

STEM教育背景下 中小学生学习力培养策略研究*

蒋志辉^{1,2}, 赵呈领¹, 周凤伶¹, 梁云真¹, 黄 琰¹

(1.华中师范大学 教育信息技术学院, 湖北 武汉 430079; 2.长沙师范学院 电子与信息工程系, 湖南 长沙 410100)

摘要:学习力是信息化时代中小学生学习最重要的能力之一, 对学生的成长成才至关重要。STEM教育致力于跨学科知识融合来培养学生的科学探究能力和问题解决能力, 与学生学习力的培养目标不谋而合, 突出表现在其核心特征、课程设计、学习过程、设计原则、教育应用对学生学习动力、学习能力、学习互惠力、学习创造力的提升方面。该文构建了基于STEM教育的学生学习力培养策略模型, 该模型以STEM课程为核心、以课外活动为延伸、以教师素养为保障, 对基于STEM教育的学习力课程设计原则、流程等问题进行了探讨, 并给出了具体实例。

关键词:STEM教育; 学习力; 培养策略

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

学习力的概念自20世纪末提出后就引起国内外学者的广泛注意并成为炙手可热的研究议题, 取得了丰硕研究成果。对学生学习力培养的目的是要求学生不仅拥有特定的知识与技能, 更需具备终身学习的意愿与能力, 才能适应未来的变化, 不断丰富自己的能力结构, 以形成系统解决一切问题的能力^[1]。2015年, 麻省理工学院原媒体实验室主任尼古拉斯·尼葛洛庞帝(Nicholas·Negroponte)教授在“国际学习力高峰论坛”中强调人类最重要的能力是学习力, 教育最重要的使命是重新设计学习^[2], 任友群教授在《“十三五”教育信息化对教学和学习的考虑》报告中提出了“国家学习力”的概念, 指出运用信息技术来拓展知识总量, 提升知识质量, 增加知识流量, 加快信息和知识的有效流动, 是21世纪国家学习力的重要保障^[3]。学习力的培养与提高对传统教育提出了变革的命题, 要求学校教育能就“有效学习”“教育方式”等展开更为全面、具体、可行的考量。而STEM教育以跨学科知识融合为理念, 借助技术手段, 旨在培养学生综合实践能力和问题解决能力, 强调学生在掌握科学、

技术、工程和数学知识的基础上培养其设计能力、合作能力、动手实践能力、问题解决能力和创新能力, 能够达成培养学生学习力的目标, 二者在其理念与思路上不谋而合。基于此, 文章将学生学习力的培养置于STEM教育背景下, 提出基于STEM教育理念有效培养中小学生学习力的策略建议, 并设计基于STEM教育的“制作弹力球”实验教学过程, 详细介绍了基于STEM教育的中小学生学习力培养实践。

一、研究基础

(一)“学习力”的内涵及要素分析

梳理学习力与学习、学习风格、学习评价和支持的关系对有效培养学生学习力至关重要, 本文通过从定义和构成要素两个维度对国内外学者关于学习力的含义进行全面剖析(如下页表1所示)。不难发现, 学习力是难以阐释和理解的人们直观意识的一个复杂术语, 受学习者内在和外在诸多因素影响。笔者采用Crick R D在*Learning Power in Practice: A Guide for Teachers*一书中的观点, 将学习力聚焦于一种意

* 本文系教育部—中国移动基金项目“师范生信息化教学能力标准与培养模式实证研究”(项目编号: MCM20150607)、湖南省教育科学“十三五”规划省级一般资助项目“义务教育教师信息化教学能力培养策略与实证研究”(项目编号: 湘教规科通[2016]2号XJK016BXX012)、湖南省哲学社会科学基金项目“湖南省中小学校教育信息化现状与对策研究”(项目编号: 湘社科办[2015]20号15YBA030)阶段性研究成果。

① 赵呈领为本文通讯作者。

识形式，这种意识形式以个体独特的性格、价值观和态度通过生活、学习的过程及与世界的联系相融合起来。英国“有效终身学习编目(ELLI)”的实验研究证实，构成学习力的七个要素能够作为人们从不同学习环境中评价和量化学生学习力的基本框架，分别为：变化和学习(Changing and Learning)、关键好奇心(Critical Curiosity)、意义形成(Meaning Making)、创造性(Creativity)、学习关系(Learning Relationships)、策略意识(Strategic Awareness)、顺应力(Resilience)^[4]。

