

中小学 STEM 教育丛书
丛书主编 赵中建

STEM Project-Based Learning

基于项目的 STEM学习

一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式

An Integrated Science, Technology, Engineering and
Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition)

[美] 罗伯特·M·卡普拉罗
[美] 玛丽·玛格丽特·卡普拉罗 主编
[美] 詹姆斯·R·摩根

王雪华 屈梅 译
赵中建 审校



上海科技教育出版社

中小学 STEM 教育丛书

丛书主编 赵中建

STEM Project-Based Learning 基于项目的 STEM学习

一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式
An Integrated Science, Technology, Engineering, and
Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition)

[美] 罗伯特·M·卡普拉罗

[美] 玛丽·玛格丽特·卡普拉罗 主编

[美] 詹姆斯·R·摩根

王雪华 屈梅 译

赵中建 审校



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于项目的STEM学习:一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式/
(美)卡普拉罗,(美)卡普拉罗,(美)摩根主编;王雪华,屈梅译. —上海:上海科技教育出版社,2016.1

(中小学STEM教育丛书)

书名原文:STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition)

ISBN 978-7-5428-6356-0

I. ①基… II. ①卡… ②卡… ③摩… ④王… ⑤屈… III. ①中小学教育—研究—美国 IV. ①G639.712

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第302737号

责任编辑 曹 一

封面设计 符 劼

“中小学STEM教育”丛书

基于项目的STEM学习:

一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式

罗伯特·M·卡普拉罗

玛丽·玛格丽特·卡普拉罗 主编

詹姆斯·R·摩根

王雪华 屈 梅 译

赵中建 审校

出 版 上海世纪出版股份有限公司
上海科技教育出版社
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

网 址 www.sste.com www.ewen.co

经 销 各地新华书店

印 刷 启东市人民印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 18.5

插 页 2

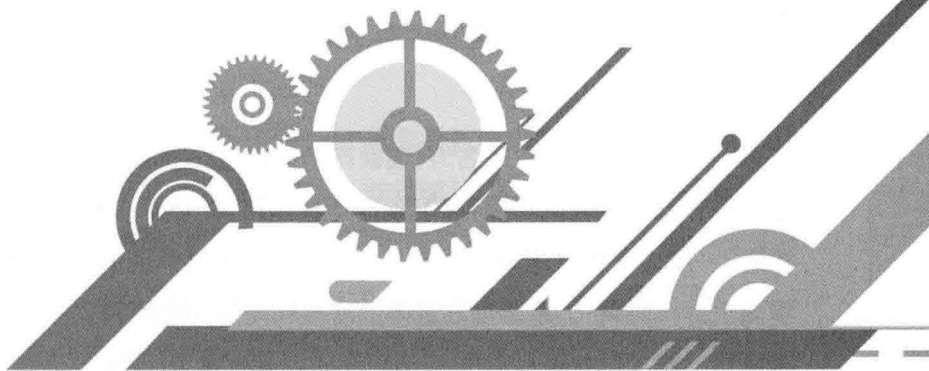
版 次 2016年1月第1版

印 次 2016年1月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5428-6356-0/G·3632

图 字 09-2015-081

定 价 65.00元



正确理解STEM教育

——“中小学STEM教育”丛书总序

最近,英国国际权威科学期刊《自然》(*Nature*)与美国权威科普期刊《科学美国人》(*Scientific American*)合作,在2015年7月15日出版的《自然》期刊上集中推出几篇从幼儿园到大学的“科学、技术、工程和数学”(STEM)方面的文章,并配以非常醒目的封面图片、名为“培育21世纪的科学家”的封面文章和名为“一种教育”的期刊社论,系统审视了全球STEM教育的挑战和希望。美国连接在校教育和职业生涯的期刊《技术》(*Techniques*) 在2015年3月出版了STEM专题(STEM Issue),指出:当STEM教育的重要性和价值已经成为教育改革和经济发展的主要部分时,STEM教育就成为“今天的创新,明天的成功”。同样,由美国督导和课程开发协会主办的著名教育期刊《教育领导》(*Educational Leadership*) 在2015年1月出版了题为《全民STEM》(*STEM for All*)的专题。这一切确切地传递着这样一个信息:现在是关注和重视STEM教育的时候了!

