培养方法,对培养学生的创新思维和创新能力具有重要作用。运用设计思维解决问题的过程,既需要丰富全面的科学文化知识,也需要运用各种工具动脑、动手创造原型,直到最终形成成品,这对于融合STEM教育和创客教育而言,无疑是一个非常合适的可能工具或方法。

三、设计思维作为STEM教育与创客教育深度融合的中介

(一)设计思维的内涵

在西蒙(Simon)看来,人工科学与自然科学的一个重要差别就是人工科学离不开人的设计,要将人工的与自然的进行融合,离不开人的思维^[18]。这可以视

为设计思维(Design Thinking)观念的雏形。1987年,哈佛设计学院 Peter Rowe 在 *Design Thinking* 一书中正式提出设计思维的概念。1991年,David Kelley 创立了 IDEO,把设计思维应用到商业领域中。2004年,David Kelley 创办了设计学院 (Institute of Design at Stanford),开设设计思维课程,正式引入教育领域。

不同学者对设计思维的理解不同。有学者认为,设计思维是通过提供恰当的思维支架及方法支持,引导学习者从定义问题开始,逐步掌握创意构思、原型迭代、测试等一系列创新方法技能,最终实现问题的创新解决或产品的创新设计^[19]。也有学者认为,设计思维旨在运用创造性的方法,尽可能地满足终端用户的需求^[20]。IDEO 总裁兼首席执行官蒂姆·布朗(Tim Brown)说:设计思维是一种以人为本的创新方式,它提炼自设计师积累的方法和工具,将人的需求、技术可能性以及对商业成功的需求整合在一起,同时,他指出,不能把设计思维简单地看作是一种分析式思考,它是一种灵感、构思、实施的过程。概括起来,设计思维就是一套以人为本的解决问题的方法论,这种方法论强调解决问题要从人的需求出发,多角度地寻求创新解决方案,并创造更多的可能性。从创新能力发展的角度看,若将这一思维方式转变为一种教学方式或学习模式,那将对学生核心素养发展具有重要意义,同时,为学校的学科教学提供一种新途径的可能性。

(二)设计思维的流程

设计思维作为一种培养学习者创造性解决问题的方法或工具,在具体操作层面,许多学者开发出不同的模型。设计思维的最初模型是由西蒙建立的线性模型,包含分析、综合、评价三个阶段,布朗提出的模型在线性的基础上加上了循环模式,包含启发 (Inspiration)、构思 (Ideation) 和实施 (Implementation)

三个阶段^[21];IDEO 公司提出的设计思维模型包括发现 (Discovery)、解释 (Interpretation)、构思 (Ideation)、实验 (Experiment)、评估 (Evaluation) 五个阶段^[22];英国设计协会提出了双钻模型,包含发掘/调研 (Discover / Research)、定义/归集 (Define/Synthesis)、前进/构思 (Develop/ Ideation)、交付/实现 (Deliver / Implementation) 四个阶段^[23]。

目前采用最广泛的是由斯坦福设计研究院开发的 EDIPT 模型,包含同理心 (Empathize)、需求 (Define)、创想 (Ideate)、原型 (Prototype)、测试 (Test) 五个阶段。阶段一为同理心 (Empathize),也称为“共情”,要求设计者站在应用者的角度思考,通俗来讲,就是换位思考,以此来获得对某种客体的共情感,确保产出的成果符合应用者的需求。该阶段常用的方法有观察、倾听、调查等,目的是深入了解用户,收集尽可能多的信息。阶段二是需求 (Define),在收集大量信息的基础上,精确定义用户的需求,使需求具有可操作性,以方便下一阶段寻找可行的解决方案。阶段三为创想 (Ideate),这一阶段是着手解决问题的关键,根据上阶段形成的需求,尽可能多地提出各种解决问题的方法,打破惯性思维,最常用的方法是“头脑风暴”法。阶段四是原型 (Prototype),该阶段要求做出粗糙、简单的产品或产品中的特定功能的原始模型,用于测试上一阶段提出的解决方案,也为不断迭代提供一个可供参照的原始作品雏形。原型可以是一个具体的产品模型,也可以是一个小规模的环境或过程的简单模拟。阶段五为测试 (Test),这个阶段,我们会使用实现的产品原型,或模拟环境来严格测试问题是否得到解决,需求是否得到满足。这个阶段非常重要,一些想法可能会在这个过程中被重新定义,甚至发现新的问题。需要注意的是,该思维模型的五个阶段是非线性关系,使用者可以在任何时间段重复整个过程或是某