表1 学习力定义及构成要素分析

学者	“学习力”定义	“学习力”构成要素
贺武华 ^[5]	支撑学习者持续不断学习的各种力量因素的综合系统	动力系统、行为系统、调节系统、环境支持系统
苏丹兰 ^[6]	人们在日常学习、生活和工作中逐渐形成的学习经验和学习能力	学习经验、学习能力
吴振利 ^[7]	系统而深入地发动学习、维持学习、推进学习、改善学习与创新学习之力的组合	学习动力、学习毅力和学习能力
张雪娇 ^[8]	把知识资源转化为知识资本，以获取和保持持续竞争优势的状态和过程的能力	学习动力、学习毅力、学习能力、学习效率和学习转化力
高志敏 ^[9]	组成其诸要素因作用机制不同而分别属于推动学习行为的基础性力量、间接性力量和直接力量，从而构成原发层、内化层和外化层	原发层：意志、兴趣、动机和毅力；内化层：智力、记忆力、理解力、思考力；外化层：知识的应用力、适应力、创新力
克莱斯顿 ^[10]	构建学习力就是要使年青一代变成更好的学习者，发展他们的可迁移的学习力，为终身学习做好准备	动机、过程与行为变化等方面：顺应力(Resilient/ Resilience)、策应力(Resourceful/ Resourcefulness)、反省力(Reflective/ Reflection)、互惠力(Reciprocal/ Relationships)
柯妮卡(R.D.Crick) ^[11]	在双螺旋结构中，促进学习意愿与学习结果相互作用的力量就是学习力	
张声雄 ^[12]	一个人或一个企业、一个组织学习的动力、毅力和能力的综合体现	学习动力、学习毅力、学习能力
Crick R D, Claxton G ^[13]	学习力是一种意识形式，这种意识形式以个体独特的性格、价值观和态度融合起来	
威廉·柯比 ^[14]	所有影响学习者学习“力”相互凝聚形成的混合处置；学习者的学习力是可以发展的，能够在获取知识的过程中开发建构	学习动力、学习态度、学习方法、学习效率、创新思维和创造能力
广冈 ^[15]	从学习力的客体侧面与主体侧面相统一，将学力设为三层结构，它以思维态度(含思维、操作、感受表达诸态度)为核心，以知识(技术)为外围，二者相结合构成学习力模型	
迈克杰屈(B.J.McGettrick) ^[16]	学习力的“双螺旋结构”理论。其一是反映学习者的意愿的学习态度、情感、意向、动机、价值观；其二是反映学习试图达成的结果的知识、理解和技能	

续表1

郭黎岩等 ^[17]	学习力作为一种蕴藏于人脑中的潜能，是能得以开发与培养的终身学习之力	学习动力、学习毅力、学习能力和学习创新力的总和
吕晓娟 ^[18]	学习过程中，以自主、合作、探究为基本学习方式来获得知识和能力，以促进学习品质不断提升的动态能力系统，是衡量一个人综合素质和竞争力强弱的尺度	学习动力、学习毅力、学习能力、学习转化力和学习创造力的总和

为更好地研究学生学习力的培养，结合我国中小学生的学习特点和实际情况，根据Crick R D对学习力的定义及ELLI项目的学习力七个构成要素，笔者将其概括为学习动力、学习毅力、学习能力、学习互惠力和学习创造力五个方面，如图1所示。

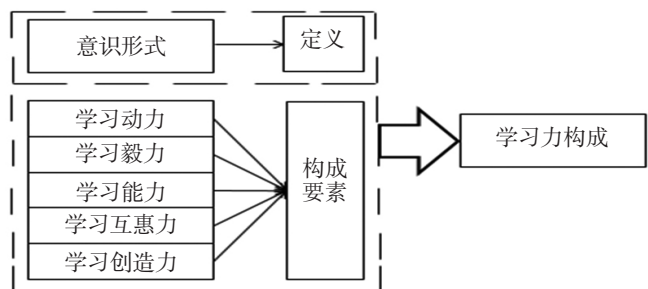


图1 学习力构成模型

学习动力来源于个体对知识的追求和兴趣，是学习者学习的内部驱动力；学习毅力是学习者在学习环境中的持久力及形成的稳定的意志品质；学习能力是学习者在不断学习和获得新知过程中解决问题的能力；学习互惠力是学习者在学习过程中与他人协作、沟通交流的能力；学习创造力是在上述四种能力的基础上，具有创新思维，将所学知识内化吸收迁移的新发现和新创造^[19]。

(二)国内外学习力提升策略研究现状

1.国外研究现状

学习力的概念最初起源于“学习型组织”的管理学研究，1965年，美国麻省理工史隆管理学院佛睿斯特教授提出“学习力”概念，认为学习力是个人或组织学习的动力、毅力和能力的综合体现，是把知识资源转换成知识资本的能力^[20]。自此，国外学者对学习力的提升策略从有效学习方式、终身学习意识和课堂教学训练等视角进行了探索。

有效学习方式：1985年，澳大利亚墨尔本郊区的Laverton中学与高校研究者合作创建的促进有效学习的项目(PEEL: The Project for Enhancing Effective Learning)，从课堂教学方法出发，帮助学习者成为见识广、目的强、更智慧、有主见的学习者的方式受到许多国家和地区的推崇^[21]。2002年，英国布里斯托尔大学教育学院的教授Claxton等人参与发起的

有效终身学习编目(ELLI)项目是以相互作用者的方向动态评价学生学习力的最好形式,从学生和教师相互作用和关系出发,通过学生和教师的不同反馈形式探寻课堂提升学习力的七个方法:创造健康的学习关系、开展对话、示范学习榜样、反思学习过程、评估学习效果、提供学习挑战及创设学习环境促进学生有效学习^[22]。

终身学习意识: Guy Claxton教授在Frieda Corpe幼儿园通过为学生创造学习文化并告知学习者可以学习一切东西来强化学习者的学习意识;鼓励学生们合作学习,培养学生自信心,尊重不同学生的学习风格,以转换学习(Transformational Learning)的方式对学生作品进行展示来提升学生学习力,培养终身学习的意识^[23]。

课堂教学训练: West Coast Teaching Alliance在维多利亚幼儿学校及其他五所学校中通过数学课实施联系(Connect)—延伸(Stretch)—转化(Transfer)的教学模型辅以持续更新的学习展示墙使学生学习力和数学成绩水平大幅度提高^[24]。美国诺埃尔·兰迪博士在《超级学习力训练》中从学习技巧、学习方法、时间管理、记忆术、阅读力、记笔记、激升写作力、应付考试等多个方面阐述了提高学习者学习力的多种有效策略^[25]。