早在近30年前的1986年,美国国家科学基金会(NSF)就发布了名为《科学、数学和工程本科生教育》的报告,强调要“加强大学教育并追求卓越,以使美国下一代成为世界科学和技术领导者”,并就此向各州、学术机构、私营部门和作为联邦机构的国家科学基金会提出诸多建设性建议。这或许是最早提出STEM教育的一份重要文献(最初的英文缩写为SME&T)。国家科学基金会在1996年对美国大学科学、数学、工程和技术教育的十年进展进行回顾和总结,发表了名为《塑造未来:科学、数学、工程和技术的教育新期望》的报告,针对新的形势和问题,对学校、地方政府、工商界等提出明确的政策建议,包括要大力“培养K—12年级教育系统中科学、数学、工程和技术学科的师资队伍”。2007年10月3日,

国家科学基金会又发布了名为《国家行动计划:应对美国科学、技术、工程和数学教育体系的重大需求》的报告(以下简称《国家行动计划》),针对面临的两项主要挑战,提出两个方面的措施:一是要求增强国家层面对K—12年级和本科阶段的STEM教育的主导作用,在横向和纵向上进行协调;二是要提高教师的水平和增加相应的研究投入。而10月3日这一天正是苏联第一颗人造卫星上天50周年纪念日。此时发表《国家行动计划》的目的,就是要向美国朝野警示:50年前的威胁今天正以另外一种形式出现,美国必须时刻不忘加强对学生的STEM教育。

这里还须提及的一份重要文献,是美国总统科技顾问委员会于2010年向美国总统提交的名为《培养与激励:为美国的未来实施K—12年级科学、技术、工程和数学教育》的报告。该报告的如下表述充分显示了STEM教育对于美国的战略意义和积极价值,这在一定程度上也显示出STEM教育的普遍价值:“STEM教育将决定美国未来能否成为世界领袖,能否解决如能源、卫生、环境保护和国家安全等诸多领域的巨大挑战。STEM教育将有助于培养国际市场竞争所需要的能干且灵活的劳动力。STEM教育将确保美国社会继续做出基础性发现并提升我们对我们自身、我们的星球和宇宙的理解。STEM教育将造就科学家、技术专家、工程师和数学家,他们将提出新的思想,制造新的产品并创造出21世纪的全新产业。STEM教育将为每一个个体提供为获取足够生活的薪水,以及为他们自己、他们的家庭和社区作出决定所必需的技术技能和计算素养。”

STEM是科学、技术、工程和数学(Science, Technology, Engineering and Mathematics)的英文单词首字母的缩写。我们可以这样来认识STEM:首先,STEM是分科的,它代表着科学、技术、工程和数学四门独立的学科领域;其次,STEM又是整合的,这或许是今天强调和重视STEM时最为看重的;再次,STEM还是延伸和扩展的。

就分科而言,这里以美国中小学各科标准为例予以说明。最早是美国全国数学教师理事会(NCTM)在1989年公布其《美国学校数学课程与评价标准》,而后又在2000年公布了新版标准《学校数学的原则和标准》。隶属于美国国家科学院的国家研究委员会(NRC)在1996年发布了美国第一份《全国科学教育标准》,且在2013年再次公布了标志着美国新一轮科学教育改革的新标准,即《下一代科学标准》(NGSS)。此次新科学标准第一次将工程和技术教育单独列出并加入到科学教育的标准中,且非常注重跨学科学习和实践参与,“旨在帮助实现科学和工程领域的教育愿景”。2000年4月,美国国际技术教育协会及其下属的“面向全体美国人的技术项目”隆重推出《技术素养标准:技术学习之内容》的全国性中小学技术教育标准。此外,美国国家科学院于2009年发布了由国家工程院和国家研究委员会组成之

“K—12年级工程教育委员会”提出的研究报告《K—12年级教育中的工程：理解现状和改进未来》，并提出中小学实施工程教育的三项原则和七条政策建议，其中的建议七提出：“国家科学基金会和美国教育部应该支持研究‘STEM素养’的特征和界定。研究者应该不仅要思考科学、技术、工程和数学的核心知识，还要思考连接这四个学科领域的大概念(big ideas)。”这是我们理解科学、技术、工程和数学作为各自相对独立的学科的基础。