表 1 STEM 教育、创客教育与设计思维的要素比较

	STEM 教育	创客教育	设计思维
产生背景	教育系统发起,社会参与	社会文化引起,教育参与	商业领域发起,教育参与
产生目的	提高学生对理工科知识的兴趣	解决中小学教育体制中创新能力培养不足等问题	解决企业、组织中的创新需求和生活中遇到的复杂难题
内容来源	科学、技术、工程、艺术、数学等学科课程知识	学生自主产生的想法	社会中存在且未解决的非良构问题
内容获取	基于项目式学习、体验式学习等	利用数字技术、运用跨学科知识,动手制作	设计思维流程及各流程中的方法
使用工具	视需要情况确定工具的采纳	3D 打印、激光切割、开源硬件、乐高等	白板、橡皮泥、报事贴、计时器、马克笔、剪刀等
产出结果	掌握知识,完成任务	将想法形成作品或者产品	结果形式多样,但一定要可视化,方便迭代
培养品质	跨学科解决问题的能力	解决问题能力、实践创新能力	像设计师一样思考,将问题解决流程化
个人角色	教师组织,学生参与	学生自主,教师辅助	共同参与,集体智慧

表 2

设计思维各阶段与 STEM 教育过程的融合

阶段	STEM 项目任务	STEM 项目学习方法	STEM 项目学习工具支持
共情	从真实的生活中寻找要解决的问题,思考问题解决的必要性、重要性和可行性	观察、体验、访谈、换位思考、相关案例分析等	视音频拍摄设备与制作软件、访谈纲要、数字终端、文本记录工具、作图工具等
需求	深度参与发现的问题与项目,精确定义问题需求,即把大问题细化为能解决的小问题	资料收集整理与归纳、研讨会、头脑风暴、专家咨询等	网络设备、视音频拍摄设备与制作软件,书写绘画工具等
创想	对要解决的问题集思广益,结合现实情况,寻求最佳解决方案	头脑风暴、列举问题—方案清单	思维导图软件、图形制作软件或工具、电子白板等
原型	将解决方案可视化,作为后期迭代的参照	PPT 汇报、视频制作、文案制作、实物制作等	3DMax、卡片、橡皮泥、办公软件、视音频制作软件等
测试	检验测试设计的原型、可选择小组测试和用户测试相结合的方式	观察分析、角色扮演、任务模拟、专家评价等	评估需求材料、问卷调查等

些特定的阶段。

(三)设计思维、STEM 教育与创客教育的内在联系

为了辨析设计思维与 STEM 教育和创客教育的关系,结合任友群等学者的观点^[4],表 1 从多个维度梳理了三者之间的内在关联。从表中可看出,STEM 教育和创客教育具有融合的基础和趋向,设计思维可以作为一种方法来优化两者的深度融合过程。从内容基础方面,STEM 提供学科知识,创客提供创意想法,设计思维提供实施流程,三者结合共同作用于学习者的学习过程。

四、STEM 教育与创客教育深度融合的设计思维模型

(一)设计思维与 STEM 教育的要素融合

安德森等人于 2001 年对布鲁姆教育目标分类体系进行了修订,其中“认知过程”由初级认知到高级认知分为:识记、理解、运用、分析、评价和创新^[24]。从认知过程来看,STEM 教育强调对学科知识的掌握,即要求学生认知处在识记、理解、运用的初级阶段,学生的整个学习过程是由教师来主导的,忽视了学生高级认知的发展;STEM 教育本身强调运用综合知识解决

