

北京市教育科学“十三五”规划2016年度重点课题
(课题批准号: CADA16038) 成果

STEM 创新教学模式与实践

李艳燕 黄志南 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了 STEM 教育的有关内容, 主要包括 STEM 教育的产生及发展历史、STEM 教育在世界各国中的具体实施、典型 STEM 教学模式及其应用、教学活动设计流程和教学研究案例等。

本书采用的各章节内容是基于团队多年从事 STEM 教育教学实践研究总结的成果, 并呈现了丰富的典型案例。在本书每节末尾, 我们都设置了“动动脑筋思考”环节, 在帮助读者回顾所阅内容的同时激发读者探究更多关于 STEM 教育的内容。

本书在内容的组织上突破传统的做法, 强调阅读的策略性和及时性, 使读者在实践操作之前不必通读全书就可以获取所需信息。本书在前言中介绍了全书概貌, 整体呈现本书各章节之间的逻辑结构和内容要点, 方便读者根据自身需求进行策略性阅读(如老师可以重点选读第 1 章、第 4 章和第 5 章)或即时性阅读(如想了解科技馆 STEM 科普活动的设计, 可以快速定位第 4 章来参考活动设计详例), 以达到个性化、高效率阅读的目的。书中还提供了诸多评价量规的样本、表格、指南、范例和准备性文件, 帮助读者实施基于 STEM 的教育教学及研究。

本书可作为中小学教师、高校老师进行 STEM 教育教学实践研究的参考书, 还可作为教育管理部门相关人士、科研院所及科技馆等 STEM 教育从业人员的自学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

STEM 创新教学模式与实践 / 李艳燕, 黄志南著. — 北京: 电子工业出版社, 2019.5
ISBN 978-7-121-35134-1

I. ①S… II. ①李… ②黄… III. ①创造教育—教学模式—研究 IV. ①G40-012

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 224856 号

策划编辑: 孟 宇

责任编辑: 章海涛

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 212 千字

版 次: 2019 年 5 月第 1 版

印 次: 2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 52.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: mengyu@phei.com.cn。

序

瑞士著名发展心理学家皮亚杰曾说：“儿童就是科学家。”每个孩子天生就具有强烈的好奇心和探究欲，他们通过自主的探索活动获得对世界的了解和认知。可以说，探索精神是儿童与生俱来的重要基因，探索活动是儿童成长不可或缺的重要组成部分，探索能力是儿童持续一生的重要能力。从这个角度来讲，每个孩子都是天生的“科学家”。

学生综合素质的培养与课堂组织形式有很大关系。我国课堂目前还是以传统的单学科学习方式为主，课堂上多采用传统的讲授式教学，学生自主合作探究的深度和广度不够。各学科知识割裂，不能有效地建立起知识与生活的联系。学生学到的知识和技能难以实际运用，综合处理问题的能力不强。此外，对学生学习评价的方式比较单一，很难对过程性学习成果进行跟踪，形成完整有效的评价体系。这与我国培养创新型人才的目标相差甚远，创新型人才的培养缺乏科学的课程体系和具体实施模式。

著名教育家陶行知先生说过这样一句话：“处处是创造之地，天天是创造之时，人人是创造之人。”从根本上说，人们的思想观念会发生由传统惯性的自然思维方式到开放的、系统性的、挑战性的思维方式的转变，从而形成思辨的学习观，进一步形成相应的世界观、人生观和价值观。不论老师还是家长，如果我们能够在观念和做法上有些改变，那么就有可能呵护每个孩子的探索精神，提升每个孩子的探索能力，让我们的孩子多一份想象力和创造力。

STEM 教育理念的传入无疑将会对我国综合性人才的培养和劳动力水平的提升产生积极的促进作用。然而，如何将具有中国特色的科学、技术、工程和数学领域人才的培养提升至国家高度，让教育管理者、老师、学生、家长和社会各界人士真正明确 STEM 教育的目的并去推动，值得我们思考。

如今，我国中小学校开展了 STEM 教育，我们所要关注的不仅是将原来作为分科教学的数学、物理、化学和技术等学科整合为一门课程，而且更要关注 STEM 教育带给我们在整个学校教育变革过程中的理念的冲击，包括从封闭走向开放，从分科走向

