

面向创造力培养的 STEM 教学模式研究

何丽丹¹ 李克东¹ 郑云翔¹ 李犒真¹ 晏彩云¹ 韩阳阳¹ 张咏娇²

(1 华南师范大学 教育信息技术学院, 广东广州 510631; 2 佛山市第十四中学, 广东佛山 528031)

[摘要] STEM 教育着眼于培养学生的科学精神和创新实践能力, 具有造就创造性人才的天然优势。本研究在系统梳理国内外相关研究的基础上, 从 STEM 核心理念入手分析其对学生创造力培养的支持作用, 然后结合沃勒斯(Wallas)的创造过程四阶段模式, 借鉴克罗多纳(Kolodner)的科学探究学习循环模型和美国国家工程院使用的工程设计流程, 构建了面向创造力培养的 STEM 教学模式, 以期为我国中小学 STEM 教育研究与实践提供参考。本研究根据该模式设计了教学案例, 在佛山市第十四中学开展实践, 测量其在培养学生创造力方面的效果, 数据表明该模式对学生创造力培养有正向促进作用。

[关键词] STEM 教育; 教学模式; 创造力

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2019)04-0066-09

一、问题提出

创造力是创造性人才的核心要素和重要体现, 也是 21 世纪最重要的本领之一。迄今, 学界尚未对创造力的定义达成共识。奥尔德姆(Oldham, 1996)认为创造力就是产生解决新问题和新方法、带来新程序及形成新产品和新服务想法的能力。亚瑟(Arthur, 2000)将创造力定义为“产生对社会或个人新颖、有用的想法、过程及程序”。吉尔福德(Guildford, 1967)通过因素分析发现聚合与发散两种思维, 认为经由发散思维而表现于外的行为即代表个人的创造力。林崇德等(2012)认为创造力是根据一定的目的, 运用一切已知信息, 产生出某种新颖、独特、有社会意义或个人价值产品的智力品质。可以看出, 国内外学者多从能

力、过程、思维和品质等视角定义创造力。本研究更倾向于从能力视角理解创造力, 即采用奥尔德姆的定义。

创造力可以通过培养获得, 教育是最重要的培养方式, 尤其是能激发学生好奇心和求知欲、注重探究精神和批判性思维培养的教育。STEM 教育强调让学生运用跨学科知识和方法解决真实情境的问题, 把科学探究、技术制作、工程设计、数学方法有机统一, 旨在培养和提升学生科学精神和创新实践能力, 从而让学生获得全面发展(李克东等, 2017)。那么, STEM 教育如何支持创造力的培养? 面向创造力培养的 STEM 教育是怎样的? 如何衡量和评价 STEM 教育对学生创造力的促进作用? 这些构成本研究要解决的问题。

[收稿日期] 2019-05-22

[修回日期] 2019-06-12

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.04.007

[基金信息] 教育部政策法规司委托课题“信息化背景下未来教育研究”(Jybzfs2018115)。

[作者简介] 何丽丹, 硕士研究生, 华南师范大学教育信息技术学院, 研究方向: STEM 教育; 李克东, 教授, 博士生导师, 华南师范大学教育信息技术学院, 研究方向: 数字化学习、STEM 教育等; 郑云翔(通讯作者), 博士, 副教授, 硕士生导师, 华南师范大学教育信息技术学院, 研究方向: 数字公民教育、STEM 教育等(seven_zheng@163.com); 李犒真, 硕士研究生, 华南师范大学教育信息技术学院, 研究方向: STEM 教育; 晏彩云, 本科生, 华南师范大学教育信息技术学院; 韩阳阳, 硕士研究生, 华南师范大学教育信息技术学院, 研究方向: STEM 教育; 张咏娇, 佛山市第十四中学教师。

二、STEM 教育与创造力培养

创造力可从个体层面、环境层面、过程层面和策略层面进行训练和培养,STEM 教育具有支持创造力培养的天然优势,体现在:

(1) 个体层面,主要指学习者好奇心、灵感、独立意识、批判性思维等个性品质。研究表明,个性品质对创造力的发挥有显著预测和基础作用(张丽华等,2006;李贊,2007;翁立新,2013;黄炳超,2015;李学书,2018)。STEM 教育的跨学科性、情境性、设计性对学生创造性品质的培养有重要支持作用。首先,STEM 教育基于真实问题解决,强调整合科学、技术、工程、数学学科的知识技能,打破传统分科教育导致的知识割裂,使学生学会从系统视角认识世界。从广义的文化定义看,跨学科属多元文化,能给学生带来多重经验积累,从而提高个体观念的灵活性、增强不同观念间的联想意识、克服功能固着,对创造力有重要的促进作用(贾绪计等,2014)。其次,STEM 教育基于问题或项目学习展开,通过设计促进知识融合与迁移应用,激发学生动机,保持学习好奇心(余胜泉,2015),帮助学生寻找新办法或创造知识(师保国等,2017)。