2.国内研究现状

国内学者对学习力的相关研究起步较晚,但仍从教学理念及方式、学生和教师等三个角度为学生学习力的培养提升提出了有效实施策略。

教学理念及方式方面:“以学习者为中心”的教育理念不仅解决“培养什么样的人”的问题,还解决“怎样培养人”的问题,大学生学习力的培养关键是实现“还教于学”“还学于人”“还生于人”的三大转变。以科学阅读、科学记忆、手指运动、花样跳绳以及思维导图的多样学习方式培养学生的“海量阅读”“博闻强识”“心灵手巧”。

学生方面:提出大学生要明确总的学习目标,加强意志品质的锻炼,提高信息素养,改进学习方法,提高学习效率,要做到学而后思进而做,学会认知、学会做事、学会共处、学会生存。

教师方面:在构建学习力的过程中,教师的教育技术能力是促进学生学习力的重要决定部分,教师可采取课堂提问策略并不断提升自身素养以适应培养学习力的挑战。翻转课堂的汹涌浪潮为培养大学生的学习力提供了新视角,通过对翻转课堂的有效设计能够使课堂教学成为学习共同体,教学更具教育味道且有创生的可能,扩大了教学生态圈。

国内外学者对学习力的努力探索为学生学习

力的有效提升奠定了坚实基础。但通过对文献分析不难发现,国内学者主要聚焦于大学生的学习力培养策略,对中小学生的学习力策略研究鲜有涉及,国外学习力的提升策略研究更多是从宏观层面展开论述,尽管也从课堂教学训练视角对其展开了具体的研究,但由于基础教育差异性,国外的相关经验并不能完全适合我国中小学生的学习和认知特点。而以跨学科知识融合为理念,以培养学生问题解决能力和综合实践能力为目标的STEM教育正在我国如火如荼开展,STEM的教育应用及创新培养方式能够对中小学生的学习力培养提供全新的理念和思维。

二、STEM教育背景下中小学生学习力培养的可行性

1986年,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)在《大学的科学、数学和工程教育报告》中首次提出“科学、技术、工程和数学”教育融合的理念。自此,STEM教育被美国各界领导者作为开启恢复经济的关键钥匙,纷纷强调STEM教育对国家经济创新^[26]、教育创新^[27]、构建智慧国家^[28]的核心地位。STEM教育致力于以跨学科课程知识融合的理念培养学生科学探究能力和问题解决能力,帮助学生形成STEM素养,有助于激发学生的学习动力,提高学生的学习能力,锻炼学生的学习毅力,加强学生沟通交流写作的互惠力,促进学生知识的内化迁移和创造力的进阶发展。本文结合中小学生学习力的构成要素,构建了STEM教育培养和提升中小学学生学习力的模型(如图2所示)。

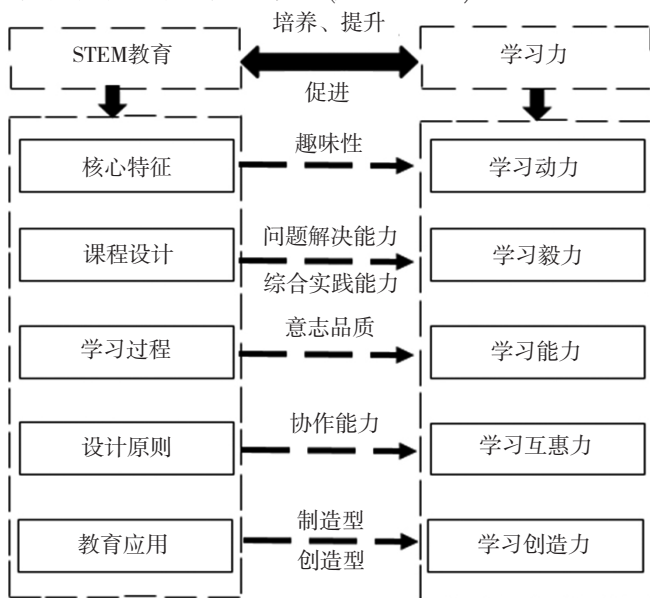


图2 STEM教育提升中小学生学习力的可行性分析模型

首先,STEM教育核心特征有助于学生学习动

力的激发。具有自身的独特性及核心特征的STEM教育强调在实施过程中把多学科知识融于有趣、具有挑战性、与学生学习生活相关的问题中,具有能够激发学习者学习动机的趣味性,进而提高学习者的学习动力^[29];其次,STEM的课程设计有助于学生学习能力的提高。学生在STEM教育背景下通过开设的STEM课程形成利用科学知识及探索过程理解真实世界的的能力,知道怎样使用新技术、了解技术发展,具有分析新技术如何影响人们、社会及世界的的能力,能够从基于项目的跨学科整合课程的工程设计过程探究技术是如何发展的,具有分析、推理、解释不同情境中问题的解决能力和综合实践能力培养有助于学生学习能力的提高^[30];再次,STEM的学习过程有助于学生学习毅力的锻炼。学生能力的获得是一个持久连续的过程,需要学习者在特定的学习环境下所形成的稳定性的学习意志品质,保持学习的热情,不断进行学习和积极探索学习奥秘的毅力;此外,STEM秉持的课程设计原则有助于学生互惠力的增强。STEM课程的设计原则遵循“学生通过参加基于问题的学习、基于项目的学习和基于活动的学习实现学生学术成就、高阶思维技能和合作学习能力的提高”^[31]。强调协作性,即学生能够在群体中相互帮助,通过STEM课程的学习过程,学生能够在群体中进行协作互动交流,发挥自己的力量;最后,STEM的教育应用有助于学生创造力的培养。STEM教育以建构主义和认知科学为理论基础,通过为学生创设丰富且持续更新的学习环境,使学生积极建构知识,强化对知识的理解、记忆和迁移,将跨学科知识运用到其他问题,促进知识融合和迁移^[32];利用技术手段和工程设计过程运用批判性思维完成已有形态物品的生产和改良,创新物品的设计和改造过程是一种典型的建构主义教学实践,制造型STEM教育及创造型STEM教育应用的核心目标是培养学生的创造力和转化力^[33]。