作为集成战略的STEM教育并不局限于四门各自独立的学科，而是更关注其“整合”的意义和价值。这正如美国瓦利市州立大学(Valley City State University)的STEM教育中心官网在解释“什么是STEM教育”时所说：STEM“超越其首字母缩写所意味的，它远不止于科学、技术、工程和数学”，“STEM教育是关于学生参与的学习，是基于项目的学习，它运用科学探究过程和工程设计过程，是跨学科的，是关于积极学习的，是关于合作与团队工作的，是关于解决实际问题的，它连接抽象知识与学生的生活，整合过程和内容……”。美国“项目引路”(Project Lead The Way, PLTW)机构的观点更明确了STEM教育的整合特点及其现实意义：

STEM教育课程计划旨在使学生参与以活动、项目和问题解决为基础的学习，它提供了一种动手做的课堂体验。学生在应用所学到的数学和科学知识来应对世界重大挑战时，他们创造、设计、建构、发现、合作并解决问题。

美国国家科学院出版社于2014年出版的《K—12年级STEM整合教育：现状、前景和研究议程》，对理解STEM教育的整合有了更为全面的认识，认为“STEM整合教育远不是单独的、定义明确的经验，它包括一系列不同的体验，涉及一定程度的联系。这些体验可能发生在—一个或几个课时内，贯穿整个课程，体现在单一学科或整个学校中，包含于校外活动中”；认为通过对STEM整合方案的研究获得如下三点重要启示：整合必须明确，支持学生学习单个学科的知识，整合并不一定越多越好。

同样，从目前发展的情况看，STEM教育本身也在不断扩展和延伸。首先，STEM教育发端于美国，但现在已经不断地出现在其他国家的教育改革中。如英国教育与技能部早在2006年就发布过《科学、技术、工程和数学计划报告》(*The Science, Technology, Engineering and Mathematics Programme Report*)，英国“代表教育之科学团体”(SCORE)机构在2010年发布了一份三次专业发展活动的总结报告《STEM提供者的变革性课程》(*The Changing Curriculum for STEM Providers*)；2013年全球STEMx教育大会的专题中涉及的国家有芬兰、澳大利亚、新西兰、赞比亚等；此外，还有“美洲国家组织对拉丁美洲与加勒比地区STEMx教育的支持”的专题。

其次,STEM教育本身也在扩大。如全球STEMx教育大会名称中STEM后的x就是最明显的扩大,这里的“x”代表着计算机科学、计算思维、调查研究、创造与革新、全球沟通、协助及其他不断涌现的21世纪所需的知识与技能,“其他不断涌现的”表示出一种极大的“包容性”。此次大会专题中还多次出现STEAM,如“以STEAM为支撑的高尔夫课程”“从STEM向STEAM进发”“STEAM设计”;又如2013年8月,中国第一届中小学STEAM教育创新论坛在浙江温州中学举办;以STEAM模型为中心的技术教育课程设计正成为当前韩国技术教育发展的最新动向。STEAM中的“A”即艺术(Arts)。

再次,STEM教育的实施正在越来越多地与教育信息与通信技术(ICT)结合,而后者的引入为STEM教育的实施提供了更为丰富的方式和途径。美国科学与技术研究联盟(ASTRA)于2013年7—11月连续发布了《2013教育技术》报告,对教育技术革命及其对教育领域的影响进行了全面的阐述,认为“教育技术革命正在为学生创造出更为有效的学习方式,让他们理解学习如何与‘真实世界’相联系,并向他们提供有助于其更为彻底、深入地进行学习所必需的工具”“教育技术正在变革着K—12教育的面貌。随着教育技术延伸至课堂,学生不再是信息的被动接受者。当学生已经拥有智能手机或iPad时,很少有人能够静静地坐在课桌后面”。当STEM教育与迅速发展中的教育信息与通信技术相联系时,它所带来的教育效果或许难以预料,但其前景却令人十分期待。