融合，从重结果到重过程，从强调个体到关注合作，从学习知识到解决问题，从被动学习转向主动参与。

本书是在大量的 STEM 教学实践的经验基础上积累的成果。一种成功的教育理念和模式应当是广受各界所关注并协同参与的，因此在构思本书时，我们想要与之讨论的读者受众不仅局限于中小学老师、高校老师及教育管理部门相关人士，还想邀请企业、科研院所及科技馆等单位的从业人员共同参与 STEM “大家庭”的建设。毋庸置疑，“家庭”和“社区”更是不可或缺且最为基础的两名成员。希望本书能为每位从事 STEM 教育教学实践研究的同行带来或多或少的启发。

前言

近年来，STEM 教育开展得如火如荼，大力推行跨学科综合教育的思想如和煦的春风吹遍了祖国大地，成为教育界乃至全社会关注的热门话题。

撰写一本真正的 STEM 教材是我们这几年一直努力的方向之一。翻看 5 年来出版过的种种关于 STEM 教育的书籍，发现大多是关于如何引导学生学习，而对老师如何教的内容涉及甚少，且内容太过粗疏，言不尽意之处甚多。于是我们研究团队扎根一线，围绕老师如何设计 STEM 活动，如何开展 STEM 教学，如何进行 STEM 教育研究做了很多的实践和研究，几乎所有的读书和写作都是围绕着完成一本较为理想的 STEM 老师指导用书进行的。

STEM 是一种教育理念，有别于传统的单学科、重书本知识的教育方式，它是一种重实践的超学科教育概念。如今各地都在争相开设 STEM 课程，是不是每个学校都适合、都有能力开展 STEM 教育？这是个值得我们深思的问题。“教育力量，师资先行”，要发展 STEM 教育，最大的制约因素是没有足够的优秀老师。长期以来，分科教育越分越细，老师的专业越来越窄，而“综合”是 STEM 教育的根本特性。对于广大教育工作者来说，STEM 教育是机遇，更是全新的挑战。

本书是试图在总结国内外丰富的 STEM 教育教学实践经验基础上，进行符合中国本土 STEM 教学的一种尝试和探索。全书内容共分为 6 章。

第 1 章：什么是 STEM 教育

在我国中小学积极推进 STEM 教育的过程中，我们有必要先从概念上了解“STEM 教育”究竟是什么，理清 STEM 教育的产生、发展及兴起的历史脉络，分析 STEM 教育与传统教育的关系，以及 STEM 教育在我国落地和发展的基础，等等。只有明白了这些问题，我们才能更好地把握 STEM 课程设计与开发的精髓。在本章最后，我们甄选了一个基于 STEM 的教学案例，提前帮助读者整体感受 STEM 教育的核心思想。

第 2 章：STEM 教育的发展

本章首先将全面呈现 STEM 教育在以美国为首的世界多国中的政策引导和实施形式，详细介绍美国、芬兰、德国和日本 4 个国家的 STEM 教育典范项目。然后以国内 STEM 教育为研究对象，采用科学计量、聚类分析等一系列科学量化的方法对国内 STEM 教育的发展历程、研究热点进行分析。最后重点将研究对象聚焦在国内工程教育上，对其发展历程、研究热点的迁移与变化等进行数据统计及可视化分析。在此基础上，深入反思我国 STEM 教育实践的薄弱环节，以及进行 STEM 教育实践之前我国学校教育具体存在的问题和障碍，进而能够准确回答 STEM 教育帮助我们解决或者缓解了哪些教育问题。在本章最后，我们呈现了一个玩具行业在 STEM 教育中的实践研究，帮助读者了解 STEM 教育具体的应用领域。

第 3 章：STEM 创新教学模式

STEM 教育与传统的知识点驱动的教学不同，它是真实情境下的学习、跨学科的综合学习、面向高阶思维和高级技能的学习。它可以基于问题、项目，也可以基于设计，还可以基于团队合作。我们要清楚认识到，学习 STEM 教育不是“仿其形”，而是“学其神”，如何转变老师的定式教学思维，在 STEM 课堂中引导学生进行科学实践或科学探究，这无疑对我国传统课堂模式提出了极大的挑战。本章将根据 STEM 教育的内涵及核心素养，分析和论述适用于 STEM 教学的两种成熟并应用广泛的教学模式——PBL 教学模式和工程设计教学模式。在此基础之上，我们将协作学习和探究学习二者的优势融为一体，形成了“协作—探究”教学模式（CIL），进一步优化了 STEM 教学模式。