(2) 环境层面,主要指学习氛围、师生关系、教学资源等。研究表明,创造性的课堂氛围,民主的师生关系,和谐的生生协作关系,丰富的教育资源等对创造力发展有重要的支持作用(Fleith, 2000; 田友谊, 2004; 李兴洲, 2000; 周榕等, 2019)。STEM 教育的“双主式”教学原则(学生为主体,教师为主导)、合作探究学习方式与技术增强性教育特征有助于培养学生的创造力。其中,“双主式”教学原则强调教师教学要进行有策略地组织、启发和引导,为学生创设兼具探究性与挑战性的教学内容,营造创造性的课堂氛围。STEM 教育的合作探究学习方式能激发参与感,促进观点碰撞,有助于群体性知识建构,发展创造性思维(赵呈领,2018)。STEM 教育通常依托配备先进套件、丰富资源和创造氛围的实验环境,更容易协调创新主体、行为和结果间的关系,有利于培养创造力(周榕等,2019)。

(3) 过程层面,主要指活动设计、教学方式、评价方式等。其中,创造性活动设计、创造性教学方式可以为创造力发展提供有效路径(胡小勇等,2017;

Kolodner, 2003; 赵慧臣, 2017; 曹东云等, 2018),多元化评价有利于全面评估创造力水平(严孟帅, 2017)。STEM 教育以解决真实情境的问题为主线,连接科学、技术、工程和数学等概念的学习和应用,强调运用科学探究对客观事物和现象进行探索和质疑,强化工程制作和创意设计以进行产品/作品的开发。这是问题求解的过程,也是创造力产生的过程(Guildford, 1959; 秦瑾若, 2018),对应英国心理学家沃勒斯(Wallas, 1926)提出的创造过程四阶段模式(准备阶段、酝酿阶段、明朗阶段和验证阶段)。

(4) 策略层面,主要指创造力训练方法与培养策略等。其中,创造力训练主要有奥斯本(Osborn, 1957)的头脑风暴法、德波诺(De Bono, 1970)的横向思维训练法等;创造力培养策略包括创设问题情境,激发学生兴趣,布置开放性任务等(韩登亮, 2009; 张晓贵等, 2016)。STEM 教育的项目式学习、“做中学”的教育理念、注重情境性与设计性等特征,能为创造力训练与培养策略的实施提供良性条件。首先,STEM 教育基于项目式学习,能引导学生针对所需解决的问题,通过联想或连结原有经验等产生多种想法或灵感,促进创造力的发生(Parnes, 1987)。其次,“做中学”主张在做的过程中获得经验,伴随着知识经验的回顾、思考与顿悟。最后,STEM 教育的工程设计过程具有迭代性与互动性,团队成员的头脑风暴与协作,成员间的认知差异有利于创造力的产生。

STEM 教育在我国的研究与实践刚刚起步,以创造力培养为指向的 STEM 教学模式的设计与实证研究涉及不多。本研究设计并构建面向创造力培养的 STEM 教学模式,探讨其对学生创造力培养的效果。

三、面向创造力培养的 STEM 教学模式

(一) STEM 教学模式构成要素

教学模式是指导教学活动开展与实施的结构化、有序化的模型或范式。国内外学者对 STEM 教学模式研究(见表一)显示,STEM 教学模式的基本要素为:教学目标、教学内容、支撑条件和评价策略。STEM 教育以项目学习为基础,学生通过活动习得知识与技能,故本研究确定 STEM 教学模式的要素为:教学目标、学习活动、教学环境和教学评价。

表一 国内外 STEM 教学模式要素

研究者	STEM 教学模式要素
波特 (Porter, 2006)	教学目标、教学内容、教学策略、支撑条件、评价策略
王旭卿等 (2015)	基本理念、教学目标、教学策略、评价方法、学习环境
唐烨伟等 (2017)	教学环境、教学目标、教学内容、学习活动、教学评价
蔡海云 (2017)	理论基础、教学目标、教学程序、教学评价、辅助条件
薄丽娜 (2018)	教学目标、教学方法、辅助条件、评价方法

(二) 面向创造力培养的 STEM 教学模式构建

STEM 教育不是将科学、技术、工程和数学四个学科简单叠加,而是使它们彼此有效融合,组成有机的整体,并以真实问题解决为任务驱动,在实践中应用与获得知识(余胜泉等,2015)。科学探究是加深对数学、科学、技术、工程学科概念理解和寻求解决方案的重要方法,也是工程实践的重要环节。工程设计是 STEM 教育多学科融合的有效纽带,是基于科学原理、技术手段、数学方法解决实际问题的根本途径(仲娇娇,2018)。本研究通过整合 STEM 教学模式构成要素和创造过程阶段说,借鉴克罗多纳(Kolodner, 2003)基于设计的科学探究学习循环模型和美国国家工程院使用的工程设计流程(National Academy of Engineering, 2010),构建面向创造力培养的 STEM 教学模式。