最后,STEM教育从最初关注或集中于高等教育,到逐步下移至中小学教育乃至幼儿园活动,从国家竞争力人才的培养扩展至学习方式的变革。

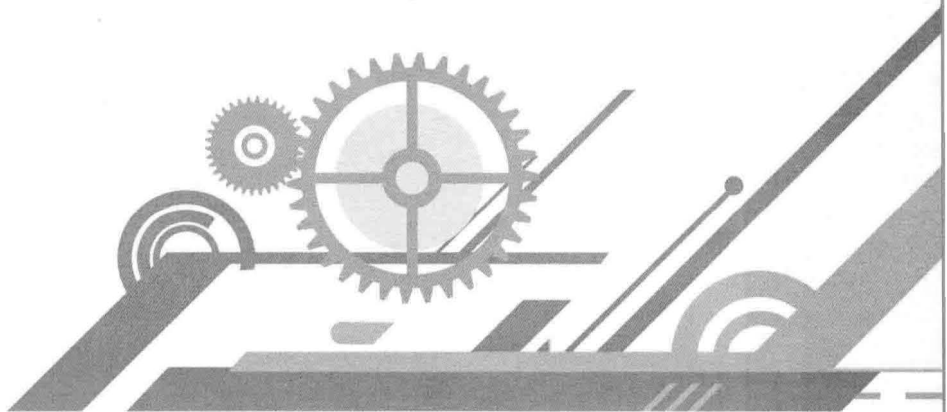
尽管从比较研究的角度看,STEM教育在世界其他国家的出现和实施已经为时不短,且越来越显现其引人注目的积极方面,但它在我国教育研究界和中小学一线的出现只是最近几年的事情。2012年第4期《上海教育·环球教育时讯》曾开辟STEM教育专栏,刊登有《STEM:美国教育战略的重中之重》等若干篇文章,这是我国教育类杂志第一次较为集中地介绍STEM教育,而由中国科协青少年科技中心翻译、科学普及出版社于2013年出版的《STEM项目学生研究手册》,或许是我国第一本有关STEM教育的译著。

我国中小学新课程改革至今已有10多年的发展历史,且已取得相当的成就并获得诸多有益的经验,但在如何延续或深化这一课程改革,尤其在学校教育如何注重培养学生的批判性思维和问题解决能力(或者说21世纪基本素养或技能)等方面,国际的经验或许可以为我们提供某些方面的借鉴。为了使我们能够充分了解世界其他国家尤其是美国在中小学课程改革和发展中实施STEM教育的现状,从中获得某些有益的经验,我们策划出版“中小学STEM教育”丛书(本丛书系由赵中建教授主持承担的上海市教育科学规划课题“美国中

小学STEM教育研究”成果之一),其中既有翻译著作,包括美国国家科学教师协会出版社(NSTA Press)于2012年出版的《在课堂中整合工程与科学》、英国劳特里奇出版社(Routledge Press)于2013年出版的《设计·制作·游戏:培养下一代STEM创新者》及荷兰Sense出版社(Sense Publishers)于2013年出版的《基于项目的STEM学习:一种整合科学、技术、工程和数学的学习方式》3本译著;也包括由丛书主编赵中建教授负责选编或撰写的《美国STEM教育政策进展》和《美国中小学STEM教育研究》2本著作;同时计划出版出自我国一线学校的相关著作。