第 4 章：STEM 创新活动设计

STEM 课程的设计与开发要紧紧围绕学校的育人目标。从我国中小学校在 STEM 教育方面开展的实践来看，主要呈现出两个显著的特征：第一，重视学科融合，尝试课程重构；第二，大量地引入、依托教育信息技术产品。如何在实现学校育人目标的大前提下，结合适用于 STEM 的教学模式进行案例的开发，将是本章重点讨论的内容。我们将延续第 3 章的思路，从 PBL 教学模式、工程设计教学模式及 CIL 教学模式提出 STEM 活动设计的操作程序，并在各类活动设计后附上甄选出的 1~2 个代表案例，如“净水大作战”“Building towards the Future”等。每个案例都附有详细的设计分析、

操作流程及学习任务单,全方位地带领读者体验 STEM 教育在中小学课堂、大学课堂及科技馆教育活动中的实现方式,相信会给读者带来一次难忘的 STEM 之旅。

第 5 章: STEM 教学研究实践

对于 STEM 教育而言,教学模式的探究也好,课程活动的开发也好,最终都要落地于课堂教学,从实践中去验证和更新旧理论,并从课堂信息和数据中归纳发展新学说。本章我们通过追溯教学研究的发展时期,论述适用于 STEM 教学研究的方法并提出科学的教学研究范式。然后回答如何科学、量化地检验教学效果的优劣,有哪些适用于 STEM 教学的评价手段,并分别呈现了两个 STEM 教学研究代表案例,即在小学开展的基于工程设计的创新教学研究与在大学开展的基于“协作—探究”的创新教学研究。本章将带领读者通过感受教学研究的实践过程来获得启发,从而自发地去探索融合学科的 STEM 教学研究实践新模式,这将对中小学和高等院校开展 STEM 教育研究实践具有建设性的帮助。

第 6 章: STEM 教育的未来与展望

从传统教学到 STEM 教学的转变所带来的将不仅是学校具体教学科目的变动,而且将是学校教育的教学模式、学校的育人理念的一次深刻变革。最后一章分为 STEM 教育前行之难、探索之路、理想之光三部分来论述,重点回答了未来 STEM 教育在整个学校教育体系中广泛开展所面临的阻碍,STEM 教育在 VR、AR、大数据等当下社会和科技方面的融合和应用,以及社会各界对于推动和践行 STEM 教育需要做的准备。

STEM 教育是一门艺术,是一项智者的工作。本书的出版是想通过介绍我们开展的基于 STEM 的创新教学实践,把这些教育实践作为经过测试的典型案例分析推荐给读者,帮助从事 STEM 教育实践的一线老师学习怎样设计并实施基于 STEM 的教学,引导更多老师积极深入地开展 STEM 教育教学实践,养成总结与反思的习惯,促进老师专业水平的提升。另一方面,通过优秀 STEM 教育成果的交流与推广,对各学校探索基于 STEM 的“教与学”的变革发挥促进作用,真正推动学校“内涵”发展。同时引领广大老师走上研究之路,营造更加浓厚的教研氛围,也为研究 STEM 教育的专家学者提供参考,把实践问题提炼成科学研究问题进而转化为理论课题。

本书的完成要特别感谢整个研究团队成员的积极贡献,感谢包昊罡、董丽娜、蒋

梦璐、韩雪、郑婧等为本书提供了丰富的实证材料，感谢李小杉、董笑男、欧阳稷等为编辑本书所有内容所付出的辛劳，感谢电子工业出版社在短时间内高效地完成了出版工作。

本书受到北京市教育科学“十三五”规划 2016 年度教育教学实践研究重点课题“STEM 教育视角下中小学科学教学模式创新实践研究”（课题批准号：CADA16038）的支持和资助。愿本书能成为 STEM 教育实践研究园地的一朵鲜花，我们期望“一花引来百花开”，迎来 STEM 教育课程改革、迎来我国教育生态更新、迎来社会各界共同关注的万紫千红的春天！