真实问题,配合设计思维系统和完整的流程与对应方法可以达到较好的效果,具体融合见表 2。

(二)设计思维与创客教育的要素融合

与 STEM 教育相比较,创客教育强调学生的实践创新与作品创作过程,即要求学生的认知处在分析、评价、创新的高级阶段,这一定程度上会忽视学生初级认知的发展。因此,创客教育过程中学生完成作品创作这种比较复杂的任务,需要帮助学生在完成任务之前获得先决知识与技能,需要提前掌握相关工具与方法,也称为“赋能”(Enabling)技能^[25]。卡罗(Carroll)等人也对设计思维整合于 K12 课堂进行了深入的探索研究,结果表明,设计思维可以为学生提供一套切实可用的思维方法,能有效培养学生的想象力及创造力自信^[26]。

(三)设计思维融合模型的建构

实际上,根植于创客文化的创客教育可参考的理论和实践都较少,而 STEM 却有着广泛的研究基础,因而,创客教育要借鉴 STEM 教育发展的实例^[27]。STEM 教育强调跨学科整合解决问题,以基于项目的学习掌握知识,但整个项目是由教师主导的,很难发挥学生的主动性,STEM 教育也需要创客教育将学生的认知从初级认知向高级认知阶段发展。两者相互融

表 3

设计思维各阶段与创客教育过程的融合

阶段	创客学习任务	创客学习方法	创客学习工具支持
共情	明确学习挑战,收集相关信息和资料	参与式观察、访谈、调查等	视音频拍摄设备、文本图片处理软件、数字终端等
问题	分析相关信息,将信息与学习挑战建立联系	质性和量化分析、信息可视化、快速联想等	数据统计分析工具(Excel、SPSS、Vivo)、思维导图工具、在线资料库、数字终端等
创想	建立可行的问题解决方案	头脑风暴、快速联想等	思维导图工具、概念图工具、协作交流工具、数字终端等
原型	依据解决方案,建立可行性的模型	构建模型	建模软件(3Dmax、illustrator)、3D 打印设备、数字终端等
测试	进行实地测试,并有针对性地改进模型	实地测试、实地观察	视音频拍摄设备、数字终端等

合,共同为学生学习打造良好的学习生态系统,如何将两者融合成为一个整体是值得思考的问题。

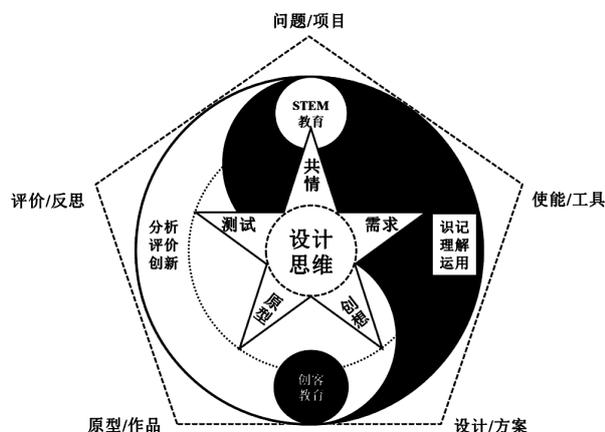


图1 设计思维融合模型

设计思维作为一种方法促进 STEM 教育与创客教育的深度融合,需要对三者之间诸多要素的密切关系进行分析和整合,从而设计一系列程序步骤和配套的工具资源,形成一个完整、可操作的动态系统。STEM 教育与创客教育相互融合的过程,可以借用太极图式来代表,阴阳互动表征创客教育和 STEM 教育的深度融合,设计思维为两者深度融合的连接器和驱动力,连接着偏重初级认知的 STEM 教育和偏重高级认知的创客教育相互结合,而且作为一种方法论驱动两者