1. 克罗多纳基于设计的科学探究学习循环模型

克罗多纳基于设计的科学探究学习循环模型(见图 1)包含两个循环:“设计—再设计”循环和“调查—探索”循环,两个循环圈不是简单叠加而是彼此迭代和渗透互融。其中,“需要做”和“需要知道”是连接“设计—再设计”与“调查—探索”循环的纽带(秦瑾若等,2018)。学生发现问题后,会对该问题提出假设。为验证假设,学生又通过搜集资料设计调查方案,实施实验或分析调查结果,并与他人分享,找出实验或调查方案的不足,迭代实验或调查。

克罗多纳的循环模型充分体现了设计型学习和迭代问题解决的特点,但也存在不足,即两个循环圈的开始和结束索引指向不清晰,需明确指出科学探究的起点和终点。本研究在该模型基础上,将科学探究/调查的流程总结为:提出问题、作出假设、设计

实验/调查、实施实验/调查、分析结果、交流分享。

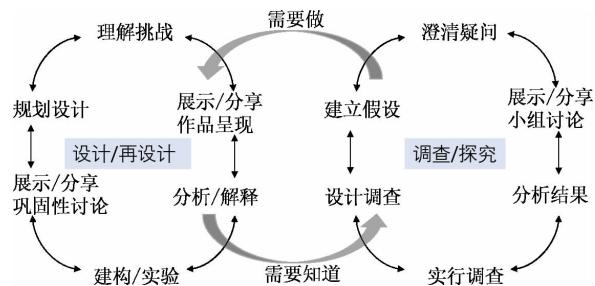


图 1 基于设计的科学探究学习循环模型

2. 美国国家工程院使用的工程设计流程

工程设计没有固定的程序,是人们运用科技知识和方法,有目的地构思、计划、创造工程产品的过程,几乎涉及人类活动的全部领域。美国国家工程院使用的工程设计流程通常包括:1)界定需要解决的问题和达到的目标。设计者结合已有的科学、技术、工程知识及经验等,清晰描述需要解决的问题及限制条件。2)研究和提出问题解决方案。设计者利用研究或头脑风暴产生若干解决方案,并为选择解决方案提供初步论证。3)构建和测试模型或原型。测试和评估解决方案须满足设计规范和约束的程度。4)权衡和最优化。分析对模型或原型的评估数据,权衡各方面因素,选择最优的解决方案。5)优化方案。如果没有达到期望的目标,则回到最初的起点,重复设计。

据此,本研究将工程设计流程总结为:理解挑战、分析需求、设计方案、构建和测试原型、优化方案、呈现作品。

3. 面向创造力培养的 STEM 教学模式

本研究设计和构建了面向创造力培养的 STEM 教学模式(见图 2)。该模式由四部分组成:教学目标、学习活动、教学环境和教学评价。教学目标包括基础知识和创造力,其中基础知识目标依据 STEM 项目主题制定,创造力从创造意识、创造思维和创造作品三方面衡量。

学习活动由问题情境、数学应用、科学探究、工程设计和技术应用五大活动构成。其中,数学应用、科学探究、工程设计和技术应用的顺序可根据项目调整。这些学习活动构成创造力培养的四大阶段:准备阶段、酝酿阶段、明朗阶段和验证阶段。其中,问题情境为“准备阶段”,指教师设置教学情境,提出

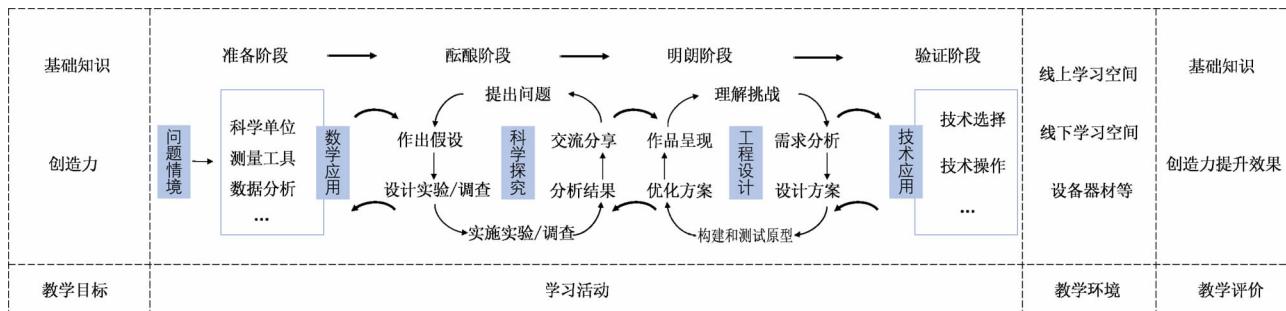


图 2 面向创造力培养的 STEM 教学模式

相关问题,引出项目主题。“准备阶段-酝酿阶段”的任务是发现问题、分析问题、归纳问题,包含调研、搜集资料、科学探究、整理事实、补充积累知识,为工程设计提供前期知识储备。这一阶段通常包括数学应用和科学探究两类,前者通过某些活动让学生学习和掌握科学单位,使用测量工具,运用数据分析,从而加强学生运用数学语言描述问题的能力;后者指让学生运用科学实验或科学调查等探讨、验证或解释某一问题。相应地,工程设计和技术应用为“明朗阶段 - 验证阶段”,指学生根据前期知识储备,运用一定的技术手段、方法或工具依照工程设计步骤完成创造任务,并进行测试、调整与验证。