编 者

2019 年元旦

目 录

第 1 章 什么是 STEM 教育	1
1.1 STEM 教育的前世今生	1
STEM 教育产生的背景	1
1.2 揭开 STEM 教育的面纱	2
STEM 教育素养	2
STEM 教育的核心特征	4
1.3 为什么要发展 STEM 教育	6
社会转型的现实需要	6
未来教育发展新方向	7
1.4 从 STEM 到 STEAM	8
STEAM 产生背景	8
STEAM 教育理念	8
1.5 奥利奥饼干的 STEM 化身	9
奥利奥饼干的科学献身	9
奥利奥饼干的工程实践	11
奥利奥饼干的数学融合	12
参考文献	14
第 2 章 STEM 教育的发展	15
2.1 国际 STEM 教育的发展	15
美国 STEM 教育	15
芬兰 STEM 教育	17
德国 STEM 教育	18
英国、法国 STEM 教育	19
日本、韩国 STEM 教育	20

2.2 国际 STEM 教育典范案例	20
美国 PLTW 项目	20
芬兰 LUMA 项目	21
德国 MINT 项目	21
日本 STEM 项目	22
2.3 国内 STEM 教育的发展	23
国内 STEM 教育发展历程	23
国内 STEM 教育研究热点	24
2.4 STEM 教育聚焦工程教育	28
国内工程教育一瞥	29
国内工程教育的发展特点	35
2.5 STEM 教育实践初探	37
参考文献	39
第 3 章 STEM 创新教学模式	41
3.1 STEM 创新教学模式——PBL 教学模式	42
PBL 的教学流程	44
3.2 STEM 创新教学模式——工程设计教学模式	45
常见的工程设计教学模式	46
典型的工程设计过程	47
3.3 STEM 创新教学模式——CIL 教学模式	49
CIL 教学模式与 STEM 教学模式	50
参考文献	55
第 4 章 STEM 创新教学活动设计	57
4.1 PBL 教学活动设计	58
PBL 教学活动设计流程	58
PBL 教学活动设计案例	61
【案例一：净水大作战——设计一个污水处理装置】	61
【案例二：“星空的召唤——PBL 的望远镜主题教育活动”】	66
活动展示：探秘伽利略望远镜	72

活动展示：揭秘开普勒式望远镜·····	75
4.2 工程设计教学活动设计·····	79
工程设计教学活动设计流程·····	79
工程设计教学活动设计案例·····	81
【案例一：基于 Arduino 的智能社区】·····	81
活动展示：马达的转动·····	86
活动展示：我的 Arduino 智能小车·····	89
【案例二：Building towards the Future】·····	92
活动展示：学习三维坐标系·····	95
活动展示：学生操作真实的三维坐标系·····	97
活动展示：摩天大楼的结构及其设计原理·····	98
活动展示：设计报纸塔——怎样抵御强风·····	99
活动展示：从设计图纸到验证——设计巴尔萨塔·····	100
4.3 CIL 教学活动设计·····	102
CIL 教学活动设计流程·····	102
CIL 教学活动设计案例·····	104
【案例：人工智能教育应用】·····	105
活动展示：小车主题活动——出租车计价器·····	107
活动展示：竞速赛车·····	109
参考文献·····	112
第 5 章 STEM 教学研究实践 ·····	114
5.1 如何开展 STEM 教学研究·····	114
基于设计的研究·····	114
5.2 面向 STEM 的教学评价·····	117
国外 STEM 教学评价·····	117
国内 STEM 教学评价·····	119
关于构建 STEM 评价体系的一些思考·····	120
5.3 工程设计教学研究案例·····	121
工程设计的小学科学 STEM 教育活动研究·····	123
【活动设计阶段】·····	123

【活动实施阶段】	130
【研究结果分析与评价】	134
5.4 CIL 教学研究案例	141
第一轮迭代研究	142
第二轮迭代研究	143
第三轮迭代研究	145
CIL 中教学环节设置的变化	148
CIL 教学模式的效果分析	149
参考文献	151
第 6 章 STEM 教育的未来与展望	153
6.1 STEM 教育前行之难	153
关于 STEM 课程	154
关于 STEM 教师的发展	158
6.2 STEM 教育探索之路	160
STEM 与 VR/AR	160
STEM 与大数据	161
STEM 与人工智能	161
6.3 STEM 教育理想之光	162
参考文献	164
附录 A	166
附录 B	179