因此,STEM教育从自身的核心特征方面以趣味性激发学习者的学习动力;从课程设计角度以提高学生解决问题能力、综合实践能力提高学习者的学习能力;从学习过程中以形成稳定的学习意志品质锻炼学习者的学习毅力;从课程设计原则视角以协作学习方式增强学习者的互惠力;从最终教育应用方面以制造型和创造型教育培养学生的创新力和创新思维。通过这些能力的培养和学生高阶思维的运用及综合实践能力提高学生的学习力。

三、基于STEM教育学生学习力培养策略模型之构建

结合中小学生学习力的构成要素,借助技术手段,达成STEM教育跨学科知识融合的教学理念和培养学生问题解决能力、综合实践能力的目标,笔者架构了“以STEM课程为培养学生学习力的核心,以课外活动为培养学生学习力的拓展延伸,以教师素养为培养学生学习力的重要保障”的基于STEM教育的学生学习力培养策略模型,如图3所示。

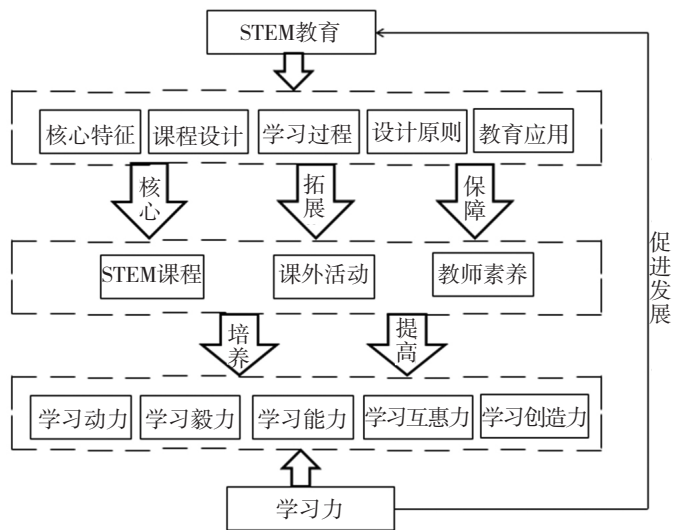


图3 基于STEM教育学生学习力培养的策略模型

(一)STEM课程：学生学习力培养之核心所在

STEM教育强调跨学科知识的融合,包含科学、技术、工程和数学四个领域,虽然不是这四个领域知识的简单相互叠加,但是每个领域都有其相关的课程(如表2所示)。诚然,一些有关社会和行为科学(经济学、社会学等)的课程也属于STEM课程之列,但考虑到中小学生的认知水平和学习特点并未将其列入。

表2 STEM教育课程设计简表

科学	技术
生物、化学、海洋生物学、物理、科学	计算机/信息系统、游戏设计、编程开发、网页/软件开发
工程	数学
化学工程、土木工程、计算机工程、电子/电气工程、通用工程、机械工程	数学、统计

STEM教育将涉及四个领域的课程以跨学科融合形式通过应用、受益、促进、被用、包含和探究连接,让学生以科学的方法、探究的精神,通过各学科知识的综合运用和灵活迁移发现世界、改造世界。STEM课程在有趣的主题引导下以培养和提高

学生学习力为目标, 经过不断尝试创新的过程使学生获得综合实践能力和问题解决能力。

(二) 课外活动: 学生学习力培养之延伸之道

学习力的培养和提高是一个持久连续的过程, 仅通过课程教学时间难以维系, 有效的STEM课程为学生提供了亲自动手实践和接触真实世界, 探究科学问题的宝贵机会。此外, 丰富有意义的课程活动延伸也是吸引学生好奇心, 鼓励学生积极参与, 促进知识内化迁移, 培养学生创新思维和能力的有效方式。这些课外活动可以针对中小学生在STEM教育理念背景下实施开展, 包括夏令营、课外业余活动、奥林匹克和科学展览以及其他竞赛等, 课外活动在培养和提高学生学习力中扮演着重要角色。如表3所示, 提供了一些开展课外活动的有效建议: 以航空航天项目为例, 学生在周末或夏令营中进行, 当飞行员是不少学生的理想, 以制作飞机为兴趣点, 激发学生的学习动力; 通过观看飞机起飞和降落的视频探究飞机飞行和空气流体的原理, 让学生在笔记本上画出纸飞机的轮廓, 通过小组合作动手制作及秒表记录飞行时间, 探索延长飞机飞行时间及改善性能的办法, 最终制作出功能完好的飞机模型, 不仅提高了学生发现世界科学原理的兴趣, 还培养了学生改造世界的创造力。

表3 基于STEM教育的课外活动设计简表

基于学校的课外活动	数学竞赛、机器人竞赛、科学展览
学校外的项目	将数学和家庭活动相联系、使用乐高玩具搭建机器人、关于动画技术的故事、学习野外生活
周末课程或夏令营	工程建设、航空航天项目