教学环境指师生完成 STEM 教育所需的支撑条件,包括线上学习空间及线下学习空间,如 WISE 学习平台、STEM 实践场所(含各类设备器材)等。教学评价主要从基础知识掌握情况和创造力提升效果两方面展开。

四、面向创造力培养的 STEM 教育 案例设计与实施

(一) 案例设计

本研究选取佛山市第十四中学为实验基地,应用所构建的 STEM 教学模式,以《制作柴烧陶杯》为主题设计 STEM 教学案例(见表二)。佛山地处南国陶都,有延续近五百年的南风古灶,有源远流长的陶文化底蕴。因此,结合地方特色开展 STEM 教学不仅能让学生贴近生活、针对真实问题进行探究,也能充分发挥当地资源和平台优势,形成别具特色的 STEM 本土化案例,无疑具有较高的现实意义和价值。

(二) 评价方法

本研究提出的教学模式旨在培养学生的创造

力。因此,对该模式的评价是考量创造力培养效果的重要手段。自吉尔福德开创创造力测量以来,研究者基于不同维度开发了创造力测验工具。创造力测量内容覆盖创造意识、创造思维、创造作品等,可以用来预测创造潜能(徐雪芬等,2013)。二十世纪九十年代后,创造力汇合取向的观点大量涌现。这一取向表明,只有当各种因素汇合时,创造力才能发生,因此各种指标的汇合有助于更全面地测量和评估个体的创造潜能。本研究综合创造意识、创造思维、创造作品三方面测量学生的创造潜能,以更好地反映学生的创造力水平。

对学生创造意识和创造思维的测量分别借鉴威廉斯创造力测试(威廉斯,2003)和郑日昌等(1983)创造思维测验。其中,威廉斯创造力测试用于测量个体创造力意识倾向,包含好奇心、想象力、挑战性和冒险性四个维度。郑日昌开发的创造思维测验问卷用于测验个体创造思维,包含流畅性、独特性、变通性三个维度,有较好的信效度。本研究借鉴威廉姆斯创造力倾向量表和郑日昌创造思维测验问卷,根据学生的认知特点,从中选取部分题目形成前测测量问卷,然后请专家判断问卷题项是否合理,并根据专家评价修改问卷,通过预测把因素负荷量小的题项删除,最后形成创造力前测问卷。后测问卷是在前测问卷的基础上,结合 STEM 学科知识进行设计。需说明的是,创造意识前后测问卷均包含 28 个题目(每个维度 7 个),每题 3 分(威廉斯量表采用三点式李克特量表),问卷总分 84 分(每个维度总分 21 分)。利用 SPSS20 对创造意识前测问卷与后测问卷进行信度检验,结果为 0.843 和 0.825。创造思维前后测问卷均包含 6 个题目(每个维度 2 个),每题 15 分(郑日昌问卷是开放性题目),试卷总分 90 分(每个维度总分 30 分)。创造思维前测问