华东师范大学 课程与教学研究所 赵中建
国际与比较教育研究所

2015年8月25日

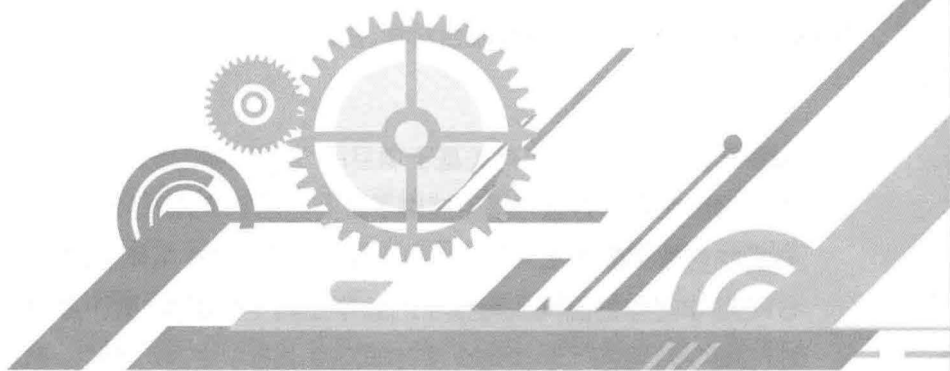


致谢

Aggie STEM团队*(Aggie STEM Team)向所有教师、学生和行政管理人员表示感谢,没有你们的配合和参与,本书无法完成。特别感谢A·J·穆尔学院(A. J. Moore Academy)、W·C·埃金斯HS STEM学院(W. C. Akins HS STEM Academy)以及分别位于休斯敦、达拉斯、大草原城和圣安东尼奥的哈莫尼STEM学院(Harmony STEM Academies)。休斯敦的STEM学院(STEM Academy)和韦科的拉波波特学院(Rapoport Academy),也令我们深受鼓舞。感谢与我们有长期合作关系的几个学区,包括达拉斯独立学区、哈莫尼公立学校和韦科独立学区。

毫无保留地说,如果没有出色的行政支持和领导,STEM教育将会陷入困境。洛伊丝·布洛克(Lois Bullock)博士、卡迪尔·阿尔穆斯(Kadir Almus)博士、罗伊斯·埃弗里(Royce Avery)博士、胡安·冈萨雷斯(Juan Gonzalez)先生、安吉拉·雷埃(Angela Reiher)博士和泽纳·塔勒姆(Soner Tarim)博士都是STEM教育方面出色的领军人物和创新者,他们的行政领导对培育STEM教育发挥了巨大的作用。

* 译者注:Aggie STEM团队系美国得州农工大学教育与人文发展学院(College of Education and Human Development)和德威特·洛克工程学院(Dwight Look College of Engineering)合作组建的研究团体,旨在向得州的教育工作者提供推进STEM教育所必需的知识和工具,主要通过基于项目的学习(PBL)、专业学习共同体和最新的技术来帮助学校和教师实现成功实施STEM教育这一目标。



前言

设计基于项目的STEM学习概述

——明确的结果和模糊的任务*

我们对基于项目的STEM学习(STEM Project-Based Learning, 缩写为STEM PBL)的定义驱动了本书述及的所有设计和实施的决策。因此,在阅读正文包括回顾我们的PBL 案例或设计自己的活动前,先快速解析我们的定义是非常有用的。

在构思本书的时候,我们不想让读者在开始计划和实地操作之前先要通读全书。相反,我们设想的是策略性阅读或即时性阅读。因此,本书大部分是跟随设计七原则(7 Design principles)按顺序编排的。我们也考虑到实施过程中可能会出现的问题,所以本书要便于读者很快找到相应章节的内容。因此,在第一章中,我们解释了什么是基于项目的STEM学习,以及在课堂教学中使用这一方法的依据。第二章重点指出基于项目的STEM学习方法的薄弱根基,详细阐述了项目教学方法的历史背景。第三章包括设计基于项目的STEM学习活动的理论依据,为最初的尝试建立基础。第四章用于继续优化项目。一旦建立了自己的学习项目,并且想让教师同事参与其中,这就涉及基于项目的STEM教学具体的参与人物、时间和地点(第五章)。有了同事参与,就要面对第六章里提到的跨学科教与学过程中所出现的问题。当一个教师团队开始构建可以全面实施的项目时,理解基于探究的学习和基于项目的STEM学习、提问之间的关系是至关重要的(第七章)。第八章详细描述了技术发挥的重要作用,技术不是附加的,而是开展教学过程的必备工具。如果没有虚

* 译者注:原文为 Well-defined Outcome and Ill-defined Task,由于这两个概念贯穿全书,出于行文简洁的考虑,现统一译作“明确的结果”和“模糊的任务”,“定义”二字均不译出。

拟世界这一主题,任何有关基于项目的STEM学习的书或者有关技术的章节都是不完整的。虚拟世界的力量为学习提供了重要的启示,可以使基于项目的STEM学习富有生机,并把学习效果最大化。(第九章)因为存在如此之多具体的教学方式,而考虑把基于项目的STEM学习作为面向所有孩子的教学工具十分重要,第十章具体阐述了应用基于项目的STEM学习到各种学生尤其是有学习障碍的学生的可能性。教师无论何时试图实施新的教学方法,经常通过对学生的行为而不是对学生学习有作用的客观测试来标记使用这种方法的成败。由于学生很可能必须了解在基于项目的STEM学习环境中如何学习,第十一章具体阐述了课堂管理方面需要考虑的因素。与课堂管理紧密相连的是评价,例如:如何评价,何时评价,评价什么,第十二章说明了这些问题。最后两章阐述了与英语语言学习者有关的两个非常重要的问题。这两章非常关键,因为基于项目的STEM学习面向全体学生,能够融合社会科(Social Studies)课堂中的活动,并且在社会科课堂中使用。在本书的最后,我们提供了很多评价量规的样本、表格、指南、范例和准备性文件,帮助你来实施基于项目的STEM学习。