第1章 Chapter 1

什么是 STEM 教育

1.1 STEM 教育的前世今生

STEM 教育产生的背景

◇ 国际竞争力相对下降

自 20 世纪 90 年代起，在世界自由市场经济浪潮的冲击下，世界经济开始紧密地联系在一起，出现了前所未有的增长。许多发展中国家开始将科学和技术作为经济增长和发展的推动力，并且着手发展更多知识密集型经济。在这种经济结构中，研发知识密集型经济发挥着更多的作用，而科学、技术、工程和数学正是知识密集型经济所需的基本技能。美国意识到自己的国际地位将受到新型经济体的挑战，为了应对这一可能出现的威胁，美国开始反省自己的教育，尤其是与研发密切相关的科学、技术、工程和数学教育。

◇ STEM 人才衔接不当

随着高等教育的普及，世界各国高等教育的发展速度惊人。尤其在亚洲，据估计，从 1980 年到 2000 年，大约增加了 1.2 亿具有高等教育学历的人。中国、印度、韩国、菲律宾和泰国，这几个国家受过高等教育的人数总和占世界受过高等教育人口总数的比例从 14% 上升到 25%。

相比较而言，美国人才的优势在不断减小，加上外国学生与在美人才的比例越来越大，使得美国产生了空前的危机感。因此，美国加强 STEM 教育刻不容缓，上至国会、联邦政府，下至中小学、各学术团体，都在制定对策大力发展 K-12 教育阶段的 STEM 教育，进而提高美国 STEM 教育的整体竞争力。

◇ 工程和技术教育发展不足

美国劳动统计局数据表明，科学和工程的工作岗位的增长率占总体工作岗位增长率的 70%，STEM 毕业生比其他领域毕业生享有更好的工作前景和更高的工资待遇。STEM 人才的短缺势必形成该领域人才的增值。

加强 STEM 教育人才的培养有两个原因：第一，给高等教育输送更多的 STEM 人才，使其毕业后走上工程、技术等工作岗位，为社会创造更多的价值；第二，对于进入大学后没有选择 STEM 学科的学生来说，学校同时肩负着提高非 STEM 学科学生整体素质的重任，从而使其能够在知识密集型社会发展中具备更强大的竞争力。

STEM 这一概念的提出，正是源于美国面对国际人才竞争和经济发展压力下对人才培养的反思，反映了美国对 21 世纪科学技术发展的敏锐洞察力。STEM 教育在美国是一场影响中小学和大学教育的一体化运动。

动动脑筋思考

STEM 教育产生的驱动力有哪些？

1.2 揭开 STEM 教育的面纱

STEM 教育素养

早在 1986 年，美国国家科学基金会发表的《大学的科学、数学和工程教育报告》

中首次提出将“科学、数学、工程和技术教育进行整合”，这份报告中提出的纲领性意见被视为 STEM 教育的开端。

STEM 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 4 门学科的简写，将这 4 门学科缩写是为了强调 STEM 教育是一个偏理工的多学科交融的研究领域。STEM 教育被称为“元学科”(Meta-Discipline)，教育过程中并不是将科学、技术、工程和数学知识进行简单叠加，而是强调将原本分散的 4 门学科内容自然组合形成一个整体，同时融合培养这 4 种素养，如图 1-1 所示。

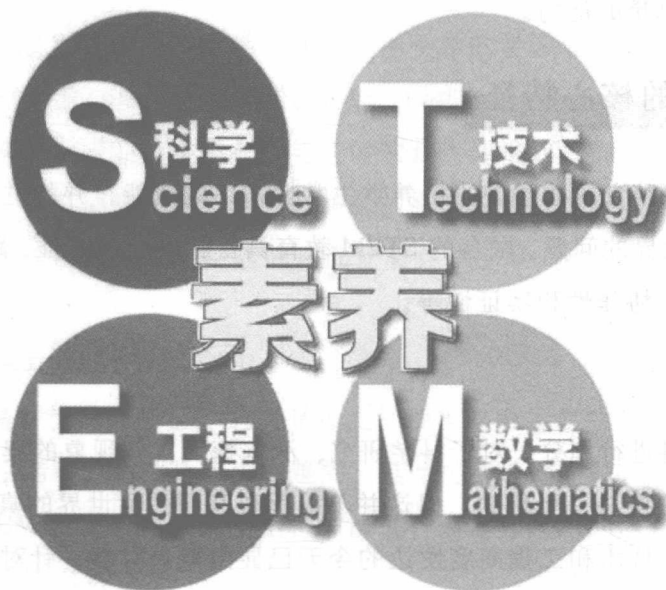


图 1-1 STEM 教育素养

◇ 科学素养 (Scientific Literacy)