(三) 教师素养: 学生学习力培养之措施保障

根据科学与数学教育协会的研究调查表明, 教师不能完全胜任基础教育中的科学学科教学: 28%的教师在生命科学、24%的教师在地球科学、14%教师在物理科学领域。因此, 在实施提高学生学习力的STEM课程时, 教师的学科教授能力对学生来说是至关重要的。教师要以正确的方式引导学生进行探究, 在学习过程中充当学习促进者、帮助者的角色, 适时给予学生奖励。采取基于问题解决、基于项目学习等教学方式, 对学生问题的及时反馈促成学生快速掌握使用数据及数据的分析方法, 或教师以隐性方式将指导渗透于教学策略和活动的组织过程中。例如, 在教室的学习墙上学习拼图任务中, 引导学生选择正确的解决问题方式, 当学生某一维度的学习力有所进步时, 及时鼓励学生将作品置于学习墙上供大家学习。

总之, 在STEM教育背景下, 为学生学习力的提高提供精心设计的STEM课程, 运用跨学科知识

和综合实践手段解决与学生生活密切相关的实际问题, 通过丰富多彩的课外活动使学生将所学知识巩固内化迁移, 加强教师在学生学习力培养过程中的引导、帮助、答疑反馈的作用, 为学生学习创设良好的环境和条件, 从而达成提升学生学习力之目标。

四、基于STEM教育理念提升中小学生学习力的课程设计

(一) 基于STEM教育的学习力课程设计

1. 基于STEM教育理念的学生学习力课程设计原则

(1) 以STEM教育跨学科知识融合的理念为指导; (2) 课程设计强调小组协作交流: 主要包括组内合作和组间合作; (3) 注重教师在学生课程学习过程中的引导和监督作用: 教师在学生探究、学习和动手实践的过程中予以指导和帮助; (4) 课内学习和课外拓展延伸相结合: 课外活动的拓展有助于学生学习力的巩固提升。

2. 基于STEM教育理念的学生学习力课程设计流程

针对中小学学生学习力的定义和构成要素, 借助技术手段, 以STEM教育跨学科知识融合的理念为指导, 以培养学生的学习力为出发点, 从课内、课外、教师和学生活动视角基于STEM教育设计学习过程, 具体设计流程如图4所示。

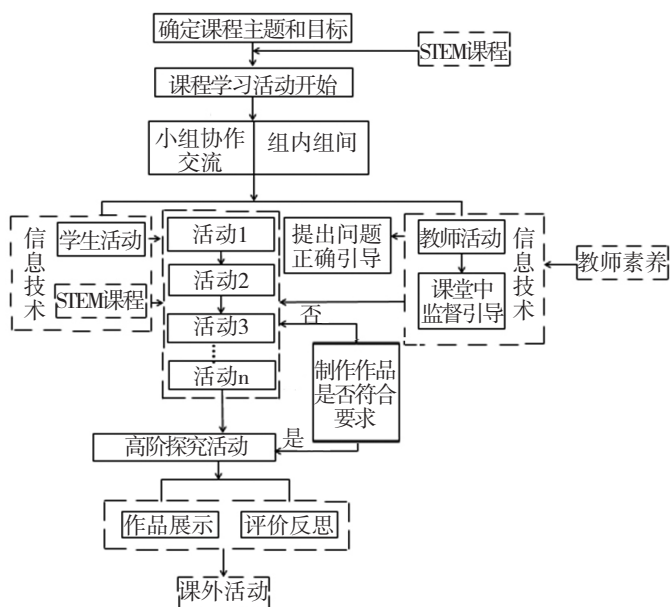


图4 基于STEM教育的学习力培养的课程设计流程

基于STEM教育培养学生学习力的策略建议模型, 将STEM课程、课外活动和教师素养融入课程设计之中, 以培养学生学习力为目标。其课程设

计流程解释如下：(1)课程主题和目标的确定是整个课程开展的前提，选取与学生生活相关的主题并与解决实际问题相结合能够激发学生的学习兴趣，提高学生学习的积极性和学习动机；(2)以小组协作交流的方式进行问题探讨和讨论，能够加强学生之间的交流和沟通，增强学生的互惠力；(3)课程的学习过程通过多环节学习活动展开，以重复设计、制作和测试的过程使学生的作品日趋完美，学生在反复学习的过程中锻炼了其学习毅力；(4)教师在课程学习过程中充当引导者、帮助者的角色，引导学生以正确的方式进行探究，在学生遇到问题时及时予以指导；(5)学生在整个课程学习过程中要完成一个作品，并将所学知识以作品的方式呈现，体现学生创造力的价值和能力的提高，同时以展览的形式对作品进行评价和表扬能够有效保持学生深入学习的热情；(6)课外活动是学生学习力培养的延伸，将所学的STEM课程知识在课外活动中运用和拓展，以持续培养学生学习力的提高；(7)整个探究学习过程中以信息技术为辅助，将信息技术以适当时机和方式融入课堂教学，促进学生学习力的提高。

(二)STEM课程培养学生学习力的课程设计实例

1.课程主题和对象

本研究选取与生活密切相关的知识——“弹力球的制作”为主题，是因为弹力球为学生生活中经常接触使用和喜欢的玩具用品，贴近生活实际，学生能够迅速融入对弹力球的探究过程。适用对象为小学高年级学生，实验过程持续4-6小时，以3-4人为一组。如果小组人数过多，则不利于每个人想法的实现；若小组人数过少，则任务量偏重，容易导致学生不能完成任务，产生畏难情绪等。

2.课程目标

(1)通过探究弹力球的原理和制作弹力球的过程，能够激发学生探索生活的乐趣；(2)将所学知识“硼砂溶液+胶水=弹力球”通过学习工具和动手实践运用到实际生活的问题解决中，最终制作一个性能完好的弹力球；(3)以小组合作探究的方式培养学生的人际交流和沟通能力，学习合作学习。