表二 “制作柴烧陶杯”STEM 教学案例

教学目标		基础知识: ①柴烧文化;②柴烧原理和柴烧过程;③陶泥的成分;④龙窑各部分长度的作用;⑤物质的化学变化;⑥测温锥使用方法;⑦温度对柴烧效果的影响;⑧国际柴烧艺术特点。 创造力: 创造意识、创造思维、创造作品		
		教师活动	学生活动	教学环境
教学/ 学习 活动	问题情境	教师播放央视大型纪录片《瓷路》视频,提出思考问题: 1. 你了解源远流长的陶文化吗? 2. 你知道制作精美的陶瓷需经历哪些步骤吗? 3. 如果要制作有创意的陶杯作品,你有什么初步想法?	学生观看视频,阅读材料,上网检索柴烧作品。 1. 了解柴烧文化; 2. 认识柴烧烧成方式和烧制过程; 3. 欣赏世界各国柴烧作品,激发学习兴趣; 4. 观察视频和材料中的陶杯作品,初步思考创意陶杯的构型(头脑风暴)。	问题情境
	数学应用	数学活动:测绘南风古灶结构 教师带领学生参观南风古灶,讲解南风古灶与龙窑的内外结构。	学生体验: 1. 测量龙窑各部分长度; 2. 计算龙窑各部分比例; 3. 绘制龙窑结构图,认识龙窑各部分的特点与作用。	南风古灶
	科学探究	科学调查:认识陶泥并探究不同温度下的变化 教师设计知识目标工作纸,带领学生前往石湾博物馆。	学生通过石湾博物馆陶瓷陈列或知识墙寻求: 1. 陶泥组成成分; 2. 陶制品的制作流程与步骤; 3. 不同煅烧温度下陶器的外观变化。	石湾博物馆
	技术应用	技术操作:学习使用测温锥 教师引出柴烧温度测量问题,引导学生查阅温度测量方法;提供制陶测温工具:测温锥。	学生上网查阅测量温度的方法,归纳不同温度范围对应的测量工具和方法。 学生阅读材料,掌握测温锥工作原理和使用方法。	测温锥材料 物理实验室
	科学探究	科学实验:探究温度对柴烧效果的影响 教师提出问题:不同温度烧制的陶杯,效果不同吗? 引导学生按科学探究基本步骤设计实验。	学生根据探究问题作出假设,设计实验:以小组为单位捏制测试陶杯,将测试陶杯与测温锥一起放入龙窑烧制,烧制完成后对比不同温度烧制的效果,分析归纳温度对柴烧效果的影响。	陶艺室、南风古灶
	工程设计	工程设计:制作柴烧陶杯 教师布置任务:为推广我国柴烧文化,你能设计制作既能代表柴烧文化又有饮用功能的陶杯吗?为学生提供工程设计支架,引导学生运用工程设计步骤完成柴烧陶杯。	学生在前期知识学习、科学调查、科学探究的基础上,按工程设计步骤规划和创作柴烧陶杯。	陶艺室、南风古灶
		创意活动:创意陶杯制作 教师带领学生参观国际陶艺展,拓宽学生陶艺知识,提升学生艺术素养。让学生根据初步设想的创意构型,设计并制作创意陶杯。	学生欣赏陶艺作品、访谈陶艺师: 1. 鉴赏不同国家陶艺艺术特点; 2. 认识和了解更多陶艺作品构型和烧成方式。根据拓展的知识,学生从外形等角度自主设计和制作创意陶杯。	石湾大庸堂、陶艺室
教学评价		柴烧基础知识测验,创造力提升测验。		

卷与后测问卷信度为 0.847 和 0.834。

对学生创造作品的评价,研究者主要通过查看学生陶杯作品和访谈任课老师进行实施,从产品的新颖性和实用性评价学生作品和创造力表现。

(三) 实验结果

1. 创造意识

为了解学生初始创造意识水平,研究者发放前测问卷 30 份,回收问卷 30 份。结果显示,学生创造意识均值为 58.27,标准差为 6.767(见表三),说明

学生的创造意识较强,但仍有提升空间。好奇心均值为 18.13,说明学生的好奇心较强;冒险性均值为 12.20,说明学生的冒险意识一般,有待提高;想象力均值为 10.60,表明学生想象力相对欠缺;挑战性均值为 17.33,说明学生有一定的挑战精神。

在前测基础上,研究者开展教学实验,实验结束后对学生创造意识进行测试和访谈。将前测数据与实验处理后的创造意识测试结果进行配对样本 T 检验,结果(见表四)显示,学生创造意识前测与后

测差值为 -6.333。这说明面向创造力培养的 STEM 教学模式能让学生的创造意识提升。 $P = 0.000$, 小于 0.05, 说明创造意识前测与后测存在显著差异, 学生创造意识提升效果显著。具体到每个维度: 1) 在好奇心方面, 前测与后测差值为 -1.100, $P = 0.037$, 小于 0.05, 说明学生的好奇心得到了显著提升。学生访谈提到: “利用测温锥测量温度很酷, 对其工作原理非常感兴趣, 并在网上查阅了相关资料。”2) 在想象力方面, 前测与后测差值为 -1.467, $P = 0.000$, 小于 0.05, 说明学生的想象力得到了显著提升。学生访谈提到, “能够发挥想象力, 创意设计陶杯外形”。3) 在挑战性方面, 前测与后测差值为 -1.267, $P = 0.001$, 小于 0.05, 说明学生的挑战性得到了显著提升。4) 在冒险性方面, 前测与后测差值为 -2.733, $P = 0.000$, 小于 0.05, 说明学生的冒险性也得到了显著提升。

表三 学生创造意识前测数据

测量项	维度	均值	标准误	标准差
创造意识	好奇心	18.13	0.462	2.529
	冒险性	12.20	0.297	1.627
	想象力	10.60	0.394	2.159
	挑战性	17.33	0.323	1.768
	总分	58.27	1.235	6.767

2. 创造思维

为了解学生初始创造思维水平, 研究者发放前测问卷 30 份, 回收问卷 30 份。测试结果(见表五)显示, 学生创造思维均值为 50.30, 标准差为 12.441, 说明学生创造思维较弱。流畅性均值为 18.93, 标准差为 4.727, 说明思维流畅性较好, 但有提升空间; 独特性均值为 11.57, 标准差为 3.491, 说明学生对事物的独特见解和想法较弱, 需加以培养;