科学素养是一种运用科学知识和过程 (如物理、化学、生物科学和地球空间科学) 理解自然界并参与影响自然界的有关决策，主要包括生命与卫生科学、地球与环境科学、技术科学三大领域。

◇ 技术素养 (Technological Literacy)

技术素养是指使用、管理、理解与评价技术的能力。学生应当知道如何使用技术，并且了解技术的发展过程，具备分析新技术如何影响自己、国家乃至整个世界的的能力。技术是对自然环境的革新与改造，以满足人们的现实需求。

◇ 工程素养 (Engineering Literacy)

工程素养是指对技术的工程设计与开发过程的理解。工程课程基于项目的形式,整合多门学科知识,将难以理解的概念与学生生活密切融合,激发学生解决问题的兴趣。工程设计是把科学与数学原理系统地、创造性地用于实践的结果。

◇ 数学素养 (Mathematical Literacy)

数学素养指学生在发现、表达、解释和解决多种情境下的数学问题时进行分析、推断和有效交流思想的能力。

STEM 教育的核心特征

STEM 教育以整合的教学方式培养学生掌握知识的技能,并能进行灵活地迁移应用,以解决真实世界的问题。融合的 STEM 教育具备新的核心特征:跨学科、趣味性、体验性、情境性、协作性和实证性等。

◇ 跨学科

将知识按学科进行划分,对于科学研究、深入探究自然现象的奥秘,以及将知识划分为易于讲授的模块有所帮助,但这并不能反映我们生活世界的真实性和趣味性。分科教学在科学、技术和工程高度发达的今天已显出很大弊端。针对这个问题,理工科教育出现了取消分科、进行整合教育的趋势。STEM 教育应运而生,跨学科性是它最重要的核心特征。

跨学科意味着教育工作者在 STEM 教育中,不再将重点放在某个特定学科上或者过于关注学科界限,而是将重心放在特定问题上,强调利用科学、技术、工程和数学等学科相互关联的知识解决问题,实现跨越学科界限、从多学科知识综合应用的角度提高学生解决实际问题能力的教育目标。

◇ 趣味性

STEM 教育在实施过程中要把多学科知识融于具有趣味性、挑战性、与学生生活相关的问题中,问题和活动的设计要能激发学生内在的学习动机,问题的解决要能让学生有成就感。

STEM教育强调分享、创造,强调让学生体验和获得分享中的快乐感与创造中的成就感。有的项目还把STEM教育内容游戏化(将游戏的元素、方法和框架融于教育场景),将基于探索和目标导向的学习嵌入游戏中,有利于提高学生的团队技能,有利于教育者讲授交叉课程概念和复杂的科学内容主题,并且可以得到更多、更理想的教育产出。

◇ 体验性

STEM教育不仅主张通过自学或老师讲授来学习抽象知识,而且强调学生动手、动脑参与学习过程。STEM教育给学生提供了动手做的学习体验,学生应用所学的科学技术知识应对现实世界问题,创造、设计、构建、发现、合作并解决问题。因此,STEM教育具有体验性特征,学生在参与、体验获得知识的过程中,不仅获得结果性知识,而且获得蕴含在项目问题解决过程中的过程性知识。这种在参与、体验中学习知识的方式对学生今后的工作和生活的长远发展会产生深刻影响。

◇ 情境性

STEM教育具有情境性特征,它不是孤立、抽象地教授学生学科知识,而是把知识还原于丰富的生活中,结合生活中有趣的、具有挑战性的问题,通过解决学生的问题完成教学。STEM教育强调培养学生将知识进行情境化应用的能力,提高学生理解和辨识不同情境的知识素养。

STEM教育强调知识是学生通过与学习环境互动来建构的产物,而不是来自外部的灌输。情境是STEM教育重要而有意义的组成部分。学生的学习受具体情境的影响,如果情境不同,那么学习的内容也不同。只有将学习融入运用该知识的情境中,有意义的学习才可能发生。

老师在设计STEM教育项目时,项目的问题一方面要基于真实的生活情境,另一方面又要蕴含着所要教授的结构化知识。这样,学生在解决问题的过程中,不仅能获得知识,而且能获得知识的社会性、情境性及迁移运用的能力。情境性问题的解决,可以让学生体验真实的生活,获得社会性成长。

◇ 协作性

STEM教育具有协作性,它强调在群体协同中相互帮助、相互启发,进行群体性