明确的结果:明确的结果来自两个方面的考虑,那就是工程设计的过程和高风险的问责与标准。工程师总是在想好最后结果的情况下开始工作,例如:拓宽河流,将燃料的消耗最小化,等等。在现代高风险测试的环境中,教学设计者也应具有这样的思维。需要牢记在心的一点是我们的基于项目的STEM学习的设计过程总是始于一个可测量的目标,其典型地包括在教学设计之前终结性评价的设计,确保学生实际达到这一目标。在最好的情况下,这些终结性评价包括开放式评价和选择题,这些开放式评价看起来非常像来自PBL的学习活动,选择题的形式和内容与学生将来要面对的地方、州和国家评价体系中试题的题型相似。这绝对不是针对考试而进行的应试教学,而是根据教学目标而设计的教学活动。

因为我们大多数的工作是在得克萨斯州进行的,所以我们选择了得克萨斯州立标准(<http://www.tea.state.tx.us/teks/>)来演示我们的设计过程。但是对使用者来说,指导日常教学的地方标准、州的标准,或者国家标准,才是明确设计之结果的开端。我们所有基于项目的STEM学习都始于一个设计好的有明确定义的结果,也可以把它标定为首要目标。首要目标要通过与次要目标整合,明确的结果才能得到发展。正是这种整合后的结果才是启动设计过程、终结性评价设计以及所有教学设计方面决定的基础。次要目标也是至关重要的,因为它们定义了整合,并且为我们的PBL提供了STEM。我们也鼓励大家根据次要目标进行小组计划。次要目标的评价的不同角度(形成性的角度和终结性的角度)取决于这些目标的原本意图。请大家一定要抵制诱惑,不要将次要目标中的单个概念拿出来作为首要目标实施基于项目的学习。如果改变了明确的结果,那就一定要改变基于项目的学习

本身。

模糊的任务:在探究过程中,模糊的任务是至关重要的。经常出现的情况是,动手活动是对学生已懂概念的验证,或者是对教师已经教授过的概念的验证。基于项目的STEM学习的一个特点是对任务的定义比较模糊。这一特点要求学生具有高阶思维技能、问题解决能力,以及更多的内容学习。对基于项目的学习常见的一种误解是这种学习方法混乱而随意。事实远非如此。模糊定义并不是缺乏设计。教师设计的任务一定要让学生调查研究,允许问题有多种解决方案,任务包含的所有情境在对模糊界定的成果有一个共同的理解的基础上会合。

将基于项目的STEM学习在课堂上付诸实践:作为一名教师,在过渡到基于项目的STEM学习的任务和学习过程中,你和你的学生都需要实践和支持。可以帮助加快过渡期的一个简单建议是扩展的5E教学模型。我们选择使用5E模型来交流我们的设计,同时也认识到有其他适当的探究模型经过修改之后也适合基于项目STEM学习。要抵制诱惑,不要告诉学生要学什么,让他们学就好了!要让学生发言,也要好好设计自己的发言,但教师不是第一个发言者,也不是最后一个发言者,更不是发言最多的人。本书介绍了一些我们过去使用过的基于项目的STEM学习,把它们作为业经测试的例子推荐给读者,帮助你学习怎样设计并实施基于项目的STEM学习。这不是一个全面的清单,我们也不认为这本书会大幅度改善你对基于项目的STEM学习的实施。因为不同地方不同州的标准各不相同,资源也各不一样,潜在的合作伙伴也不同,诸如此类的差别很多,所以每个人的基于项目的STEM学习也应该是不同的。祝大家好运!