变通性均值为 19.80, 标准差为 6.059, 表明学生的变通性较高, 解决问题时能产生较多的想法和意念。

表五 学生创造思维前测数据

测量项	维度	均值	标准误	标准差
创造思维	流畅性	18.93	0.863	4.727
	独特性	11.57	0.637	3.491
	变通性	19.80	1.106	6.059
	总分	50.30	2.271	12.441

在前测基础上, 研究者开展教学实验后, 对学生创造思维进行测试和访谈。将前测数据与实验处理后的创造思维测试结果进行配对样本 T 检验, 结果(见表六)显示, 学生的创造思维前测与后测差值为 -7.300, 说明面向创造力培养的 STEM 教学模式能培养学生的创造思维。 $P = 0.000$, 小于 0.05, 说明创造思维前测与后测存在显著差异, 学生创造思维提升效果显著。具体到每个维度而言: 1) 在流畅性方面, 前测与后测差值为 -2.376, $P = 0.000$, 小于 0.05, 说明学生的创造流畅性得到了显著提升。学生访谈提到: “当陶杯出现爆裂或表面有气泡时, 我能和小组成员一起头脑风暴加以解决”。2) 在变通性方面, 前测与后测差值为 -2.933, $P = 0.002$, 小于 0.05, 说明通过该模式的培养, 学生思维发散性得到了显著提高。学生访谈提到: “我认为对柴烧杯应从多个角度评价”。3) 在独创性方面, 前测与后测差值为 -2.000, $P = 0.017$, 小于 0.05, 说明学生的独创性得到了显著提升, 查阅学生的陶杯设计图与陶杯作品发现, 学生的创意有较高新颖性。

3. 学生创造作品

本研究通过查看学生陶杯作品和访谈任课老师, 评价学生的作品, 要求是: 作品应独创、新颖; 作品应

表四 学生创造意识前后测配对样本 T 检验

测试项	成对差分					T	df	sig. (双侧)
	均值	标准差	均值的标准误差	差分的 95% 置信区间				
				下限	上限			
创造意识前测 - 创造意识后测	-6.333	4.915	0.897	-8.169	-4.498	-7.057	29	0.000
好奇心前测 - 好奇心后测	-1.100	2.759	0.504	-2.998	-0.070	-2.184	29	0.037
想象力前测 - 想象力后测	-1.467	2.030	0.371	-2.225	-0.709	-3.958	29	0.000
挑战性前测 - 挑战性后测	-1.267	1.856	0.339	-1.960	-0.574	-3.739	29	0.001
冒险性前测 - 冒险性后测	-2.733	1.982	0.362	-3.473	-0.993	-7.555	29	0.000

表六 学生创造思维前后测配对样本 T 检验结果

测试项	成对差分					T	df	sig. (双侧)			
	均值	标准差	均值的标准误	差分的 95% 置信区间							
				下限	上限						
创造思维前测 - 创造思维后测	-7.300	9.973	1.821	-11.024	-3.576	-4.009	29	0.000			
流畅性前测 - 流畅性后测	-2.367	3.000	0.548	-3.487	-1.247	-2.184	29	0.000			
变通性前测 - 变通性后测	-2.933	4.586	0.837	-4.646	-1.221	-3.504	29	0.002			
独创性前测 - 独创性后测	-2.000	4.307	0.786	-3.608	-0.392	-2.543	29	0.017			

解决某一生活问题,有实用性。任课老师指出,相对于传统陶艺教学,STEM 教育理念下的柴烧教学能发挥学生的主体作用,学生作品外形设计不仅有较高的新颖性,还能满足饮用要求(见图 3、图 4、图 5、图 6)。这些作品也被用于代表学校所在区参加国际柴烧陶艺展,取得优异成绩。学生创作动机访谈显示:作品 1 杯口外形呈花朵状,象征生命的生机与欢乐,每个花瓣都可饮水,趣味性高;作品 2 的设计灵感来自“鲸”的外形,杯口是“鲸”的嘴巴,“鲸”尾朝天空翘起,仿佛就要跃出水面,奔向自由与远方,寓意向往自由,无忧无虑;作品 3 的杯壁加入金鱼外形,充满童趣;作品 4 刻画了一只惬意的小狗,寓意爱护小动物。