所支持的跨学科、创新性学习过程,外圈是设计思维驱动下的两者融合的项目式学习设计过程,如图 1 所示。

设计思维作为整个模型的内核,以方法中介形式为 STEM 教育与创客教育融合搭起桥梁,实现 STEM 教育、设计思维与创客教育的共同发展。模型的外圈显示项目式学习的基本要素。在目标/项目上可整合为:解决学科教学中与生活中遇到的问题,培养学生的创新能力。在实施过程中,教师可将问题精确定义或将问题项目化,合理设计学生要达成的具体可操作性目标。在使能/工具方面,教师从需要解决的问题着手,逐步倒推每个学习环节学生可能用到的先决知识与技能,即 STEM 教育中每个学科可能用到的知识。在设计/方案环节,教师启发学生寻求更多可能解决问题的方案,并将所有方法一一列出,主要是集体思维的汇集。学生可运用上一阶段学习的各科知识,跨学科思考对策,解决问题。在这个过程中,学生和教师对每种可能解决的方法抱有宽容和接纳的态度,不作任何批评。在原型/作品环节,教师可将学生异构分组,每组学生经过深度的思考和激烈的争论,选出若干可能解决的方案画出草图,制作原型。原型可为看得见的实物,像创客教育中的成果产出,也可为小规模的环境或过程的简单模拟,用于测试上一阶段提出

表 4

融合模型应用的具体阐述

项目	含义	要求(工具)	方式方法	操作
目标	解决学科教学中与生活中遇到的问题,培养学生的创新能力	挑选学生提出的问题,精确定义目标需求,可选用商业画布呈现	5Why 分析法、描述外部行为的 ABCD 法(对象、行为、条件、标准)	教师需要收集某个问题的调查信息,精准定义问题需求,形成一个开放性的、可实践的、有挑战的、有趣的问题
使能技能	逐步倒推每个学习环节学生可能用到的先决知识与技能	一个逆向分析的过程,从要达成的目标开始,逐步倒推需要学习者掌握的从属技能	层级分析法	从最终目标开始分析,逐步倒推学习者必须具有哪些次一级的从属技能,以此类推
创想	寻求更多可能解决问题的方案	遵循暂缓评论、异想天开、不要跑题、一人一次发挥、图文并茂、多多益善等原则,为构建模型提供充足的想法	样本资料法、头脑风暴、Mapping 创意发想法、635 法、仿生学法、KJ 法、属性列举法、CCS 纸片发想法、7*7 法、构造法	这是一个收集想法的过程,可用思维导图记录整个集思广益的过程
原型制作	选择几种可行的方案制作出原型,用于测试上一阶段提出的解决方案和不断迭代	开源硬件、3D 打印机、计算机等电子技术,纸笔、卡片、橡皮泥、乐高积木、木板、胶水、剪刀彩纸等	视频、APP-POP、故事版草图、角色扮演、三维模型	该过程中,教师可指导学生模型建构用到的技术,也可帮助学生选择原型的呈现方式
评价	使用实现的产品原型或模拟环境来严格测试问题是否得到解决,同时,注重合作的过程	这是一个寻求反馈和学习的过程,有些问题可能会在这个过程中被重新定义,甚至发现新的问题	形成性评价、总结性评价	通过展示、表演、演讲来阐述自己的观点、想法和创意。在这个过程中不要怕失败,需要反复迭代才有可能达到目标需求

的解决方案。在评价/反思环节,通过使用实现的产品原型或模拟环境来严格测试问题是否得到解决,需求是否得到满足。反思运行中存在的问题和改进的方向,以期获得更加理想的效果。

五、设计思维融合模型的应用与案例

(一)设计思维融合模型的应用

设计思维之所以能够促进 STEM 教育与创客教育的融合,是因为设计思维本身即是一种完整的问题解决过程,也是一种合理的探究学习方法。完整的问题解决过程是指学生在学习到知识后可以运用在实

际创作中,产出原型,它是一个完整的、线性思维与非线性思维的连续统,在使用设计思维设计教学时,每一个环节都可以进行升级迭代,可以根据教学目标的侧重来迭代或升级任何过程;合理的方法是指良好的设计思维能帮助教学设计者跳出思维的局限,寻得教学设计与社会和教育变革发展的契合点。因此,可将设计思维应用于 STEM 教育与创客教育中以优化教学过程,重新设计新技术环境下的新兴课程。每个环节的含义、要求、方法与操作见表 4。