目录

前言	1
第一章 基于项目的STEM学习介绍 ——为什么要采用PBL?为什么要开展STEM教育? 为什么是现在?	5
第二章 项目方法的历史背景	13
第三章 设计基于项目的STEM学习:理论框架	27
第四章 用工程学思想提升项目质量	48
第五章 基于项目的STEM学习三问:人物、时间、地点	63
第六章 跨学科的基于项目的STEM学习	77
第七章 基于项目的STEM学习:基于探究的学习的特殊形式	89
第八章 基于项目的STEM学习中的技术	99
第九章 支持基于项目的STEM学习的虚拟世界之启示	115
第十章 针对特殊学生的基于项目的STEM学习与教学	125
第十一章 课堂管理方面的考虑:实施基于项目的STEM学习	145
第十二章 基于项目的STEM学习之评价的观念转变	158
第十三章 英语语言学习者和基于项目的学习	173

第十四章 基于项目的学习:一种整合社会科和STEM的

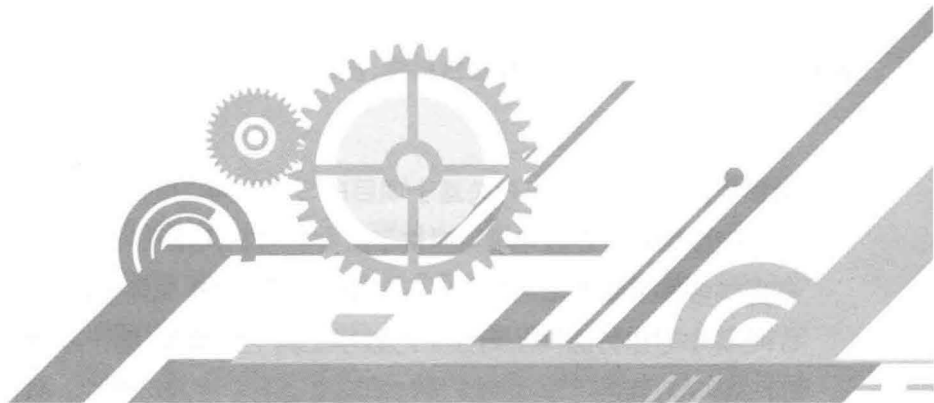
跨学科方法	189
-------------	-----

附录

附录A 非牛顿流体力学	204
企业项目通告1	211
企业项目通告2	213
企业项目通告3	216
企业项目通告4	219
附录B 理想的评价量规	222
附录C 口头演示评价量规	224
附录D 个人演示评价量规	226
附录E 团队演示评价量规	228
附录F 基于项目的STEM学习中故事板编制指南	229
附录G 跨过峡谷:在“明确的结果和模糊的任务”理念指导下 用棒冰棍搭桥	231
工程和设计:桥梁最终效率等级评价量规	237
工程和设计:桥梁最终设计笔记评价量规	238
附录H 为基于项目的STEM学习建立协作的组织行为和规范	239
附录I 组建高质量的团队	241
附录J 个人责任和时间管理报告	243
附录K 责任记录	244
附录L 同伴评价材料	246
附录M 领导力/努力加分表	247
附录N 简单的小组公约	249
附录O 小组公约样本	250

附录 P	团队公约	252
附录 Q	个人反思	254
附录 R	团队合作反思	255
附录 S	基于项目的 STEM 学习的教师互评表	256
附录 T	项目学习观察记录	259
附录 U	项目开发评价量规	263
附录 V	谁杀害了鲍勃·科瑞斯特 ——一个解决动机问题的案件	265
附录 W	PBL 补充资料:项目学习的快速测试	267
附录 X	教师的项目学习检查表	270
附录 Y	基于标准的项目	272
附录 Z	明确的结果和模糊的任务(WDO-IDT)的评价量规	274





前言

设计基于项目的STEM学习概述

——明确的结果和模糊的任务*

我们对基于项目的STEM学习(STEM Project-Based Learning, 缩写为STEM PBL)的定义驱动了本书述及的所有设计和实施的决策。因此,在阅读正文包括回顾我们的PBL案例或设计自己的活动前,先快速解析我们的定义是非常有用的。