图 3 学生作品 1



图 4 学生作品 2



图 5 学生作品 3



图 6 学生作品 4

五、总结与思考

“发展是第一要务,人才是第一资源,创新是第一动力”。习近平总书记高度重视人才工作,多次强调人才对科技进步、社会发展、治国兴邦的重要意

义。我国要在科技创新方面走在世界前列,提升国际竞争力,必须大力培养素质优良、本领过硬的创造性人才。

如何培养创造性人才? STEM 教育专家、比特实验室创始人曹伟勋博士曾表示:“中国的创新时代已经到来,学生需要懂得产品,学会创造产品,不断去追求创新,将来是属于拥有不同思维的人”。因此,要打破单一学科知识学习的壁垒,让学生运用跨学科知识与方法在主动探索与相互协作中解决问题,同时更要重视学生创新意识、创意思维的培养和艺术文化软实力的提升。STEM 教育通过跨学科知识和方法,着重培养学生的科学精神和创新实践能力,具有培养创造性人才的天然优势,在个体、环境、过程、策略层面均有利于学生创造力的培养。本文在国内外研究基础上围绕 STEM 核心理念,结合沃勒斯创造过程的“四阶段模式”,借鉴克罗多纳基于设计的科学探究学习循环和美国国家工程院使用的工程设计流程,从教学目标、教学活动、教学环境、教学评价四方面构建了面向创造力培养的 STEM 教学模式。该模式将创造过程阶段与跨学科学习活动进行横纵向结合,意在将创造力的培养与知识技能的学习共同融入跨学科学习活动之中。根据该模式,本研究融入中国艺术特色,设计了教学案例《制作柴烧陶杯》。本案例基于真实问题,注重学生好奇心、灵感的激发,借助各种实验环境让学生在真实情境中通过“做中学”获得知识、积累经验,同时通过跨学科知识与技能运用、小组协作学习为学生创造力的提升提供各种支撑。通过开展教学实践和实证效果检验,本教学模式能够促进学生创造力的提升。

通过对这一教学模式和案例的反思可以发现,本文提出的面向创造力培养的 STEM 教学模式不仅实现了预期教学目标,还完整体现了 STEM 教育的

本质特征:1) 基于真实问题情境;2) 面向全体学生;3) 强调运用跨学科知识和技能解决问题;4) 通过各种工作纸、草图等对学生做中学活动进行全过程记录,关注学生在各个学习环节中的表现(而不仅仅是作品)。这些正是 STEM 教育与创客教育的最大区别。同时,由于本案例融入了艺术元素,在课程导入的问题情境环节强调学生对科普资料的阅读,在科学探究、工程设计、数学应用环节强调工作纸的使用,因此具有明显的 STEAM(其中 A 代表艺术 Arts) 和 STREAM(其中 R 代表阅读和写作 Reading and wRiting) 特征,有助于学生从更多视角认识不同学科间的联系,并在一定程度上提高学生的读写能力,为团队协作和沟通奠定坚实的基础。由于时间和环境的限制,本研究只在小范围内展开了教学实践,未来将该模式应用于不同 STEM 主题,进一步优化和改进 STEM 教学模式,以期为创造性人才的培养提供借鉴和参考。

注释:

- ①国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)[DB/OL].[2018-05-02].http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_838/201008/93704.html.
- ②全民科学素质行动纲要实施方案(2016—2020 年)[DB/OL].[2018-05-02].http://www.law-lib.com/law/law_view.asp?id=522674.
- ③中华人民共和国教育部.教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[EB/OL].[2018-05-02].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html.

[参考文献]