3.实验过程

课程实施过程主要分为四个环节开展：

(1)第一部分：探究弹力球的构成原理

兴趣导入：教师在课中演示弹力球的玩法，并通过弹力球的弹跳高度不同吸引学生的兴趣，鼓励学生试用弹力球，引导学生提出问题：弹力球是如何制成的？为什么弹跳高度不一样？

资料查找：基于上述问题让学生通过小组讨论

和上网查找资料等方法解决问题，每个人记下各自的答案。弹力球和学生的生活息息相关，他们具有一些关于弹力球的基础知识，通过小组合作及上网查找资料的方式能够解决这个问题。

观看视频：将提前录制好的制作弹力球的视频进行播放，提出了一个制作弹力球的新方案——以硼砂溶液和胶水混合制作弹力球，是否可行？以视频为载体向学生抛出第一个问题，自己制作一个弹力球验证性方案。

(2)第二部分：设计、制作、测试弹力球

探究制作过程：学生通过视频知道制作所需的两种原材料，但教师要对制作的详细过程进行讲解和指导，通过确定原料用量—制作步骤—成型的顺序让学生进行思考，确定“量取—混合—搅拌—捞取—压实—揉搓—揉圆”的制作流程及注意事项。

确定原料：实验中需要用到硼砂溶液和胶水，让学生通过量杯或其他带有刻度的容器正确量取两种液体，并将自己的用量记录下来。为了减少学生对其他变量影响的困惑，在保持胶水用量为10ml不变的情况下，教师组织并和学生共同进行讨论。

制作成果展示：在学生制作过程中，教师在课堂上随机观察每个小组的制作情况，并对制作情况给予实时指导。将每个小组制作的弹力球进行展示，分析其在弹跳过程中可能会出现各种问题，如弹力球的反弹高度不够高、形状不圆、弹力球保持弹跳及反弹的持续时间过短等问题。针对出现的问题，教师借此机会积极激发学生对问题的深层次思考。

(3)第三部分：重新设计、重新制作、测试弹力球

针对前面出现的问题，教师带领学生一起做实验，探究出现问题的原因。随后学生根据自己制作的弹力球所出现的问题进行重新设计和制作，经过反复的修改和测试，最终制作一个符合要求的弹力球。

(4)第四部分：课后提升深化

提出问题：教师向学生提出问题：你们最想得到什么样的弹力球？每个学生的回答不尽相同，教师给学生布置课外任务，制作自己想要的弹力球。

在线交流：学生在课后制作的过程中可能会遇到各种问题，借助QQ讨论组或者网络学习空间等在线交流功能，通过学生和教师、学生和教师之间交流来获得问题的解决。

成果竞赛：将学生课外所做的弹力球以竞赛的方式进行展出，教师对学生作品进行点评、表扬和

奖励并进行同学间的互评等。

弹力球的制作课程分为课中和课外两个部分进行,课中通过探究弹力球的构成原理、设计、制作和测试,发现问题后探究原因,进行重新设计、制作和测试最终制作符合要求的弹力球。课外学生根据自己的兴趣点选择自己喜欢的弹力球的特征完成作品,借助信息技术手段完成资料查找、观看视频、探究制作过程、制作成果展示及在线交流,并以竞赛的形式深化学生对弹力球制作原理的理解,培养学生探究思维和综合实践能力,如图5所示。STEM教育主张技术作为认知工具,无缝地融入到教学的各个环节。因此,在实施基于STEM课程培养学生学习力的实验过程中,运用视频、网络资源及QQ讨论等多媒体技术手段为学生呈现问题,探究构成原理,激发学生的学习兴趣 and 探究欲望,使学生能够在仿真的情境和实际制作的过程中获得真切体验,借助信息技术将难以理解的制作过程或原理以动画视频等方式展示,实现信息技术与STEM教育的融合,达成促进学生学习力培养的目标。

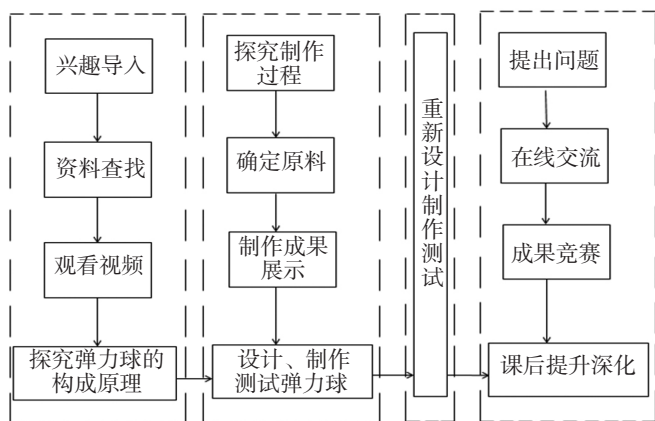


图5 培养学生学习力的STEM课程实施流程

(三)STEM课程——“弹力球的制作”提升学习力之分析

弹力球的制作课程涉及将硼砂溶液和含有聚乙烯的胶水混合经过塑性可以得到一个弹力球的科学知识,在制作过程中需要用量杯精确测量硼砂溶液和胶水及数据处理的数学方法,通过重新设计和制作改善弹力球性能的工程和技术问题。因此该课程属于涉及STEM四个学科的跨学科综合课程。该课程设计对学生学习力的提升体现在以下几个方面:

1. 兴趣导入激发学习动力

在教师引入课程前通过让学生亲身玩弹力球来提高学生的学习兴趣,并以观看视频的方式提出问题,引起学生的好奇心,使学生身临其境自

然融入课堂的讨论中。学生对课程学习表现出浓厚的兴趣,积极配合教师教学过程,之后教师以问题询问的方式如“大家喜欢玩弹力球吗?对制作和探究弹力球的构成原理是否感兴趣”等确定学生是否对该课程的学习激发了学习动力,观察学生的学习态度。

2. 小组合作提高协作交流能力

课程设计采用3-4人为一组的小组合作方式,在探究弹力球的构成原理时通过小组成员内部交流和网上查找等形式增进同学之间的沟通。同时,制作过程中可能遇到各种问题,与同学的交流可以触发有效解决问题的发生。教师在课程中充当促进者、帮助者的角色,引导学生正确进行探究和实践。学生在其过程中能够通力合作,通过小组互评了解学生在组内进行合作交流的情况,并且教师以帮助者的身份与学生个人及学习小组积极交流沟通,及时化解遇到的问题。

3. 制作过程锻炼学习毅力,培养学习能力

探究弹力球的制作原理及设计、制作和测试弹力球是一个持续、环环相扣的过程,对制作成品的改良和重新制作需要学生始终保持学习的热情、求知精神和良好的意志品质才能将课程完整进行。同时,在讨论答疑、探究原理、设计制作、测试再修改的过程中,学生逐步解决问题,培养创新思维,学习能力逐渐提高。学生最终能够通过这一连续的设计、修改和完善的学习过程完成弹力球的制作,并始终保持积极探索和努力实现的精神。

4. 制作作品展现创造力

研究成果是学生知识学习的具体体现,学生将所学知识与生活中具体问题相联系通过动手实践制作成品。该课程中学生通过实验过程制作弹力球玩具,使其能够感受到自己制作成果的满足感,同时根据自己的兴趣点制作性能更为完善的弹力球来培养学生的创造力。在以后遇到类似问题时,学生能够将经验“转化”,深化和巩固所学知识,实现学生问题解决能力和综合实践能力的提高。

与此同时,基于STEM理念的“弹力球制作”课程的课堂探究、交流沟通和创新应用实践活动主要以学生身边发生或学生感兴趣的事情为切入点,通过一系列活动培养学生的学习力,为确保学生学习力是否能在学习活动中得到有效提升,结合具体活动,笔者从学习力的五个构成维度,设计了具体活动的观测内容,以确保学习力能得到有效的提升,如下页表4所示。

表4 学生学习力具体实践活动观测表

学习力构成	具体实践活动观测
学习动力	明确学习目标和任务,能够说出本节课的主题;提出制作弹力球的有关问题;掌握制作的原理及过程,迅速融合课堂探究环境
学习毅力	坚持完成弹力球设计、制作、测试及再设计、再制作、再测试的反复修改和完善过程,没有表现出消极、畏难等情绪
学习能力	能够对弹力球的资料进行查找、鉴别、存储和记录;能够根据制作原理制做出符合要求的弹力球,并解决其中遇到的问题
学习互惠力	及时与小组内和其他小组成员沟通交流;对其他成员的制作成果进行口头评述;与教师有良好的互动;能够在课后的线上讨论中积极发言
学习创造力	将所学知识运用到实际并找到与自己兴趣相联系的契合点,制作更加完美的弹力球;能够改进自己的学习方法,提高效率并与他人分享;将自己的学习过程完成一篇个人反思

通过整个具体实践活动的实施,选取与学生生活实际密切相关及学生非常感兴趣的课题可以激发学生的探索热情,从而提高对所学知识的专注力,为学生提供适时指导,给学生思考讨论的时间,学生这个过程中更容易迸发自己的灵感和火花,进而培养学生独立思考之思维能力,使学生创作出自己的作品,从而不断探索提高学生学习力的有效途径与方法。

五、结束语

面对教育应以学生的发展为核心,着力培养适应信息化时代的学习者,理应把培养学生的学习力为首任,倡导跨学科协作作为焦点、核心。传统教育观念的诟病严重阻碍着学生学习力的培养,变革现有教育理念,寻求适合时代发展的教育实践,努力创新教育教学理念和模式,跳出传统桎梏,对教育工作者而言,责无旁贷。本文基于STEM教育,尝试架构了基于STEM教育的学生学习力培养策略模型,实现了通过STEM课程的教育应用培养学生的创新思维和知识内化迁移,并结合具体的实践学习内容,展现其模型的实践操作,完成了STEM教育理念与学习力培养的对接,是一件非常有意义的实践探索。希望籍此能引起广大研究者对学习力培养等问题更为深入的研究与实践。同时,在实践中发现,学习环境的设计、有效的技术工具等因素的提供都在某种程度上影响着学生学习力的提升,这也将是我们下一步研究需要充分予以考虑与分析的。

参考文献:

- [1] 沈书生,杨欢.构建学习力:教育技术实践新视角[J].电化教育研究,2009,(6):13-16.
- [2] 赵云建.国际学习力高峰论坛在北京国家会议中心召开[J].中国电化教育,2015,(12):145.
- [3] 任友群.十三五教育信息化对教学和学习的考虑[EB/OL].http://

www.alo7.com/site/activities/meeting2015/review/tyq.html,2016-11-12.