在构思本书的时候,我们不想让读者在开始计划和实地操作之前先要通读全书。相反,我们设想的是策略性阅读或即时性阅读。因此,本书大部分是跟随设计七原则(7 Design principles)按顺序编排的。我们也考虑到实施过程中可能会出现的问题,所以本书要便于读者很快找到相应章节的内容。因此,在第一章中,我们解释了什么是基于项目的STEM学习,以及在课堂教学中使用这一方法的依据。第二章重点指出基于项目的STEM学习方法的薄弱根基,详细阐述了项目教学方法的历史背景。第三章包括设计基于项目的STEM学习活动的理论依据,为最初的尝试建立基础。第四章用于继续优化项目。一旦建立了自己的学习项目,并且想让教师同事参与其中,这就涉及基于项目的STEM教学具体的参与人物、时间和地点(第五章)。有了同事参与,就要面对第六章里提到的跨学科教与学过程中所出现的问题。当一个教师团队开始构建可以全面实施的项目时,理解基于探究的学习和基于项目的STEM学习、提问之间的关系是至关重要的(第七章)。第八章详细描述了技术发挥的重要作用,技术不是附加的,而是开展教学过程的必备工具。如果没有虚

* 译者注:原文为 Well-defined Outcome and Ill-defined Task,由于这两个概念贯穿全书,出于行文简洁的考虑,现统一译作“明确的结果”和“模糊的任务”,“定义”二字均不译出。

拟世界这一主题,任何有关基于项目的STEM学习的书或者有关技术的章节都是不完整的。虚拟世界的力量为学习提供了重要的启示,可以使基于项目的STEM学习富有生机,并把学习效果最大化。(第九章)因为存在如此之多具体的教学方式,而考虑把基于项目的STEM学习作为面向所有孩子的教学工具十分重要,第十章具体阐述了应用基于项目的STEM学习到各种学生尤其是有学习障碍的学生的可能性。教师无论何时试图实施新的教学方法,经常通过对学生的行为而不是对学生学习有作用的客观测试来标记使用这种方法的成败。由于学生很可能必须了解在基于项目的STEM学习环境中如何学习,第十一章具体阐述了课堂管理方面需要考虑的因素。与课堂管理紧密相连的是评价,例如:如何评价,何时评价,评价什么,第十二章说明了这些问题。最后两章阐述了与英语语言学习者有关的两个非常重要的问题。这两章非常关键,因为基于项目的STEM学习面向全体学生,能够融合社会科(Social Studies)课堂中的活动,并且在社会科课堂中使用。在本书的最后,我们提供了很多评价量规的样本、表格、指南、范例和准备性文件,帮助你来实施基于项目的STEM学习。

明确的结果:明确的结果来自两个方面的考虑,那就是工程设计的过程和高风险的问责与标准。工程师总是在想好最后结果的情况下开始工作,例如:拓宽河流,将燃料的消耗最小化,等等。在现代高风险测试的环境中,教学设计者也应具有这样的思维。需要牢记在心的一点是我们的基于项目的STEM学习的设计过程总是始于一个可测量的目标,其典型地包括在教学设计之前终结性评价的设计,确保学生实际达到这一目标。在最好的情况下,这些终结性评价包括开放式评价和选择题,这些开放式评价看起来非常像来自PBL的学习活动,选择题的形式和内容与学生将来要面对的地方、州和国家评价体系中试题的题型相似。这绝对不是针对考试而进行的应试教学,而是根据教学目标而设计的教学活动。

因为我们大多数的工作是在得克萨斯州进行的,所以我们选择了得克萨斯州立标准(<http://www.tea.state.tx.us/teks/>)来演示我们的设计过程。但是对使用者来说,指导日常教学的地方标准、州的标准,或者国家标准,才是明确设计之结果的开端。我们所有基于项目的STEM学习都始于一个设计好的有明确定义的结果,也可以把它标定为首要目标。首要目标要通过与次要目标整合,明确的结果才能得到发展。正是这种整合后的结果才是启动设计过程、终结性评价设计以及所有教学设计方面决定的基础。次要目标也是至关重要的,因为它们定义了整合,并且为我们的PBL提供了STEM。我们也鼓励大家根据次要目标进行小组计划。次要目标的评价的不同角度(形成性的角度和终结性的角度)取决于这些目标的原本意图。请大家一定要抵制诱惑,不要将次要目标中的单个概念拿出来作为首要目标实施基于项目的学习。如果改变了明确的结果,那就一定要改变基于项目的学习