(二)应用案例阐述

为了进一步说明设计思维在 STEM 教育与创客

表 5

设计思维融合模型的应用案例

案例名称	发动创想,共造“未来之车”	
目标任务	在当下生活中,汽车需求量越来越大,但是大部分汽车是烧石油的,我们都知道石油是不可再生资源,并且燃烧石油会伴随着大量的碳排放以及含硫物质等有害物质,现在,请你们以设计师的身份,结合教师提供的脚手架以及你们搜集到的资料 and 知识,在两个月的时间内,设计并制造一辆“未来之车”,以小组合作的形式进行	
使能工具	能源	学生需要搜集相关资料,了解一些能源的特点,此外,教师也需要备课进行讲解,予以提示和点拨,以此来激发学生灵感。比如石油、天然气、电力、核能等,关于这些能源的物理性质、化学性质、获取难易程度、应用难度的讲解
	车型	学生需要了解汽车的不同造型,并分析其优点和缺点,以及思考自己的车辆每一部分的造型和功能,进而提出自己的车型构想,并诠释其优势。此过程需要教师讲授和介绍车辆造型和功能,让学生理解和明白汽车工作原理;此外,需要讲解流体力学、三角形稳定性(数学证明)、拱形承重原理等数学、物理学相关的知识点
	容量	学生需要设计出满足不同容量需求的车辆,在介绍时需要阐明车身容量
	动力驱动系统	学生需要学习已有的汽车动力系统装置工作原理,并进一步提出,设计配合自己能源的动力驱动装置,可以是某种成熟的创想。此过程需要教师进行知识的整理和讲解,如机械能和电磁学中的动能定理、发动机工作原理、电磁发电原理、气缸运动原理等相关知识
	构成材料	学生需要学习时下汽车的构成材料,比如聚乙烯、橡胶、钢铁、石墨烯、碳等相关化学知识,然后结合工程造价思考自己设计车辆需要使用哪些材料。这期间需要教师整理涉及到的或者有必要讲解的系统知识
	受众分析	学生需要学习统计学的某些知识,通过问卷调查等形式,分析自己的受众,根据需求而进行设计;教师在此过程中也需要向学生普及心理学的知识
	汽车构造	学生要学习如何构造一辆汽车,这可能涉及工程学的某些知识以及机械制图、模型制作的方法,包括三维软件的使用方法(CAD 制图软件、123D design 三维建模软件等),泡沫板、橡皮泥等工具的使用方法等,需要教师有选择性地教授相应技能,当然,学生可以从已有的汽车构造模仿开始,思考自己的汽车构造
	售价	学生需要思考产品售价涉及哪些方面,应如何去解决,怎么计算等?比如汽车零部件、人工费、包装费、运营费、广告费等,一般建议学生通过上网搜索、查询或者咨询资深汽车厂商,了解汽车制造流程的每一个环节及费用,需要教师帮忙时寻求帮助
	配色	汽车需要有各种各样的款式和配色来满足不同人群的需求。学生需要了解并学习艺术设计中的色彩美学、结构美学等课程,需要教师系统教授
	展示方式	通过 PPT 展示、动画展示方式进行。学生需要学习如何制作一个优秀的 PPT 和动画,如何推销一个产品,如何成功地做好营销的相关门路和知识
设计方案	在该阶段,学生已经基本学习完了相应的课程和知识,很迫切地希望能够将所学知识运用到创作中,但前提是让小组内的学生思考如何构建模型,构建什么样的模型,构建的模型能实现什么功能,怎么实现等问题,可用思维导图的形式记录每个小组成员的思路和想法,收集集体智慧	
原型作品	学生可以用橡皮泥、泡沫板、3D 打印机、三维建模软件等工具制作原型,甚至是画图纸也是可以的,综合一切适合自己小组展示的形式	
评价反思	这个过程是一个寻求反馈的过程,小组成员在规定日期之前,都可以对目前的产品反复进行升级和迭代;最终评价是将过程性评价和总结性评价相结合,以教师统评、组间互评、组内互评的方式进行	