- [1] Arthur, J. C. (2000). Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using[J]. Roeper Review, 23(2): 72-79.
- [2] 薄丽娜(2018). 基于 STEM 的机器人教学模式设计与应用研究[D]. 重庆: 重庆师范大学硕士学位论文: 32-34.
- [3] 蔡海云(2017). STEM 教学模式的设计与实践研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文: 49.
- [4] 曹东云, 邱婷(2018). 创造力发展: 设计型学习的功能预见[J]. 电化教育研究, 39(3): 18-22, 34.
- [5] De Bono, E. (1970). Lateral thinking; Creativity step by step [J]. Abstract Reasoning, 115(3): 337-339.
- [6] Fleith, D. S. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment [J]. Roeper Review, 22 (3): 148-153.
- [7] Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect[J]. American Psychologist, 14(14): 469-479.
- [8] Guilford, J. P. (1967). The nature of human intelligence [J]. American Educational Research Journal, 5(2): 249.
- [9] 韩登亮(2009). 创造性课堂教学的有效策略探析[J]. 当代教育科学, (9): 29-32.
- [10] 黄炳超(2015). 斯腾伯格创造力理论对大学生创新能力培养的启示[J]. 继续教育研究, (1): 94-96.
- [11] 胡小勇, 朱龙(2017). 智慧学习环境中的创造力培养实证研究[J]. 中国电化教育, (6): 11-13.
- [12] 贾绪计, 林崇德(2014). 创造力研究: 心理学领域的四种取向[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), (1): 61-67.
- [13] Kolodner, J. L., & Camp, P. J. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design(tm) into practice[J]. Journal of the Learning Sciences, 12(4): 495-547.
- [14] 李克东, 李颖(2017). STEM 教育与跨学科课程整合[J]. 教育信息技术, (10): 4.
- [15] 李学书(2018). 话语·文本·社会效应: 美国 STEM 教育政策探析[J]. 教育理论与实践, (25): 9-13.
- [16] 李兴洲(2000). 非教学因素与学生创造力的培养[J]. 齐鲁师范学院学报, (1): 88-93.
- [17] 李贊(2007). 创造性思维的特征、方法与创造力培养研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学硕士学位论文: 11.
- [18] 林崇德, 胡卫平(2012). 创造性人才的成长规律和培养模式[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), (1): 36-42.
- [19] National Academy of Engineering (2010). Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects [J]. Insight, 13(3): 8-10.
- [20] Oldham, G. R., & Cummings, A. (1996). Employee Creativity: Personal and contextual factors at work[J]. The Academy of Management Journal, 39(3): 607-634.
- [21] Osborn, A. F. (1957). Applied imagination[J]. Journal of Marketing, 20(1): 97-98.
- [22] Parnes, S. J. (1987). Visioneering-state of the art[J]. Journal of Creative Behavior, 21(4): 283-299.
- [23] Porter, A. L., & Roessner, J. D. (2006). A systems model of innovation processes in university STEM education[J]. Journal of Engineering Education, 95(1): 13-24.
- [24] 秦瑾若, 傅钢善(2018). 面向 STEM 教育的设计型学习研究: 模式构建与案例分析[J]. 电化教育研究, 39(10): 83-89 + 103.
- [25] 师保国, 高云峰, 马玉赫(2017). STEAM 教育对学生创新素养的影响及其实施策略[J]. 中国电化教育, (4): 75-79.
- [26] 唐烨伟, 郭丽婷, 解月光, 钟绍春(2017). 基于教育人工智能支持下的 STEM 跨学科融合模式研究[J]. 中国电化教育, (8): 46-52.
- [27] 田友谊(2004). 中小学班级环境与学生创造力培养研究[D]. 武汉: 华中师范大学硕士学位论文: 20-22.
- [28] Wallas, G. (1926). The art of thought[M]. New York: Harcourt, Brace & World: 10-11.
- [29] 王旭卿(2015). 面向 STEM 教育的创客教育模式研究

- [J]. 中国电化教育, 2015(8): 36-41.
- [30]威廉斯(2003). 威廉斯创造力倾向测量表[J]. 中国新时代, (22): 89-90.
- [31]翁立新(2013). 如何培养大学生的创造力—发散性思维的培养[J]. 内蒙古医科大学学报, 35(S1): 183-186.
- [32]徐雪芬, 辛涛(2013). 创造力测量的研究取向和新进展[J]. 清华大学教育研究, 34(1): 54-63.
- [33]严孟帅(2017). 基于评价视角的斯滕伯格“三元智力”理论视野下学生创造力培养[J]. 当代教育论坛, (3): 14-19.
- [34]余胜泉, 胡翔(2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 21(4): 13.
- [35]张丽华, 白学军(2006). 创造性思维研究概述[J]. 教育科学, 22(5): 86-89.
- [36]张晓贵, 陈亚菲(2016). 论中小学生的数学创造力及培养途径[J]. 中小学教师培训, (10): 46-49.
- [37]赵呈领, 赵文君, 蒋志辉(2018). 面向 STEM 教育的 5E 探究式教学模式设计[J]. 现代教育技术, 28(3): 106-112.
- [38]赵慧臣(2017). STEM 教育视野下中学生探究学习的设计与实施[J]. 现代教育技术, (11): 30-36.
- [39]郑日昌, 肖蓓苓(1983). 对中学生创造力的测验研究[J]. 心理学报, (4): 445-452.
- [40]仲娇娇(2018). STEAM 教学活动设计与应用研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文: 35-42.
- [41]周榕, 李世瑾(2019). STEM 教学能提高学生创造力? ——基于 42 项实验研究的元分析[J]. 开放教育研究, 25(3): 60-71.

(编辑:李学书)

Research on a Creativity-oriented STEM Teaching Model

HE Lidan¹, LI Kedong¹, ZHENG Yunxiang¹, LI Haozhen¹
YAN Caiyun¹, HAN Yangyang¹ & ZHANG Yongjiao²

(1. School of Educational Information Technology, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;
2. Foshan No. 14 Middle School, Foshan 528031, China)

Abstract: Focusing on students' scientific literacy and innovation skills, STEM education has a natural advantage of training creative talents. Based on the systematic study of domestic and foreign research, this paper first analyzed the feasibility of using STEM education to cultivate students' creativity from the core concept of STEM. Then by combining Wallas's four-stage creative process, referring to Kolodner's scientific inquiry learning cycle model and the engineering design process used by National Academy of Engineering, this paper proposed a creativity-oriented STEM teaching model. A teaching case was designed based on the model, and experiments were carried out in Foshan No. 14 Middle School. The research result indicates that this model had a positive effect on cultivating students' creativity and provided a reference for related research and practice in the field.

Key words: STEM Education; teaching model; creativity