- [4][11] Crick R D. Learning Power in Practice: A Guide for Teachers[M]. London: Paul Chapman,2006.
- [5] 贺武华.“以学习者为中心”理念下的大学生学习力培养[J].教育研究,2013,(3):106-111.
- [6] 苏丹兰.论学力、基础学力的概念与要素构成[J].山东教育科研,1997,(3):14-16.
- [7] 吴振利.“涵养”学习力为创建学习型社会奠基[J].中国高等教育,2011,(Z3):63-64.
- [8] 张雪娇.大学生的学习力及提升途径[J].教育评论,2010,(1):26-28.
- [9] 高志敏.人力资源开发中的学习力构架研究[J].河北师范大学学报(教育科学版),2002,(6):24-29.
- [10] Claxton, G. Building Learning Power: Helping Young People Become Better Learners[M]. Bristol: TLO, 2002.
- [12] 张声雄.第五项修炼[M].上海:上海三联书店,2001.
- [13] Crick R D, Broadfoot P, Claxton G. Developing an effective lifelong learning inventory: the ELLI project[J]. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 2004,(3):247-272.
- [14] 柯比.学习力[M].海口:南方出版社,2005.
- [15] 钟启泉.现代课程论[M].上海:上海教育出版社,2003.259-261.
- [16] B.J. Mc Gettrick. Emerging Conceptions of Scholarship[R]. Toronto: Canadian Society for the Study of Education, 2002.
- [17][20] 郭黎岩,王东,田玲.提升中小学生学习力:基于脑科学的实践探索[J].中小学管理,2011,(9):4-7.
- [18] 吕晓娟.基于学生学习力的翻转课堂教学设计[J].电化教育研究,2015,(12):98-102.
- [19][22] Crick R D. Learning How to Learn the Dynamic Assessment of Learning Power[J]. The Curriculum Journal, 2007,18(2):142-144.
- [21] Claxton, G.. Expanding the Capacity to Learn: A New End for Education[R]. British: Warwick University, 2006.
- [23] Claxton G. Building Learning Power[EB/OL]. http://www.docin.com/p-693328871.html, 2016-11-12.
- [24] Building Learning Power[EB/OL]. https://www.buildinglearningpower.com/about/recent-research, 2016-11-12.
- [25] Randy, N.. Training for super-learning ability (in Chinese) [M]. Beijing: China Workers Press, 2004.
- [26] National Governor's Association. STEM Education in Southwestern Pennsylvania[EB/OL]. http://www.docin.com/p-1432952983.html, 2016-01-19.
- [27][28] The White House Office of the Press Secretary. President Obama Launches 'Educate to Innovate' Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (STEM) Education [EB/OL]. http://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en, 2016-11-12.
- [29] 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.
- [30][31] The National Governors Association. Building a Science, Technology, Engineering and Math Agenda[EB/OL]. http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF?jsessionid=A5822A26DDCFC8509D5CFBDE02CA143E, 2016-11-12.
- [32] Sanders, M. SEM, STEM education, stemmania[J]. The Technology Teacher, 2009, 68(4):20-26.

(下转第41页)

STEM Project-based Learning from the Perspective of Cultural-Historical Activity Theory in Primary School: an Exploratory Study

Shou Xin¹, Hu Weiping¹, Wang Bimei¹, Chen Mingyan²

(1.Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an Shaanxi 710062; 2.Chongqing Yubei District Tianyi Primary School, Chongqing 401147)

Abstract: With the social requirement of creative inter-disciplinary talents is on the rise, STEM Project-based Learning aiming at cultivating innovation capability has popularized in most countries. In this study, STEM Projected-based Learning Activity Model is constructed from the perspective of Cultural-Historical Activity Theory to explore the learning activity process from concept learning to ability cultivation, and from individual to group. Based on analyzing the develop trend of STEM ability through triangulation, we found that STEM Projected-based Learning Activity Model can enhance STEM ability, especially high level STEM ability, and low level students' STEM ability.

Keywords: Cultural-Historical Activity Theory; STEM Education; Projected-based Learning; STEM Literacy

收稿日期: 2016年12月2日

责任编辑: 宋灵青

(上接第32页)

[33] 傅骞,刘鹏飞.从验证到创造——中小学STEM教育应用模式研究[J].中国电化教育,2016,(4):72-73.

作者简介:

蒋志辉: 副教授, 研究方向为教育信息化、信息技术与课程融合(68001110@qq.com)。

赵呈领: 教授、博士生导师, 研究方向为教育技术学

理论、方法与应用、教育信息处理、教育信息资源设计与开发。

周凤伶: 在读硕士, 研究方向为教育信息处理、教育信息资源开发。

梁云真: 在读博士, 研究方向为教育技术理论及应用、教育信息化。

黄琰: 在读博士, 研究方向为教育技术理论及应用、教育信息化。

A Study on the Strategies of Cultivating Primary and Middle School Students' Learning Power in the Context of STEM Education

Jiang Zhihui^{1,2}, Zhao Chengling¹, Zhou Fengling¹, Liang Yunzhen¹, Huang Yan¹

(1.School of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079; 2.Department of Electronic and Information Engineering, Changsha Normal University, Changsha Hunan 410100)

Abstract: Learning power is one of the most important abilities of primary and middle school students in information age, and it plays a significant role in the students' growth and development. STEM education is committed to interdisciplinary knowledge to develop students' scientific inquiry and problem solving ability. The goal of STEM education is consistent with the students' learning ability, which is characterized by its core characteristics, curriculum design, learning process, design principles, educational applications to enhance students' learning motivation, learning ability, learning reciprocity, learning creativity and so on. The research builds up the learning power training strategy model based on STEM education. The model takes STEM curriculum as the core, the extracurricular activities as the extension, and the teacher quality as the guarantee. Finally, the paper discusses the design principles and process of courses based on STEM education to enhance learning power, and gives the concrete examples.

Keywords: STEM Education; Learning Power; Training Strategy

收稿日期: 2016年11月5日

责任编辑: 宋灵青