教育深度融合中的实践应用,本研究以设计“未来之车”为课例,阐述一个为期两个月的课程安排,教师把此次课程中涉及的跨学科知识点整理出来并列知识清单,作为学生制作“未来之车”的“脚手架”,也作为教学目标的一部分。课程力求让学生充满激情和动力,以及带着明确的学习目标去开启学习旅程,并以成品产出的形式来展示他们的学习成果,最终会综合评价挑选出一个优秀的小组给予丰厚的奖励,课程以小组的形式进行,案例见表5。

运用设计思维工具指导STEM教育和创客教育融合开展,是一种崭新的课程安排思路和形式,也是一种新颖的教学模式,可以让教师教学有激情,学生学习有动力,此外,该模型的运用既让学生掌握了必备的跨学科知识,也让学生锻炼了批判性思维和创新思维,提高了动手能力、创新能力和问题解决能力。

六、结论与建议

本文提出利用设计思维来优化STEM教育与创客教育,促进两者的深度融合,为学校落实核心素养以及促进创新实践教育提供了一种思路,有利于完善学习者认知过程、弥补创客教育和STEM教育不足、优化教学流程;针对当前学校不同类型的学科教学或者课程活动设置和实施现状,应该积极融合设计思维、创客教育或者STEM教育,渐进式推动学科融合与设计思维嵌入,相关策略与建议如下:

(一)以设计思维重构学科教学流程

积极改进教学设计,将设计思维、创客教育与STEM教育的理念加入课程设计中,提高学生的课堂参与度,有条件实施项目式教学。项目式学习是一种

与现实相结合的实践方式,能使学生更有效率地掌握学科知识(Subject Core Knowledge),并在此过程中培养学生的社会情感技能(Social-emotional Skills)^[28]。设计思维本身就项目为中介,在项目中学习知识,解决问题。因此,项目式学习流程可与设计思维结合,重新思考课堂教学设计。

(二)整合设计思维更新STEM教育及创客教育流程

以设计思维的过程与方法为流程整合STEM学习及创客教育。在同理心环节,学生和教师共同发现真实生活中的工程项目、技术产品,确保设计的项目符合学生的兴趣和能;在需求环节,要求学生深度参与项目的调查,与教师共同协商精确定义问题需求;在创想环节,采用头脑风暴等方法,生成可能解决的方案,优化项目中的产品并形成草图;在原型环节,要制作出解决方案的模型,模型材料可为纸质、3D打印或黏土等,方便测试和迭代;在测试环节,以小组模拟、展示、角色扮演等各种方式测试是否符合需求。整个过程反复循环,直至达到满意的解决方案。

(三)聚合设计思维、STEM与创客教育以改革综合实践活动课

综合实践活动课是我国当前课程改革中提出的一种新的课程形态。我国部分学校的创客教育和STEM教育是以综合实践活动的形式开设。综合实践活动课强调学生运用所学知识,通过实践体验,增强探索精神和创新意识,这些方面与设计思维的目标指向吻合,聚合设计思维的流程和理念,连接STEM教育与创客教育的特质,对于学校开展综合实践活动课程具有重要的促进意义。

[参考文献]

- [1] 王佑镁,杨晓兰,胡玮,等.从数字素养到数字能力:概念流变、构成要素与整合模型[J].远程教育杂志,2013,31(3):24-29.
- [2] 北京开放大学地平线报告K12项目组.2017地平线报告:新技术驱动教学创新的趋势、挑战与策略[J].人民教育,2017(21):71-75.
- [3] 高云峰.创客与STEAM教育结合的实践[J].力学与实践,2016,38(1):74-77.
- [4] 杨晓哲,任友群.数字化时代的STEM教育与创客教育[J].开放教育研究,2015(5):35-40.
- [5] SABOCHIK K. Changing the equation in STEM education[EB/OL].[2018-10-08]. <http://www.whitehouse.gov/blog/2010/09/16/changing-equation-stem-education>.
- [6] 孙江山,吴永和,任友群.3D打印教育创新:创客空间、创新实验室和STEAM[J].现代远程教育研究,2015(4):96-103.
- [7] 余胜泉,胡翔.STEM教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015(4):13-22.
- [8] 谢星魁.教学的重点是培养学生学习和运用知识的能力[J].课程教育研究,2013(28):192-193.
- [9] 王佑镁,钱凯丽,华佳钰,等.触摸真实的学习:迈向一种新的创客教育文化——国内外创客教育研究述评[J].电化教育研究,2017(2):34-43.
- [10] 田友谊.创客教育:源起、内涵与可能路径[J].比较教育研究,2016,38(1):22-28.
- [11] 梁文森.中国创客教育蓝皮书(基础教育版)[M].北京:人民邮电出版社,2016:60.

- [12] 王佑镁,王晓静,包雪.创客教育连续统:激活众创时代的创新基因[J].现代远程教育研究,2015(5):38-46.
- [13] 傅骞,王辞晓.当创客遇上 STEAM 教育[J].现代教育技术,2014,24(10):37-42.
- [14] MARTINEZ S, STAGER G. Invent to learn: making, tinkering, and engineering the classroom [M]. California: Constructing Modern Knowledge Press, 2009.
- [15] 李华,杨永其,谭明杰.“创客教育”解读[J].四川师范大学学报(社会科学版),2016(5):26-33.
- [16] 高云峰,师保国.跨学科创新视角下创客教育与 STEAM 教育的融合[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(4):47-53.
- [17] 朱龙,胡小勇.面向创客教育的设计型学习研究:模式与案例[J].中国电化教育,2016(11):23-29.
- [18] 林琳,沈书生.设计思维的概念内涵与培养策略[J].现代远程教育研究,2016(6):18-25.
- [19] 闫寒冰,郑东芳,李笑樱.设计思维:创客教育不可或缺的使能方法论[J].电化教育研究,2017(6):34-40.
- [20] 陈娟,钟志贤.论设计思维视野下的教学设计[J].江西广播电视大学学报,2011(2):54-58.
- [21] BROWN T, WYATT J. Design thinking for social innovation[J]. Annual review of policy design, 2015(1):1-10.
- [22] IDEO. Design thinking for educators[EB/OL].[2018-10-11]. http://media.wix.com/ugd/04245b_f2620b574493595d39b357cc2c84028b.pdf.
- [23] Design Council UK. Design methods for developing services [EB/OL]. [2018-10-02]. <https://connect.innovateuk.org>.
- [24] 祝珣,马文静.布鲁姆教育目标分类理论对大学英语阅读教学的启示[J].中国大学教学,2014(9):67-71.
- [25] WIGGINS G, MCTIGHE J. Understanding by design[M]. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall, 2001:7-19.
- [26] GOLDMAN S, KABAYDONDO Z, ROYALTY A, CARROLL M P, ROTH B. Student teams in search of design thinking in design thinking research[C]. Heidelberg: Springer International Publishing, 2014:11-34.
- [27] 李小涛,高海燕,邹佳人,等.“互联网+”背景下的 STEAM 教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养[J]. 远程教育杂志,2016,34(1):28-36.
- [28] 新奇点.风靡全球的项目式学习到底是什么? [EB/OL].[2018-09-23]. http://www.sohu.com/a/122376938_473695.

Design Thinking: Promoting Deep Integration of STEM Education and Maker Education

WANG Youmei, GUO Jing, WAN Ping, ZHAO Wenzhu

(Dept. of Educational Technology, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang 325035)

[Abstract] The integration of STEM education and Maker Education is important in future educational reform. As a method or tool to train learners to solve problems creatively, design thinking can be used to promote the deep integration of the two forms of education. Through conceptual analysis and case study, this paper clarifies the characteristics, similarities and differences of STEM Education and Maker Education, analyzes the practical problems and integration needs in the process of school promotion, proposes design thinking as the innovative thinking method to link and promote the effective integration of STEM education and Maker Education, and constructs a deep integration model of design thinking. Practical cases are applied to explain the application of that model, and some application methods and strategies are put forward to provide ideas for the design and implementation of STEM Education, Maker Education and comprehensive practice curriculum in schools at all levels.

[Keywords] Design Thinking; STEM Education; Maker Education